

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN LENTUR METODE SNI 1732-1989-F (ANALISA KOMPONEN) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS JALAN BATAS KABUPATEN DAIRI-DOLOK SANGGUL SUMATERA UTARA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

T. FEBRIYAN HARISANDA
1207210175



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : T. Febriyan Harisanda

NPM : 1207210175

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur metode SNI1732-1989-F (Analisa Komponen) dengan metode *AASHTO* 1993 pada ruas jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul Sumatera Utara

Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II/Penguji

Ir. Sri Asfiati, MT.

Irma Dewi, ST, MSi

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II/Penguji

Andri, ST, MT

Dr. Ade Faisal, ST, Msc

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : T. Febriyan Harisanda

Tempat /Tanggal Lahir: T. Tinggi / 19 FEBRUARI 1994

NPM : 1207210175

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

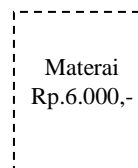
“Perbandingan Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen) Dengan Metode AASHTO 1993 Pada Ruas Jalan Batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul Sumatera Utara”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017
Saya yang menyatakan,



T. Febriyan Hrisanda

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur metode SNI 1732-1989-F (analisa komponen) dengan metode *AASHTO* 1993 pada ruas jalan batas kabupaten Dairi-Dolok Sanggul Sumatera Utara” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi, ST, MSi, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Andri, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
4. Bapak Dr. Ade Faisal, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis: Ayahanda Tengku Zulfan Efendi dan Ibunda Mai Kiranawati, terima kasih untuk semua dukungan serta kasih sayang dan semangat penuh cinta yang tak pernah ternilai harganya, dan telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis: Ulfa Khairunnisa, Harry Sukmana, Rahmat Saleh Siregar, Irfansyah Putra sehingga terselesainya Tugas akhir ini. Kelas B2 dan A2 siang dan seluruh angkatan 2012 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, September 2017

T. Febriyan Harisanda

ABSTRAK

PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN LENTUR METODE SNI 1732-1989-F (ANALISA KOMPONEN) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS JALAN BATAS KABUPATEN DAIRI-DOLOK SANGGUL SUMATERA UTARA

T. Febriyan Harisanda
1207210175
Ir. Sri Asfiati, M.T
Irma Dewi, S.T.,M.Si

Pada perencanaan pelebaran jalan sangat perlu untuk diperhatikan demi kelancaran untuk pekerja konstruksi, keefektifan dan mutu yang dihasilkan, inilah yang mendorong penulis untuk menghitung tebal perkerasan lentur yang telah direncanakan sebelumnya oleh pihak perencana dan karena topik ini menarik bagi penulis. Sesuai dengan bidang konsentrasi yang dipilih yaitu Transportasi Jalan Raya, penulis sengaja mengambil topik ini karena sesuai dengan ilmu yang dipelajari penulis. Topik bahasan ini dibatasi pada perhitungan tebal lapis perkerasan lentur. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui berapa hasil perbandingan F (Analisa Komponen) dengan membandingkan metode AASHTO 1993 yang sudah digunakan pada hasil perhitungan perencanaan pada proyek Pelebaran Struktur Jalan Batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul. Dari hasil perbandingan diperoleh bahwa perhitungan perkerasan lentur dengan Metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen) didapatkan tebal perkerasan untuk Lapisan AC-WC = 4 cm, Lapisan AC-BC = 6cm, Lapisan Agregat Kelas A = 20 cm, Lapisan Agregat Kelas B = 26,15 cm, memiliki selisih 3,15 cm pada lapisan Agregat kelas B dari perhitungan perencana menggunakan metode AASHTO, perhitungan perencana didapatkan Lapisan AC-WC = 4 cm, Lapisan AC-BC = 6 cm, Lapisan Agregat Kelas A = 20 cm, Lapisan Agregat Kelas B = 29,30 cm.

Kata Kunci : Tebal Lapis Perkerasan SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen)

ABSTRACT

PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN LENTUR METODE SNI 1732-1989-F (ANALISA KOMPONEN) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS JALAN BATAS KABUPATEN DAIRI-DOLOK SANGGUL SUMATERA UTARA

T. Febriyan Harisanda

1207210175

Ir. Sri Asfiati, M.T

Irma Dewi, S.T.,M.Si

In planning the widening of the road is very necessary to be considered for smooth for construction workers, effectiveness and quality product, that encourages authors to calculate the thickness of flexible pavement that had been planned in advance by the planner and because this topic is of interest to writers. In accordance with the selected areas of concentration, namely Transport Highways, the authors deliberately take this subject because according to the knowledge learned author. Topics of discussion is limited to the calculation of flexible pavement layer thickness. The purpose of this paper is to find out how the comparison results F (Component Analysis) with comparing the 1993 AASHTO method that has been used in planning calculations result in widening project Boundary Road Structure Dairi-Dolok bun. From the comparison shows that the calculation method of flexible pavement with ISO 1732-1989-F (Component Analysis) obtained thick layer of pavement for AC-WC = 4 cm, Layer AC-BC = 6cm, Layer Aggregate Class A = 20 cm, Layer Aggregate class B = 26,15 cm, has a difference of 3,15 cm in class B Aggregate layer of calculations using the method AASHTO planner, planner calculation layer obtained AC-WC = 4 cm, layer AC-BC = 6 cm, layer Aggregate class A = 20 cm, layer Aggregate class B = 29.30 cm.

Keywords: Pavement Layer Thickness ISO 1732-1989-F (Component Analysis)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Umum	6
2.2 Sejarah Perkerasan Jalan	7
2.3 Klasifikasi Jalan	9
2.4 Jenis Kontruksi Perkerasan	12
2.5 Kriteria Kontruksi Perkerasan Lentur	16
2.6 Lapisan Perkerasan pada Perkerasan Lentur	17
2.6.1 Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	18
2.6.2 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	20
2.6.3 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	22
2.6.4 Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	24
2.7 Dasar Perencanaan	26

2.8 Perhitungan Tebal Perkerasan Metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen)	27
2.8.1 Prinsip-prinsip Perencanaan	27
2.8.2 Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Jalan	28
2.8.3 Dasar Perencanaan Tebal Perkerasan	32
2.9 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993	43
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Bagan Alir Penelitian	52
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	53
3.3 Pengambilan Data	54
3.4 Teknik Pengumpulan Data	54
BAB 4 PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN	
4.1 Analisa Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan dengan Metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen)	55
4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993	66
BAB 5 PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi menurut kelas jalan	12
Tabel 2.2	Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku	15
Tabel 2.3	Persyaratan gradasi agregat <i>base</i>	21
Tabel 2.4	Persyaratan gradasi agregat <i>sub base</i> kelas A	23
Tabel 2.5	Persyaratan gradasi agregat <i>sub base</i> kelas B	23
Tabel 2.6	Persyaratan gradasi agregat <i>sub base</i> kelas C	24
Tabel 2.7	Jumlah jalur rencana berdasarkan lebar perkerasan	32
Tabel 2.8	Koefisien distribusi kendaraan (C)	33
Tabel 2.9	Kendaraan ekivalen (E) beban sumbu kendaraan	33
Tabel 2.10	Nilai faktor regional	36
Tabel 2.11	Indeks permukaan akhir umur rencana (IP)	38
Tabel 2.12	Indeks permukaan awal umur rencana (Ipo)	38
Tabel 2.13	Koefisien kekuatan relatif	40
Tabel 2.14	Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan	41
Tabel 2.15	Batas minimum tebal pondasi atas	42
Tabel 2.16	Jenis perkerasan, <i>marshall stability</i> dan CBR	43
Tabel 2.17	Koefisien kekuatan relatif bahan	43
Tabel 2.18	Faktor distribusi DL	44
Tabel 2.19	Reability (R)	46
Tabel 2.20	Standard normal deviation (ZR)	46
Tabel 2.21	<i>Terminal serviceability indeks</i> (pt)	48
Tabel 2.22	Tebal minimum lapis perkerasan	49
Tabel 2.23	Parameter desain perkerasan	50
Tabel 4.1	Data lalu lintas harian rata-rata (LHR)	55
Tabel 4.2	Data CBR	56
Tabel 4.3	Perhitungan ekivalen kendaraan	62
Tabel 4.4	Perhitungan LHR awal umur rencana	62
Tabel 4.5	Perhitungan LHR akhir umur rencana	63
Tabel 4.6	Perhitungan lintas ekivalen permulaan (LEP)	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan	7
Gambar 2.2	Perkerasan <i>Macadam</i>	8
Gambar 2.3	Perkerasan <i>Telford</i>	9
Gambar 2.4	Susunan perkerasan lentur	13
Gambar 2.5	Komponen perkerasan kaku	14
Gambar 2.6	Komponen perkerasan komposit	14
Gambar 2.7	Susunan lapis perkerasan lentur	18
Gambar 2.8	Distribusi pembebanan pada masing-masing roda kendaraan	30
Gambar 2.9	Grafik kolerasi DDT dan CBR	37
Gambar 2.10	Nomogram untuk menentukan ITP	39
Gambar 3.1	Bagan alir	52
Gambar 3.2	Lokasi batas kabupaten dairi-dolok sanggul	53
Gambar 4.1	Susunan lapisan perkerasan lentur	66

DAFTAR PERSAMAAN

Pers 2.1	Angka ekivalen sumbu tunggal	31
Pers 2.2	Angka ekivalen sumbu ganda	31
Pers 2.3	Lalu lintas harian rata-rata (LHR)	34
Pers 2.4	Lintas ekivalen pemulaan (LEP)	34
Pers 2.5	Lintas ekivalen akhir (LEA)	35
Pers 2.6	Lintas ekivalen tengah (LET)	35
Pers 2.7	Lintas ekivalen rencana (LER)	35
Pers 2.8	Faktor penyesuaian (FP)	35
Pers 2.9	Menghitung CBR	36
Pers 2.10	Standar deviasi	36
Pers 2.11	Indeks tebal perkerasan (ITP)	42
Pers 2.12	Rumus umum <i>Design traffic</i>	44
Pers 2.13	Jumlah beban ganda tunggal standar kumulatif	45
Pers 2.14	<i>Serviceability</i>	47
Pers 2.15	Resilient modulus tanah dasar	48
Pers 2.16	Resilient modulus agregat base kelas A dan B	48
Pers 2.17	Struktural number (SN)	48
Pers 2.18	Struktural number 1	48
Pers 2.19	Struktural number 2	49
Pers 2.20	Struktural number 3	49
Pers 2.21	Persamaan dasar perkerasan lentur	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Perhitungan tebal perkerasan lentur metode *AASHTO* 1993
- Lampiran 2 Grafik kolerasi antara CBR dan DDT
- Lampiran 3 Nomogram 1
- Lampiran 4 Data curah hujan
- Lampiran 5 Dokumentasi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pembangunan di daerah yang terus meningkat harus didukung dengan sarana dan fasilitas yang memadai di segala bidang. Transportasi darat adalah salah satu diantara beberapa transportasi yang sangat penting untuk meningkatkan pembangunan di suatu daerah. Oleh karena itu, pembangunan jalan sangatlah penting untuk diperhatikan baik dari segi perencanaan maupun dari segi perawatan jalan tersebut. Perhitungan tebal lapis perkerasan lentur merupakan suatu unsur penting dalam perencanaan jalan yang ikut menentukan kemampuan jalan dan pemanfaatannya untuk mendukung sistem transportasi darat.

Dalam laporan ini, penulis memaparkan proses perhitungan tebal lapis perkerasan lentur pada paket pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul. Pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul ini dilakukan karena jalan yang sudah ada tidak mampu lagi menampung kapasitas jumlah penumpang dan lalu lintas saat ini. Sehingga pemerintah menetapkan ruas jalan tersebut ditingkatkan kembali. Untuk mendukung pengoperasian lalu lintas dengan panjang penanganan jalan 2 Km dan lebar 6 meter, dimana awal proyek berada di STA 0+000 (Km 127+60) dan akhir proyek berada di STA 2+000 (Km 129+60) di lokasi jalan batas kabupaten Dairi-Dolok Sanggul.

Agar fungsi jalan ini beroperasi dengan baik maka di perlukan sarana peningkatan jalan yang lebih memadai. Selain untuk mendukung kelancaran lalu lintas pembangunan jalan, juga di harapkan untuk mengembangkan aktifitas perekonomian, perdagangan, dan industri di daerah trase jalan yang direncanakan. Adapun perhitungan tebal lapis perkerasan lentur dengan metode SNI 1732-1989F (Analisa Komponen).

1.2 Rumusan Masalah

Dengan berpedoman pada latar belakang yang telah di jelaskan diatas, maka penulisan ingin meninjau kembali dari segi perencanaan tebal lapisan perkerasan pada pelaksanaan pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul.

1. Berapa hasil perhitungan tebal lapis perkerasan pada proyek pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul dengan menggunakan metode SNI 1732-1989F (Analisa Komponen)?
2. Berapa hasil perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan setelah menggunakan metode SNI 1732-1989F (Analisa Komponen) dengan membandingkan metode AASHTO 1993 yang sudah digunakan pada perhitungan perencanaan pada proyek pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa hasil dari perhitungan tebal lapis perkerasan pada proyek pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul dengan menggunakan metode SNI 1732-1989F (Analisa Komponen).
2. Untuk mengetahui berapa hasil perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan setelah menggunakan metode SNI 1732-1989F (Analisa Komponen) dengan membandingkan metode AASHTO 1993 yang sudah digunakan pada hasil perhitungan perencanaan proyek pelebaran struktur jalan batas Kabupaten Dairi-Dolok Sanggul.

1.4 Ruang lingkup

Dalam tugas akhir ini, pembatasan masalah yang diambil oleh penulis adalah perhitungan tebal lapis perkerasan lentur dengan metode SNI 1732-1989F (Analisa Komponen), dibandingkan dengan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan perencana yang menggunakan metode AASHTO 1993.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Dapat merencanakan dan menghitung tebal lapis perkerasan lentur.
 - b. Untuk menambah wawasan, pengalaman, dan dapat melaksanakan kegiatan yang sama ketika bekerja secara langsung di lapangan.
 - c. Mahasiswa dapat mengetahui urutan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur dengan menggunakan metode SNI 03-1732-1989F (Analisa Komponen).
2. Manfaat Praktis
 - a. Memacu mahasiswa untuk terus aktif dibidang teknik sipil terutama pada bidang transportasi.
 - b. Mampu merencanakan tebal lapis perkerasan yang berguna pada pelaksanaan di lapangan dengan hasil yang memuaskan.
 - c. Terlibat secara langsung dengan proyek (kontraktor, konsultan, dan lembaga penelitian lainnya) yang berkaitan dengan bidang ilmu rekayasa sipil.
 - d. Memberikan pengalaman langsung baik di bidang visual maupun aktifitas tentang suatu kegiatan pembangunan fisik beserta segala aspeknya yang meliputi kerekayasaan, kontraktual dan administratif serta pelaksanaannya di lapangan sehingga mahasiswa dapat mengetahui pengetahuan dan pemahaman atas masalah tersebut.

1.6 Sistematika penulisan

Sesuai dengan petunjuk mengenai penyusunan skripsi, maka penulisan skripsi yang akan dilakukan terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, analisa dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini, dibahas mengenai latar belakang, disertai perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan Tugas Akhir.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang digunakan sebagai landasan atau acuan dari penelitian, serta syarat-syarat untuk melaksanakan penelitian. Dalam bab ini juga keaslian penelitian serta tinjauan pustaka dikemukakan secara sistematis dan kronologis.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dituliskan mengenai tahapan dan cara penelitian serta uraian mengenai pelaksanaan penelitian. Bab ini berisikan uraian tentang data dan metode yang akan digunakan dalam penelitian.

BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan bab yang berisikan tentang hasil-hasil penelitian dan juga berisi tentang analisa dari hasil penelitian beserta pembahasannya. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk gambar, grafik, beserta tabel dengan keterangan atau judul yang jelas. Hasil yang ditulis dalam kesimpulan harus terlebih dahulu muncul dalam bagian pembahasan ini.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang terakhir ini berisikan kesimpulan setelah dilakukan analisa dan pembahasan. Kesimpulan dinyatakan secara khusus dan menjawab semua pembahasan yang diteliti atau diamati. Kesimpulan merupakan rangkuman dari hasil-hasil yang berasal dari bab permasalahan secara rinci. Dalam bab ini juga dibahas perbandingan hasil tebal perkerasan dari masing masing metode yang didasarkan pada hasil penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Menurut UU No. 38 Tahun 2004, Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air (kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel).

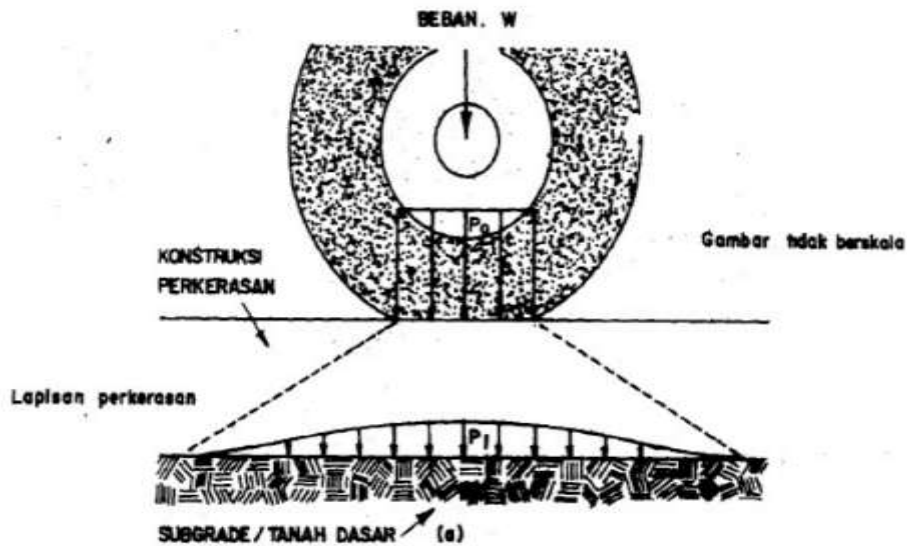
Pada suatu pekerjaan jalan memiliki tahapan tahapan yang disesuaikan dengan jumlah lapis perkerasan yang digunakan pada konstruksi jalan tersebut, karena itu dibutuhkan perhitungan tebal lapis perkerasan yang cermat serta didukung dengan pelaksanaan yang baik pula.

Konstruksi perkerasan adalah konstruksi yang terletak antara tanah dan roda kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi tegangan tanah dasar (*subgrade*) sampai batas yang diijinkan. Fungsi perkerasan adalah:

1. Untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman dan selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti.
2. Sebagai pelindung tanah dasar terhadap erosi akibat air.
3. Sebagai lapis perantara untuk menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Latar belakang digunakan lapis perkerasan pada pembuatan suatu jalan adalah karena kondisi tanah dasar yang kurang baik sehingga tidak mampu secara langsung menahan beban roda yang ditimbulkan oleh berat kendaraan yang melintas di atasnya.

Perencanaan tebal lapis perkerasan merupakan dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan lentur yang dibutuhkan untuk suatu jalan raya. Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



(Sukirman, 1999).

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Pada Gambar 2.1 terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata P_0 . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi P_i yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar (Sukirman, 1999).

2.2 Sejarah Perkerasan Jalan

Sejarah perkerasan jalan dimulai bersamaan dengan sejarah umat manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Dengan demikian perkembangan jalan saling berkaitan dengan perkembangan umat manusia. Perkembangan teknik jalan seiring dengan berkembangnya teknologi yang ditemukan umat manusia.

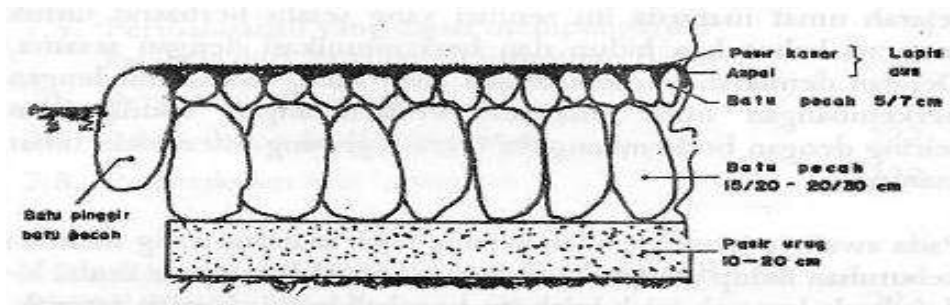
Pada awalnya jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup ataupun sumber air. Setelah manusia hidup berkelompok jejak-jejak itu berubah menjadi jejak setapak. Dengan mulai dipergunakannya hewan-hewan

sebagai alat transportasi, jalan mulai dibuat rata. Jalan yang diperkeras pertama kali ditemukan di *Mesopotamia* dengan ditemukannya roda sekitar 3500 tahun SM.

Konstruksi perkerasan jalan berkembang pesat pada zaman keemasan Romawi. Pada saat itu mulai dibangun jalan-jalan yang terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Perkembangan konstruksi perkerasan jalan seakan terhenti dengan mundurnya kekuasaan Romawi sampai awal abad 18. Pada saat itu sistem-sistem perkerasan jalan yang sebagian sampai saat ini masih umum digunakan di Indonesia maupun di negara negara lain di dunia.

Pierre Marie Jerome Tresaguet (1716-1796) dari Perancis mengembangkan sistem lapisan batu pecah yang dilengkapi dengan drainase, kemiringan melintang serta mulai menggunakan pondasi dari batu.

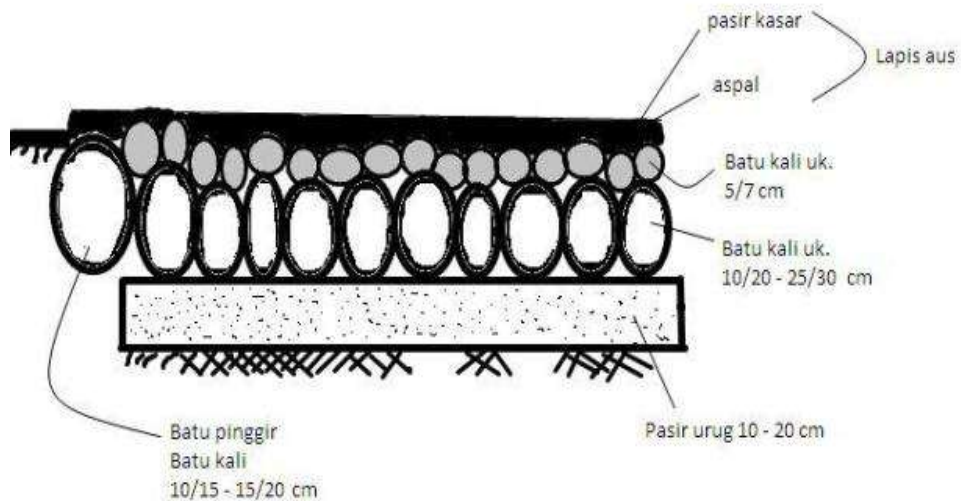
John Louden Mac Adam (1756-1863), orang Scotlandia memperkenalkan konstruksi perkerasan yang terdiri dari batu pecah, batu kali atau halus. Jenis perkerasan ini terkenal dengan nama perkerasan *Macadam* seperti pada Gambar 2.2. Untuk memberikan lapisan yang kedap air, maka diatas lapisan aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan ditaburi pasir kasar.



Gambar 2.2: Perkerasan *Macadam* (Sukirman, 1999).

Thomas Telford (1757-1834) dari Scotlandia membangun jalan mirip dengan apa yang dilaksanakan Tresaguet. Konstruksi perkerasannya terdiri dari batu pecah berukuran 15/20 sampai 25/30 yang disusun tegak. Batu batu kecil diletakkan diatasnya untuk menutupi pori pori yang ada dan memberikan

permukaan yang rata. Sistem ini dikenal dengan nama sistem *Telford*. Jalan-jalan di Indonesia yang dibuat pada zaman dahulu sebagian besar merupakan sistem jalan *Telford* seperti pada Gambar 2.3. Walaupun di atasnya telah diberikan lapisan aus dengan pengikat aspal.



Gambar 2.3: Perkerasan *Telford* (Sukirman, 1999).

Perkerasan jalan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat telah ditemukan pertama kali di Babylon pada tahun 625 SM, tetapi perkerasan jenis ini tidak berkembang sampai ditemukannya kendaraan bermotor bensin oleh Gottlieb Daimler dan Karl Benz pada tahun 1880. Mulai tahun 1920 sampai sekarang teknologi konstruksi perkerasan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat maju pesat. Konstruksi perkerasan menggunakan semen sebagai bahan pengikat telah ditemukan pada tahun 1828 di London, tetapi sama halnya dengan menggunakan aspal, perkerasan ini mulai berkembang pesat sejak awal tahun 1990 (Sukirman, 1999).

2.3 Klasifikasi Jalan

1. Pengelompokan jalan sesuai dengan UU No. 38 Tahun 2004
 - a. Pengelompokan jalan menurut peruntukannya
 - 1) Jalan umum

Jalan umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status, dan kelas.
 - 2) Jalan khusus

Jalan khusus adalah jalan yang tidak diperuntukkan bagi lalu lintas umum dalam rangka distribusi barang dan jasa yang dibutuhkan.

3) Pengelompokan jalan menurut sistem jaringan

1) Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

2) Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

4) Pengelompokan jalan menurut fungsi

1) Jalan arteri

Jalan arteri adalah jalan yang melayani pengangkutan utama, ciri-ciri:

- a) Perjalanan jarak jauh.
- b) Kecepatan rata-rata tinggi.
- c) Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien dengan memperhatikan kapasitas jalan masuk.

2) Jalan kolektor

Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian, dengan ciri-ciri:

- a) Perjalanan sedang.
- b) Kecepatan rata-rata sedang.
- c) Jumlah jalan masuk dibatasi.

3) Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan lokal, dengan ciri-ciri:

- a) Perjalanan jarak dekat.
- b) Kecepatan rata-rata rendah.
- c) Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4) Jalan lingkungan

Jalan lingkungan adalah jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri:

- a) Perjalanan jarak pendek.
- b) Kecepatan rendah.

5) Pengelompokan jalan menurut statusnya

1) Jalan nasional

Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2) Jalan provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3) Jalan kabupaten

Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada nomor (1) dan (2), yang menghubungkan Ibukota Kabupaten dengan Ibukota Kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis Kabupaten.

4) Jalan kota

Jalan kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

5) Jalan desa

Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

6) Jalan khusus

Disebut sesuai dengan instansi, badan usaha, perorangan, atau kelompok masyarakat.

b. Pengelompokan jalan menurut kelas jalan

Pembagian kelas jalan berdasarkan pada:

a. Fungsi jalan.

- b. Kemampuan menerima muatan rencana sumbu terberat, baik konfigurasi rencana sumbu kendaraan atau sesuai dengan ketentuan teknologi alat transportasi. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam Muatan Sumbu Terberat (MST) dalam satuan ton.

Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Klasifikasi menurut kelas jalan (Pasal II, peraturan pemerintah No. 43/1993).

Fungsi	Kelas	Muatan sumbu terberat (MST), Ton
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	
Lokal	III C	8

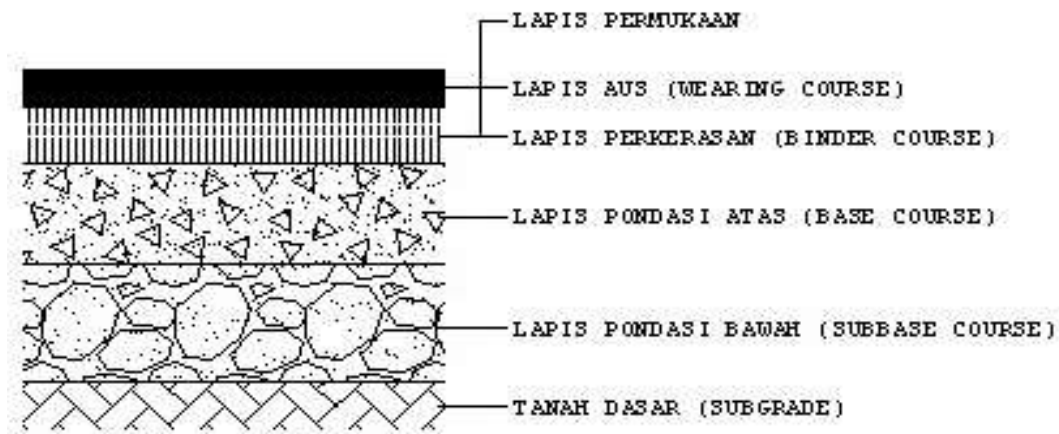
2.4 Jenis Kontruksi Perkerasan

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah

dasar secara aman. Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang tidak berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan. Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Flexible pavement yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Pengaruhnya terhadap repitisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda). Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar). Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Susunan perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.4.

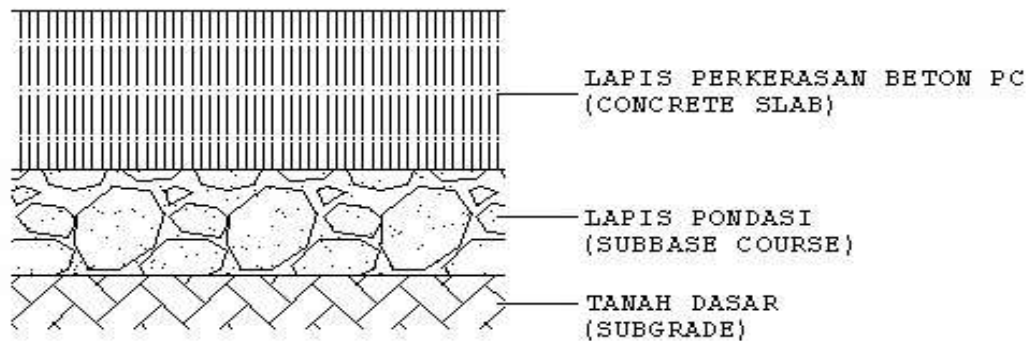


Gambar 2.4: Susunan perkerasan lentur (Sukirman, 1999).

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Rigid pavement yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas. Pengaruhnya terhadap repitisi beban adalah timbulnya retak retak pada permukaan jalan. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, bersifat sebagai balok di atas permukaan pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas konstruksi tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban

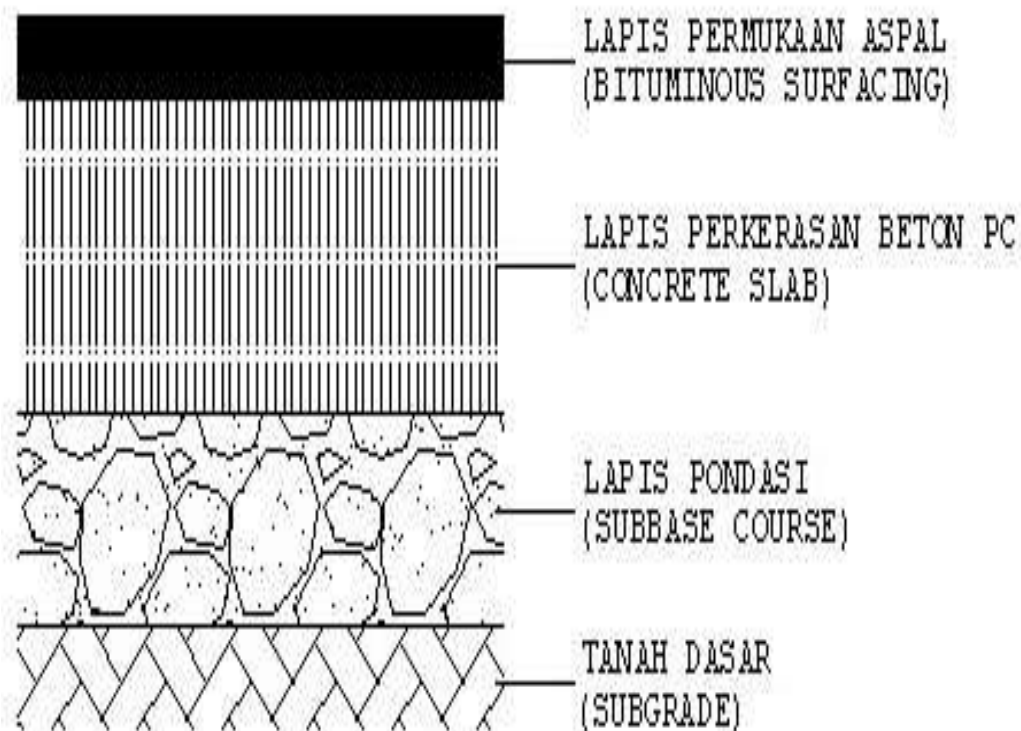
lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Komponen perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Komponen perkerasan kaku (Sukirman, 1999).

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Composite pavement yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dan dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas.



Gambar 2.6: Komponen perkerasan komposit (Sukirman, 1999).

Tabel 2.2: Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Sukirman, 1999).

No	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Dapat digunakan untuk semua tingkat lalu lintas	Kebanyakan digunakan hanya pada jalan kelas tinggi, serta pada perkerasan lapangan terbang
2	Kendali kualitas untuk job mix lebih murah	Job mix lebih mudah dikendalikan kualitasnya, Modulus Elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda
3	Sulit untuk bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk	Dapat lebih bertahan terhadap kondisi yang lebih buruk
4	Umur rencana relatif pendek S-10	Umur rencana dapat mencapai 20 tahun
5	Kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air	Jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat
6	Indeks pelayanan yang terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalu lintas.	Indeks pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana terutama jika <i>transverse joints</i> dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

7	Pada umumnya biaya awal konstruksi rendah terutama untuk jalan lokal dengan umur lalu lintas rendah.	Pada umumnya hanya awal konstruksi tinggi tetapi biaya awal hampir sama untuk jenis konstruksi jalan berkualitas tinggi dan tidak tertutup kemungkinan bisa lebih rendah.
8	Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan mencapai lebih kurang dua kali lebih besar dari pada perkerasan kaku.	Biaya pemeliharaan relatif tidak ada.
9	Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan, dan lebih mudah menentukan perkiraan pelapisan ulang.	Agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelepasan ulang.

Tabel 2.2: *Lanjutan.*

No	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
10	Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan daya dukung tanah dasar.	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton sendiri (tanah dasar) tidak begitu menentukan.
11	Tebal konstruksi perkerasan lentur adalah tebal seluruh lapisan yang ada di atas tanah dasar.	Tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal pelat beton tidak termasuk pondasi.

2.5 Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur

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

1. Syarat syarat berlalu lintas

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

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

2. Syarat syarat ketentuan/struktural

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

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Untuk dapat memenuhi hal hal tersebut diatas, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup:

- a. Perkerasan tebal masing-masing lapis perkerasan.

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

b. Analisa campuran bahan

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

c. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan

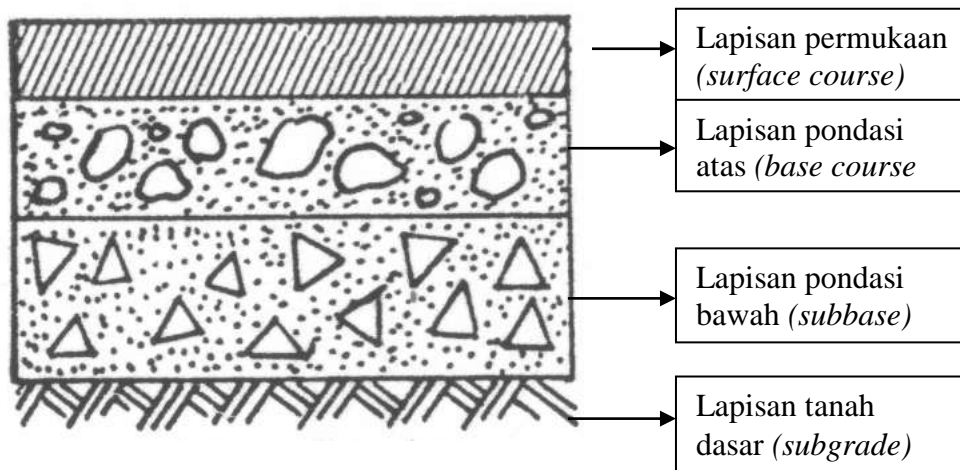
Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat, belum dapat menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang diinginkan jika tidak dilakukan pengawasan pelaksanaan yang cermat mulai dari tahapan penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran dan penghamparan dan akhirnya pada tahap pemadatan dan pemeliharaan.

2.6 Lapisan Perkerasan Pada Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Konstruksi perkerasan terlihat seperti pada Gambar 2.7 yang terdiri dari:

- Lapisan permukaan (*surface course*);
- Lapisan pondasi atas (*base course*);
- Lapisan pondasi bawah (*subbase course*);
- Lapisan tanah dasar (*subgrade*)



Gambar 2.7: Susunan lapisan perkerasan lentur (Sukirman, 1999).

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

- a. Muatan kendaraan berupa gaya vertikal.
- b. Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal.
- c. Pukulan roda kendaraan berupa getaran getaran.

Karena sifat penyebaran gaya, maka muatan yang terima oleh masing masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal saja. Oleh karena itu, terdapat perbedaan syarat syarat yang harus dipenuhi oleh masing masing lapisan.

2.6.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang mengalami kontak dengan beban kendaraan, oleh karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini mengalami tekanan, geser dan torsi sehingga lapisan ini selain harus kuat, juga harus stabil dan memiliki daya tahan cukup baik. Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan, dan berfungsi sebagai:

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan permukaan dapat dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

- 1) Lapisan bersifat nonstruktural, berfungsi lapisan aus dan kedap air antara lain:
 - a. Burtu(laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
 - b. Burda(lapisan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir(lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
 - d. Buras(laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum $3/8''$.
 - e. Latasbum(lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. Lataston(lapis tipis aspal beton), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5-3 cm.
- 2) Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapis yang menahan dan menyebarkan beban roda.
 - a. Penetrasi macadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan didapatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan suatu lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4-10 cm.
 - b. Lasbutag merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, lasbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3-5 cm.

- c. Laston(lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.6.2 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*).

Fungsi lapisan pondasi atas antara lain:

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

Bahan bahan untuk lapis pondasi atas umumnya dibutuhkan kekuatan dan keawetan sehingga dapat menahan beban roda kendaraan. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan lapis pondasi atas hendaknya cukup dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik baiknya sehubungan dengan tuntutan teknis. Untuk lapis pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan CBR>50% dan Plastisitas Indeks (PI)<4%. Berbagai macam bahan alam/bahan setempat dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi atas antara lain: batu pecah, kerikil, pasir maupun campuran campuran dari padanya dengan atau tanpa bahan bahan stabilisasi (aspal, kapur atau semen *portland*) yang masing masing akan bervariasi juga dari segi derajat kekuatannya (derajat kekuatan ini dinyatakan dalam koefisien kekuatan relatif).

Jenis lapis pondasi atas yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

- a. Batu pecah kelas A

Batu pecah kelas A adalah batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% mutu dari batu pecah kelas A lebih baik dari mutu batu pecah kelas B dan kelas C.

b. Batu pecah kelas B

Batu pecah kelas B adalah batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 80% mutu dari batu pecah kelas B ini lebih baik dari batu pecah kelas C.

c. Batu pecah kelas C

Batu pecah kelas C adalah batu pecah yang mempunyai nilai CBR 60% dan biasanya batu jenis ini lebih murah dibandingkan dengan batu pecah kelas A dan B.

Tabel 2.3: Persyaratan gradasi agregat *base* (Spesifikasi pekerjaan umum direktorat jenderal bina mirga volume III).

ASTM Standart Sieves	% berat yang lewat
1 1/2"	100
1"	60-100
3/4"	55-85
No. 4	35-60
No. 10	25-50
No. 40	15-30
No. 200	8-15

d. Penetrasi *Macadam (Lapen)*

e. Pondasi Aspal Beton (*Asphalt Concrete Base/Asphalt Treated Base*)

f. Stabilitas yang terdiri dari :

- Stabilitas tanah dengan semen.
- Stabilitas tanah dengan kapur.

2.6.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase course*). Lapis pondasi ini berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai nilai CBR 20% dan Plastisitas Index (PI) $\leq 10\%$.
- b. Mencapai efisien penggunaan material yang relatif murah agar lapisan lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis peresapan (*drainase blanket shet*) agar air tanah tidak mengumpul di pondasi maupun tanah dasar. Untuk maksud ini diisyaratkan bahwa pondasi bawah dari material yang non plastis (lanau kelempungan atau pasir kelempungan).
- e. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda roda alat alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Jenis-jenis pondasi bawah yang umum digunakan di Indonesia antara lain:

Agregat yang bergradasi baik, yang dibedakan atas:

1) Sirtu kelas A

Sirtu kelas A bergradasi lebih halus dari sirtu kelas B, sirtu kelas A mempunyai nilai CBR = 70%.

Tabel 2.4: Persyaratan gradasi agregat *sub base* kelas A (Spesifikasi pekerjaan umum direktorat jenderal bina marga volume III)

ASTM Standart	% berat yang lewat
3"	100
1½"	60-90

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

ASTM Standart	% berat yang lewat
1"	47-78
$\frac{3}{4}$ "	40-70
$\frac{3}{8}$ "	24-56
No. 4	13-45
No. 8	6-36
No. 30	2-22
No. 40	2-18
No. 200	0-100

2) Sirtu kelas B

Sirtu yang mempunyai nilai CBR = 50%. Agregat untuk subbase kelas B terdiri dari campuran kerikil, pecahan batu yang mempunyai berat jenis yang seragam dengan pasir lanau dan lempung.

Tabel 2.5: Persyaratan gradasi agregat *sub base* kelas B (Spesifikasi pekerjaan umum direktorat jenderal bina marga volume III).

ASTM Standart sieves	% berat yang lewat
3"	100

1½"	75-100
1"	55-85
¾"	50-80
⅜"	40-70
No. 4	30-60
No. 10	20-50
NO. 40	10-30
NO. 200	5-15

3) Sirtu kelas C

Sirtu yang mempunyai nilai CBR = 30% terdiri dari pasir dan kerikil dengan gradasi baik.

Tabel 2.6: Persyaratan gradasi agregat *sub base* kelas C (Spesifikasi pekerjaan umum direktorat jenderal bina margas volume III).

ASTM Standart Sieves	% berat yang lewat
1 ½"	100 max
No. 10	80 max
No. 200	15 max

2.6.4 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang merupakan permukaan dasar untuk perletakkan bagian bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan dari konstruksi perkerasan jalan sangat bergantung dari sifat sifat dan daya dukung tanah dasar.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dari macam tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya.
- d. Lendutan (defleksi) dan pengembangan yang besar selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya yaitu pada tanah yang berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaannya.

Untuk mencegah timbulnya persoalan diatas maka beberapa hal perlu diperhatikan antara lain:

1) Tanah tanah dasar tanpa kohesi (*cohesionless subgrade*)

Tanah dasar tanpa kohesi harus dipadatkan tidak boleh dikurangi dari 100%. Kepadatan kering maksimum yang ditentukan dari hasil *test* dan tebal kepadatan tanah dasar tersebut minimum 15 cm. Lapisan bawahnya minimum 15 cm dipadatkan sampai 90% kepadatan kering maksimum. Tanah dasar dari tanah asli, galian dipadatkan minimum 100% dari kepadatan kering maksimum sampai dengan kedalaman 30 cm di bawah permukaan tanah dasar.

2) Tanah tanah dasar berkohesi

a) Untuk tanah tanah dasar berkohesi dengan indeks plastisitas kurang tebal minimum 15 cm bagian atas, harus dipadatkan supaya mencapai 95% dari kepadatan maksimum. Untuk tanah dasar dan tanah asli galian dianjurkan memadatkannya hingga mencapai 100% kepadatan kering maksimum. Selama pemadatan hendaknya dijaga kadar air tidak berbeda lebih dari 20% dari kadar air optimum.

b) Untuk tanah dasar berkohesi dan dengan indeks plastis sama atau lebih dari 25% harus dilakukan satu diantara beberapa tindakan dibawah ini:

- Berusaha menurunkan indeks plastis dengan cara mencampur tanah dasar dengan kapur (*lime stabilization*) atau bahan lain yang sesuai.

- Membuang lapisan tanah tersebut setebal 15 cm dan menggantinya dengan tanah berbutir kasar atau tanah yang lebih baik.
- Usaha usaha lain, langkah langkah lain yang ditetapkan oleh seorang ahli tanah.

3) Tanah tanah yang bersifat mengembang yang besar

Apabila pertimbangan biaya dan pelaksanaan memungkinkan, tanah dengan sifat demikian harus dibuang dan diganti dengan tanah yang lain yang lebih baik. Apabila tidak, maka harus diselidiki sifat pengembangan tersebut agar dapat ditentukan langkah langkah pengamanannya antara lain:

- a. Mengusahakan *subdrain* yang cukup baik dan efektif agar kadar air tanah dasar tetap berada dibawah harga yang dianggap berbahaya (penyelidikan laboratorium) sehubungan dengan sifat mengembang tanah tersebut.
- b. Memberikan beban statis ke permukaan (*surchange*) berupa urugan atau lapis tambahan dengan tebal tertentu sedemikian rupa sehingga bila diperhitungkan beratnya akan cukup mencegah tanah dasar mengembang melebihi batas batas yang dianggap berbahaya.

4) Mengusahakan daya dukung tanah dasar yang merata

Apabila terjadi perbedaan daya dukung yang menyolok antara tanah dasar yang berdekatan (misalnya perubahan dari tanah lempung kepasiran/tanah lempung kelanauan ke tanah lempung yang plastis atau juga perubahan tebal perkerasan berjalan secara miring dan rata.

- ### 5) Perbaiki tanah dasar untuk keperluan mendukung beban roda alat alat besar.
- Perbaiki tanah dasar ini dapat berupa tambahan lapis pondasi bawah diluar dari yang diperhitungkan untuk tebal perkerasan yang diperlukan.

2.7 Dasar Perencanaan

Perencanaan tebal perkerasan adalah dasar menentukan tebal dari perkerasan, baik itu dari perkerasan lentur maupun tebal perkerasan kaku sesuai dengan yang dibutuhkan untuk suatu jalan.

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur umumnya dapat dibedakan atas dua metode yaitu:

1. Metode empiris, metode ini dikembangkan berdasarkan pengalaman dan penelitian dari jalan yang dibuat khusus untuk penelitian atau dari jalan yang sudah ada. Beberapa dari metode empiris yang telah dikembangkan oleh beberapa negara adalah:
 - a. Metode AASHTO (*American Association Of Highway and Transportation Official*) tahun 1986.
 - b. Metode analisa komponen untuk perkerasan jalan baru dan metode lendutan untuk lapis tambah dari Bina Marga.
 - c. Metode NAASRA dari Australia (*Australia Association Of Australian State Road Authorites*) tahun 1927.
 - d. Metode *Road Note 29* dari Inggris.
 - e. Metode *Road Note 31* dari Inggris.
 - f. Metode *Asphalt Institute* dari Amerika.
2. Metode teoritis, metode ini dikembangkan berdasarkan teori matematis dari sifat tegangan dan regangan pada lapis perkerasan akibat beban berulang dan lalu lintas. Metode teoritis yang umum dipergunakan saat ini berdasarkan teori elastis (*elastis layered theory*). Teori ini membutuhkan nilai modulus elastis dan *poisson ratio* dari setiap lapis perkerasan.

2.8 Perhitungan Tebal Tapir Perkerasan Metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen)

Perhitungan tebal perkerasan cara Bina Marga ini menggunakan AASHTO *Road Test* sebagai sumbernya maka semua prinsip prinsip dan asumsi asumsi juga bersumber dari AASHTO tetapi telah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

2.8.1 Prinsip-prinsip Perencanaan

Prinsip-prinsip maupun asumsi perencanaan metode analisa komponen ini adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan metode analisa komponen ini hanya berlaku untuk perkerasan lentur yang menggunakan material berbutir (*granular materials*) dan tidak berlaku untuk konstruksi perkerasan yang menggunakan batu batu besar

(sistem *Telford*) hal ini disebabkan karena anggapan bahwa bahan perkiraan harus isotropi, elastis, dan mensyaratkan adanya pemeliharaan perkerasan yang terus menerus selama umur rencananya.

- b. Persamaan-persamaan dasarnya yang diturunkan dari *AASHTO Road Test* merupakan hubungan antara berkurangnya tingkat pelayanan lalu lintas dan tebal perkerasan. Dalam persamaan tersebut berkurangnya tingkat pelayanan dinyatakan dengan turunnya indeks permukaan (IP) lalu lintas dikonversikan pada beban sumbu tunggal 1800 lbs (8,16 ton) dan tebal perkerasan dinyatakan dengan Indeks Tebal Perkerasan (ITP).
- c. Persamaan dasar yang diturunkan berdasarkan kondisi tanah dasar tertentu dapat dikembangkan dan diterapkan pada berbagai jenis tanah dasar yang lain, hal ini dimungkinkan karena adanya korelasi antara daya dukung tanah dasar (DDT) dengan CBR.
- d. Persamaan dasar yang diturunkan berdasarkan untuk penggunaan material *subbase*, *base* dan *surfase* yang tertentu tersebut dapat diterapkan pada jenis material yang lain, hal ini dimungkinkan karena adanya koreksi kekuatan relatif dari setiap jenis material perkerasan.
- e. Persamaan dasar yang diturunkan berdasarkan kondisi lingkungan yang berlainan, hal ini dimungkinkan karena adanya koreksi faktor regional (FR).
- f. Nomogram dapat digunakan untuk berbagai umur rencana dan adanya faktor pertumbuhan lalu lintas, hal ini dimungkinkan karena pada cara Bina Marga digunakan konsep lintasan ekivalen rencana (LER) dimana umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas telah dipertimbangkan.

2.8.2 Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Jalan

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, sehingga dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pemakai jalan.

Untuk itu dalam perencanaan tebal perkerasan diperlukan pertimbangan terhadap faktor faktor yang dapat mempengaruhi fungsi pelayanan konstruksi perkerasan jalan seperti:

- a. Fungsi jalan

Sesuai dengan Undang Undang tentang Jalan, No. 38 tahun 2004, fungsi jalan dapat dibedakan atas:

- 1) Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- 2) Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

b. Kinerja perkerasan jalan

Kinerja perkerasan jalan meliputi 3 hal sebagai berikut:

- 1) Keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dengan permukaan jalan.
- 2) Wujud perkerasan, sehubungan dengan kondisi fisik jalan tersebut, seperti adanya retak, amblas pada jalan dan sebagainya.
- 3) Fungsi pelayanan, sehubungan dengan bagaimana perkerasan jalan tersebut memberikan pelayanan pada pemakai jalan.

c. Umur rencana

Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut mulai dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan pelapisan ulang lapisan perkerasan). Umur rencana perkerasan lentur biasanya diambil 10 tahun dan untuk peningkatan 5 tahun. Umur rencana yang lebih dari 10 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas sulit diprediksi dalam jangka panjang.

d. Lalu lintas

Tebal lapis perkerasan jalan ditentukan oleh beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendaknya memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari:

- 1) Analisa lalu lintas saat ini diperoleh data mengenai:
 - a) Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan.

- b) Jenis kendaraan dan jumlah tiap jenisnya.
 - c) Konfigurasi sumbu dari setiap kendaraan.
 - d) Beban masing-masing sumbu kendaraan.
- 2) Perkiraan faktor lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisis ekonomi dan sosial daerah tersebut. (Sukirman, 1999).

e. Volume lalu lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama satuan waktu. Untuk perencanaan tebal lapis perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan dua arah tidak terpisah dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan 1 arah atau 2 arah terpisah.

f. Angka ekivalen beban sumbu

Jenis kendaraan yang hendak memakai jalan beraneka ragam baik dalam ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu. Oleh karena itu, volume lalu lintas dikelompokkan atas beberapa kelompok yang diwakili oleh 1 jenis kendaraan per kelompok.

Pengelompokkan kendaraan tersebut adalah:

- 1) Mobil penumpang, termasuk di dalamnya semua jenis kendaraan dengan berat 2 ton.
- 2) Bus.
- 3) Truck 2 As.
- 4) Truck 3 As
- 5) Truck 5 As, semi trailer.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	DERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	LE 10KSAL KOSONG	LE 10KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0004	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3008	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0145	6,0264	
2,2 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7418	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,3083	
1,2-2 TRAILER	9,2	20	29,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 2.8: Distribusi pembebanan pada masing-masing roda kendaraan (Manual perkerasan jalan dengan alat bankealmen beam No. 10/MN/BM/83).

g. Angka ekivalen kendaraan

Berat kendaraan dapat dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda, sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sedang sumbu belakang dapat berupa sumbu tunggal atau sumbu ganda. Dengan demikian, setiap kendaraan akan mempunyai angka ekivalen yang berbeda. Berdasarkan metode ini, angka ekivalen kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \quad (2.1)$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Ganda (Kg)}^4}{8160} \right) \times 0,086 \quad (2.2)$$

h. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, meningkatnya kesejahteraan dan naiknya kemampuan membeli kendaraan masyarakat. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen per tahun.

i. Lintas ekivalen

Kerusakan perkerasan jalan pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air di bagian perkerasan jalan, dan karena repitisi dari lintasan kendaraan. Oleh karena itu, perlu ditentukan berapa banyak jumlah repertisi beban yang akan memakai jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar, dikenal dengan nama lintas ekivalen.

Lintas ekivalen dapat dibedakan diatas:

- 1) Lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka (LEP).
- 2) Lintas ekivalen pada akhir umur rencana (LEA).
- 3) Lintas ekivalen selama umur rencana (LER).

j. Sifat tanah dasar

Struktur tanah dasar pada umumnya sangat berpengaruh dalam perencanaan suatu kontruksi perkerasan jalan raya. Untuk mengetahui struktur lapisan tanah dasar serta sifat sifatnya maka diperlukan data tanah dasar yang meliputi klasifikasi tanah, berat jenis, kedap air dan daya dukung tanah.

k. Kondisi lingkungan

Kondisi lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada mempengaruhi lapisan perkerasan antara lain:

- 1) Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
- 2) Pelapukan bahan material.
- 3) Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan dan perkerasan jalan.

2.8.3 Dasar Perencanaan Tebal Perkerasan

a. Jumlah jalur rencana

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jumlah jalur rencana dapat ditentukan dengan lebar perkerasan jalan tersebut, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Jumlah jalur rencana berdasarkan lebar perkerasan (SNI-1732-1989).

No	Lebar Perkerasan	Jumlah Jalur Rencana
1	$L < 5,5 \text{ m}$	1 jalur
2	$5,5 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
3	$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25$	3 jalur
4	$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
5	$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
6	$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

b. Koefisien distribusi kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan perlu ditentukan dengan mengklasifikasikan jenis kendaraan, diklasifikasikan atas kendaraan ringan dan berat yang akan melintas pada jalur rencana jalan. Untuk koefisien distribusi kendaraan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Koefisien ditribusi kendaraan (C) (SNI-1732-1989).

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah

Tabel 2.8: *Lanjutan.*

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah		1 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,450
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,400

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

***) berat total > 5 ton, misalnya, bus, truck, traktor, semi tailer, trailer.

c. Angka ekivalen

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, dan kecepatan kendaraan. Dengan demikian efek dari masing masing kendaraan terhadap kerusakan tidaklah sama. Karena itu perlu adanya beban standart sehingga semua beban lainnya diekivalensikan ke beban standar tersebut. Berat kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak di ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda beda. Sumbu depan merupakan sumbu roda tunggal, dan sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal ataupun sumbu ganda. Dalam perencanaan jalan raya angka ekivalen perlu diketahui dengan membagi kendaraan ke dalam dua jenis sumbu tunggal ataupun sumbu ganda.

Tabel 2.9: Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan (SNI-1732-1989).

Beban sumbu		Angka ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251

Tabel 2.9: Lanjutan.

Beban sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
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

d. Lalu lintas

Data lalu lintas merupakan landasan utama dalam merencanakan jalan raya. Perencanaan ini meliputi geometrik dan tebal perkerasan jalan raya. Data mengenai jumlah lalu lintas didapat dari perhitungan kendaraan yang lewat per hari/2 arah.

1) Lalu lintas harian rata rata (LHR)

Lalu lintas harian rata rata dari setiap jenis kendaraan yang ditentukan pada awal umur rencana, untuk setiap kendaraan dihitung untuk kedua jurusan pada jalan tanpa median atau pada masing masing arah pada jalan dengan median.

LHR dapat dihitung dengan menggunakan pers:

$$LHR = LHR_0 \times (1+i)^n \quad (2.3)$$

Dimana:

LHR = Lalu lintas harian rata rata dari setiap jenis kendaraan

UR = Umur rencana

i = Pertumbuhan lalu lintas

2) Lintas ekivalen permulaan (LEP)

LEP adalah jumlah lintas ekivalen rata rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana, yang diduga terjadi pada awal umur rencana.

LEP dihitung dengan menggunakan pers:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR^j \times C^j \times E^j \quad (2.4)$$

Dimana:

LHR = Lintas ekivalen permulaan

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekivalen

j = Jenis kendaraan

3) Lintas ekivalen akhir (LEA)

LEA merupakan jumlah lintas akivalen rata rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana.

LEA dapat dihitung dengan menggunakan pers:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR^j (1 + i)^{UR} \times C^j \times E^j \quad (2.5)$$

Dimana:

LHR = Lintas ekivalen akhir

j = Jenis kendaraan

i = Pertumbuhan lalu lintas

4) Lintas ekivalen tengah (LET)

LET merupakan jumlah lalu lintas ekivalen harian rata rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana.

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (2.6)$$

5) Lintas ekivalen rencana (LER)

LER merupakan jumlah lintas ekivalen harian rata rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana.

$$LER = LET \times FP \quad (2.7)$$

Dimana: FP = Faktor penyesuaian

$$FP = \frac{UR}{10} \quad (2.8)$$

e. Faktor regional

Faktor ini adalah fungsi dari kondisi iklim (yang dinyatakan dengan jumlah curah hujan pertahun). Kelandaian dan persentase kendaraan berat. Nilai FR diambil secara kualitatif dengan menggunakan Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Nilai faktor regional (SNI-1732-1989).

Curah hujan	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan Berat		% kendaraan Berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklm I < 900 Mm/thn	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0- 2,5
Iklm I > 900 Mm/thn	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0- 3,5

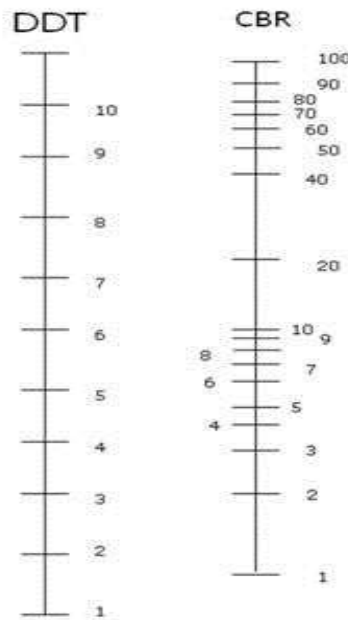
f. Daya dukung tanah dasar dan CBR

Kekuatan dan ketahanan kontruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat sifat dan kekuatan daya dukung tanah dasar. Ada beberapa macam cara untuk menentukan kekuatan tanah dasar, salah satunya adalah cara CBR yaitu mengukur nilai CBR tanah yang bersangkutan. Pengukuran nilai CBR ini dapat dilakukan langsung di lapangan yaitu dengan dongkrak CBR, DCP dan lain lain ataupun di laboratorium yang terlihat pada Gambar 3.9. Bila dilakukan di laboratorium maka pengambilan bahan uji digunakan tabung sehingga tanah tidak terganggu.

$$CBR = X \text{ rata rata} - S \quad (2.9)$$

$$S = \frac{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{n(n-1)} \quad (2.10)$$

Dimana: S = Standar deviasi



Gambar 2.9: Grafik kolerasi DDT dan CBR (Sukirman, 1999).

g. Indeks Permukaan (IP)

Kondisi tingkat pelayanan dalam metode analisa komponen dinyatakan dalam indeks permukaan. Indeks permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti dibawah ini:

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

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

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

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

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut Tabel 2.11.

Tabel 2.11: Indeks permukaan akhir umur rencana (IP) (SNI-1732-1989).

LER	Klasifikasi jalan			
	Lokasi	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	2,5	-
>1000	-	2,0-2,5	-	2,5

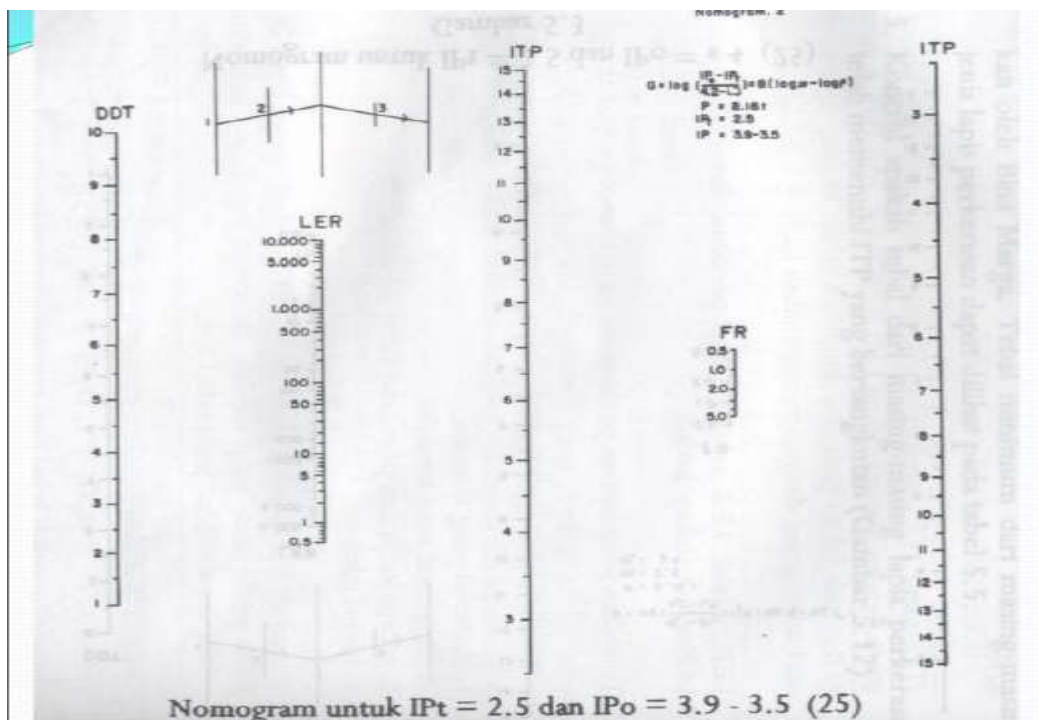
Untuk dapat menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (Ipo) maka perlu diperhatikan lapisan permukaan jalan yang meliputi kerataan, kehalusan serta kekokohan pada awal umur rencana. Untuk menentukan hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Indeks permukaan awal umur rencana (Ipo) (SNI-1732-1989).

Jenis lapisan perkerasan	Ipo	Roughness
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9-3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	> 2000
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
BURDA	2,9 - 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 - 2,5	-
BURAS	2,9 - 2,5	-
LATASIR	2,9 - 2,5	-
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

h. Indeks tebal perkerasan (ITP)

Perhitungan tebal perkerasan secara lentur dapat ditentukan dengan suatu indeks perkerasan (ITP). Jenis perkerasan ini berkaitan dengan yang telah diuraikan pada bentuk susunan konstruksi perkerasan, sehingga kita mendapatkan koefisien kekuatan relatif masing masing bahan dan kegunaannya. ITP dapat diperoleh dari nomogram dengan menggunakan LER selama umur rencana dan DDT (Daya Dukung Tanah) seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10: Nomogram untuk menentukan ITP (Sukirman, 1999).

g. Jenis perkerasan

Yang dimaksud perkerasan adalah yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Sehingga lapisan tersebut mempunyai fleksibilitas atau kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas diatasnya. Perlu dilakukan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat,

tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah optimal.

Koefisien kekuatan relatif (a) masing masing bahan dan kegunaannya sebagai lapiS permukaan, pondasi atas, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapisan pondasi bawah). Hal ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13: Koefisien kekuatan relatif (SNI-1732-1989).

Koefisien kekuatan relatif						Jenis bahan
A1	A2	A3	MS (Kg)	Kt (Kg/Cm)	CBR %	
0,40	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	
-	0,26	-	454	-	-	Laston Atas
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen

						(mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	

Tabel 2.13: *Lanjutan.*

Koefisien kekuatan relatif						Jenis bahan
A1	A2	A3	MS (Kg)	Kt (Kg/Cm)	CBR %	
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung Kepasiran

Persyaratan tebal minimum lapis permukaan untuk setiap nilai indeks tebal perkerasan (ITP) untuk setiap material yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan (SNI-1732-1989).

ITP	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

Dalam perencanaan tebal lapis pondasi atas, Bina Marga telah menentukan batas minimum untuk setiap nilai indeks tebal perkerasan yang menggunakan lapis pondasi atas. Adapun tebal minimum lapis pondasi atas tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15: Batas minimum tebal pondasi atas (SNI-1732-1989).

ITP	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 macamam

10-12,14	15	Laston atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi

Batas minimum lapis pondasi bawah pada tebal lapisan perkerasan adalah untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, maka tebal minimum adalah 10 cm.

h. Indeks tebal perkerasan (ITP)

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan ditentukan oleh ITP (Indeks tebal perkerasan).

ITP dapat dihitung dengan menggunakan pers:

$$ITP = a^1 \cdot D^1 + a^2 \cdot D^2 + a^3 \cdot D^3 \quad (2.11)$$

$$a^3 \cdot D^3 = (a^1 \cdot D^1 + a^2 \cdot D^2) - ITP$$

$$D^3 = \frac{(a^1 \cdot D^1 + a^2 \cdot D^2) - ITP}{a^3}$$

Dimana:

a^1, a^2, a^3 = Koefisien kekakuan relatif bahan perkerasan

D^1, D^2, D^3 = Tebal masing masing lapis perkerasan (cm), lapisan Pondasi atas dan lapisan pondasi bawah

2.9 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

Perencanaan tebal lapis perkerasan jalan yang digunakan mengacu pada AASHTO *guide for design of pavement structures* 1993. Prosedur, parameter-parameter perencanaan serta hasil analisis sebagai berikut:

1. Material konstruksi perkerasan dan koefisien kekuatan relatif bahan

Lapis perkerasan yang digunakan dalam parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan seperti Tabel 2.16.

Tabel 2.16: Jenis perkerasan, *Marshall Stability* dan CBR (AASHTO, 1993).

No	Lapis perkerasan	Marshall stability	CBR (%)	Fc (kg/cm ²)
1	AC Wearing Course (AC-WC)	800 (min)	-	-
2	AC Binder Course (AC-BC)	800 (min)	-	-
3	AC Base Course (AC-BASE)	1800 (min)	-	-
4	Aggregate Base Class A (LPA)	-	90 (min)	-
5	Aggregate Base Class B (LPB)	-	65 (min)	-
6	Cement Treated Base (CTB)	-	-	120

Koefisien kekakuan relatif bahan perkerasan guna perencanaan tebal perkerasan nilai dilihat pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17: Koefisien kekuatan relatif bahan (AASHTO, 1993).

No	Lapis perkerasan	Marshall/CBR/FC'	Koefisien kekuatan relatif (ai)		
			Analisa komponen/INDI	AASHTO	Design
1	AC-WC	800 kg	0,31	0,44	0,31

Tabel 2.17: *Lanjutan.*

No	Lapis perkerasan	Marshall/CBR/FC'	Koefisien kekuatan relatif (ai)		
			Analisa komponen/INDI	AASHTO	Design
2	AC-BC	800 kg	0,31	0,44	0,31
3	AC-BASE	1800 kg	0,28	0,31	0,31
4	LPA	90%	0,13	0,13	0,13

5	LPB	65%	0,12	0,12	0,12
6	CTB	120 kg/cm	-	0,26	0,26

2. Lintas ekivalen pemulaan

Adalah jumlah lintasan kendaraan rata-rata pada tahun permulaan pada jalur rencana dengan satuan as tunggal 8,16 ton (18.000 lbs = 18 kips) atau 18 KSAL (15 Kips Single Axle Load).

$$LEP = \sum_{j=1}^{i=n} A_j \times E_j \times C_j \times (1 + i)^n \quad (2.12)$$

Dimana :

A_j =Jumlah kendaraan untuk 1 jenis kendaraan

E_j =Angka ekivalen beban sumbu untuk 1 jenis kendaraan

C_j =Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana

I =Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan

N =jumlah tahun dari saat diadakan pengamatan sampai jalan tersebut dibuka.

Catatan : Pada perencanaan tebal perkerasan, mobil penumpang atau kendaraan ringan (berat kosong <1500 kg) tidak diperhitungkan.

3. Lintas ekivalen selama umur rencana (AE 18 KSAL)

AE 18 KSAL (*Accumulative Ekivalen 18 Kips Single AxleLoad*) adalah jumlah kendaraan yang lewat pada jalan tersebut selama masa pelayanan.

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N \quad (2.13)$$

Dimana:

AE 18 KSAL =Lintas ekivalen selama umur rencana

365 =Jumlah hari dalam setahun

LEP = Lintas ekivalen awal umur rencana untuk setiap kendaraan kecuali kendaraan ringan.

N =Faktor umur rencana yang disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas diperhitungkan

Tabel 2.18: Nilai N untuk perhitungan AE 18 KSAL (AASHTO, 1993).

Umur rencana	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas					
	2 %	4 %	5 %	6 %	8 %	10 %
1	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,30	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,25	5,53	5,66	5,80	6,10	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,70	9,51	9,62	10,20	11,05	12,00
9	9,85	10,79	11,3	11,84	12,99	14,26
10	11,05	12,25	12,9	13,60	15,05	16,73
15	17,45	20,25	22,15	29,90	28,30	33,36
20	24,55	30,40	33,95	37,95	37,95	60,20

4. Penetapan faktor ekivalen untuk perkerasan lentur

Perencanaan perkerasan lentur berdasarkan pada berbagai jenis kendaraan, baik kendaraan bersumbu tunggal maupun yang bersumbu ganda, dimana sumbu tunggal mempunyai berat 2 sampai 40 kips dan sumbu ganda mempunyai 10 sampai 48 kips maka harus diekivalenkan dengan sumbu beban standar sumbu tunggal yaitu 18 kips. Faktor ekivalen untuk struktur number dari 1 sampai 6 serta $I_{Pt} = 2,5$ dapat dilihat pada Tabel 2.19

Tabel 2.19: Faktor ekivalen jalan untuk beban tunggal $I_{Pt} = 2,5$ (AASHTO, 1993).

Axle Load		Structural Number (SN)					
Kips	KN	1	2	3	4	5	6
2	8.9	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	17.8	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002
6	26.7	0.01	0.002	0.002	0.01	0.01	0.01

8	35.6	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
10	44.5	0.08	0.10	0.12	0.10	0.09	0.08
12	53.4	0.17	0.20	0.23	0.21	0.19	0.18
14	62.3	0.33	0.36	0.40	0.39	0.36	0.34
16	71.2	0.59	0.61	0.65	0.65	0.62	0.61
18	80.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.1	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	97.9	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.3
24	106.8	3.69	3.49	3.09	3.89	3.03	3.27
26	115.7	5.33	4.99	4.31	3.91	3.09	5.98
28	124.6	7.49	6.98	5.9	5.21	5.39	5.98
30	133.4	10.31	9.55	7.94	6.83	6.97	7.79
32	142.3	13.90	12.82	10.52	8.85	8.88	9.95
34	151.2	18.41	16.94	13.74	11.34	11.18	12.51
36	160	24.02	22.04	17.73	14.38	13.93	15.50
38	169	30.90	28.30	22.61	18.06	17.20	18.98
40	177.9	35.89	35.89	28.51	22.50	21.08	23.04

Tabel 2.20: Faktor ekivalen jalan untuk beban ganda IPt = 2,5 (AASHTO, 1993).

Axle Load		Structural Number (SN)					
Kips	KN	1	2	3	4	5	6
10	44.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	53.4	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
14	62.3	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
16	71.2	0.04	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04
18	80.1	0.07	0.10	0.11	0.09	0.08	0.07
20	89.1	0.11	0.14	0.16	0.14	0.12	0.11
22	97.9	0.16	0.20	0.23	0.21	0.18	0.17
24	106.8	0.23	0.27	0.31	0.29	0.26	0.24
26	115.7	0.33	0.37	0.42	0.40	0.36	0.34

28	124.6	0.45	0.49	0.55	0.53	0.50	0.47
30	133.4	0.61	0.65	0.70	0.70	0.66	0.63
32	142.3	0.81	0.84	0.89	0.89	0.86	0.83
34	151.2	1.06	1.08	1.11	1.11	1.09	1.08
36	160.1	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.0	1.76	1.73	1.69	1.68	1.70	1.73
40	177.9	2.21	2.16	2.06	2.03	2.08	2.14
42	186.8	2.76	2.67	2.49	2.43	2.51	2.61
44	195.7	3.41	3.27	2.99	2.88	3.00	3.16
46	204.6	4.18	3.98	3.58	3.40	3.55	3.79
48	213.5	5.08	4.80	4.25	3.98	4.17	4.49

5. Soil support (S)

Persamaan dasar yang dikembangkan AASHTO hanya berlaku satu nilai daya dukung tanah yang mewakili keadaan tanah dasar sebagai badan jalan yang terletak disekitar lokasi pengetesan. Untuk tujuan perencanaan tebal perkerasan perlu mengasumsikan nilai daya dukung tanah yang diambil dari macam variasi density dan kelembaban yang dapat diharapkan pada konstruksi normal. Variasi ini akan berpengaruh dengan kualitas kontrol penggunaan, agar prosedur perencanaan mengenai berbagai macam tanah badan jalan, perlu pengumpulan tingkat daya dukung tanah untuk dapat mewakili variasi tanah dilokasi yang berbeda.

AASHTO *road test*, daya dukung tanah dinyatakan dalam *Soil Support Value* (S), karenanya diperlukan grafik yang menyatakan hubungan antara *Soil Support Value* dengan bersaran lain yang menyatakan daya dukung tanah, misalnya CBR, *Resistance Value* (R), Group Index, dan lain-lain.

Faktor distribusi arah: $D_D = 0,3 - 0,7$ dan umumnya diambil 0,5 (AASHTO,1993).

Faktor distribusi lajur mengacu pada Tabel 2.21.

Tabel 2.21: Faktor distribusi DL (AASHTO, 1993).

Jumlah lajur setiap arah	DL (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

6. *Reability*

Reability yaitu probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama masa layanannya. Penerapan angka reability dari 50% sampai 99,99% menurut AASHTO merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi reability yang dipakai semakin tinggi tingkat mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain dan kenyataan. Besaran besaran desain yang terkait dengan ini antara lain:

- Kinerja perkerasan pada angka desain *terminal serviceability* $p_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $p_t = 2,0$ (untuk jalan lalu lintas rendah), dan *initial serviceability* $p_o = 4,2$ (angka ini bergerak dari 0-5).
- Pengamatan lalu lintas dilakukan dengan studi tersendiri, bukan hanya didasarkan rumus empirik. Tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan bila dilakukan cara empiris, linier, atau data sekunder.
- Perkiraan tekanan gandar yang diperoleh secara premier dari WIM survey, tingkat kehandalannya jauh lebih baik dibanding menggunakan data sekunder.
- Dalam pelaksanaan konstruksi, spesifikasi sudah membatasi tingkat/syarat agar perkerasan sesuai (atau lebih) dari apa yang diminta desain. Bahkan desain merupakan syarat minimum dalam spesifikasi.

Mengkaji keempat faktor di atas, penetapan besaran dalam desain sebetulnya sudah menekan sekecil mungkin penyimpanan yang akan terjadi. Tetapi tidak ada satu jaminan pun berapa besar dari keempat faktor tersebut menyimpang. Reabiliti (R) mengacu pada Tabel 2.22 (diambil dari AASHTO, 1993) *Standard Normal Deviate* (ZR) mengacu pada Tabel 2.23 (diambil dari AASHTO, 1993)

Catatan: untuk menggunakan besaran besaran dalam standar AASHTO ini sebenarnya dibutuhkan suatu rekaman data, evaluasi desain/kenyataan beserta biaya kontruksi dan pemelihara dalam kurun waktu yang cukup. Dengan demikian besaran parameter yang dipakai tidak selalu menggunakan “angka tengah” sebagai kompromi besaran yang diterapkan.

Tabel 2.22: Reabilitas (R) (AASHTO, 1993).

Funtional Classification	Recommended level of reliability	
	Urban	Rular
Interstate and other freeways	85-99,9	80-99,9
Principal arterials	80-99	75-95
Collector	80-95	75-95

Tabel 2.22: *Lanjutan.*

Funtional Classification	Recommended level of reliability	
	Urban	Rular
Local	50-80	50-80

Tabel 2.23: *Standard normal deviation (ZR) (AASHTO, 1993).*

Standard normal deviate (Zr) values corresponding to selected level of reability	
Reability, R (percent)	Standard normal deviate, Zr
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476

94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Overall Standard Deviate (S_o) yang disarankan oleh AASHTO (1993), sebagai berikut:

0,4 – 0,5 untuk *Flexible Pavement*

Catatan: untuk perencanaan ini ditetapkan $S_o = 0,45$

Penetapan konsep reliability dan standar deviasi:

- Berdasarkan parameter klasifikasi fungsi jalan.
- Berdasarkan status lokal jalan *urban/rural*.
- Penetapan tingkat Reliability (R).
- Penetapan *standard normal deviation* (ZR).
- Penetapan standar deviasi (S_o).
- Keandalan data lalu lintas dan beban kendaraan.

7. *Serviceability*

a. *Terminal Serviceability index*(pt). Mengacu pada Tabel 2.24

b. *Initial Serviceability* untuk *flexible pavement*: total loss of serviceability:

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t \quad (2.14)$$

Tabel 2.24: *Terminal serviceability index* (pt) (AASHTO, 1993)

Percent of people stating unacceptable	Pt
12	3,0
55	2,5
85	2,0

8. Definisi kualitas drainase

Tabel 2.25: Definisi kualitas drainase (AASHTO, 1993).

Kualitas Drainase	Pergerakan air
Sempurna	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Kurang baik	1 bulan
Tidak baik	Air tidak bergerak

Tabel 2.26: Rekomendasi nilai m1 (AASHTO, 1993).

Kualitas drainase	≤ 1 %	1-5 %	5-25 %	≥ 25%
Sempurna	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Baik	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Sedang	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Kurang baik	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Tidak baik	1,05-0,95	0,96-0,75	0,75-0,40	0,40

9. Resilient modulus

a. Resilient modulus tanah dasar

$$MR = MR \times CBR \text{ (psi)} \quad (2.15)$$

Dimana: CR = Nilai dengan range 750-3000

10. Struktural number

Merupakan harga yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan, yang biasanya tergantung kepada analisa lalu-lintas yang diekivalenkan terhadap beban gandar tunggal 18 kips dan kondisi jalan.

$$SN = a1.D1 + a2.D2 \text{ m}^2 + a3.D3 \text{ m}^3 \quad (2.16)$$

Dimana:

a_1, a_2, a_3 =menentukan koefisien kekuatan relatif bahan untuk masing-masing lapisan.

D_1, d_2, d =merupakan tebal untuk masing-masing lapisan.

11. Koefisien lapisan perkerasan (a)

Material untuk lapisan perkerasan mempunyai kekuatan yang berbeda sesuai dengan fungsi dari masing-masing lapisan. Karena pada lingkungan yang bermacam-macam lalu lintas dan pelaksanaan konstruksi disarankan didalam perencanaan menggunakan koefisien lapisan berdasarkan percobaan sendiri.

Tabel 2.27: Koefisien lapisan perkerasan (AASHTO, 1993).

Material	Koefisien lapisan perkerasan (a)
<i>Surface course</i>	
<i>Asphalt concrete</i>	0,44
<i>Base course</i>	
<i>Crushed stone</i>	0,14
<i>Stabilized base material</i>	0,30-0,40
<i>Sub base course</i>	
<i>Crushed stone</i>	0,11

12. Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Tebal minimum masing masing lapis perkerasan mengacu pada Tabel 2.28.

Tabel 2.28: Tebal minimum lapis perkerasan (AASHTO, 1993).

Traffic, ESAL	Asphalt concrete	Agregate base
< 50.000	1,0 inch	4,0 inch
50.001 – 150.000	2,0 inch	4,0 inch
150.001 – 500.000	2,5 inch	4,0 inch
500.001 – 2.000.000	3,0 inch	6,0 inch
2.000.001	3,5 inch	6,0 inch

7.000.001	4,0 inch	6,0 inch
>7.000.001	-	-

Tabel 2.29: Parameter desain perkerasan (AASHTO, 1993).

No	Parameter	Satuan	AASHTO	Desain
1	Umur rencana	Tahun	-	10
2	Lalu lintas, ESAL	-	-	ESAL
3	Terminal Serviceability(Pt)	-	2,0 – 3,0	2,0
4	Initial Serviceability (Po)	-	4,2	4,2
5	Serviceability loss : ΔPSI Po – Pt		Po – Pt	2,2
6	Reliability (R)	%	80 – 99,9	90
7	Standard Normal Deviation (ZR)	-	(-0,8140) – (-3,090)	-1,282
8	Standard Deviation (So)	-	0,40 – 0,50	0,45
9	CBR	%		6,0
10	Resilient Modulus Tanah Dasar (MR)	Psi	Berdasar CBR = 6	9000
11	Resilient Modulus Agregat Kelas B (MR)	Psi	Berdasar CBR=60	30,000
12	Resilient Modulus Agregat Kelas A (MR)	Psi	Berdasar CBR=90	40,000
13	Resilient Modulus AC-Base (MR)	Psi	Berdasar CBR=800	350,000
14	Elastic (resilient) modulus AC-BC, AC-WC (EAC)	Psi	450.000 psi	450,000
15	Drainage coefficient (m1)	-	1,15 – 1,25	1,25
16	Layer coefficient AC surface course (a1)	-	0,44	0,31
17	Layer coefficient AC Base, ATB (a21)	-	0,31	0,31
18	Layer coefficient Agregate Base	-	0,13	0,13

	kelas B (a22)			
--	---------------	--	--	--

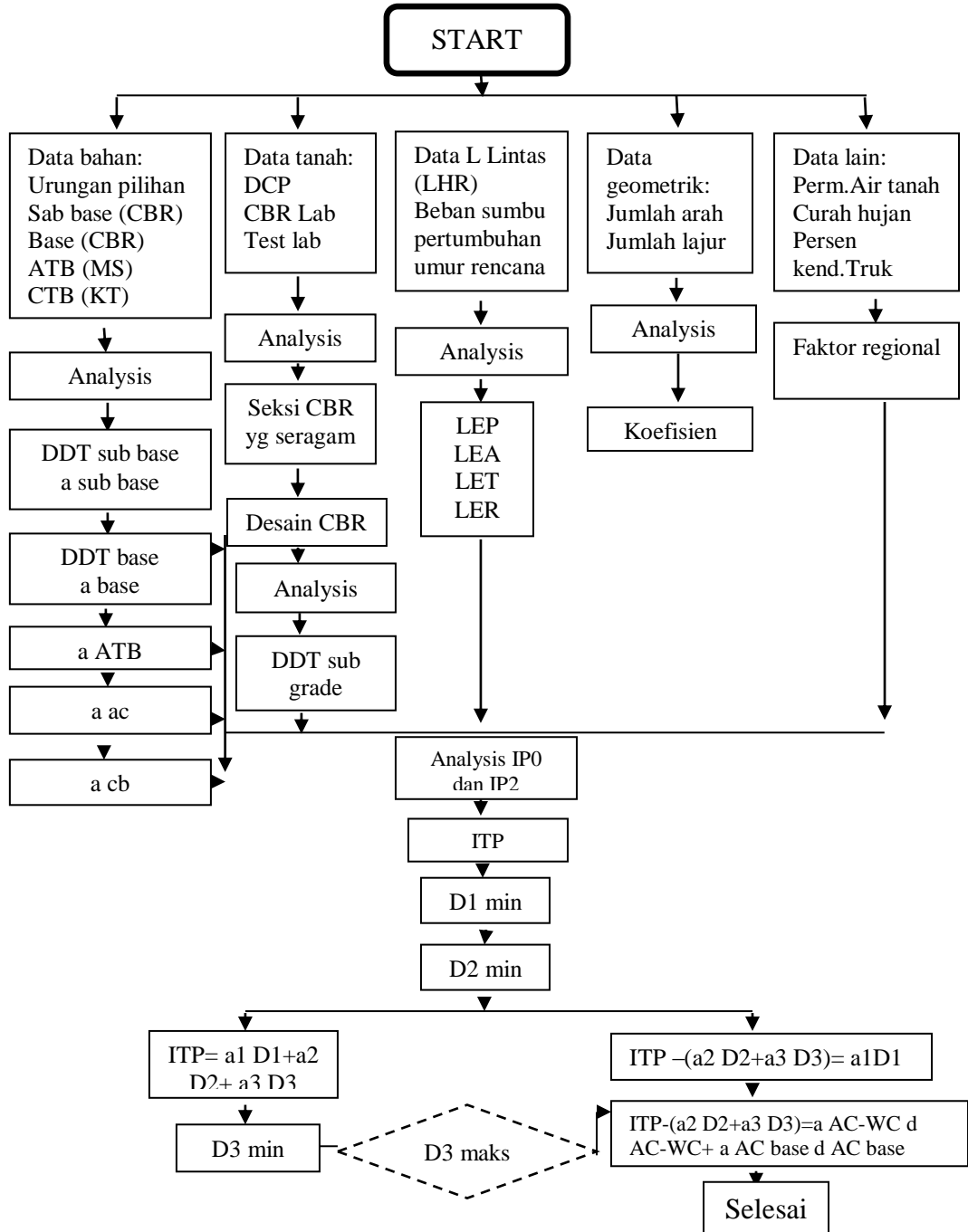
Tabel 2.29: *Lanjutan.*

No	Parameter	Satuan	AASHTO	Desain
19	Layer coefficient Agregate Base B (a24)	-	0,12	0,12
20	Layer coefficient Cement Treated Base (a24)	-	0,26	0,26
21	Tebal minimum Asphalt Concrete, jalan arteri	-	4 inchi	9 cm
22	Tebal minimum Asphalt Concrete, jalan kolektor	-	4 inchi	9 cm
23	Tebal minimum ATB (AC-Base), jalan arteri	-	8 cm	8 cm
24	Tebal minimum ATB (AC-Base), jalan kolektor	-	8 cm	8 cm
25	Tebal minimum Aggregate Base	-	6 inchi	15 cm

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

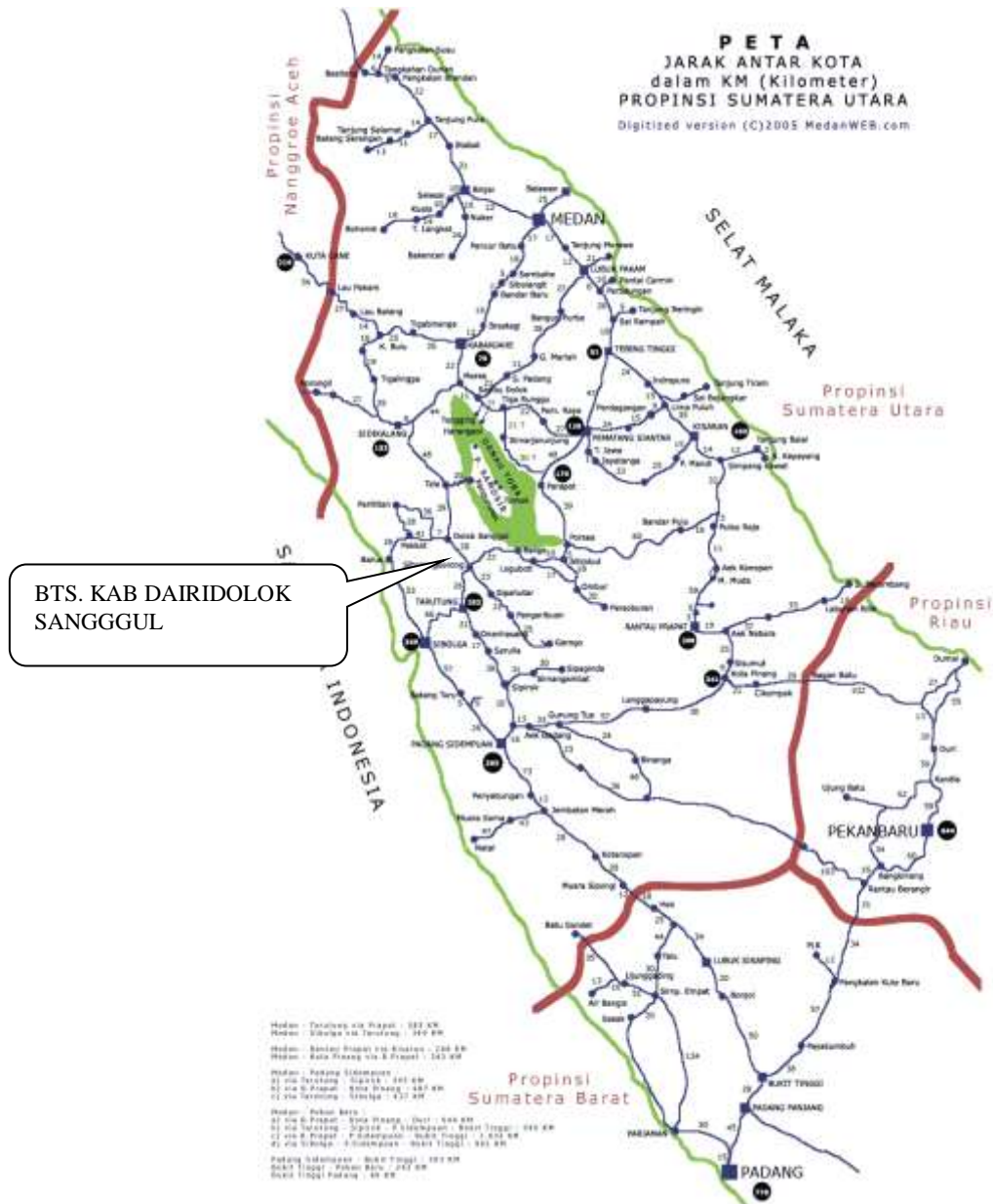
Studi ini terdiri dari beberapa langkah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Awal pekerjaan perencanaan pada ruas Jalan Batas Kota Dairi – Dolok Sanggul ini dari Sta 0+000 (KM. 127.600) Sampai Sta. 2+000 (KM. 129.600). Waktu pengambilan data direncanakan berlangsung selama 7 hari dimulai dari Tanggal 23-28 Januari 2017. Lebih jelasnya lokasi Jalan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



3.3 Pengambilan Data

Pada ruas ruas jalan yang akan direncanakan, dilakukan survei lalu lintas primer, yaitu traffic counting. Survei lalu lintas primer dilakukan pada tahun 2012. Untuk kajian lalu lintas lebih lanjut, dianalisa juga dari data sekunder yang dapat mendukung untuk kajian lalu lintas.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah metode pengambilan data dengan melakukan pengamatan dilapangan. Adapun data yang diambil merupakan lalu lintas haria rata-rata (LHR), angka ekivalen (E), lintas ekivalen permulaan (LEP), lintas ekivalen akhir (LEA), lintas ekivalen tengah (LET), lintas ekivalen rencana (LER), faktor umur rencana (N).

BAB 4

PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN

4.1 Analisa Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan dengan Metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen)

Data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut (Tabel 4.1):

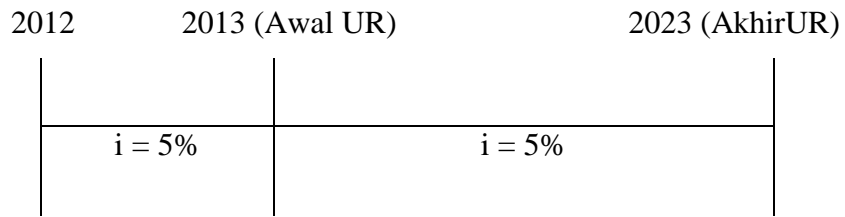
Tabel 4.1: Data lalu lintas harian rata-rata (LHR).

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan
1	Mobil pribadi 2 Ton	269 Kendaraan
2	Mobil niaga 6 Ton	2258 Kendaraan
3	Bus kecil 8 Ton	435 Kendaraan
4	Bus besar 9 Ton	23 Kendaraan
5	Truk 2 As kecil 8,3 Ton	334 Kendaraan
6	Truk 2 As besar 18,2 Ton	118 Kendaraan
7	Truk 3 As tandem 25 Ton	107 Kendaraan

- Pertumbuhan lalu lintas adalah 5%
- Klasifikasi jalan adalah Arteri
- Umur rencana 10 tahun
- Curah hujan ≥ 900 mm/tahun
- Lebar jalan 6 m
 - 2 Jalur (Tabel 2.7)
- Jalan dibuka untuk umum tahun 2013
- Jenis perkerasan
 - AC-BC
 - AC-WC
- Jenis material
 - Laston
 - Agregat kelas A CBR 90%
 - Agregat kelas B CBR 50%
- Kelandaian $\leq 6\%$

- CBR 6% (diambil dari CBR minimum)

Perkembangan Lalu Lintas



Gambar 4.1: Perkembangan lalu lintas.

1. Perhitungan CBR

Cara yang digunakan pada perhitungan secara analitis adalah cara Standar Deviasi.

CBR = X rata rata – S (Pers 2.9)

$$S = \frac{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{n(n-1)} \quad (\text{Pers 2.10})$$

Dimana: S= Standar Deviasi

Tabel 4.2: Data CBR.

Titik	Nilai CBR (x)
1	5,78
2	5,76
3	7,02
4	10,5
5	9,82
6	7,91

Tabel 4.2: Lanjutan.

Titik	Nilai CBR (x)
7	9,62
8	5,61
9	10,55
10	8,99
11	6,61

Banyak data CBR (n)	11
Jumlah nilai CBR (Σx)	88,17
(Σx)	7773,9489
(Σx)	757,4681

$$\Sigma x = (5,78+5,76+7,02+10,5+9,82+7,91+9,62+5,61+10,55+8,99+6,61) = 88,17\%$$

$$(\Sigma x)^2 = (88,17)^2 = 7773,9489\%$$

$$\begin{aligned} (\Sigma x)^2 &= (5,78^2)+(5,76^2)+(7,02^2)+(10,5^2)+(9,82^2)+(7,91^2)+(9,62^2)+(5,61^2) \\ &\quad +(10,55^2)+(8,99^2)+(6,61^2) \\ &= 757,4681\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Xrata rata} &= \frac{\Sigma x}{n} \\ &= \frac{88,17}{11} \\ &= 8,015\% \end{aligned}$$

$$S = \frac{\sqrt{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}}{n(n-1)}$$

$$S = \frac{\sqrt{11(757,4681) - (7773,9489)^2}}{11(11-1)}$$

$$S = 2,25268\%$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai CBR} &= \text{Xrata rata} - S \\ &= 8,015\% - 2,25268\% \\ &= 5,76\% \end{aligned}$$

Catatan: untuk nilai CBR minimum adalah 6% maka CBR yang dipakai adalah 6%

2. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks

permukaan yang sama apabila kendaraan tersebut lewat satu kali. Angka ekivalen ditentukan menurut rumus sebagai berikut:

(Pers. 2.1)

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right)$$

(Pers. 2.2)

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Ganda (Kg)}^4}{8160} \right) \times 0,086$$

Perhitungan angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E)

- Mobil Pribadi = 2 ton (1+1)
Sumbu depan = 1 ton, menggunakan Pers

$$\begin{aligned} \text{Angka ekivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{1000}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0002255 \end{aligned}$$

Sumbu belakang = 1 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned} \text{Angka ekivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{1000}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0002255 \end{aligned}$$

Maka, angka ekivalen beban sumbu untuk Mobil Pribadi adalah:

$$0,0002255 + 0,0002255 = 0,00045$$

- Mobil Niaga = 6 ton (2,040+3,960)
Sumbu depan = 2,040 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned} \text{Angka ekivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{2040}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0039 \end{aligned}$$

Sumbu belakang = 3,960 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned}\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{3060}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0555\end{aligned}$$

Maka, angka ekuivalen beban sumbu untuk Mobil Niaga adalah:

$$0,0039 + 0,0555 = 0,0594$$

- Bus Kecil = 8 ton (2,720+5,280)

Sumbu depan = 2,720 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned}\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{2720}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0123\end{aligned}$$

Sumbu belakang = 5,280 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned}\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{5280}{8160} \right)^4 \\ &= 0,1753\end{aligned}$$

Maka, angka ekuivalen beban sumbu untuk Bus Kecil adalah:

$$0,0123 + 0,1753 = 0,1876$$

- Bus Besar = 9 ton, (3,060+5,940)

Sumbu depan = 3,060 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned}\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{3060}{8160} \right)^4 \\ &= 0,0198\end{aligned}$$

Sumbu belakang = 5,940 ton, menggunakan Pers:

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right)$$

$$= \left(\frac{5940}{8160} \right)^4$$

$$= 0,2808$$

Maka, angka ekivalen beban sumbu untuk Mobil Bus Besar adalah:
 $0,0198+0,2808= 0,3006$

- Truk 2 As Kecil = 8,30 ton (2,822+5,478)

Sumbu depan = 2,822 ton, menggunakan Pers:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right)$$

$$= \left(\frac{2822}{8160} \right)^4$$

$$= 0,0143$$

Sumbu belakang = 5,478 ton, menggunakan Pers:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right)$$

$$= \left(\frac{5478}{8160} \right)^4$$

$$= 0,2031$$

Maka, angka ekivalen beban sumbu untuk Truck 2 As Kecil adalah:
 $0,0143+0,2031= 0,2174$

- Truck 2 As Besar = 18,20 ton (6,188+12,012)

Sumbu depan = 6,188 ton, menggunakan Pers:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right)$$

$$= \left(\frac{6188}{8160} \right)^4$$

$$= 0,3307$$

Sumbu belakang = 12,012 ton, menggunakan Pers:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right)$$

$$= \left(\frac{12012}{8160} \right)^4$$

$$= 4,6957$$

Maka, angka ekivalen beban sumbu untuk Truck 2 As Besar adalah:
 $0,3307+4,6957= 5,0264$

- Truck 3 Tandem = 25 ton (6,25+18,75)

Sumbu depan = 6,25 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned} \text{Angka ekivalen sumbu tunggal} &= \left(\frac{\text{Beban Sumbu Tunggal (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= \left(\frac{625}{8160} \right)^4 \\ &= 0,3442 \end{aligned}$$

Sumbu belakang = 18,75 ton, menggunakan Pers:

$$\begin{aligned} \text{Angka ekivalen sumbu ganda} &= 0,086 \times \left(\frac{\text{Beban Sumbu Ganda (Kg)}^4}{8160} \right) \\ &= 0,086 \times \left(\frac{18750}{8160} \right)^4 \\ &= 2,3974 \end{aligned}$$

Maka, angka ekivalen beban sumbu untuk Truck 3 As Tandem adalah:
 $= 0,3442+2,3974= 2,7416$

Tabel 4.3: Perhitungan ekivalen kendaraan.

Kendaraan	Hasil Ekivalen kendaraan
Mobil Pribadi 2 Ton	0,00045

Tabel 4.3: Lanjutan.

Kendaraan	Hasil Ekivalen kendaraan
Mobil Niaga 6 Ton	0,0594
Bus Kecil 8 Ton	0,1876
Bus Besar 9 Ton	0,3006
Truck 2 As Kecil 8,3 Ton	0,2174
Truck 2 As Besar 18,2 Ton	5,0264
Truck 3 As Tandem 25 Ton	2,7416

3. LHR pada awal umur rencana jalan (LHR 2013) dengan Pers. 2.3

$$\text{LHR awal} = \text{LHR pada awal tahun pelaksanaan} \times (1+i)^n$$

Dimana:

i = Pertumbuhan Lalu Lintas (5%)

n = Waktu Pelaksanaan (1 Tahun)

Tabel 4.4: Perhitungan LHR awal umur rencana.

Kendaraan	LHR awal tahun pelaksanaan $\times (1+i)^n$	Hasil LHR awal
Mobil Pribadi (1+1)	$269 \times (1+0,05)^1$	282,45
Mobil Niaga (2+4)	$2258 \times (1+0,05)^1$	2370,9
Bus Kecil 8 Ton (3+5)	$435 \times (1+0,05)^1$	456,75
Bus Besar 9 Ton (3+6)	$23 \times (1+0,05)^1$	24,15
Truck 2 As Kecil 10 Ton (4+6)	$334 \times (1+0,05)^1$	350,7
Truck 2 As Besar 13 Ton (5+8)	$118 \times (1+0,05)^1$	123,9
Truck 3 As Tandem 20 Ton (6+7,7)	$107 \times (1+0,05)^1$	112,35

4. LHR pada akhir umur rencana jalan (LHR 2023) dengan Pers. 2.3

Dimana:

i = Pertumbuhan Lalu Lintas (5%)

n = Waktu Pelaksanaan (10 Tahun)

Tabel 4.5: Perhitungan LHR akhir umur rencana.

Kendaraan	LHR akhir tahun pelaksanaan $\times (1+i)^n$	Hasil LHR Akhir
Mobil Pribadi (1+1)	$282,45 \times (1+0,05)^{10}$	460,0813
Mobil Niaga (2+4)	$2370,9 \times (1+0,05)^{10}$	3861,9463
Bus Kecil 8 Ton (3+5)	$456,75 \times (1+0,05)^{10}$	743,9976
Bus Besar 9 Ton (3+6)	$24,15 \times (1+0,05)^{10}$	39,3378
Truck 2 As Kecil 10 Ton (4+6)	$350,7 \times (1+0,05)^{10}$	571,2533
Truck 2 As Besar 13 Ton (5+8)	$123,9 \times (1+0,05)^{10}$	201,82

Truck 3 As Tandem 20 Ton (6+7,7)	$112,35 \times (1+0,05)^{10}$	183,0063
----------------------------------	-------------------------------	----------

5. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dengan Pers. 2.4

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR^j \times C^j \times E^j$$

Dimana:

E = angka ekivalen masing-masing kendaraan

C = koefisien distribusi kendaraan dari Tabel 2.8

➤ Kendaraan ringan ≤ 5 ton, 2 jalur, 2 arah maka C = 0,5

➤ Kendaraan berat ≥ 5 ton, 2 jalur, 2 lajur maka C = 0,5

J = jenis kendaraan

Catatan: LHR yang digunakan adalah LHR awal umur rencana.

Tabel 4.6: Perhitungan lintas ekivalen permulaan (LEP).

Kendaraan	$LHR^j \times C^j \times E^j$	Hasil LEP
Mobil Pribadi 2 Ton	$282,45 \times 0,5 \times 0,00045$	0,0637
Mobil Niaga 6 Ton	$2370,9 \times 0,5 \times 0,0594$	70,4157
Bus Kecil 8 Ton	$456,75 \times 0,5 \times 0,1876$	42,8431
Bus Besar 9 Ton	$24,15 \times 0,5 \times 0,3006$	3,6297
Truck 2 As Kecil 8,3 Ton	$350,7 \times 0,5 \times 0,2174$	38,1211
Truck 2 As Besar 18,2 Ton	$123,9 \times 0,5 \times 5,0264$	311,3855
Truck 3 As Tandem 25 Ton	$112,35 \times 0,5 \times 2,7416$	154,0094

Tabel 4.6: Lanjutan.

Kendaraan	$LHR^j \times C^j \times E^j$	Hasil LEP
LEP		620,4682

6. Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dengan Pers. 2.5

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR^j (1 + i)^{UR} \times C^j \times E^j$$

Dimana:

E = angka ekivalen masing-masing kendaraan

C = koefisien distribusi kendaraan dari Tabel 2.8

➤ Kendaraan ringan ≤ 5 ton, 2 jalur, 2 arah maka C = 0,5

➤ Kendaraan berat ≥ 5 ton, 2 jalur, 2 lajur maka $C = 0,5$

j = jenis kendaraan

UR = Umur rencana

Catatan: LHR yang digunakan adalah LHR akhir umur rencana.

Tabel 4.7: Perhitungan lintas ekuivalen akhir (LEA).

Kendaraan	$LHR^j \times C^j \times E^j$	Hasil LEA
Mobil pribadi 2 Ton	$460,0813 \times 0,5 \times 0,00045$	0,1037
Mobil Niaga 6 Ton	$3861,9463 \times 0,5 \times 0,0594$	114,6998
Bus Kecil 8 Ton	$743,9976 \times 0,5 \times 0,1876$	69,787
Bus Besar 9 Ton	$39,3378 \times 0,5 \times 0,3006$	5,9125
Truck 2 As Kecil 8,3 Ton	$571,2533 \times 0,5 \times 0,2174$	62,0952
Truck 2 As Besar 18,2 Ton	$201,82 \times 0,5 \times 5,0264$	507,214
Truck 3 As Tandem 25 Ton	$183,0063 \times 0,5 \times 2,7416$	250,865
LEA		1010,6772

7. Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dengan Pers. 2.6

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2} \\ &= \frac{620,4682 + 1010,6772}{2} \\ &= 815,5727 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

8. Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dengan Pers. 2.7

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \frac{\text{UR}}{10} \\ &= 815,5727 \text{ Kendaraan} \times \frac{10}{10} \\ &= 815,5727 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

9. Indeks Tebal perkerasan (ITP) dengan Pers. 2.11

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \\ \text{CBR tanah dasar} = 6\% &\implies \text{DDT} = 5 \text{ (dilampiran 2)} \\ \text{Faktor Regional (FR)} &= 2,5 \text{ (Tabel 2.10)} \end{aligned}$$

- Iklim II ≥ 900 mm/thn
- Kelandaian $\leq 6\%$
- Persen berat kendaraan $= \frac{3275}{3544} \times 100\%$
 $= 92,41\% \Rightarrow \geq 30\%$

Indeks Permukaan (IP^t) $= \geq 2,5$ (Tabel 2.11)

Indeks Permukaan awal (IP^o) $= \geq 4$ (Tabel 2.13)

ITP dari Nomogram 1 diperoleh $= 10,2$ (dilampiran 3)

10. Menetapkan tebal perkerasan

- Untuk 5 tahun

Koefisien kekuatan relatif, dilihat dari tabel koefisien relatif (Tabel 2.13)

- Lapisan permukaan : Laston, MS 744 $a_1 = 0,44$
- Lapisan pondasi atas : Batu pecah kelas A $a_2 = 0,14$
- Lapisan pondasi bawah : Sirtu kelas $a_3 = 0,13$

Tebal lapisan minimum dilihat dari ITP

- Lapisan permukaan : Laston, MS 744 $d_1 = 10$ cm
- Lapisan pondasi atas : Batu pecah kelas A $d_2 = 20$ cm
- Lapisan pondasi bawah : Sirtu kelas $d_3 = ?$

Dari hasil analisa didapat:

CBR 6 % dari penarikan garis pada gambar nomogram korelasi, didapat DDT =5,

DDT = 5 dari nomogram II dengan $LER_{10} = 815,5727$ didapat ITP = 10,2

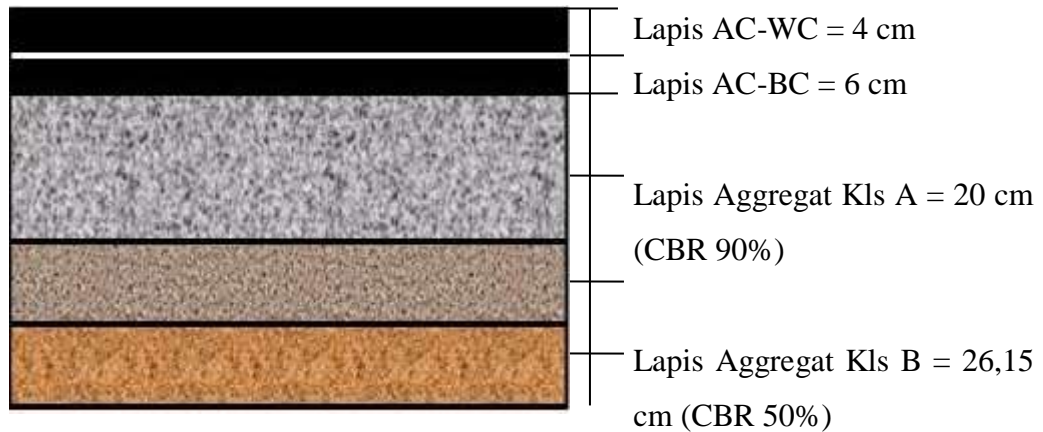
$$ITP = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3)$$

$$10,2 = (0,4 \times 10) + (0,14 \times 20) + (0,13 \times D^3)$$

$$10,2 = 6,8 + (0,13 \times D^3)$$

$$D^3 = \frac{10,2 - 6,8}{0,13}$$

$$D^3 = 26,15 \text{ cm}$$



Gambar 4.1: Susunan lapisan perkerasan lentur metode SNI 1732-1989-F.

Lapis tanah dasar (6%)

4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

4.2.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata

LHR yang digunakan adalah LHR yang dalam istilah metode AASHTO disebut *average daily traffic* (ADT) seperti yang tersaji pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Data lalu lintas harian rata-rata.

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan
1	Mobil pribadi 2 Ton	269 Kendaraan
2	Mobil niaga 6 Ton	2258 Kendaraan

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan
3	Bus kecil 8 Ton	435 Kendaraan
4	Bus besar 9 Ton	23 Kendaraan
5	Truk 2 As kecil 8,3 Ton	334 Kendaraan
6	Truk 2 As besar 18,2 Ton	118 Kendaraan
7	Truk 3 As tandem 25 Ton	107 Kendaraan

Tabel 4.9: Perhitungan LHR awal umur rencana dengan Pers. 2.3.

No	Jenis Kendaraan	LHR awal tahun pelaksanaan $\times (1 + 1)^n$	Hasil LHR awal
1	Mobil pribadi (1+1)	$269 \times (1 + 0,05)^1$	282,45
2	Mobil niaga (2+4)	$2258 \times (1 + 0,05)^1$	2370,9
3	Bus kecil 8 Ton (3+5)	$435 \times (1 + 0,05)^1$	456,75
4	Bus besar 9 Ton (3+6)	$23 \times (1 + 0,05)^1$	24,15
5	Truk 2 As kecil 8,3 Ton (4+6)	$334 \times (1 + 0,05)^1$	350,7
6	Truk 2 As besar 18,2 Ton (5+8)	$118 \times (1 + 0,05)^1$	123,9
7	Truk 3 As tandem 25 Ton (6+7,7)	$107 \times (1 + 0,05)^1$	112,35

Tabel 4.10: Perhitungan LHR akhir umur rencana dengan Pers. 2.3.

No	Jenis Kendaraan	LHR akhir tahun pelaksanaan $\times (1 + 1)^n$	Hasil LHR awal
1	Mobil pribadi (1+1)	$282,45 \times (1 + 0,05)^{10}$	460,0813
2	Mobil niaga (2+4)	$2370,9 \times (1 + 0,05)^{10}$	3861,9463
3	Bus kecil 8 Ton (3+5)	$456,75 \times (1 + 0,05)^{10}$	743,9976
4	Bus besar 9 Ton (3+6)	$24,15 \times (1 + 0,05)^{10}$	39,3378
5	Truk 2 As kecil 8,3 Ton (4+6)	$350,7 \times (1 + 0,05)^{10}$	571,2533
6	Truk 2 As besar 18,2 Ton (5+8)	$123,9 \times (1 + 0,05)^{10}$	201,82
7	Truk 3 As tandem 25 Ton (6+7,7)	$112,35 \times (1 + 0,05)^{10}$	183,0063

Tabel 4.11: Perhitungan ekivalen kendaraan menurut metode AASHTO.

Kendaraan	Hasil Ekivalen kendaraan
Mobil Pribadi 2 Ton	0,00045
Mobil Niaga 6 Ton	0,0594
Bus Kecil 8 Ton	0,1876
Bus Besar 9 Ton	0,3006
Truck 2 As Kecil 8,3 Ton	0,2174
Truck 2 As Besar 18,2 Ton	5,0264

Truck 3 As Tandem 25 Ton	2,7416
--------------------------	--------

Tabel 4.12: Perhitungan lintas ekivalen pemulaan (LEP) dengan Pers. 2.4.

Kendaraan	$LHR^j \times C^j \times E^j$	Hasil LEP
Mobil Pribadi 2 Ton	$282,45 \times 0,5 \times 0,00045$	0,0637
Mobil Niaga 6 Ton	$2370,9 \times 0,5 \times 0,0594$	70,4157
Bus Kecil 8 Ton	$456,75 \times 0,5 \times 0,1876$	42,8431
Bus Besar 9 Ton	$24,15 \times 0,5 \times 0,3006$	3,6297
Truck 2 As Kecil 8,3 Ton	$350,7 \times 0,5 \times 0,2174$	38,1211
Truck 2 As Besar 18,2 Ton	$123,9 \times 0,5 \times 5,0264$	311,3855
Truck 3 As Tandem 25 Ton	$112,35 \times 0,5 \times 2,7416$	154,0094
LEP		820,4682

- Total 18 Kips ESAL dengan Pers. 2.13

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N$$

$$LEP = 820,4682$$

$$N = 13,60$$

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N$$

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times 820,4682 \times 13,60$$

$$AE\ 18\ KSAL = 4074,794 \implies 474 \times 10^6$$

- Menentukan nilai *Structure Number* (SN)

$$\text{- Rehabilitas} = 80\%$$

$$\text{- Standar deviasi} = 0,45$$

$$\text{- Total Equivalent 18 KSAL} = 474 \times 10^6$$

$$\text{- Mr} = 1500 \times CBR$$

$$= 1500 \times 60$$

$$= 90000\ \text{psi}$$

Data-data diatas maka nilai $SN = 31$ (nomogram AASHTO)

- Untuk kualitas drainase m1 dan m2 adalah 0,80 karena berdasarkan kualitas Persen waktu perkerasan diambil kategori sedang
- Menentukan koefisien lapisan perkerasan

$$a_1 = 0,44 \quad D_1 = 3,94\ \text{inci}$$

$$a_2 = 0,14 \quad D_2 = 7,87\ \text{inci}$$

$$a_3 \quad 0,13 \quad D_3 \quad ?$$

- Menentukan tebal lapis perkerasan

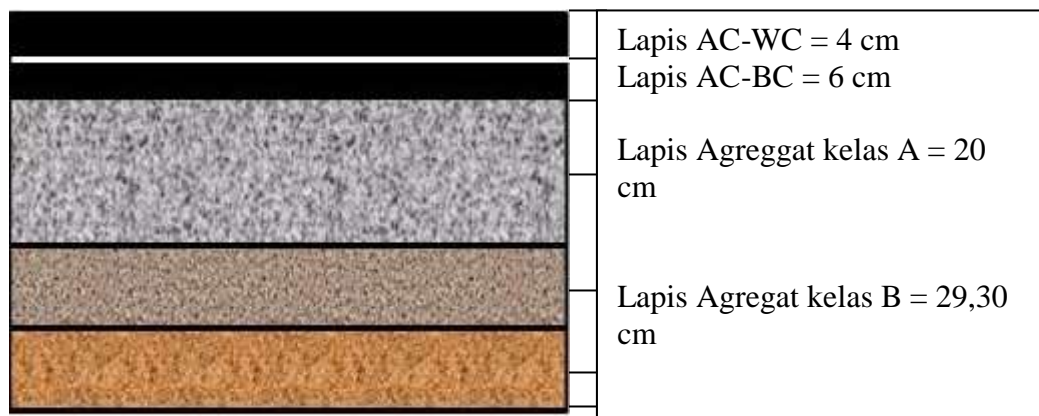
$$SN = a_1.D_1 + a_2.D_2.m_2 + a_3.D_3.m_3$$

$$31 = (0,44 \times 4) + (0,14 \times 8 \times 0,80) + (0,13 \times D_3 \times 0,80)$$

$$31 = 2,656 + 0,13 \times D_3 \times 0,80$$

$$D_3 = \frac{31}{2,76}$$

$$= 11,54 \text{ inci} \Rightarrow 29,30 \text{ cm}$$



Gambar 4.2: Susunan lapis perkerasan lentur (AASHTO, 1993).

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan serta dengan data-data yang diperoleh, maka dapat dikumpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan yaitu:
 - a. Perhitungan penulis dengan menggunakan metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen)

Lapis AC-WC	= 4 cm
Lapis AC-BC	= 6 cm
Lapis Agregat Kelas A	= 20 cm
Lapis Agregat Kelas B	= 26,15 cm
 - b. Perhitungan perencana dengan menggunakan metode AASHTO 1993

Lapis AC-WC	= 4 cm
Lapis AC-BC	= 6 cm
Lapis Agregat Kelas A	= 20 cm
Lapis Agregat Kelas B	= 29,30 cm
2. Hasil perhitungan yang diperoleh dari SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen) untuk lapis agregat kelas B memiliki hasil yang lebih ekonomis dibandingkan dengan hasil lapis agregat kelas B yang dihitung dengan metode AASHTO, untuk hasil perhitungan AC-WC, AC-BC, dan lapis agregat kelas A memiliki hasil perhitungan yang sama. Maka perhitungan penulis yang menggunakan metode SNI 1732-1989-F (Analisa Komponen) mendapatkan hasil yang tidak jauh beda dengan perhitungan perencana yang menggunakan metode AASHTO.

5.2 Saran

1. Untuk Perhitungan perkerasan jalan baru digunakan metode Standard Nasional Indonesia (SNI) karena perhitungan ini telah disesuaikan dengan kondisi lalu lintas Indonesia.
2. Diperlukan pengawasan dari pihak terkait terhadap kendaraan yang melintasi jalan-jalan umum, seperti batas ton kendaraan yang bermuatan berat, harus disesuaikan dengan spesifikasi jalan yang ditentukan. Hal ini sangat berpengaruh dengan keawetan dan umur rencana jalan tersebut.
3. Dalam perencanaan tebal lapis perkerasan diusahakan agar data yang diperlukan cukup lengkap dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO (1993), *guide for Design of Pavement Structures*.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2014). Data Curah Hujan Tahunan, Medan.

Efendi, K. (2015). Perbandingan Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur (Analisa Komponen), Politeknik Negeri Medan.

Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Sumatera Utara (2015), Medan.

Pasal 11, Peraturan Pemerintah No. 43/1993.

Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No. 01/MN/BM/83.

Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Nasional (P2JN). (2013) Pekerjaan Perencanaan DED Lintas Tengah, Medan.

Spesifikasi Perkerasan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Volume III Standart Nasional Indonesia-1732-1989, Perbandingan Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur.

Sukirman, S. (1999) *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Nova.

UU No.38 (2004) Undang undang Tentang Jalan.

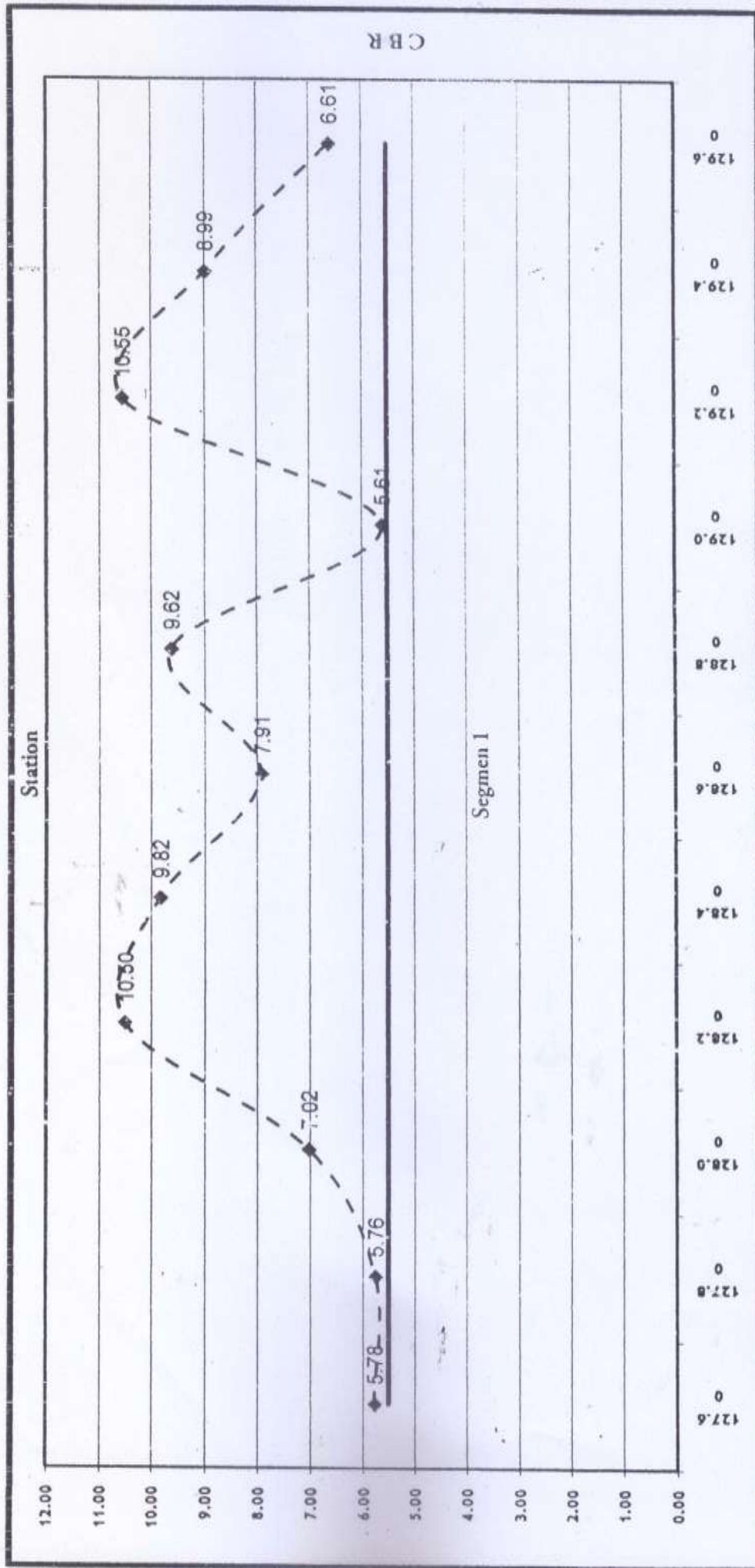
Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. (1987) Perkerasan Lentur Analisa Komponen (SKBI).

LAMPIRAN 1



Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode *AASHTO* 1993

CBR SEGMENT
Bis Kab. Dairi - Dolok Sanggul



Segmen	Dari	Ke	CBR Seg
1	127.600	129.600	2+000
			5.51

0.08 / 1200 m

DATA LALU LINTAS

BTS. KAB. DAIRI - DOLOK SANGGUL (032)

1	Umur Rencana (<i>Design Life</i>)	=	10	tahun
2	Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (<i>Traffic Growth</i>)	=	5.0	%
3	Lebar Jalan	=	7.0	meter
4	Jumlah Jalur	=	2.0	
5	LALU LINTAS HARIAN RATA - RATA (LHR)		2012	
	Mobil Pribadi (<i>Car</i>)	=	269	
	Mobil Niaga (<i>Utility</i>)	=	2,258	
	Bus Kecil (<i>Small Bus</i>)	=	435	
	Bus Besar (<i>Large Bus</i>)	=	23	
	Truk 2 As Kecil (<i>Small Truck</i>)	=	334	
	Truk 2 As Besar (<i>Medium Truck</i>)	=	118	
	Truk >=3 As (<i>Heavy Truck</i>)	=	107	
6	LHR Awal Umur Rencana $(1 + i)^n$		2013	
	Mobil Pribadi	=	282	
	Mobil Niaga	=	2371	
	Bus Kecil	=	457	
	Bus Besar	=	24	
	Truk 2 As Kecil	=	351	
	Truk 2 As Besar	=	124	
	Truk >=3 As	=	112	
7	LHR Akhir Umur Rencana $(1 + i)^n$		2023	
	Mobil Pribadi	=	460	
	Mobil Niaga	=	3862	
	Bus Kecil	=	744	
	Bus Besar	=	39	
	Truk 2 As Kecil	=	571	
	Truk 2 As Besar	=	202	
	Truk >=3 As	=	183	
8	ANGKA EKIVALEN (E) **)			BM-MST 10T
	Mobil Pribadi (<i>Car</i>)	=	0.0005	
	Mobil Niaga (<i>Utility</i>)	=	0.3006	
	Bus Kecil (<i>Small Bus</i>)	=	0.3006	
	Bus Besar (<i>Large Bus</i>)	=	0.9723	
	Truk 2 As Kecil (<i>Small Truck</i>)	=	0.3006	
	Truk 2 As Besar (<i>Medium Truck</i>)	=	2.4143	
	Truk >=3 As (<i>Heavy Truck</i>)	=	6.5409	
8	KOEFISIEN DISTRIBUSI KENDARAAN (C)	=	0.5	
9	LINTAS EKIVALEN PERMULAAN, (LEP) = $LHR_{awal} \times C_j \times E_j$			1006.513
	Mobil Pribadi	=	0.071	
	Mobil Niaga	=	356.346	
	Bus Kecil	=	38.650	
	Bus Besar	=	11.741	
	Truk 2 As Kecil	=	52.710	
	Truk 2 As Besar	=	149.566	
	Truk >=3 As	=	367.435	
10	LINTAS EKIVALEN AKHIR, (LEA) = $LHR_{akhir} \times C_j \times E_j$			1639.512
	Mobil Pribadi	=	0.115	
	Mobil Niaga	=	580.451	
	Bus Kecil	=	111.823	
	Bus Besar	=	19.124	
	Truk 2 As Kecil	=	85.859	
	Truk 2 As Besar	=	243.627	
	Truk >=3 As	=	598.513	
11	LINTAS EKIVALEN TENGAH, (LET) = $(LEP + LEA) / 2$	=	1323.015	
12	LINTAS EKIVALEN RENCANA, (LER) = $(LET \times UR/10)$	=	1323.015	
13	FAKTOR UMUR RENCANA, (N)	=	12.89	
14	LINTAS EKIVALEN SELAMA UMUR RENCANA, $\Delta E_{18KSAL} = 365 \times LEP \times N$	=	4,736,376	Kip

PARAMETER PERENCANAAN

PERKERASAN LENTUR METODE AASHTO '93

BTS. KAB. DAIRI - DOLOK SANGGUL (032)

BESARAN RENCANA

- Umur Rencana (n) = 10 tahun
- Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) = 5.0 %

BEBAN LALU LINTAS RENCANA

- Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana ($AE18$ KSAL)
 $AE18$ KSAL = $365 \times LEP \times N$ = 4,736,376 Kip
- W_{18} = 4.74×10^6

PARAMETER PERENCANAAN

- Reliability, (R) = 95.00 %
- Standard Normal Deviate, (Z_R) = -1.645
- Overall Standard Deviation, (S_o) = $0.4 - 0.5$ = 0.45
- Present Serviceability Ind (ΔPSI) = $P_o - P_t$ = 2.20
 - Serviceability awal umur rencana, (P_o) = 4.20
 - Serviceability akhir umur rencana, (P_t) = 2.00
- Drainage Coefficients for Base and Subbase (m_2, m_3) = 1.00

DAYA DUKUNG TANAH

- Resilient Modulus, (M_R) = $1,500 \times CBR$ = 9,000.00 Psi

MUTU BAHAN

- Surfacing
 - Asphalt Concrete : AC-WC a_1 = 0.44
 - AC-BC = 0.44
 - AC-Base = 0.31
- Base
 - Granular Base : Agg. Class A, CBR = 90 % a_2 = 0.13
- Sub Base
 - Granular Sub Base : Agg. Class B, CBR = 60 % a_3 = 0.12

INPUT PERENCANAAN

W_{18}	$= 4,736,376$	18 kip ESAL		4.74×10^6
R	$= 95.00$	%		
Z_R	$= -1.645$			
M_R	$= 9,000$	Psi		
S_o	$= 0.45$			
ΔPSI	$= 2.20$			

FORMULA

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} \times M_R - 8.07$$

$$6.675 = 6.675 - 0.0000$$

SOLUTION

$SN = 4.1399$

PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR METODE AASHTO '93

BTS. KAB. DAIRI - DOLOK SANGGUL (032)

FORMULA

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

MINIMUM THICKNESS (Inches)

TRAFFIC, ESAL'S	ASPHALT CONCRETE	AGGREGATE BASE
Less than 50,000	1.00	4.00
50,001 - 150,000	2.00	4.00
150,001 - 500,000	2.50	4.00
500,001 - 2,000,000	3.00	6.00
2,000,001 - 7,000,000	3.50	6.00
Greater than 7,000,000	4.00	6.00

$$W_{18} = 4,736,376 \text{ ESAL} = 4.74 \times 10^6$$

$$D_1 = 3.94 \text{ Inch} = 10.00 \text{ Cm}$$

$$D_2 = 7.87 \text{ Inch} = 20.00 \text{ Cm}$$

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

$$D_3 = 11.54 \text{ Inch} = 29.30 \text{ Cm}$$

PAVEMENT THICKNESS

4.00		AC-WC	$a_1 = 0.44 = 4.00 \text{ Cm}$
6.00		AC-BC	$0.44 = 6.00 \text{ Cm}$
20.00		AC-Base	$0.31 = 0.00 \text{ Cm}$
30.00		Agg. Class A, CBR = 90 %	$a_2 = 0.13 = 20.00 \text{ Cm}$
14.00		Agg. Class B, CBR = 60 %	$a_3 = 0.12 = 29.30 \text{ Cm}$
		Selected Materials	CBR = 6.00 = 14.00 Cm
		Subgrade/ Tanah Asli	CBR = 5.50 %

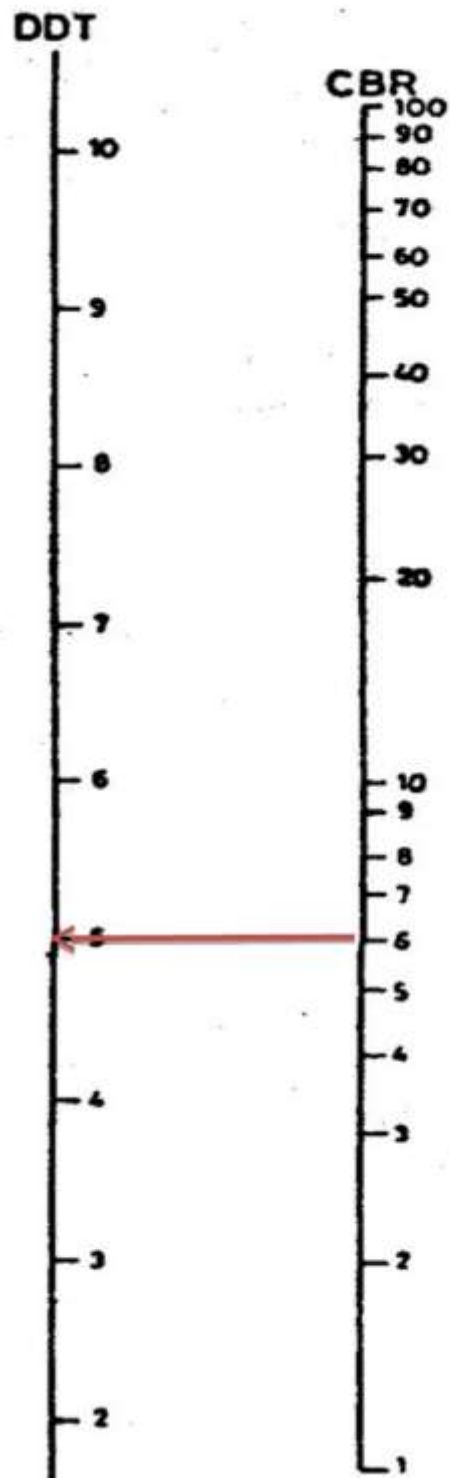
KONTROL

SN_1	\leq	$a_1 \times D_1$		
4.1	\leq	4.4	SN_2	OK
SN_2	\leq	$a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2$		
4.4	\leq	7.0	SN_3	OK
SN_3	\leq	$a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$		
7.0	\leq	10.5		OK

LAMPIRAN 2



Grafik Kolerasi antara CBR dan DDT

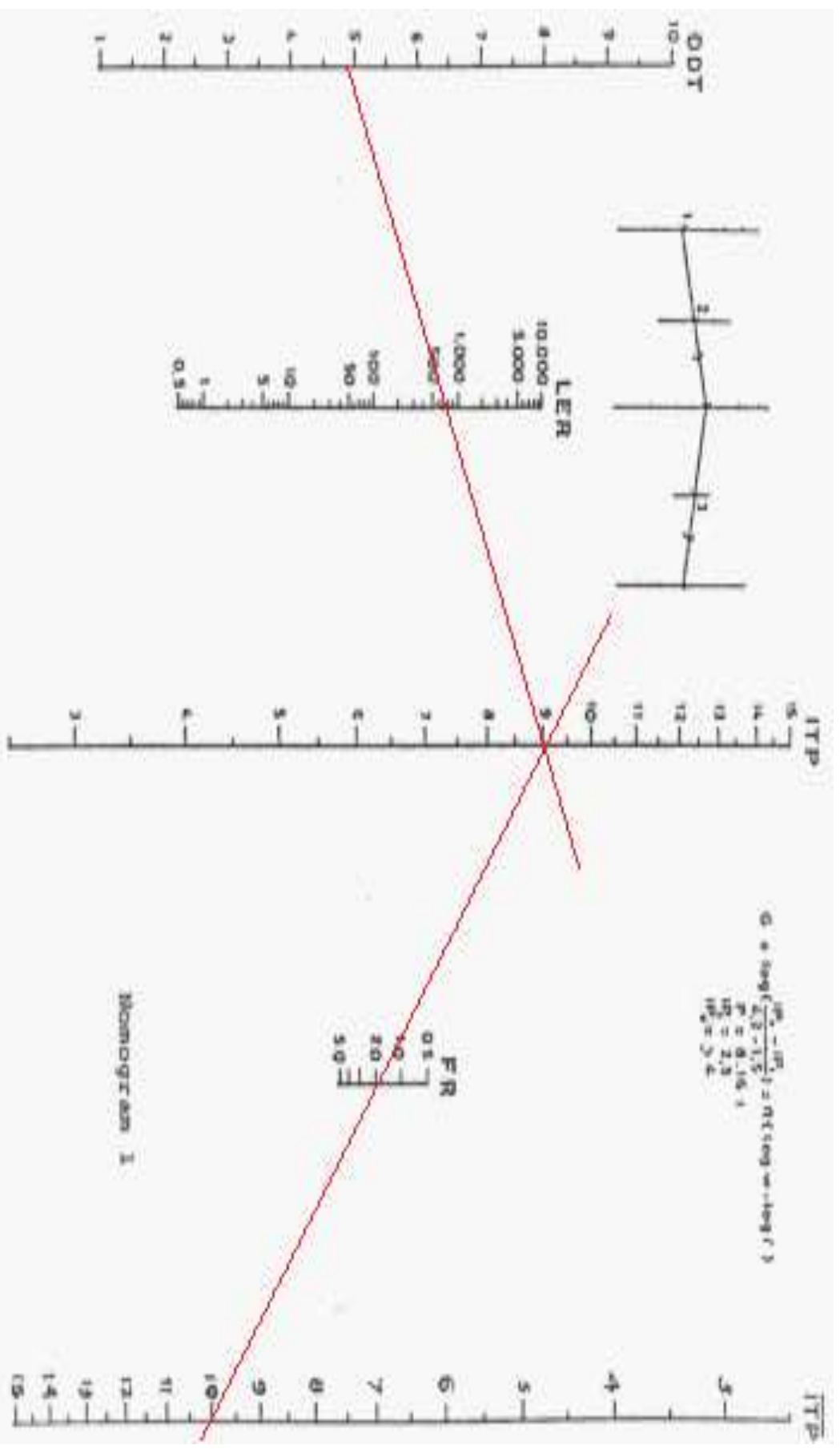


L2: Grafik Korelasi antara CBR dan DDT.

LAMPIRAN 3



Nomogram 1



LAMPIRAN 4



Data Curah Hujan

LAMPIRAN III PERATURAN KEPALA BADAN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
NOMOR : KEP.15 TAHUN 2009
TANGGAL : 31 Juli 2009

PELAYANAN JASA INFORMASI KLIMATOLOGI
DATA CURAH HUJAN BULANAN (mm)

LOKASI PENGAMATAN / STASIUN : SITINJO, KAB. DAIRI

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2005	160	173	233	210	219	99	129	147	171	217	279	200
2006	430	152	323	150	232	102	296	216	348	202	171	82
2007	65	65	62	62	68	114	114	66	66	254	150	123
2008	245	152	113	327	361	121	234	262	215	358	401	339
2009	195	113	368	299	73	137	101	193	394	188	308	299
2010	280	124	101	287	247	251	97	74	138	57	190	231
2011	181	297	266	262	155	154	24	153	96	260	402	199
2012	46	250	268	244	195	44	129	217	90	216	369	346
2013	217	414	360	515	325	170	89	279	154	326	388	257
2014	76	55	140	453	232	142	115	195	211	436	459	320

Sumber : STASIUN KLIMATOLOGI SAMPALI MEDAN

Sampali, 13 Agustus 2015

MENGETAHUI
A.n KEPALA STASIUN KLIMATOLOGI KLS I
KEPALA SEKSI DATA DAN INFORMASI
SAMPALI - MEDAN





FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapt. Mukhtar basri No.3 (061) 6624-567 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

NAMA : T. FEBRIYAN HARISANDA
NPM : 1207210175
JUDUL : PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS
PERKERASAN LENTUR METODE SNI 1732-1989-F (ANALISA
KOMPONEN) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS
JALAN BATAS KABUPATEN DAIRI-DOLOK SANGGUL
SUMATERA UTARA

HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
22/3-17	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki Margin- Spasi jarak- Perulisan Tabel, Gambar dan Persama- Pengunaan tulisan ming dan tebal- Releberi- Perulisan Sumber- Buat bab Lampiran- Abstrak- Buat Abstrak plus Inggris- Daftar pustaka- Peromoran sub-bab- Pengunaan tanda baca- Kata Pengantar	

DOSEN PEMBIMBING II

Irma Dewi, S.T.,M.Si




**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapt. Mukhtar basri No.3 (061) 6624-567 Medan 20238**

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

NAMA : T. FEBRIYAN HARISANDA
NPM : 1207210175
JUDUL : PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS
PERKERASAN LENTUR METODE SNI 1732-1989-F (ANALISA
KOMPONEN) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS
JALAN BATAS KABUPATEN DAIRI-DOLOK SANGGUL
SUMATERA UTARA

HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
7/3 - 2017	Pembimbing II	

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Sri Asfiati, M.T.



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapt. Mukhtar basri No.3 (061) 6624-567 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

NAMA : T. FEBRIYAN HARISANDA
NPM : 1207210175
JUDUL : PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS
PERKERASAN LENTUR METODE SNI 1732-1989-F (ANALISA ^{ALY}
KOMPONEN) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS ^W
JALAN BATAS KABUPATEN DAIRI-DOLOK SANGGUL
SUMATERA UTARA

HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
9/11-2016	<ul style="list-style-type: none">- Menit penulisan TA pd. FAP. Teknik dan- lakukan cari data & Survei lapangan.- Uter, & perhit. pd. Tebal lapis per lapis pd. perit. lentur.- Kondisi jalan.- Bab. 2 tugasman pustaka- Bab. 3 Data- Bab 4 analisa data- Aspek, agregat, & perampung jalan- Metode = Teori	
20/11-2016	<ul style="list-style-type: none">- teori Metode SNI- teori Metode AASHTO- ms. dan di Bab 2- lakukan Survei data	
2/2-2017	<ul style="list-style-type: none">- lanjut Analisa data & Kesi	

DOSEN PEMBIMBING I

3/4-2017
Ir. Sri Asliah, M.T.

LAMPIRAN 5



Dokumentasi



Gambar L5: Survei lokasi penelitian.



Gambar L5: Untuk perencanaan perkerasan digunakan CBR minimal 6%.



Gambar L5: Tanah dasar menggunakan tanah pilihan dengan CBR = 10%, tebal 14 cm.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR IDENTITAS DIRI

Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/Tgl Lahir : T. Tinggi, 19- Februari – 1994
Agama : Islam
Alamat : Tg. Gading, S. 45 – 11, LK. III Kecamatan Sei Suka, Kabupaten Batu Bara
No. HP/Tel seluler : 081377184387
Nama Orang Tua :
Ayah : T. Zulfan Efendi
Ibu : Mai Kiranawati
E-mail : tengkufebriyanharisanda@gmail.com

DAFTAR RIWAYAT PENDIDIKAN

No Induk Mahasiswa : 1207210175
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 1 Tg. Gading	2006
2	SMP	SMP Negeri 1 Tg. Gading	2009
3	SMA	SMA Mitra Inalum Tg. Gading	2012
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2012 sampai selesai.		