

TUGAS AKHIR

“STUDI KOMPARASI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2017 DAN METODE AASHTO 1993 JALAN KEDAH – KONG BUR STA 2+000 – 4+000”

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

Disusun Oleh :

ARINI ULFA MAWADDAH

1707210093



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh

| | |
|---------------|--|
| Nama | : Arini Ulfa Mawaddah |
| Npm | : 1707210093 |
| Program Studi | : Teknik Sipil |
| Judul Skripsi | : Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 – 4+000 |
| Bidang Ilmu | : Transportasi |

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 11 Oktober 2021
Dosen Pembimbing

M. Husin Gultom, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Arini Ulfa Mawaddah

NPM : 1707210093

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : "Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 – 4+000"

Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, 12 Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



(M. Husin Gultom, M.T)

Dosen Pembanding I



(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

Dosen Pembanding II



(Irma Dewi, S.T., M.Si)

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Arini Ulfa Mawaddah
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 17 Januari 2000
NPM : 1707210093
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993 Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 – 4+000”

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, 12 Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Arini Ulfa Mawaddah

ABSTRAK

“STUDI KOMPARASI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2017 DAN METODE AASHTO 1993 JALAN KEDAH – KONG BUR STA 2+000 – 4+000”

Arini Ulfa Mawaddah
1707210093
M. Husin Gultom, S.T., M.T

Lancarnya arus lalu-lintas akan sangat mendukung perkembangan ekonomi suatu daerah seperti Kabupaten Gayo Lues khususnya pada Ruas Jalan Kedah-Kong Bur, Kecamatan Cinta Maju dan Kecamatan Blangjerango, Kabupaten Gayo Lues. Studi ini bertujuan untuk mengetahui parameter peningkatan konstruksi pada Jalan Kedah – Kong Bur Kecamatan Cinta Maju dan Kecamatan Blangjerango Kabupaten Gayo Lues Sta. 2+000 – Sta. 4+000. Parameter yang dimaksud dalam hal ini mencakup tebal perkerasan. Metode yang digunakan adalah Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993 untuk perkerasan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk Lapisan Permukaan dengan ketebalan 10 cm, Lapisan Pondasi Kelas A dengan ketebalan 40 cm, dan Timbunan Pilihan dengan ketebalan 10 cm. Sedangkan pada Metode AASHTO 1993 yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 7 cm, Lapisan Pondasi Kelas A dengan ketebalan 18 cm, Lapisan Pondasi Kelas B dengan ketebalan 20 cm dan Timbunan Pilihan dengan ketebalan 10 cm. Dan pada Metode Lapangan yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 6 cm, Lapisan Pondasi Kelas A dengan ketebalan 20 cm, Lapisan Pondasi Kelas B dengan ketebalan 20 cm dan Timbunan Pilihan dengan ketebalan 20 cm.

Kata Kunci: AASHTO, Bina Marga, Jalan Baru, Perkerasan Lentur

ABSTRACT

"A BOLDENTIAL COMPARATIVE PLANNING STUDY USING A FLEXIBLE DESIGN DESIGN MANUAL WITH THE 2017 CORE BUILD DESIGN MANUAL AND AASHTO 1993 KEDAH ROAD - KONG BUR 2+000-4+000"

Arini Ulfa Mawaddah
1707210093
M. Husin Gultom, S.T., M.T

The trend of the flow of traffic will greatly support the economic growth of an area such as Gayo Lues district especially in the ke-kong district bur, love district forward and Blangjerango district. The study aims to know the parameters for improvement on the Kedah road - Kong Bur of advanced love district and Gayo Lues sta. 2+000.-sta. 4+000. The parameters in this case include a thick kerage. The methods used are the manual method for processing road design 2017 and the 1993 AASHTO method for crackdown. Based on calculations already done, results will be obtained on a channel of road design 2017 for a surface layer of 10 cm thick, a class a foundation layer of 40 cm thick, and a selection load of 10 cm thick. According to the 1993 AASHTO method, the surface layer of 7 cm (6 in.), class a foundation layer with 18 cm (6 in.) thick, class b (2 in.) And in the field method that isa 6 cm thick surface layer, a class a foundation layer with 20 cm thick, class b foundation layer with a 20 cm thick and a selection of 20 cm thick.

Keywords: *aashto, building a clan, new road, bending.*

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 “Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 – 4+000”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada:

1. Bapak M. Husin Gultom, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing, memberikan saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Irma Dewi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, 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 ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua dan keluarga saya Bapak Budi Sahroni Amala, Ibu Nurbaidah. S, M. Fahri Abdillah, dan M. Luthfi Tri Hartawan yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu Arismunandar Hsb, S.T, Teknik Sipil 2017, Keluarga B1 Pagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Keluarga besar PK IMM Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 10 Oktober 2021

Arini Ulfa Mawaddah

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI | ii |
| ABSTRAK | iii |
| <i>ABSTRACT</i> | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Ruang Lingkup Penelitian | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Umum | 5 |
| 2.2. Aspek Jaringan Jalan dan Klasifikasi Fungsi Jalan | 5 |
| 2.2.1. Klasifikasi jalan menurut fungsi/peranan | 5 |
| 2.2.2. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan | 6 |
| 2.2.3. Sistem jaringan jalan | 7 |
| 2.2.3.1. Sistem jaringan jalan primer | 7 |
| 2.2.3.2. Sistem jaringan jalan sekunder | 9 |
| 2.2.4. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan | 11 |
| 2.2.5. Persyaratan ruang jalan | 12 |
| 2.3. Perencanaan Perkerasan Jalan Raya | 14 |
| 2.3.1. Jenis dan fungsi perkerasan | 15 |
| 2.3.2. Perkerasan lentur | 15 |
| 2.3.3. Sifat perkerasan lentur | 19 |
| 2.3.4. Jenis struktur perkerasan lentur | 20 |
| 2.4. Perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga | viii |

| | |
|---|----|
| 2017 (Manual Perkerasan Jalan 2017) | 21 |
| 2.4.1. Umur Rencana | 21 |
| 2.4.2. Lalu Lintas | 22 |
| 2.4.2.1. Analisis volume lalu lintas | 23 |
| 2.4.2.2. Pertumbuhan lalu lintas | 24 |
| 2.4.2.3. Lalu lintas pada lajur rencana | 25 |
| 2.4.2.4. Factor ekivalen beban (<i>vechile damage factor</i>) | 26 |
| 2.4.3. Beban Sumbu Standar Kumulatif | 27 |
| 2.4.4. Menentukan Jenis Perkerasan | 28 |
| 2.4.5. Menentukan Desain Pondasi | 29 |
| 2.4.6. Desain Tebal Perkerasan | 30 |
| 2.5. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO 1993 | 33 |
| 2.5.1. <i>Traffic</i> | 34 |
| 2.5.2. <i>Structural Number</i> (SN) | 39 |
| 2.5.3. Lalu Lintas Rencana | 41 |
| 2.5.4. Angka Ekivalen (E) | 41 |
| 2.5.5. <i>Reliability</i> | 41 |
| 2.5.6. <i>Serviceability</i> | 43 |
| 2.5.7. Jumlah Jalur Rencana | 44 |
| 2.5.8. Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a) | 44 |
| 2.5.9. Modulus Resilien | 45 |
| 2.5.10. Tebal Perkerasan | 47 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 49 |
| 3.1. Persiapan | 49 |
| 3.2. Identifikasi Masalah | 49 |
| 3.3. Bagan Alir Penelitian | 50 |
| 3.4. Pengumpulan Data | 53 |
| 3.5. Perancangan Teknik | 53 |
| 3.6. Lokasi Penelitian | 54 |
| 3.7. Analisa Data | 55 |
| BAB 4 ANALISA DATA | 56 |
| 4.1. Perhitungan tebal lapis perkerasan lentur menggunakan Metode Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 | |

| | |
|--|----|
| (Bina Marga 2017) | 56 |
| 4.1.1. Data lalu lintas | 56 |
| 4.1.2. Rencana jumlah kendaraan dalam periode akhir umur rencana (20 tahun) | 57 |
| 4.1.3. Penentuan dan pemilihan jenis perkerasan | 59 |
| 4.1.4. Menentukan desain pondasi | 60 |
| 4.1.5. Menentukan desain tebal perkerasan jalan | 63 |
| 4.1.6. Hasil Desain Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017 pada jalan | 64 |
| 4.2. Perhitungan tebal perkerasan lentur (<i>flexible pavement</i>) Metode AASHTO 1993 | 64 |
| 4.2.1. Parameter – parameter | 64 |
| 4.2.2. Koefisien kekuatan relative lapisan (a) | 69 |
| 4.2.3. Mencari indeks tebal perkerasan (<i>Structural Number</i> (SN)) | 69 |
| 4.2.4. Perhitungan tebal perhitungan | 69 |
| 4.3. Perbandingan hasil AASHTO 1993 dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 | 70 |
| BAB 5 PENUTUP | 72 |
| 5.1. Kesimpulan | 72 |
| 5.2. Saran | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi jalan | 6 |
| Tabel 2.2 Kriteria dan dimensi ruang – ruang jalan | 12 |
| Tabel 2.3 Ukuran bagian – bagian ruang milik jalan | 13 |
| Tabel 2.4 Lebar minimum badan jalan | 13 |
| Tabel 2.5 Lebar jalan dan bahu jalan antar kota | 14 |
| Tabel 2.6 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku | 15 |
| Tabel 2.7 Umur rencana jalan baru | 22 |
| Tabel 2.8 Klasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya | 23 |
| Tabel 2.9 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%) | 25 |
| Tabel 2.10 Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) | 25 |
| Tabel 2.11 Faktor distribusi laju | 26 |
| Tabel 2.12 Pengumpulan data beban gandar | 27 |
| Tabel 2.13 Pemilihan jenis perkerasan | 28 |
| Tabel 2.14 Desain pondasi jalan minimum | 29 |
| Tabel 2.15 Bagan desain 3 : desain perkerasan lentur opsi biaya minimum dengan CTB | 30 |
| Tabel 2.16 Bagan desain 3A : lapisan perkerasan lentur dengan HRS | 31 |
| Tabel 2.17 Bagan desain 3B : desain perkerasan lentur aspal dengan lapis pondasi berbutir | 32 |
| Tabel 2.18 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga | 35 |
| Tabel 2.19 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga | 36 |
| Tabel 2.20 Umur rencana perkerasan jalan baru | 38 |
| Tabel 2.21 Faktor distribusi lajur (DL) | 38 |
| Tabel 2.22 Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam – macam klasifikasi jalan | 42 |
| Tabel 2.23 Harga simpang baku | 43 |
| Tabel 2.24 Terminal serviceability index (pt) | 43 |
| Tabel 2.25 Jumlah lajur rencana berdasarkan lebar perkerasan | 44 |
| Tabel 2.26 Koefisien kekuatan relative lapisan (a) | 44 |
| Tabel 2.27 Tebal lapis perkerasan minimum | 47 |
| Tabel 3.1 Inventaris sumber data penelitian | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.1 Data lalu lintas ruas Jalan Kedah – Kong Bur Tahun 2020 | 56 |
| Tabel 4.2 Data lalu lintas Jalan Kedah – Kong Bur Tahun 2020 | 56 |
| Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Vechile Damage Factor</i> | 57 |
| Tabel 4.4 Faktor distribusi lajur | 58 |
| Tabel 4.5 Nilai kumulatif beban sumbu selama standar ekivalen umur rencana | 59 |
| Tabel 4.6 Data CBR rata – rata | 60 |
| Tabel 4.7 CBR tanah dasar metode grafis | 60 |
| Tabel 4.8 Solusi desain pondasi jalan minimum | 62 |
| Tabel 4.9 Bagan Desain- 3B : Desain tebal perkerasan lentur | 63 |
| Tabel 4.10 Tebal perkerasan lentur Metode Bina Marga 2017, Metode AASHTO 1993 dan Lapangan | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Lapisan kontruksi perkerasan lentur | 16 |
| Gambar 2.2 Struktur perkerasan lentur | 20 |
| Gambar 2.3 Nomogram untuk menentukan SN perkerasan lentur | 40 |
| Gambar 2.5 Modulus Resilient | 46 |
| Gambar 2.4 Variasi koefisien lapisan lapis pondasi bawah | 46 |
| Gambar 2.5 Variasi koefisien lapisan lapis pondasi atas | 47 |
| Gambar 3.1 Bagan alir penelitian | 50 |
| Gambar 3.2 Diagram alir perancangan tebal perkerasan Metode Bina Marga 2017 | 51 |
| Gambar 3.3 Diagram alir perancangan tebal perkerasan Metode AASHTO 1993 | 52 |
| Gambar 3.4 Peta lokasi Gayo Lues | 54 |
| Gambar 3.5 Peta jalan kedah – kong bur yang menghubungkan kecamatan cinta maju dan kecamatan blangjerango | 55 |
| Gambar 4.1 Grafik CBR | 61 |
| Gambar 4.2 Detail Perkerasan Metode Bina Marga 2017 | 64 |
| Gambar 4.3 Grafik Modulus Resilient | 66 |
| Gambar 4.3 Grafik korelasi koefisien lapis pondasi atas | 67 |
| Gambar 4.4 Grafik korelasi koefisien lapis pondasi bawah | 68 |
| Gambar 4.6 Detail perkerasan Metode AASHTO 1993 | 70 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan sarana terpenting dari transportasi darat, dengan adanya jalan akses dari daerah satu ke daerah lainnya menjadi semakin mudah. Perkembangan jalan dari waktu ke waktu juga semakin meningkat pesat. Perkembangan transportasi darat dan perkembangan aktivitas manusia juga diikuti dengan adanya perbaikan, pelebaran dan pembukaan jalan-jalan baru, seperti yang terjadi di Kota Blangkejeren Kabupaten Gayo Lues Provinsi Aceh.

Kebutuhan jalan sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil yang merupakan sentral produksi pertanian. Begitu halnya di Daerah Kabupaten Gayo Lues, Provinsi Aceh, transportasi sebagai salah satu sarana penunjang dalam pembangunan suatu wilayah yang sedang berkembang dan sangat potensial dengan kekayaan sumber daya alam, industri, pertanian dan perkebunannya.

Salah satu pembangunan jalan di Gayo Lues yang dijadikan prioritas pembangunan di Tahun 2021 yaitu jalan Kedah – Kong Bur, jalan ini diharapkan rampung pada Tahun 2021 dengan panjang jalan sekitar 6,5 Km. Jalan ini akan menghubungkan 2 (dua) Kecamatan, yaitu Kecamatan Cinta Maju dan Kecamatan Blangjerango. Kecamatan Cinta Maju yang arahan pengembangannya akan dijadikan sebagai Pusat Perdagangan, Industri dan jasa akan terkoneksi dengan baik dan akses jalan yang memadai dengan Kecamatan Blangjerango yang merupakan salah satu Kecamatan dengan hasil pertanian minyak sere wangi, kakao, nilam dan juga pusat industri hasil pertambangan mineral.

Dalam pembangunan jalan Kedah – Kong Bur tersebut sangat penting diperhatikan perhitungan tebal perkerasan jalan tersebut, karena selain merupakan jalan kolektor yang dilewati kendaraan sedang dan berat, jalan tersebut juga memiliki volume lalu lintas harian yang cukup tinggi sehingga

dengan adanya perencanaan yang baik lapis perkerasan yang direncanakan diharapkan mampu bertahan sesuai masa layannya.

Banyak metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan jalan antara lain metode ASSHTO, metode analisa komponen, metode bina marga dan metode lainnya. Pada tulisan ini digunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017. Selain itu, metode penentuan perkerasan jalan juga akan dianalisis dengan metode AASHTO 1993 yang merupakan metode perkerasan untuk perkerasan jalan baru dengan parameter beban gandar standar ekivalen (ESAL).

Berdasarkan hal di atas, Penulis bermaksud untuk memaparkan proses perencanaan lapisan perkerasan jalan tersebut dan menjelaskan kondisi-kondisi dan kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan pembangunan jalan tersebut sehingga diketahui metode perencanaan yang efektif demi hasil yang terbaik dan tetap ekonomis serta memenuhi syarat dan standar perencanaan perkerasan jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993 untuk perkerasan jalan baru?
2. Bagaimana Perbandingan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993?
3. Bagaimana Perbandingan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993 jika dibandingkan dengan tebal perkerasan yang dilaksanakan dilapangan?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dan agar tidak terlalu jauh pembahasan hasil analisisnya, maka diperlukan penentuan ruang lingkup

permasalahan pada penulisan ini, dan aspek yang di tinjau dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tebal perkerasan lentur dihitung dengan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993 untuk perkerasan jalan baru.
2. Perbandingan tebal perkerasan lentur dilakukan dengan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993 untuk perkerasan jalan baru.
3. Melakukan perbandingan dari hasil desain metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993 dengan tebal perkerasan di Lapangan.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui tebal lapis perkerasan lentur dari metode metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993.
2. Untuk mendapatkan perbandingan tebal perkerasan lentur antara metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993.
3. Mengetahui pemilihan metode perencanaan yang efektif berkaitan dengan lokasi penelitian.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai pengertian jalan, jenis dan fungsi perkerasan jalan, konstruksi perkerasan, pelaksanaan perkerasan jalan raya, pengelompokan jalan, kapasitas jalan kota, serta perencanaan tebal lapis perkerasan lentur metode Bina Marga dan metode AASHTO berdasarkan dari referensi-referensi buku yang ada.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Berhubungan dengan metode pelaksanaan penelitian dari awal pengumpulan data, penyajian data dan kemudian dipakai untuk perhitungan perkerasan lentur metode Bina Marga dan metode AASHTO berdasarkan referensi-referensi yang ada.

BAB 4. ANALISA DATA

Pembahasan mengenai hasil analisa dari perhitungan tebal perkerasan lentur metode Bina Marga dan metode AASHTO dan umur rencana, serta membandingkan antara kedua metode tersebut.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Menarik kesimpulan berdasarkan analisa data, dan saran yang berisikan tindak lanjut terhadap hasil yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Penyelenggaraan jalan bermaksud semua kerja - kerja yang terlibat bagi tujuan mengekalkan keadaan jalan (sejauh mana boleh) seperti keadaan asalnya dari segi ciri-ciri geometri dan juga kekuatan strukturnya (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Pada bab ini penyusunan tinjauan pustaka dimaksudkan sebagai peninjauan kembali pustaka-pustaka yang terkait dalam perencanaan suatu jalan, khususnya dalam hal ini adalah Perencanaan Ruas Jalan Kedah – Kong Bur. Dasar tinjauan itu sendiri diambil dari referensi buku-buku terkait dan peraturan-peraturan standar yang berlaku di Indonesia.

Adapun aspek yang perlu ditinjau dalam perhitungan peningkatan ruas Jalan Kedah – Kong Bur adalah aspek perkerasan jalan.

2.2. Aspek Jaringan Jalan Dan Klasifikasi Fungsi Jalan

2.2.1. Klasifikasi jalan menurut fungsi/peranan

Berdasarkan Peraturan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004) tentang jalan, klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi menjadi empat jalan.

a. Jalan arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanannya jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk ke jalan ini sangat dibatasi secara berdaya guna.

b. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan Lingkungan.

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk dibatasi.

2.2.2. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

- 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 dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Klasifikasi Jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

| Kelas Jalan | Fungsi Jalan | Dimensi maksimum dan muatan sumbu terberat (MST) kendaraan bermotor yang harus ditampung | | | |
|-------------|-------------------------|--|--------------|-----------|--|
| | | Lebar (mm) | Panjang (mm) | MST (ton) | Tinggi (mm) |
| I | Arteri | 2500 | 18000 | > 10 | 4200 dan tidak lebih tinggi dari 1,7 x lebar kendaraan |
| II | | 2500 | 18000 | ≤ 10 | |
| II A | Arteri atau kolektor | 2500 | 18000 | ≤ 8 | |
| III B | Kolektor | 2500 | 12000 | ≤ 9 | |
| III C | Kolektor dan Lingkungan | 2100 | 9000 | ≤ 10 | |

Catatan :

- Dalam keadaan tertentu daya dukung jalan (MST) kelas III C dapat ditetapkan lebih rendah dari 8 ton.
- Panjang maksimum keadaan penarik 12000, jika ditambah gendeng atau tempelan maka panjang maksimum tidak boleh lebih dari 18000 mm.

2.2.3.Sistem jaringan jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hirarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan pedesaan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

2.2.3.1.Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer adalah sistem jaringan jalan yang disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut.

1. Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan.
2. Menghubungkan antarpusat kegiatan nasional

Sistem jaringan jalan primer terdiri atas jalan arteri primer, jalan kolektor primer, dan jalan lokal primer.

a. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer adalah jalan yang secara efisien menghubungkan antara pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. (Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain:

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 60 km/jam.

- b) Lebar badan jalan paling rendah 11 meter.
- c) Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- d) Lalu lintas jarak jauh tidak terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.
- e) Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien (jarak antar jalan masuk/akses langsung minimum 500 meter), agar kecepatan dan kapasitas dapat terpenuhi.
- f) Persimpangan dengan jalan lain dilakukan pengaturan tertentu, sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- g) Tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan.

b. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang secara efisien menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah atau menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. (Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain:

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 40 km/jam.
- b) Lebar badan jalan paling rendah 9 meter.
- c) Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- d) Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan (jarak antar jalan masuk/akses langsung minimum 400 meter).
- e) Persimpangan dengan jalan lain dilakukan pengaturan tertentu, sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- f) Tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan.
- g) Persyaratan teknis jalan masuk dan persimpangan ditetapkan oleh Menteri

c. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer adalah jalan menghubungkan pusat kegiatan nasional

dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. (Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 20 km/jam.
- b) Lebar badan jalan paling rendah 7,5 meter.
- c) Tidak terputus walaupun memasuki desa.

d. Jalan Lingkungan Primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 15 km/jam.
- b) Lebar badan jalan paling rendah 6,5 meter.
- c) Bila tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih, lebar badan jalan paling rendah 3,5 meter.

2.2.3.2.Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Sistem jaringan jalan sekunder terdiri atas jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, jalan lokal sekunder, dan jalan lingkungan sekunder.

a. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan antara kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder

kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Persyaratan minimum untuk desain:

1. Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 30 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter.
2. Kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
3. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

b. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Persyaratan minimum untuk desain:

1. Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter.
2. Kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
3. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

c. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan. Persyaratan minimum untuk disain yaitu kecepatan rencana (V_R) paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 meter (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

d. Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder adalah jalan menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Persyaratan minimum untuk disain yaitu kecepatan rencana (V_R) paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5 meter (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

2.2.4. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

Jaringan jalan menurut status jalan dikelompokkan menjadi jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional terdiri atas:

- a. Jalan arteri primer
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi
- c. Jalan tol
- d. Jalan strategis nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota.
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten dan kota.
- c. Jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi.
- b. Jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antaribukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antardesa.
- c. Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota.
- d. Jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan

kawasan dan/atau antarpemukiman di dalam desa.

2.2.5. Persyaratan Ruang Jalan

Persyaratan ruang jalan diperlukan dalam rangka untuk menentukan batasan-batasan ukuran tiap-tiap bagian jalan agar sesuai dengan klasifikasi jalan yang direncanakan (Pattipeilohy et al., 2019).

Seperti halnya klasifikasi jalan, persyaratan ruang ini juga telah diatur dalam perundang-undangan yang berlaku terutama dalam (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004) yang dimaksud meliputi:

- a. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)
- b. Ruang Milik Jalan (Rumija)
- c. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Kriteria dan dimensi dari masing-masing ruang jalan yang disarikan dari (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004) dapat dilihat pada Tabel 2.2. Persyaratan yang lebih spesifik lagi mengenai dimensi bagian-bagian ruang milik jalan (Rumija) dan lebar minimum badan jalan yang diatur dalam (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004) adalah seperti pada Tabel 2.2 – 2.4.

Tabel 2.2: Kriteria dan Dimensi Ruang – Ruang Jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

| Ruang Jalan | | Peruntukan | Ukuran |
|-------------|--|--|---|
| RUMAJA | Badan Jalan (dilengkapi Ruang Bebas) + | Pelayanan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (termasuk: median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan & galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap) | (Arteri & Kolektor), Lebar Rumaja = lebar badan jalan |
| | | | (Arteri & Kolektor), Tinggi minimum = 5,00m |
| | | | (Arteri & Kolektor), kedalaman minimum = 1,50m |

| Ruang Jalan | | Peruntukan | Ukuran | | | |
|-------------|------------------------------|---|---|------------|--------------|-------------|
| | Saluran Tepi Jalan+ | Penampungan dan penyaluran air agar badan jalan bebas air | Disesuaikan dengan lebar muka jalan dan keadaan lingkungan. Dalam hal tertentu, dapat dipakai sebagai saluran lingkungan. | | | |
| | Ambang Pengaman | Pengaman konstruksi | Tergantung situasi | | | |
| RUMIJA | RUMAJA + sejalar tertentu | Rumaja, pelebaran jalan, penambahan jalu LL, pengamanan | Lebar Minimum (m) | | | |
| | | | Jalan bebas hambatan | Jalan raya | Jalan sedang | Jalan kecil |
| | | | 30 | 25 | 15 | 11 |
| RUWASJA | Ruang tertentu diluar RUMIJA | Pandangan bebas pengemudi, pengaman konstruksi, dan pengaman fungsi jalan | Lebar Minimum (m) | | | |
| | | | Dalam sistem jaringan jalan primer | | | |
| | | | Arteri | Kolektor | Lokal | Lingkungan |
| | | | 15 | 10 | 7 | 5 |
| | | | Dalam sistem jaringan jalan sekunder | | | |
| | | | 15 | 5 | 3 | 2 |
| Jembatan | | 100 m kehilir dan 100 m ke Hulu | | | | |

Tabel 2.3: Ukuran bagian-bagian ruang milik jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

| | Jalan bebas hambatan | Jalan raya | Jalan sedang | Jalan kecil |
|------------------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------------|
| Fungsi Jalan | Arteri & Kolektor | Arteri & Kolektor | Lokal | Lokal & Lingkungan |
| Lebar RUMIJA (m) | 30 | 25 | 15 | 11 |
| Lebar Jalur (m) | 2(2x3,5) | 2(2x3,5) | 7 | 5,5 |
| Lebar Median (m) | 3 | 2 | - | - |
| Lebar Bahu Luar (m) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Lebar Saluran Tepi (m) | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,75 |
| Ambang Pengaman (m) | 2,5 | 1 | 0,5 | - |
| Marginal Strip | 0,5 | 0,25 | - | - |

Table 2.4: Lebar Minimum Badan Jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

| Fungsi Jalan | Jenis Angkutan Dilayani | Jarak Perjalanan | Persimpangan Sebidang | Jumlah Akses | Lebar Badan Jalan Minimum (m) |
|--------------|-------------------------|------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|
| Arteri | Angkutan Utama | Jauh | Diatur | Dibatasi | 11.00 |
| Kolektor | Pengumpul atau Pembagi | Sedang | | | 9.00 |
| Lokal | Angkutan Setempat | Dekat | Tidak Diatur | Tidak Dibatasi | 7.50 |

| Fungsi Jalan | Jenis Angkutan Dilayani | Jarak Perjalanan | Persimpangan Sebidang | Jumlah Akses | Lebar Badan Jalan Minimum (m) |
|--------------|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|-------------------------------|
| Lingkungan | Angkutan Lingkungan | | | | 3.5-6.5 |

Sedangkan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota No. 038/TBM/1997 (Kementerian PUPR, 2017), lebar jalur dan bahu jalan antarkota yang diisyaratkan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Lebar Jalur dan Bahu Jalan Antarkota (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

| LHRT | Arteri | | | | Kolektor | | | | Lokal | | | |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | Lebar Ideal | | Lebar Minimum | | Lebar Ideal | | Lebar Minimum | | Lebar Ideal | | Lebar Minimum | |
| | Jalur | Bahu | Jalur | Bahu | Jalur | Bahu | Jalur | Bahu | Jalur | Bahu | Jalur | Bahu |
| (<i>smp/hari</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) | (<i>m</i>) |
| <3.000 | 6,00 | 1,50 | 4,50 | 1,00 | 6,00 | 1,50 | 4,50 | 1,00 | 6,00 | 1,0 | 4,50 | 1,00 |
| 3.000-10.000 | 7,00 | 2,00 | 6,00 | 1,50 | 7,00 | 1,50 | 6,00 | 1,50 | 7,00 | 1,50 | 6,00 | 1,00 |
| 10.001-25.000 | 7,00 | 2,00 | 7,00 | 2,00 | 7,00 | 2,00 | - | - | - | - | - | - |
| >25.000 | 2nx3,50*) | 2,50 | 2nx3,50 | 2,00 | 2nx3,50*) | 2,00 | - | - | - | - | - | - |

Keterangan:

*) = dua jalur terbagi, masing-masing $n \times 3,50\text{m}$, dimana n = jumlah lajur perjalur

***) = mengacu kepada persyaratan ideal

- = tidak ditentukan

2.3. Perencanaan Perkerasan Jalan Raya

Struktur perkerasan jalan adalah bagian konstruksi jalan yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya keseluruh tanah dasar (Mantiri et al., 2019).

2.3.1. Jenis dan Fungsi Perkerasan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku (Sukirman, 2010)

| | Perkerasan Lentur | Perkerasan Kaku |
|-----------------------|--|--|
| Bahan Pengikat | Aspal | Semen |
| Repetisi Beban | Timbul <i>Rutting</i> (lendutan pada jalur roda) | Timbul retak-retak pada permukaan |
| Penurunan Tanah Dasar | Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar) | Bersifat sebagai balok di atas perletakan |
| Perubahan Temperatur | Modulus kekakuan berubah Timbul tegangan dalam yang kecil | Modulus kekakuan tidak berubah Timbul tegangan dalam yang besar |

2.3.2. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur atau *flexible pavement* adalah salah satu jenis perkerasan yang menjadikan aspal sebagai bahan pengikatnya, sifat lapisan perkerasannya menopang serta menyebarkan beban kendaraan yang melintas sampai ke tanah dasar. Perkerasan lentur umumnya digunakan pada lalu lintas

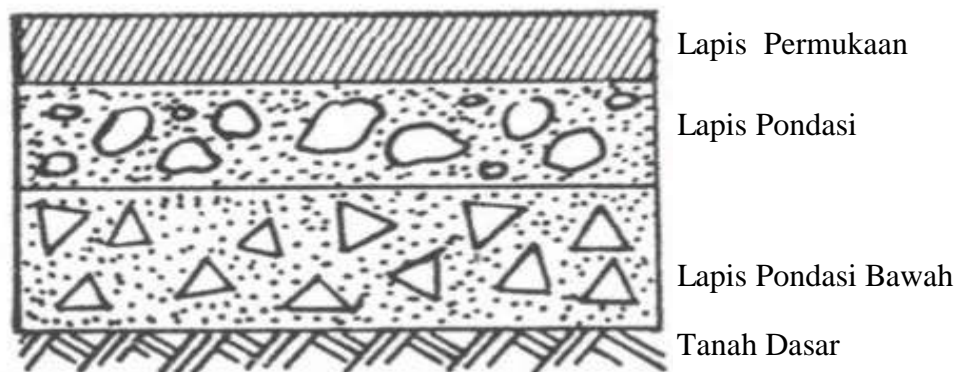
ringan yang memiliki beban kecil sebab, beban kendaraan berat serta kondisi cuaca sangat berpengaruh pada strukturnya (Sukirman, 2010).

Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yang dihamparkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan terlebih dahulu. Beberapa lapisan itu berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas yang kemudian akan disebarkan ke lapisan yang ada di bawahnya (Sukirman, 2010).

Perencanaan perkerasan lentur dengan menggunakan metode bina marga dilakukan melalui beberapa urutan prioritas, sebelum merencanakan diperlukan nilai hasil dari urutan yang di prioritaskan, diantaranya: Jenis kerusakan jalan, survey lalu lintas harian rata-rata, beban kumulatif sumbu kendaraan (ESA_4), kelelahan pada lapisan aspal (ESA_5), harga CBR dan daya dukung tanah dasar (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Untuk perhitungan dalam perencanaan dengan metode bina marga telah disesuaikan dan ditetapkan dalam spesifikasi setiap jenis perkerasan serta penanganannya yang dipaparkan dalam Manual Desain Perkerasan tahun 2017.

Bentuk konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur (Sukirman, 2010)

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi (Program et al., 2020).

Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi antara lain:

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

3. Lapisan pondasi bawah (*sub base course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak, atau lapisan tanah yang distabilisasi. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar

beban roda.

- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar, lapis pondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Tanah dasar ini dapat terbentuk dari tanah asli yang dipadatkan (pada daerah galian) ataupun tanah timbun yang dipadatkan (pada daerah urugan). Mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri serta kemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat (Bogor, 1993).

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas untuk jenis tanah tertentu.

- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi (Sukirman, 2010).

2.3.3. Sifat Perkerasan Lentur

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori - pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Dengan demikian, aspal haruslah memiliki daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik (Apriyatno, 2015).

- a. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya.

- b. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

- c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis

yang sama.

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Jadi selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi (Sukirman, 2010).

2.3.4. Jenis Struktur Perkerasan Lentur

Jenis struktur pada perkerasan lentur terdiri dari tiga, antara lain:

1. Perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Perkerasan pada timbunan.
3. Perkerasan pada galian.

Dari beragam tipikal diatas, kita dapat memilih dan merencanakan berdasarkan kondisi tanah asli di lokasi proyek. Sebab tanah dasar dijadikan sebagai pondasi, maka untuk penguatan perlu dilakukan perbaikan tanah dasar atau diberikan lapis penopang jika memang diperlukan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).



Gambar 2.2: Struktur Perkerasan Lentur (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

Keterangan:

- AC WC : *Asphaltic Concrete Wearing Course* / Laston lapis aus.
- AC BC : *Asphaltic Concrete Binder Course* / Laston lapis antara.

- AC Base : *Asphaltic Concrete Base Course* / Laston lapis pondasi.
- CTB : *Cement Treated Base*.
- LFA Kelas A : Lapis Fondasi Agregat Kelas A.
- LFA Kelas B : Lapis Fondasi Agregat Kelas B.
- Tanah Dasar : Tanah yang merupakan dasar untuk penghampanan struktur perkerasan di atasnya.
- Lapis Penopang : Lantai kerja pada lapis pondasi bawah, berfungsi untuk meminimalkan efek tanah dasar ke struktur perkerasan.

2.4. Perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga 2017 (Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017) Nomor 04/SE/Db/2017)

Prosedur – prosedur desain tebal perkerasan lentur bina marga 2017 adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan umur rencana
- b. Tentukan nilai-nilai ESA_4 dan atau ESA_5 sesuai umur rencana yang dipilih
- c. Tentukan tipe perkerasan
- d. Tentukan segmen tanah dasar dengan daya dukung yang seragam
- e. Tentukan struktur fondasi perkerasan
- f. Tentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat dari Bagian Desain – 3 atau Bagan Desain lainnya yang sesuai
- g. Ulangi langkah 5 sampai 6 untuk setiap segmen yang seragam.

2.4.1. Umur Rencana

Pada perkerasan jalan baru umur rencana minimal 20 tahun, seperti yang tertera pada table dibawah ini (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Tabel 2.7: Umur Rencana Jalan Baru (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

Catatan:

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

2.4.2. Lalu Lintas

Data lalu lintas diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah:

- a. Beban gandar kendaraan komersial.
- b. Volume lalu lintas dalam beban sumbu standar berdasarkan jenis kendaraan.

Tabel 2.8: klasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| Golongan | Jenis Kendaraan |
|----------|---|
| 1 | Sepeda Motor |
| 2,3,4 | Sedan / Angkot / Pickup / Station Wagon |
| 5A | Bus Kecil |
| 5B | Bus Besar |
| 6A | Truk 2 Sumbu - Ringan |
| 6B | Truk 2 Sumbu - Berat |
| 7A | Truk 3 Sumbu |
| 7B | Truk Gandeng |
| 7C | Truk Trailer |

2.4.2.1. Analisis Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu:

1. Lalu lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT), yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{365} \quad (2.1)$$

LHRT dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median.

2. Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR), yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \quad (2.2)$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median.

Data LHR cukup akurat jika:

- a. pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama 1 tahun.
- b. hasil LHR yang dipergunakan dalam perencanaan adalah harga rata-rata dari beberapa kali pengamatan atau telah melalui kajian lalu lintas.

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017):

1. Survei lalu lintas dengan durasi minimal 7 x 24 jam yang mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B).
2. Hasil–hasil survei lalu lintas sebelumnya.
3. Nilai perkiraan untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

Analisis untuk penentuan volume lalu lintas dilakukan pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata–rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k. Perkiraan volume lalu lintas harus dilaksanakan secara realistis. Rekayasa data lalu lintas untuk meningkatkan justifikasi ekonomi tidak boleh dilakukan untuk kepentingan apapun. Jika terdapat keraguan terhadap data lalu lintas maka perencana harus membuat survey cepat secara independen untuk memverifikasi data tersebut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

2.4.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka dapat menggunakan tabel berikut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Tabel 2.9: Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| | Jawa | Sumatera | Kalimantan | Rata-rata Indonesia |
|----------------------|------|----------|------------|---------------------|
| Arteri dan Perkotaan | 4,80 | 4,83 | 5,14 | 4,75 |
| Kolektor rural | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| Jalan Desa | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) (Anai et al., 2019)

| Umur Rencana (Tahun) | Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%) | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 5 | 5 | 5,2 | 5,4 | 5,4 | 5,9 | 6,1 |
| 10 | 10 | 10,9 | 12 | 13,2 | 14,5 | 15,9 |
| 15 | 15 | 17,3 | 20 | 23,3 | 27,2 | 31,8 |
| 20 | 20 | 24,3 | 29,8 | 36,8 | 45,8 | 57,3 |
| 25 | 25 | 32 | 41,6 | 54,9 | 73,1 | 98,3 |
| 30 | 30 | 40,6 | 56,1 | 79,1 | 113,3 | 164,5 |
| 35 | 35 | 50 | 73,7 | 111,4 | 172,3 | 271 |

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dapat dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad (2.3)$$

Dengan:

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas (%)

UR : Umur rencana (tahun)

2.4.2.3. Laju Lintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD)

umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi - lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi – lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.10 Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana (Spesifikasi Umum Bina, 2018).

Table 2.11: Faktor Distribusi Laju (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

2.4.2.4.Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vechile Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana. Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survey beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survey beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Ketentuan pengumpulan data beban gandar ditunjukkan pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Pengumpulan Data Beban Gandar (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

Data beban gandar dapat diperoleh dari:

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

Timbangan survei beban gandar yang menggunakan sistem statis harus mempunyai kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimum 18 ton atau kapasitas beban sumbu tunggal minimum 35 ton. Tingkat pembebanan faktual berlebih diasumsikan berlangsung sampai tahun 2020. Setelah tahun 2020, diasumsikan beban kendaraan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton.

2.4.3. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut: Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga:

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.4)$$

Dengan:

ESATH-1 = Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama

LHRJK = Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDFJK = Faktor Ekivalen Beban (*Vechile Damage Factor*) tiap jenis

- kendaraan niaga
- DD = Faktor distribusi arah
- DL = Faktor distribusi lajur
- CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

2.4.4. Menentukan Jenis Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Pemilihan jenis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13: Pemilihan Jenis Perkerasan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| Struktur Perkerasan | Desain | ESA 20 tahun (juta) | | | | |
|--|----------|---------------------|-------|------|-------|-----|
| | | 0-0.5 | 0.1-4 | 4-10 | 10-30 | >30 |
| Perkerasan kaku dengan | 4 | | | 2 | 2 | 2 |
| Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa | 4A | | 1.2 | | | |
| AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan | 3 | | | | 2 | |
| AC dengan CTB (pangkat | 3 | | | 2 | | |
| AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi | 3A | | | 1.2 | | |
| AC atau HRS tipis diatas | 3 | | 1.2 | | | |
| Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau bantuan | Gambar 6 | 3 | 3 | | | |
| Lapis Pondasi Soil | 6 | 1 | 1 | | | |
| Perkerasan tanpa penutup | Gambar 6 | 1 | | | | |

Keterangan:

- 2 = Kontraktor kecil – medium
- 3 = Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai

4 = Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus spesialis BURDA

2.4.5. Menentukan Desain Pondasi

Dalam (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017) sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan nilai CESAL yang akan diterima perkerasan. Dalam menentukan pondasi tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14: Desain pondasi jalan minimum (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| CBR Tanah Dasar (%) | Kelas Kekuatan Tanah Dasar | Uraian Struktur Fondasi | Perkerasan Lentur | | | Perkerasan Kaku |
|--|----------------------------|---|---|------|------|--|
| | | | Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5) | | | Stabilisasi Semen |
| | | | <2 | 2-4 | >4 | |
| | | | Tebal minimum perbaikan tanah dasar | | | |
| ≥6 | SG6 | Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan spesifikasi umum devisi 3-pekerjaan tanah) (pemadatan lapisan ≤200 mm tebal gembur) | Tidak diperlukan perbaikan | | | 300 |
| 5 | SG5 | | - | - | 100 | |
| 4 | SG4 | | 100 | 150 | 200 | |
| 3 | SG3 | | 150 | 200 | 300 | |
| 2,5 | SG2,5 | | 175 | 250 | 350 | |
| Tanah ekspansif (potensi pemuaian >5%) | | | 400 | 500 | 600 | Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur |
| Perkerasan di atas tanah lunak | | Lapis penopang | 1000 | 1100 | 1200 | |
| | | Atau lapis penopang dan geogrid | 650 | 750 | 850 | |
| Tanah gambut dengan HRS atau DBTS untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum ketentuan lain berlaku) | | Lapis penopang berbutir | 1000 | 1250 | 1300 | |

Catatan:

1. Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal, syarat tambahan mungkin berlaku
2. Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah
3. Menggunakan nilai CBR insitu, karena nilai CBR rendaman tidak relevan
4. Permukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2,5% dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2,5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4 jt ESA, tanah SG1 memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2,5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6
5. Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.

2.4.6. Desain Tebal Perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan untuk perkerasan lentur dihitung berdasarkan nilai CESAL umur rencana kemudian tebal struktur perkerasan menggunakan bagan desain 3, 3a, dan 3b pada (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Pada Tabel 2.15 – 2.17 dibawah ini dapat dilihat desain tebal perkerasan lentur.

Tabel 2.15: Bagan Desain 3: Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB.

| | F1 ² | F2 | F3 | F4 | F5 |
|---|--|---|---------|----------|---------|
| | Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA ₅ lihat bagan desain 3A-3B dan 3C | Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku | | | |
| Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA ₅) | >10-30 | >30-50 | >50-100 | >100-200 | 200-500 |

| | F1 ² | F2 | F3 | F4 | F5 |
|-----------------------------|--|---|-----|-----|-----|
| | Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA ₅ lihat bagan desain 3A-3B dan 3C | Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku | | | |
| Jenis permukaan berpengikat | AC | AC | | | |
| Jenis lapis Fondasi | Cement Treated Base (CTB) | | | | |
| AC WC | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 |
| AC BC ⁴ | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| AC BC atau AC Base | 75 | 100 | 125 | 160 | 220 |
| CTB | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Fondasi Agregat Kelas A | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |

Catatan:

1. Ketentuan – ketentuan struktur Fondasi Bagan Desain -2 berlaku.
2. CTB mungkin tidak ekonomis untuk jalan dengan beban lalu lintas <10 juta ESA₅. Rujuk Bagan Desain -3A, 3B dan 3C sebagai alternative.
3. Pilih Bagan Desain -4 untuk solusi perkerasan kaku dengan pertimbangan *life cycle cost* yang lebih rendah untuk kondisi tanah dasar biasa (bukan tanah lunak).
4. Hanya kontraktor yang cukup berkualitas dan memiliki akses terhadap peralatan yang sesuai dan keahlian yang diizinkan melaksanakan pekerjaan CTB. LMC dapat digunakan sebagai pengganti CTB untuk pekerjaan di area sempit atau jika disebabkan oleh ketersediaan alat.
5. AC BC harus dihampar dengan tebal padat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm.

Tabel 2.16: Bagan Desain 3A: Lapisan perkerasan lentur dengan HRS (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| | | |
|--|----------------------------|-----------------|
| Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA ₅) | FFI < 0,6 | 0,5 ≤ FFI ≤ 4,0 |
| Jenis permukaan | HRS atau Penetrasi makadam | HRS |
| Struktur perkerasan | Tebal Lapisan (mm) | |

| Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6CESA_5) | FFI < 0,6 | $0,5 \leq \text{FFI} \leq 4,0$ |
|---|-----------|--------------------------------|
| HRS WC | 50 | 30 |
| HRS Base | - | 35 |
| LFA Kelas A | 150 | 250 |
| LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilkan dengan CBR > $10\%^3$ | 150 | 125 |

Catatan:

1. Bagan Desain -3A merupakan alternatif untuk daerah yang HRS menunjukkan riwayat kinerja yang baik dan daerah yang dapat menyediakan material yang sesuai (*gap graded mix*).
2. HRS tidak sesuai untuk jalan dengan tanjakan curam dan daerah perkotaan dengan beban lebih besar dari 2 juta ESA_5 .
3. Kerikil alam dengan atau material stabilisasi dengan CBR > 10% dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumberdaya penyedia jasa yang mumpuni tersedia. Ukuran material LPA Kelas B lebih besar daripada Kelas A sehingga lebih mudah mengalami segregasi. Selain itu, ukuran butir material Kelas B. Walaupun dari segi mutu material Kelas A lebih tinggi daripada Kelas B, namun dari segi harga material LPA Kelas A dan B tidak terlalu berbeda sehingga untuk jangka panjang LPA Kelas A dapat menjadi pilihan yang lebih kompetitif.

Tabel 2.17: Bagan desain 3B: desain perkerasan lentur aspal dengan lapis pondasi berbutir (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| | Struktur Perkerasan | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|------------|------|-------|-----------------|--------|--------|---------|----------|
| | FFF1 | FFF2 | FFF3 | FFF4 | FFF5 | FFF6 | FFF7 | FFF8 | FFF9 |
| | Solusi yang dipilih | | | | Lihat Catatan 2 | | | | |
| Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6CESA_5) | <2 | $\geq 2-4$ | >4-7 | >7-10 | >10-20 | >20-30 | >30-50 | >50-100 | >100-200 |
| | Ketebalan Lapis Perkerasan (mm) | | | | | | | | |
| AC WC | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| AC BC | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| AC Base | 0 | 70 | 80 | 105 | 145 | 160 | 180 | 210 | 245 |
| LPA Kelas A | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Catatan | 1 | | | 2 | | | 3 | | |

Catatan Bagan Desain -3B

1. FFF1 atau FFF2 harus lebih diutamakan daripada solusi FF1 dan FF2 (Bagan Desain - 3A) atau dalam situasi jika HRS berpotensi mengalami *rutting*.
2. Perkerasan dengan CTB (Bagan Desain - 3) dan pilihan perkerasan kaku dapat lebih efektif biaya tapi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia.
3. Untuk desain perkerasan lentur dengan beban > 10 juta CESA₅, diutamakan menggunakan Bagan Desain - 3. Bagan Desain - 3B digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Solusi dari FFF5 - FFF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan Desain- 3 atau 4 untuk situasi konstruksi tertentu seperti: (i) perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis pada pelebaran perkerasan lentur eksisting atau, (ii) di atas tanah yang berpotensi konsolidasi atau, (iii) pergerakan tidak seragam (dalam hal perkerasan kaku) atau, (iv) jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.
4. Tebal minimum lapis fondasi agregat yang tercantum di dalam Bagan Desain - 3 dan 3 A diperlukan untuk memastikan drainase yang mencukupi sehingga dapat membatasi kehilangan kekuatan perkerasan pada musim hujan. Kondisi tersebut berlaku untuk semua bagan desain kecuali Bagan Desain - 3 B.
5. Tebal LFA berdasarkan Bagan Desain - 3B dapat dikurangi untuk *subgrade* dengan daya dukung lebih tinggi dan struktur perkerasan dapat mengalirkan air dengan baik (faktor $m \geq 1$). Lihat Bagan desain 3C.
6. Semua CBR adalah nilai setelah sampel direndam 4 hari.

2.5. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 merupakan salah satu metode perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan. Metode ini telah dipakai secara umum diseluruh dunia untuk perencanaan serta diadopsi sebagai standar perencanaan diberbagai negara. Metode AASHTO 1993 pada dasarnya adalah metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris dengan menggunakan parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan diantaranya (Departemen Pekerjaan umum, 2005):

1. *Traffic*
2. Struktural Number
3. Lalu lintas rencana (W_{18})
4. Angka Ekuivalen E
5. *Reliability*
6. *Serviceability*
7. Jumlah jalur rencana
8. Koefisien kekuatan relative lapisan (a)
9. Modulus resilien
10. Tebal perkerasan (D)

2.5.1. *Traffic*

Data dan parameter lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi (Mantiri et al., 2019):

1. Jenis kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan adalah pengelompokan kendaraan berdasarkan beban gandar tiap kendaraan. Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan jalan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

2. Volume lalu-lintas harian rata-rata

Volume lalu-lintas harian rata-rata, jumlah lalu-lintas rata-rata dalam satu hari yang diperoleh dari hasil survey lalu-lintas.

3. Pertumbuhan lalu-lintas tahunan

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (historical growth data) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 2.5. dapat digunakan (2015 – 2035 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad (2.5)$$

Dengan

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

4. Volume lalu-lintas harian rata-rata tahunan

Volume lalu-lintas harian rata-rata selama satu tahun dengan mempertimbangkan factor beban puncak.

5. Vehicle Damage Faktor (VDF)

Vehicle Damage Factor (VDF) adalah nilai kerusakan yang timbul yang diakibatkan oleh satu kali lintasan kendaraan. nilai VDF merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh dalam proses perhitungan untuk menentuan tebal tebal perkerasan.

Tabel 2.18: Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga

| Jenis Kendaraan | | Uraian | Konfigurasi Sumbu | Muatan ² yang diangkut | Kelompok Sumbu | Distribusi Tipikal | | Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA/Kendaraan) | |
|------------------|------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------|---|--|-----------------|
| Klasifikasi Lama | Alternatif | | | | | Semua kendaraan bermotor | Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor | VDF 4 Pangkat 4 | VDF 5 Pangkat 5 |
| 1 | 1 | Sepeda motor | 1.1 | | 2 | 30,4 | | | |
| 2, 3, 4 | 2, 3, 4 | Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon | 1.1 | | 2 | 51,7 | 74,3 | | |
| 5a | 5a | Bus kecil | 1.2 | | 2 | 3,5 | 5,00 | 0,3 | 0,2 |
| 5b | 5b | Bus besar | 1.2 | | 2 | 0,1 | 0,20 | 1,0 | 1,0 |
| 6a. 1 | 6. 1 | Truck 2 sumbu – cargo ringan | 1.1 | muatan umum | 2 | 4,6 | 6,60 | 0,3 | 0,2 |
| 6a. 2 | 6. 2 | Truck 2 sumbu – ringan | 1.2 | tanah, pasir, besi, semen | 2 | | | 0,8 | 0,8 |
| 6b1. 1 | 7. 1 | Truck 2 sumbu – cargo ringan | 1.2 | muatan umum | 2 | - | - | 0,7 | 0,7 |
| 6b1. 2 | 7. 2 | Truck 2 sumbu – sedang | 1.2 | tanah, pasir, besi, semen | 2 | | | 1,6 | 1,7 |
| 6b2. 1 | 8. 1 | Truck 2 sumbu - berat | 1.2 | muatan umum | 2 | 3,8 | 5,50 | 0,9 | 0,8 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----|---|----------|---------------------------|---|-----|------|------|------|
| 6b2.2 | 8.2 | Truck 2 sumbu - berat | 1.2 | tanah, pasir, besi, semen | 2 | | | 7,3 | 11,2 |
| 7a1 | 9.1 | Truck 3 sumbu – ringan | 1.22 | muatan umum | 3 | | | 7,6 | 11,2 |
| 7a2 | 9.2 | Truck 3 sumbu – sedang | 1.22 | tanah, pasir, besi, semen | 3 | 3,9 | 5,60 | 28,1 | 64,4 |
| 7a3 | 9.3 | Truck 3 sumbu - berat | 1.1.2 | | 3 | 0,1 | 0,10 | 28,9 | 62,2 |
| 7b | 10 | Truck 2 sumbu dan trailer perarik 2 sumbu | 1.2-2.2 | | 4 | 0,5 | 0,70 | 36,9 | 90,4 |
| 7c1 | 11 | Truck 4 sumbu - trailer | 1.2-22 | | 4 | 0,3 | 0,50 | 13,6 | 24,0 |
| 7c2.1 | 12 | Truck 5 sumbu - trailer | 1.2-22 | | 5 | | | 19,0 | 33,2 |
| 7c2.2 | 13 | Truck 5 sumbu - trailer | 1.2-222 | | 5 | 0,7 | 1,00 | 30,3 | 69,7 |
| 7c3 | 14 | Truck 6 sumbu - trailer | 1.22-222 | | 6 | 0,3 | 0,50 | 41,6 | 93,7 |

Tabel 2.19: Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

| Jenis Kendaraan | Sumatera | | Jawa | | Kalimantan | | Sulawesi | | Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua | |
|-----------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|---------------------------------------|--------|
| | Beban aktual | Normal | Beban aktual | Normal | Beban aktual | Normal | Beban aktual | Normal | Beban aktual | Normal |
| | | | | | | | | | | |
| 5B | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 6A | 0,55 | 0,5 | 0,55 | 0,5 | 0,55 | 0,5 | 0,55 | 0,5 | 0,55 | 0,5 |

| Jenis Perkerasan | Elemen Perkerasan | Umur Rencana (tahun) |
|---------------------|---|----------------------|
| | <i>Cement Treated Based (CTB)</i> | |
| Perkerasan kaku | Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan | |
| Jalan tanpa penutup | Semua elemen (termasuk fondasi jalan) | Minimum 10 |

8. Faktor distribusi arah

Faktor distribusi arah dan umumnya diambil 0,5 (*AASHTO 1993 halaman II-9*).

9. Faktor distribusi lajur

Tabel 2.21: Faktor distribusi lajur (DL) (Sukirman, 2010)

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

10. Equivalent Single Axle Load, ESAL selama umur rencana (*traffic design*)

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.6)$$

Dengan

ESA_{TH-1} : kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama

LHR_{JK} : lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDF_{JK} : Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur.

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

11. Cummulative Equivalent Single Axle Load, CESAL selama umur rencana (*traffic design*)

$$\text{CESAL} = \sum_{n_1}^{n_2} \text{ESA} \times \text{VDF} \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (2.7)$$

n_1 : Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

n_2 : Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

2.5.2. Structural Number (SN)

Structural Number (SN) merupakan fungsi dari ketebalan lapisan dari koefisien relatif lapisan (*layer coefficients*). Persamaan untuk *Structural Number* adalah sebagai berikut (Kholiq, 2014):

$$\text{SN} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3 \quad (2.8)$$

Dimana :

SN = Nilai *Structural Number*

$a_1 D_1$ = Koefisien relatif masing-masing lapisan

$a_2 D_2$ = Tebal masing-masing lapisan perkerasan

$m_2 m_3$ = Koefisien drainase masing-masing lapisan

atau :

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}(\text{SN} + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \frac{\Delta \text{PSI}}{4,2-1,5}}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(\text{MR}) - 8,07 \quad (2.9)$$

Dimana:

W_{18} = Lintas ekuivalen selama umur rencana

Z_r = Simpangan baku normal

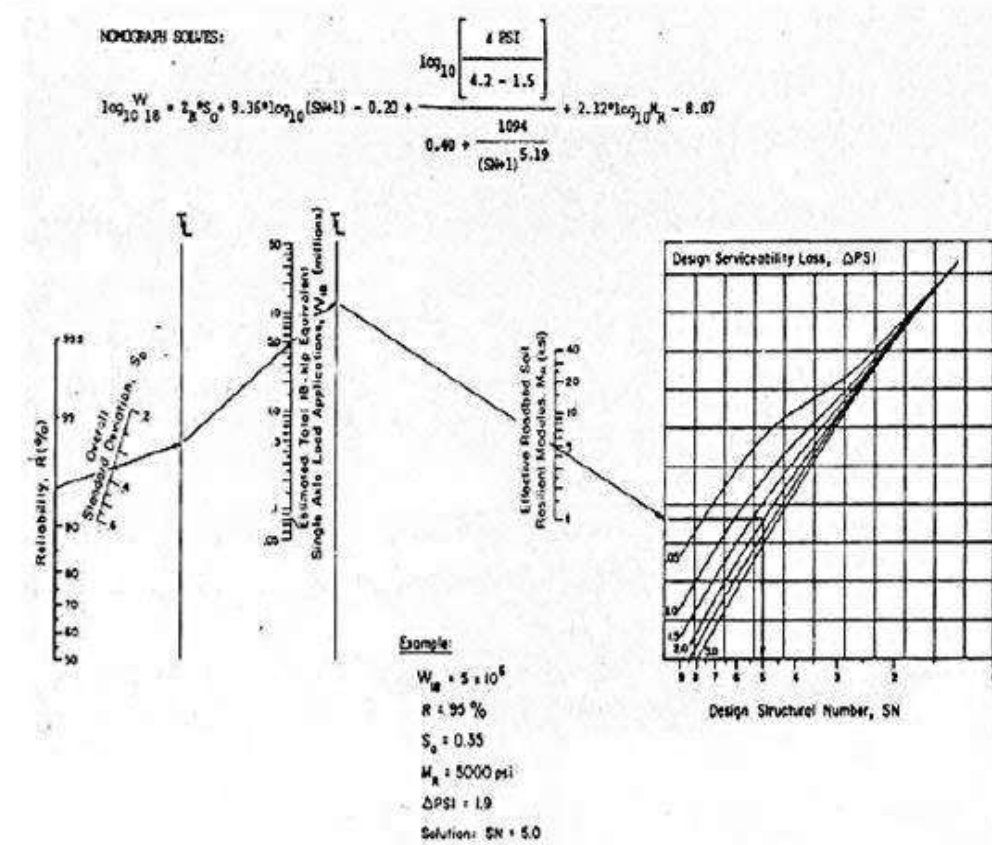
S_0 = Standar deviasi

SN = Indeks tebal perkerasan

PSI = Selisih indeks permukaan awal dan akhir

Mr = Modulus resilien tanah dasar (psi)

Untuk menentukan nilai *Structural Number* (SN) dapat menggunakan nomogram yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Nomogram untuk menentukan SN perkerasan lentur (Sukirman, 2010)

2.5.3. Lalu Lintas Rencana (W_{18})

Volume lalu lintas harus di distribusikan pada suatu arah suatu jalur untuk tujuan perencanaan. Distribusi arah (DA) biasanya ditentukan pada masing-masing arah sebesar 0,5 (50%) tetapi biasanya juga berkisar 0,3-0,7. Untuk distribusi jalur (DL), harga-harga yang berbeda diberikan tergantung pada total jalur suatu arah. Sehingga menurut (Bester et al., 2004), volume lalu lintas selama umur rencana.

$$W_{18} = DA \times DL \times \text{ESAL Design} \quad (2.10)$$

$$\text{ESAL Design} = \text{LHRi} \times R \times 365 \times \text{ESA} \quad (2.11)$$

Dimana:

W_{18} = Beban sumbu selama umur rencana

LHRi = Volume lalu lintas masing – masing kendaraan (kend/hari)

DA = Distribusi arah

DL = Distribusi lajur

ESAL = Angka ekivalen masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan)

365 = Jumlah hari dalam setahun

R = Faktor umum

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (2.12)$$

2.5.4. Angka Ekivalen (E)

Angka Ekivalen (E) masing – masing golongan beban gandar sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut tabel pada lampiran D. Tabel ini hanya berlaku untuk roda ganda. Untuk roda tunggal karakteristik beban yang berlaku agak berbeda dengan roda ganda. Untuk roda tunggal rumus berikut ini harus dipergunakan (Santander, 2017).

$$\text{Angka Ekivalen} = \left(\frac{\text{Beban sumbu (kN)}}{5,3 \text{ kN}} \right)^4 \quad (2.13)$$

2.5.5. Reliability

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

Pada umumnya, dengan meningkatnya volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas, risiko tidak meperlihatkan kinerja yang diharapkan harus ditekan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi.

Tabel 2.22 memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50 % menunjukkan jalan lokal.

Tabel 2.22: Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan (Anai et al., 2019).

| Klasifikasi Jalan | Rekomendasi Tingkat Reliabilitas | |
|-------------------|----------------------------------|-----------|
| | Urban | Rural |
| Jalan Tol | 85 – 99,9 | 80 – 99,9 |
| Arteri | 80 – 99 | 75 – 95 |
| Kolektor | 80 – 95 | 75 – 95 |
| Lokal | 50 – 80 | 50 – 80 |

Reliabilitas kinerja perencana dikontrol dengan faktor reliabilitas (FR) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas (W_{18}) selama umur rencana untuk memperoleh prediksi kinerja (W_{18}). Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reliability factor* merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, SO) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W_{18} yang diberikan. Dalam persamaan desain lentur, *level of reliability* (R) diakomodasi dengan parameter penyimpangan normal standar (standar normal deviate, ZR). Tabel 2.23 memperlihatkan nilai ZR untuk *level of serviceability* tertentu. Penerapan konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini:

1. Defenisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada Tabel 2.22
3. Deviasi standar (So) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat. Rentang nilai So adalah 0,40 – 0,50.

Tabel 2.23: Harga simpang baku (ZR) (Anai et al., 2019)

| Tingkat Keandalan (R) | Simpangan Baku Normal (Zr) |
|-----------------------|----------------------------|
| 50 | -0.00 |
| 60 | -0.253 |
| 70 | -0.524 |
| 75 | -0.674 |
| 80 | -0.841 |
| 85 | -1.037 |
| 90 | -1.282 |
| 91 | -1.340 |

| Tingkat Keandalan (R) | Simpangan Baku Normal (Zr) |
|-----------------------|----------------------------|
| 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 |

2.5.6. Serviceability

Terminal serviceability index (pt) mengacu pada Tabel 2.11. Initial serviceability untuk flexible pavement : $p_o = 4,2$ (Sukirman, 2010).

Tabel 2.24: Terminal serviceability index (pt) (Sukirman, 2010)

| Percent of people stating unacceptable | pt |
|--|-----|
| 12 | 3,0 |
| 55 | 2,5 |
| 85 | 2,0 |

Penetapan parameter serviceability :

Initial serviceability : $p_o = 4,5$

Terminal serviceability index Jalur utama (major highways) : $p_t = 2,5$

Terminal serviceability index Jalan lalu-lintas rendah : $p_t = 2,0$

Total loss of serviceability : $\Delta PSI = p_o - p_t$

2.5.7. Jumlah Jalur Rencana

Jumlah rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampang lalu lintas terbesar. Jumlah jalur rencana dapat ditentukan dengan lebar perkerasan jalan tersebut, hal ini dapat dilihat Tabel 2.25.

Tabel 2.25: Jumlah lajur rencana berdasarkan lebar perkerasan (Sukirman, 2010)

| No. | Lebar Perkerasan (L) | Jumlah Lajur (n) |
|-----|------------------------------------|------------------|
| | $L < 5,5$ m | 1 Lajur |
| 1. | $5,5 \text{ m} \leq L < 8,25$ m | 2 Lajur |
| 2. | $8,25 \text{ m} \leq L < 11,25$ m | 3 Lajur |
| 3. | $11,25 \text{ m} \leq L < 15,00$ m | 4 Lajur |
| 4. | $15,00 \text{ m} \leq L < 18,75$ m | 5 Lajur |
| 5. | $18,75 \text{ m} \leq L < 22,00$ m | 6 Lajur |

2.5.8. Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a)

Koefisien relative lapisan ini menggunakan hubungan empiris antara indeks tebal perkerasan (SN) dan ketebalan perkerasan, dan merupakan suatu kemampuan relatif material untuk dapat berfungsi sebagai komponen struktur perkerasan. Koefisien relatif lapisan dapat dilihat pada Tabel 2.26.

Tabel 2.26: Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a) (Sukirman, 2010)

| Koefisien Kekuatan Relatif | | | Kekuatan Bahan | | | Jenis Bahan |
|----------------------------|------|----|----------------|------------|---------|-----------------|
| a1 | a2 | a3 | MS (kg) | Kt (kg/cm) | CBR (%) | |
| 0,40 | - | - | 744 | - | - | Laton |
| 0,35 | - | - | 590 | - | - | |
| 0,35 | - | - | 454 | - | - | |
| 0,30 | - | - | 340 | - | - | |
| 0,35 | - | - | 744 | - | - | |
| 0,31 | - | - | 590 | - | - | Lasbutag |
| 0,28 | - | - | 454 | - | - | |
| 0,26 | - | - | 340 | - | - | |
| 0,30 | - | - | 340 | - | - | HRA |
| 0,26 | - | - | 340 | - | - | Aspal macadam |
| 0,25 | - | - | - | - | - | Lapen (mekanis) |
| 0,20 | - | - | - | - | - | Lapen (manual) |
| - | 0,28 | - | 590 | - | - | Laston atas |
| - | 0,26 | - | 454 | - | - | |
| - | 0,24 | - | 340 | - | - | |

| Koefisien Kekuatan Relatif | | | Kekuatan Bahan | | | Jenis Bahan |
|----------------------------|------|------|----------------|------------|---------|--------------------------|
| a1 | a2 | a3 | MS (kg) | Kt (kg/cm) | CBR (%) | |
| - | 0,23 | - | - | - | - | Lapen (mekanis) |
| - | 0,19 | - | - | - | - | Lapen (manual) |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stab. Tanah dengan semen |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stab. Tanah dengan kapur |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | |
| - | 0,14 | - | - | - | 100 | Batu pecah (Kelas A) |
| - | 0,13 | - | - | - | 80 | Batu pecah (Kelas B) |
| - | 0,12 | - | - | - | 60 | Batu pecah (Kelas C) |
| - | - | 0,13 | - | - | 60 | Sirtu/pitrum (Kelas A) |
| - | - | 0,12 | - | - | 50 | Sirtu/pitrum (Kelas B) |
| - | - | 0,11 | - | - | 30 | Sirtu/pitrum (Kelas C) |
| - | - | 0,10 | - | - | 20 | Tanah/lempung kepasiran |

2.5.9. Modulus Resilien

Modulus resilien adalah suatu ukuran kemampuan tanah atau lapis pondasi dalam menahan deformasi akibat beban berulang. Pada kebanyakan tanah, jika tegangan bertambah, maka sifat tegangan-tegangannya menjadi tidak linier.

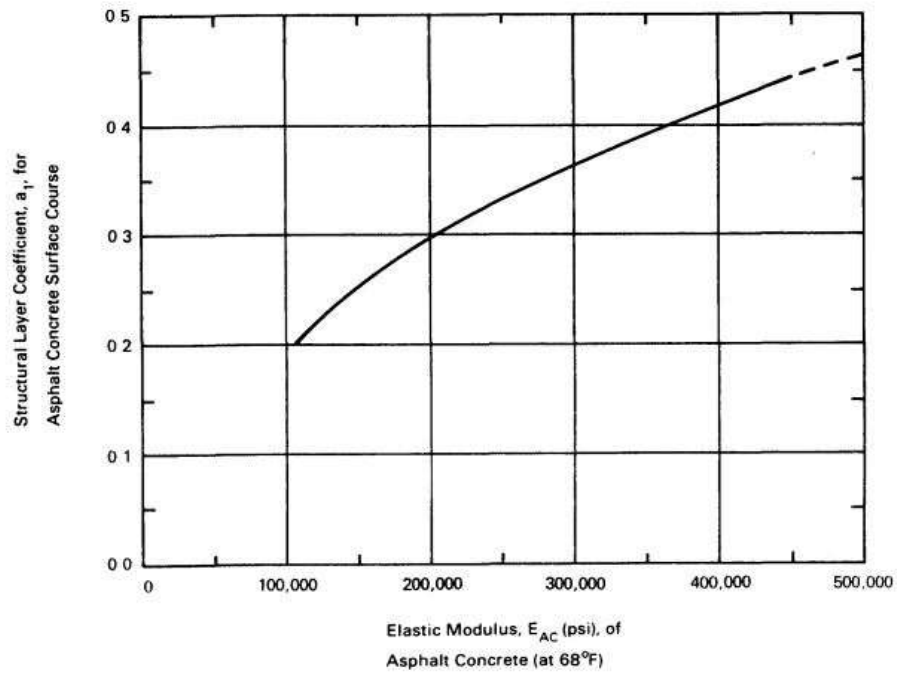
Dalam perencanaan dengan prosedur AASTHO 1993, daya dukung tanah dasar diwakili oleh modulus resilien sebagai berikut :

- a. Modulus resilien untuk tanah dasar (MR_1)

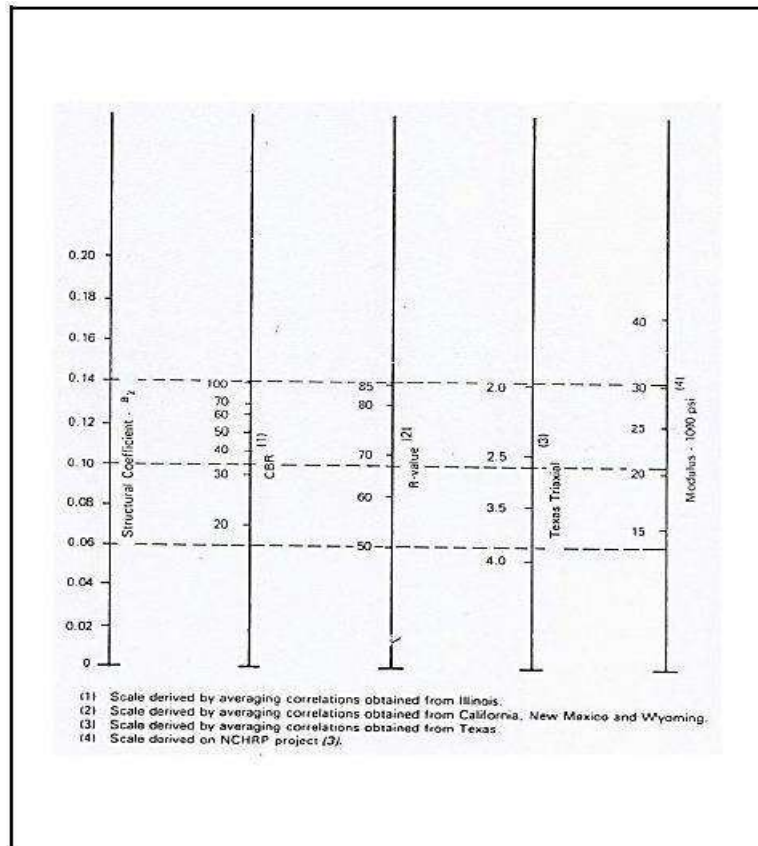
$$Mr = 1500 \times \text{CBR tanah dasar}$$

- b. Modulus resilien untuk pondasi bawah (MR_2)

Menggunakan gambar kolerasi dibawah pada Gambar 2.4 – 2.5.



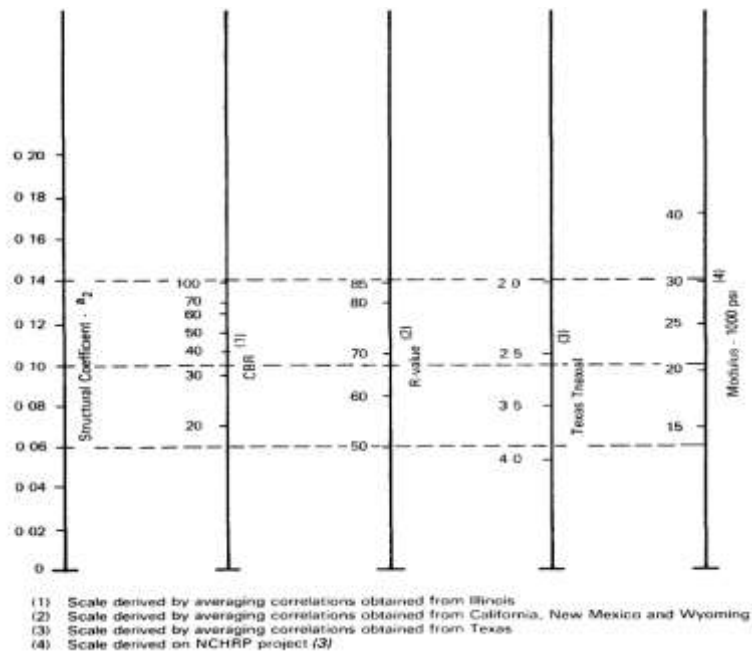
Gambar 2.4: Modulus Resilient



Gambar 2.5: Variasi koefisien lapisan lapis pondasi bawah (Anai et al., 2019)

c. Modulus resilien untuk pondasi atas (MR3)

Menggunakan gambar kolerasi pondasi atas pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Variasi koefisien lapisan lapis pondasi atas (Anai et al., 2019)

2.5.10. Tebal Perkerasan

Adapun syarat ketebalan lapisan perkerasan minimum ditunjukkan pada Tabel 2.27.

Tabel 2.27: Tebal lapis perkerasan minimum (*inch*) (Anai et al., 2019)

| Lalu Lintas Rancangan ESAL | Tebal Aspal Beton |
|----------------------------|-------------------|
| <10000 | 1 inch (25 mm) |
| <100000 | 1,5 inch (40 mm) |
| >100000 | 2 inch (50 mm) |

Berikut ini persamaan – persamaan untuk mencari nilai D_1 , D_2 , D_3 berdasarkan nilai SN yang disarankan AASHTO 1993:

a. Angka struktural 1 (SN1)

$$D^*1 = \frac{SN_1}{a_1} \tag{2.14}$$

b. Angka struktural 2 (SN2)

$$D^*2 = \frac{SN_1 - SN^*1}{a_2} \quad (2.15)$$

c. Angka struktural 3 (SN3)

$$D^*3 = \frac{SN_3 - (SN^*1 + SN^*2)}{a_3} \quad (2.16)$$

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkain kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan dalam perencanaan. Untuk membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir maka perlu dibuat suatu pedoman kerja yang matang, sehingga waktu untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir sesuai dengan bobot persoalan umum, berupa alur kerja yang efisien namun dapat menjawab semua permasalahan yang akan ditinjau.

Persiapan awal yang dilakukan untuk menunjang kelancaran penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

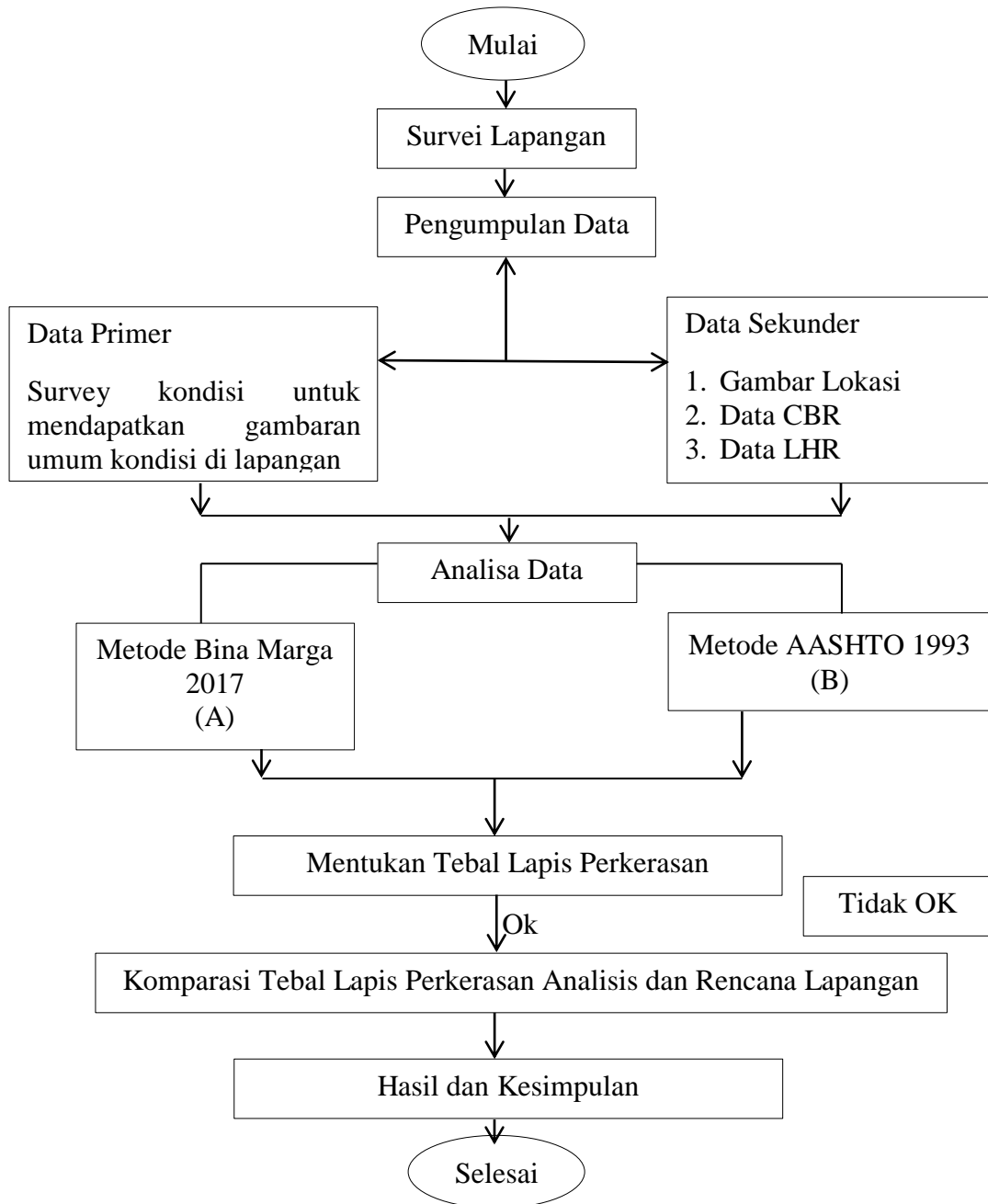
1. Melengkapi persyaratan administrasi Tugas Akhir
2. Melengkapi studi pustaka berupa pengumpulan materi studi sebagai referensi dalam analisis data dan perancangan desain
3. Menentukan data yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir
4. Mendata instansi-instansi yang akan dijadikan untuk pengumpulan data
5. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pengumpulan data
6. Pengadaan proposal penyusunan Tugas Akhir
7. Presentasi data dan rangkuman kerja penyusunan Tugas Akhir
8. *Survey* lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan
9. Pembuatan tahapan penyusunan Tugas Akhir

3.2. Identifikasi Masalah

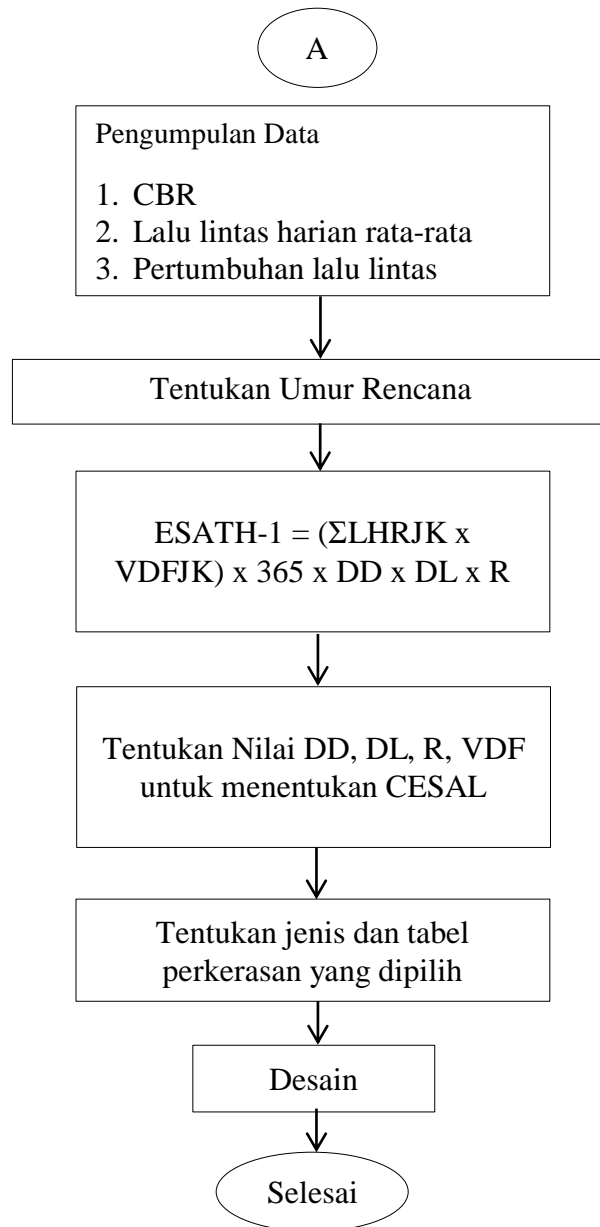
Tahap identifikasi masalah merupakan upaya untuk mengenali permasalahan yang timbul yaitu bagaimana melakukan perancangan struktur jalan. Dalam melakukan perancangan struktur jalan, penulis melakukan perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan No. 04/SE/Db/2017 dan Metode AASHTO 1993.

3.3. Bagan Alir Penelitian

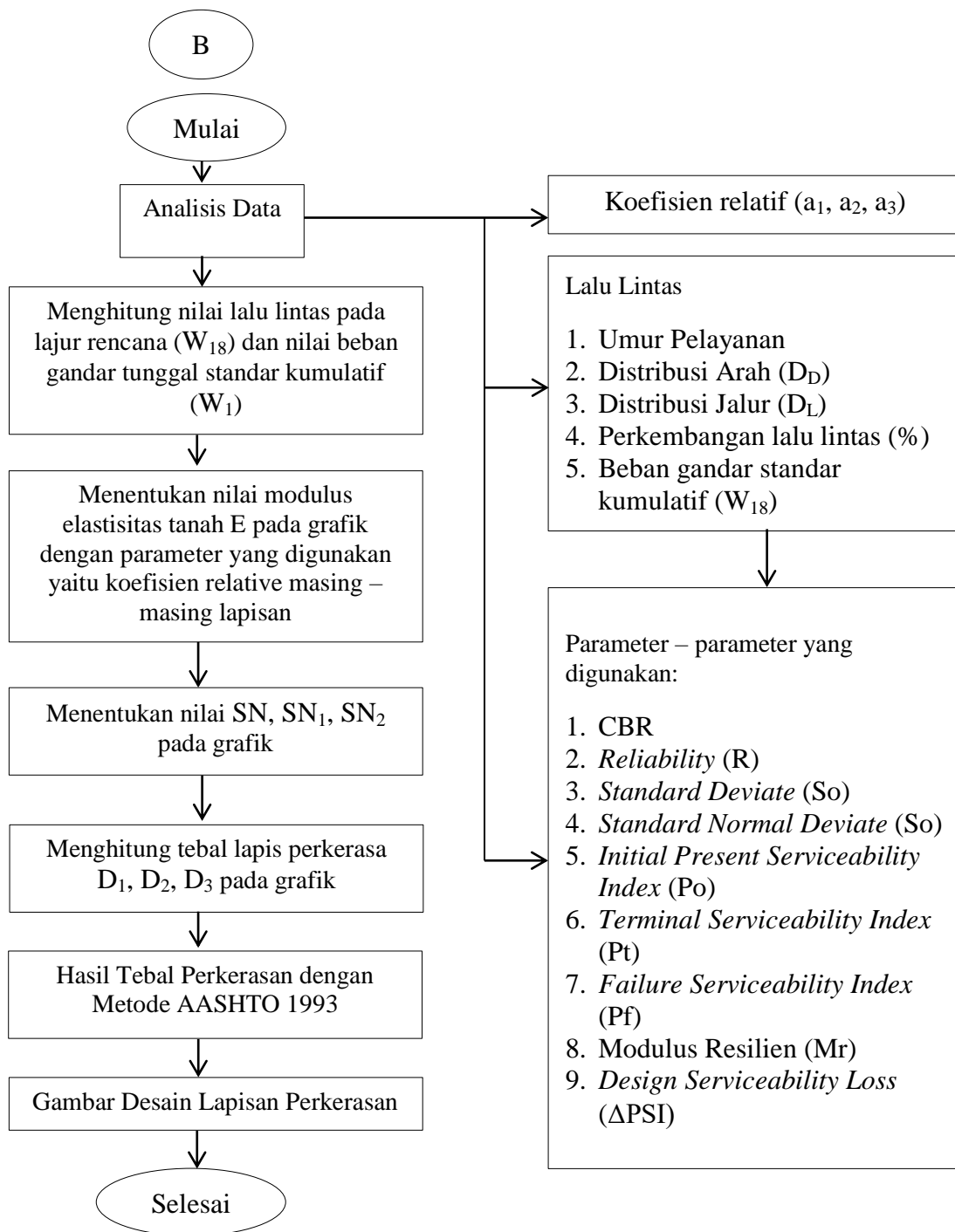
Adapun tahapan bagan alir penelitian merupakan suatu kerangka dasar yang membentuk alur kerja dan berfungsi sebagai pedoman umum untuk membantu proses penyusunan Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2: Diagram Alir Perancangan Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2017



Gambar 3.3: Diagram Alir Perancangan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

3.4. Pengumpulan Data

Proses pemecahan masalah jalan pada lokasi studi memerlukan analisis yang teliti terhadap data yang dikumpulkan dari setiap parameter yang akan digunakan dalam solusi permasalahan. Penyajian data yang lengkap dan teori yang memadai akan memberikan hasil perancangan yang baik. Adapun cara pengumpulan data penyusunan Tugas Akhir dapat dilakukan dengan metode seperti dibawah ini:

1. Studi pustaka (literatur) yaitu metode pengumpulan data dengan menelaah buku literature yang relevan
2. Pengumpulan data dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan pengumpulan data dari instansi terkait.

Dalam perancangan lapis perkerasan pada Ruas Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 s/d STA 4+000 diperlukan sejumlah data sebagai bahan kajian, diantaranya:

1. Perancangan Tebal Perkerasan
 - a. Data Lalu Lintas Rata – Rata (LHR)
Data ini diambil langsung dengan melakukan survey lalu lintas
 - b. Data Tanah
Data ini diperoleh dari Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Kabupaten Gayo Lues

Tabel 3.1: Inventaris Sumber Data Penelitian

| No. | Data - data | Sumber |
|-----|-------------------------------|--------|
| 1. | Data Lalu Lintas Harian (LHR) | Survei |
| 2. | Data Tanah CBR | Survei |

3.5. Perancangan Teknik

Perancangan teknis adalah tahap menciptakan desain produk dan alternatif solusi terpilih sebagai panduan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Setiap detail rancangan harus mengacu pada referensi pustaka yang relevan,

standar/pedoman perencanaan yang berlaku, spesifikasi teknis, dan dasar hukum yang mengaturnya.

Produk yang akan dihasilkan dari studi perencanaan peningkatan struktur ini adalah

- a. Perancangan tebal lapis perkerasan dengan Metode Bina Marga 2017
- b. Perancangan tebal perkerasan dengan Metode AASHTO 1993

3.6. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Kedah – Kong Bur yang menghubungkan Kecamatan Cinta Maju dan Kecamatan Blangjerango, Kabupaten Gayo Lues, Provinsi Aceh. Secara geografis Kabupaten Gayo Lues berada pada $96^{\circ}43'24''-97^{\circ}55'24''$ BT dan $30^{\circ}40'26''-40^{\circ}16'55''$ LU.

Kabupaten Gayo Lues dengan Ibu kota Blangkejeren yang merupakan hasil pemekaran dari Kabupaten Aceh Tenggara. Kabupaten Gayo Lues terletak diketinggian $\pm 400 - 1200$ meter diatas permukaan laut (mdpl) yang merupakan daerah perbukitan dan pegunungan. Hal ini membuat akses jalan ke Gayo Lues susah untuk dilewati karena pegunungan dan bukit-bukit yang tergolong sangat curam.



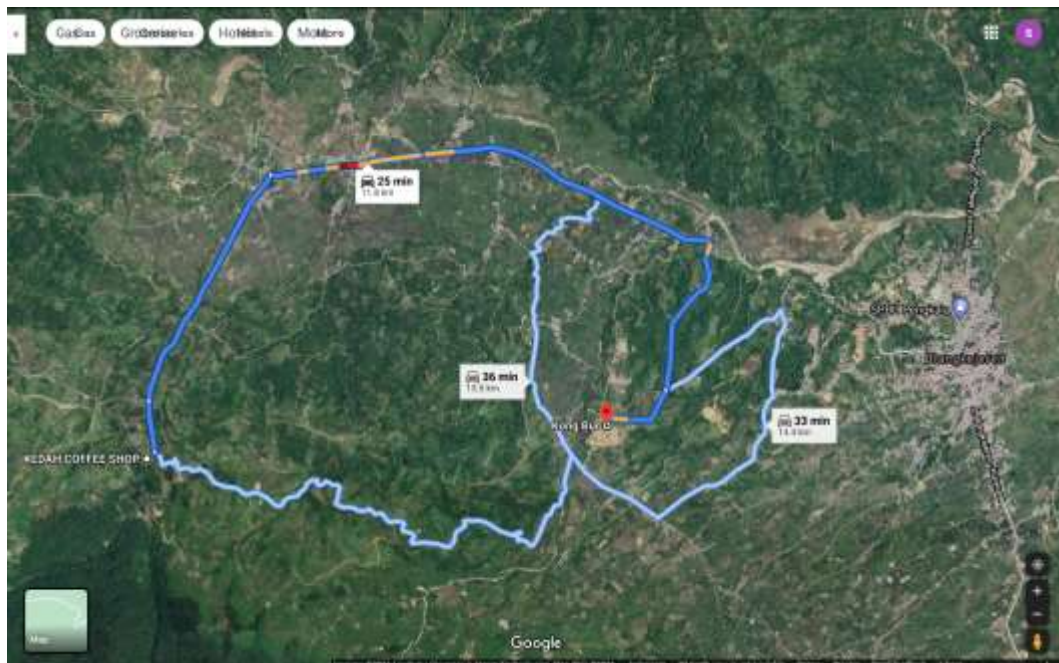
Gambar 3.4: Peta lokasi Gayo Lues (Gayo Lues dalam angka, 2018).

Secara administratif Kabupaten Gayo Lues berbatasan dengan beberapa daerah diantaranya:

1. Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Aceh Tamiang.

2. Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Aceh Barat Daya.
3. Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Aceh Tengah, Nagan Raya dan Aceh Timur.
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan kabupaten Aceh Tenggara dan Aceh Barat Daya.

Lokasi Jalan Kedah – Kong Bur yang menghubungkan Kecamatan Cinta Maju dan Kecamatan Blangjerango berada di daerah kaki Gunung Lueser seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.5: Peta Jalan Kedah – Kong Bur yang menghubungkan Kecamatan Cinta Maju dan Kecamatan Blangjerango

3.7. Analisa Data

Data sekunder yang diperoleh dari Instansi yang berwenang akan digunakan dalam menganalisis parameter yang akan digunakan dalam Perencanaan Ruas Jalan Kedah – Kong Bur, Kabupaten Gayo Lues. Jenis – jenis analisis yang akan dilakukan dalam Perancangan Ruas Jalan Kedah – Kong Bur, Kabupaten Gayo Lues yaitu Perancangan tebal lapis perkerasan pada ruas jalan Ruas Jalan Kedah – Kong Bur, Kabupaten Gayo Lues dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 dan Metode AASHTO 1993.

Data primer yang diperoleh langsung oleh penulis dengan cara mengadakan survei di daerah survei adapun data yang akan didapat yaitu data geometri jalan.

BAB 4
ANALISA DATA

4.1. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 (Bina Marga 2017)

Perhitungan tebal perkerasan yang akan ditinjau adalah tebal perkerasan lentur (flexible pavement) dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017. Prosedur – prosedur perhitungan tebal perkerasan adalah sebagai berikut:

4.1.1. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas harian ruas jalan Jalan Kedah – Kong Bur (STA 2+000 - STA 4+000) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data lalu lintas ruas Jalan Kedah – Kong Bur Tahun 2020

| Jenis Kendaraan | VLHR |
|------------------------|------|
| Kendaraan ringan 2 ton | 50 |
| Pick up | 24 |
| Truck 2 as | 18 |
| Total | 92 |

Data perencanaan lalu lintas untuk Jalan Kedah – Kong Bur (STA 2+000 – 4+000) seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Data perencanaan lalu lintas Jalan Kedah – Kong Bur Tahun 2020

| No. | Data | Keterangan |
|-----|-----------------------------|----------------------|
| 1. | Jenis jalan | Kolektor |
| 2. | Umur rencana (UR) | 20 tahun (2020-2040) |
| 3. | Pertumbuhan lalu lintas (i) | 4,83% |
| 4. | Distribusi kendaraan | Satu lajur dua arah |

4.1.2. Rencana Jumlah Kendaraan Dalam Periode Akhir Umur Rencana (20 tahun)

Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana atau disebut sebagai *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$ESA_{TH-1} = (\Sigma LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (4.1)$$

Dalam menentukan kumulatif beban sumbu standard ekuivalen selama umur rencana, ada beberapa aspek penting didalamnya

1. Menentukan nilai *Vechile Damage Factor (VDF)*

Vechile Damage Factor merupakan akumulasi angka ekuivalen dari sumbu roda kendaraan depan dan sumbu roda kendaraan belakang. Berdasarkan Tabel 2.18 nilai VDF diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. Kendaraan ringan 2 ton diklasifikasikan 5A
- b. Pick up diklasifikasikan 5B
- c. Truck 2 as diklasifikasikan 6B

Dari hasil tersebut kembali ditentukan nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga berdasarkan Tabel 2.19 sehingga diperoleh hasil seperti yang ditetapkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil Perhitungan VDF

| Jenis Kendaraan | Klasifikasi | Normal |
|------------------------|-------------|--------|
| | | VDF 5 |
| Kendaraan ringan 2 ton | 5A | 0 |
| Pick up 8 ton | 5B | 1 |
| Truck 2 as | 6B | 7,4 |

2. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat ditentukan dengan menggunakan Rumus 2.3

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

Dengan:

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas (%) = 4,83%

UR: Umur rencana (tahun) = 20 tahun

Maka untuk analisis ini nilai faktor pertumbuhan lalu lintas pada permulaan periode beban normal MST 12 ton pada tahun 2020-2040 adalah

$$R_{(2020-2040)} = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i}$$

$$R_{(2020-2040)} = \frac{(1+0,0483)^{20}-1}{0,0483}$$

$$R_{(2020-2040)} = 32,47$$

3. Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor distribusi lajur dapat ditentukan berdasarkan tabel distribusi lajur Bina Marga 2017, seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Faktor Distribusi Lajur (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

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

Berdasarkan data lalu lintas 1 lajur 2 arah, maka nilai faktor distribusi lajur adalah 100 % atau DL = 1.

4. Menentukan Faktor Distribusi Arah (DD)

Berdasarkan Bina Marga 2017, faktor distribusi arah untuk jalan umum yaitu DD = 0,5.

5. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Berdasarkan aspek – aspek penting di atas maka nilai kumulatif beban sumbu standar ekivalen atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$ESA_{TH-1} = (\Sigma LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (4.3)$$

Untuk perhitungan ESA_5 (2020-2040) pada kendaraan pick up adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ESA_5 (2020-2040) &= (779,28 \times 1) \times 365 \times 0,5 \times 1 \\ &= 142.218,6 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka didapat nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) untuk periode 2020-2040 (20 tahun) atau umur rencana (UR) 20 tahun pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Nilai kumulatif beban sumbu selama standar ekivalen umur rencana

| Jenis Kendaraan | LHR (2020) | VDF normal | LHR (2040) | ESA_5 (2020-2040) |
|------------------------|------------|------------|------------|---------------------|
| Kendaraan ringan 2 ton | 50 | 0 | 1.623,5 | - |
| Pick up | 24 | 1 | 779,28 | 142.218,6 |
| Truck 2 as | 18 | 7,4 | 584,46 | 789.313,23 |
| Total | | | | 931.531,83 |
| CESAL | | | | 931.531,83 |

Nilai – nilai ESA_5 untuk jenis kendaraan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.5. Dari perhitungan pada Tabel 4.5 di atas, maka didapat nilai Jadi nilai $CESAL_5$ adalah 0,93 juta.

4.1.3. Penentuan Dan Pemilihan Jenis Perkerasan

Pemilihan perkerasan akan bervariasi sesuai volume kendaraan, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Maka penentuan dan pemilihan jenis perkerasan $CESAL_5$ dapat ditentukan pada Tabel 2.13.

Berdasarkan Nilai $CESAL_5$ yaitu 931.531,83 dan nilai ESA untuk 20 tahun maka nilai dibagi dengan 1 juta adalah 0,93 juta.

Berdasarkan Tabel 2.13 diatas maka nilai $CESAL_5$ 0,93 juta beralih pada rentang 0,1-4 juta selisih diperoleh struktur perkerasan AC (*Asphalt Concrete*) tipis pondasi berbutir dengan parameter Desain 3B dan kriteria dengan kontraktor yang menyelesaikan perkerasan lentur adalah kontraktor kecil – medium sampai kontraktor besar dengan alat yang memadai.

4.1.4. Menentukan Desain Pondasi

1. Menentukan Nilai CBR

Data CBR rata – rata STA 2+000 s.d STA 4+000 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Data CBR rata – rata

| No. | STA | CBR _{rata-rata} |
|-----|-------|--------------------------|
| 1. | 2+100 | 3,9 |
| 2. | 2+300 | 5,1 |
| 3. | 2+500 | 8,3 |
| 4. | 2+700 | 4,1 |
| 5. | 2+900 | 8,6 |
| 6. | 3+100 | 4,6 |
| 7. | 3+300 | 7,6 |
| 8. | 3+500 | 15,3 |
| 9. | 3+700 | 4,9 |
| 10. | 3+900 | 14,4 |
| 11. | 4+000 | 24,5 |

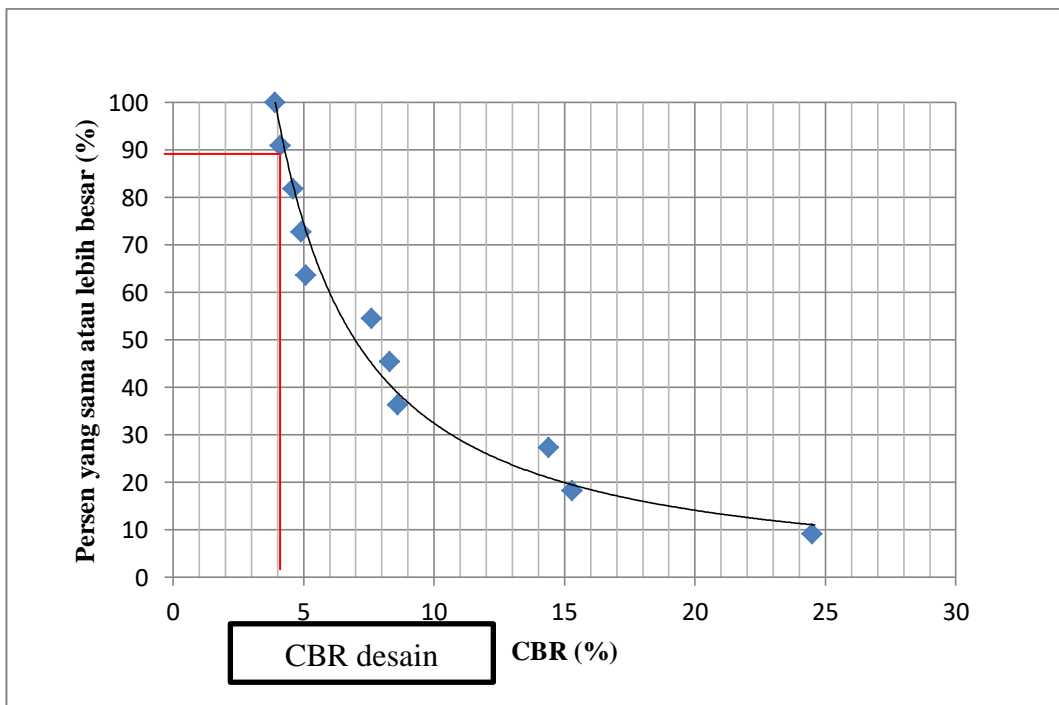
Menghitung CBR tanah dasar dengan metode grafis, yaitu dengan mengurutkan data dari yang terkecil ke data yang terbesar seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: CBR tanah dasar metode grafis

| No. | CBR | Nilai sama atau lebih besar | %sama atau lebih besar | |
|-----|-----|-----------------------------|------------------------|------|
| 1. | 3,9 | 11 | $11/11*100\%=$ | 100 |
| 2. | 4,1 | 10 | $10/11*100\%=$ | 90,9 |
| 3. | 4,6 | 9 | $9/11*100\%=$ | 81,8 |
| 4. | 4,9 | 8 | $8/11*100\%=$ | 72,7 |
| 5. | 5,1 | 7 | $7/11*100\%=$ | 63,6 |
| 6. | 7,6 | 6 | $6/11*100\%=$ | 54,5 |
| 7. | 8,3 | 5 | $5/11*100\%=$ | 45,5 |

| No. | CBR | Nilai sama atau lebih besar | %sama atau lebih besar | |
|-----|------|-----------------------------|------------------------|------|
| 8. | 8,6 | 4 | $4/11*100%=$ | 36,4 |
| 9. | 14,4 | 3 | $3/11*100%=$ | 27,3 |
| 10. | 15,3 | 2 | $2/11*100%=$ | 18,2 |
| 11. | 24,5 | 1 | $1/11*100%=$ | 9,1 |

Berdasarkan table diatas, diperoleh grafik hubungan CBR (%) dengan persen yang sama atau lebih besar (%) yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik CBR

Dari Gambar 4.1: Grafik CBR (%) diperoleh pada persen yang sama atau lebih besar (%) 90% maka nilai CBR desain / CBR kriteria adalah 6%.

2. Menentukan Pondasi

Dalam menentukan desain jalan Bina Marga 2017 sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan nilai $CESAL_5$ yang akan diterima perkerasan. Maka bila CBR perkerasan sebesar 6%

dan CESAL₅ sebesar 0,93 juta maka didapatkan hasil solusi desain pondasi pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Solusi desain pondasi jalan minimum

| CBR Tanah Dasar (%) | Kelas Kekuatan Tanah Dasar | Uraian Struktur Fondasi | Perkerasan Lentur | | | Perkerasan Kaku |
|--|----------------------------|---|--|------|------|--|
| | | | Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA ₅) | | | Stabilisasi Semen |
| | | | <2 | 2-4 | >4 | |
| | | | Tebal minimum perbaikan tanah dasar | | | |
| ≥6 | SG6 | Perbaikan tanah dasar dapat berupa Stabilisasi semen atau material | Tidak diperlukan perbaikan | | | 300 |
| 5 | SG5 | | - | - | 100 | |
| 4 | SG4 | Timbunan pilihan (sesuai persyaratan) | 100 | 150 | 200 | |
| 3 | SG3 | Spesifikasi Umum, Devisi 3-Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur) | 150 | 200 | 300 | Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur |
| 2,5 | SG2,5 | | 175 | 250 | 350 | |
| Tanah ekspansif (potensi pemuaian >5%) | | Lapis penopang | 400 | 500 | 600 | |
| Perkerasan di atas tanah lunak | | | 1000 | 1100 | 1200 | |
| | | Atau lapis penopang dan geogrid | 650 | 750 | 850 | |
| Tanah gambut dengan HRS atau DBTS untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum ketentuan lain berlaku) | | Lapis penopang berbutir | 1000 | 1250 | 1300 | |

Dari tabel di atas diperoleh dasar pondasi yang memerlukan peningkatan/perbaikan tanah dasar dengan alternatif sebagai berikut:

1. Material timbunan pilihan = 100 mm

4.1.5. Menentukan Desain Tebal Perkerasan Jalan

Desain tebal perkerasan pada manual desain perkerasan jalan Bina Marga 2017 terbagi atas tiga alternatif desain. Pada pemilihan jenis perkerasan pada Tabel 4.9 maka didapat jenis perkerasan AC. Berdasarkan jenis perkerasan yang dipilih tersebut maka bagan desain tebal perkerasan jalan yang digunakan adalah bagan desain 3B. Hasil tebal perkerasan dengan nilai $CESAL_5$ 0,93 juta dapat ditentukan pada Tabel 2.17 Bagan Desain-3B Desain Perkerasan Lentur Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir, sehingga dapat diuraikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Bagan Desain- 3B Desain Tebal Perkerasan Lentur Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir

| | Struktur Perkerasan | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| | FFF 1 | FFF 2 | FFF 3 | FFF 4 | FFF 5 | FFF 6 | FFF 7 | FFF 8 | FFF 9 |
| | Solusi yang dipilih | | | | Lihat Catatan 2 | | | | |
| Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ($10^6 CESAL_5$) | <2 | $\geq 2-4$ | >4-7 | >7-10 | >10-20 | >20-30 | >30-50 | >50-100 | >100-200 |
| | Ketebalan Lapis Perkerasan (mm) | | | | | | | | |
| AC WC | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| AC BC | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| AC Base | 0 | 70 | 80 | 105 | 145 | 160 | 180 | 210 | 245 |
| LPA Kelas A | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Catatan | 1 | | 2 | | 3 | | | | |

Berdasarkan tabel di atas, maka didapatkan hasil desain tebal perkerasan lentur yaitu:

- AC WC = 40 mm

- AC BC = 60 mm
- AC Base = 0 mm
- LFA Kelas A = 400 mm

4.1.6. Hasil Desain Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017 pada Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 - 4+000



Gambar 4.2: Detail Perkerasan Metode Bina Marga 2017

4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur (*flexible pavement*) Metode AASTHO 1993

Konstruksi perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal sebagai bahan lapisan permukaan/sebagai bahan pengikat serta bahan berbutir sebagai lapisan bawahnya. Dalam menghitung perkerasan jalan tentu saja menggunakan data – data untuk dapat menghitung tebal dari perkerasan jalan yang sesuai dengan umur rencana jalan tersebut, salah satunya data lalu lintas.

Adapun data – data lalu lintas harian rata – rata (LHR) yang diperoleh dari hasil survey dilapangan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

4.2.1. Parameter – parameter

Sebelum melakukan perhitungan tebal perkerasan lentur masing – masing lapisan, terlebih dahulu ditentukan parameter – parameter yang dibutuhkan, sebagai berikut:

➤ Faktor Distribusi Lajur dan Faktor Distribusi Arah

Nilainya faktor distribusi lajur dapat dilihat pada Tabel 2.11, yang bergantung pada jumlah lajur untuk masing – masing arah. Pada perencanaan jalan baru yang terdiri dari 1 lajur 2 arah untuk masing – masing arah, maka nilai faktor distribusi lajur diambil 100%.

➤ Mencari Nilai Reliabilitas (*Reliability*)

Menurut AASHTO 1993 Nilai Standar Deviasi (*So*) ditentukan untuk *Flexible Pavement* adalah 0,35. Berdasarkan Perkiraan Tingkat Keandalan (*R*) pada Tabel 2.22 didapat nilai Reabilitas (*R*) untuk jalan perkotaan adalah sebagai berikut: Antara 80 - 95, maka diambil 85.

Sedangkan nilai Simpangan Baku Normal (*ZR*) ditentukan berdasarkan Tingkat Keandalan (*R*) yang dipilih pada Tabel 2.23 karena nilai (*R*) = 85 maka nilai *Zr* didapat – 1,037.

➤ Mencari nilai *Serviceability*

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. Nilai *serviceability* ini merupakan nilai yang menjadi tingkat penentu tingkat pelayanan fungsional dari suatu sistem perkerasan jalan. Maka didapat nilai

Po (*Initial Serviceability*) sebesar 4,2

Pt (*Terminal Serviceability*) sebesar 2,0

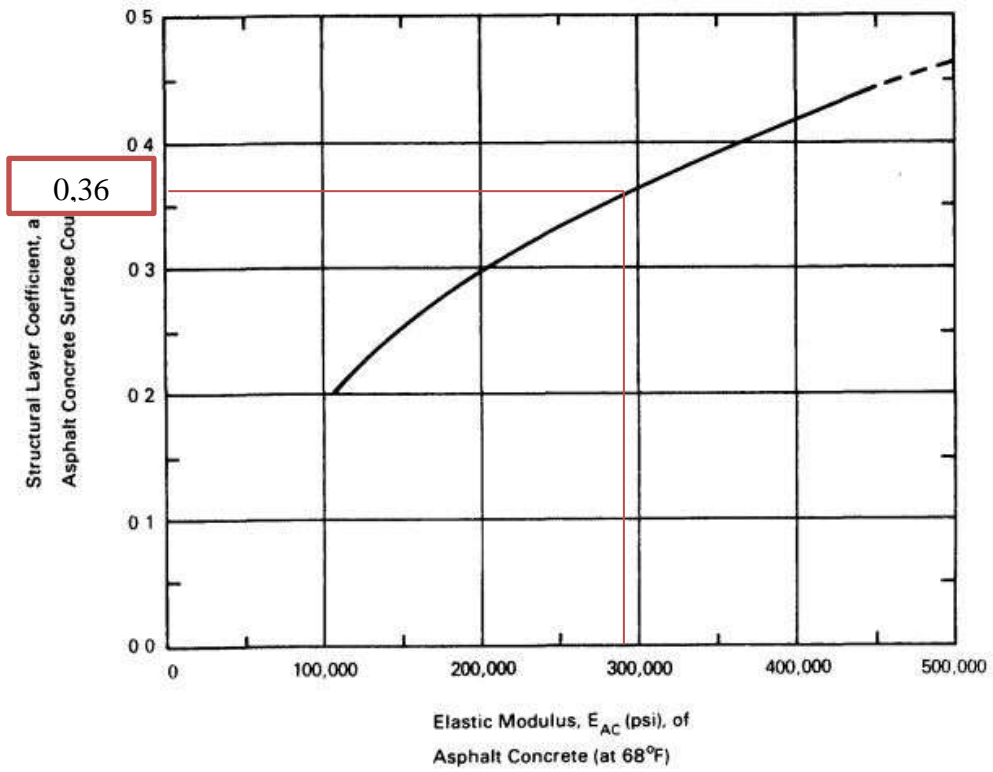
Jadi nilai ΔPSI adalah $Po - Pt = 4,2 - 2,0$
 $= 2,2$

➤ *Modulus Resilient* (*MR*) tanah dasar

• *MR* untuk tanah dasar

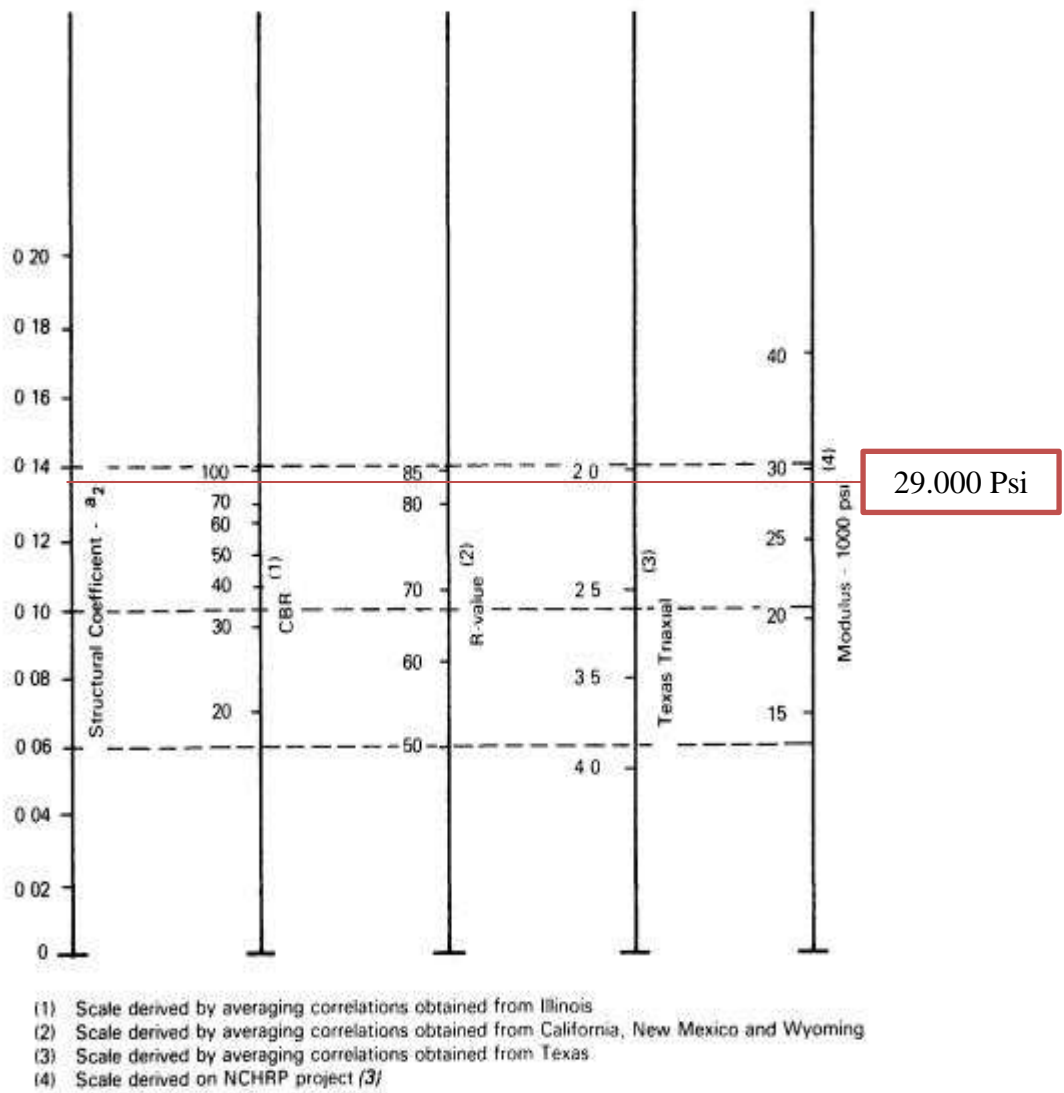
$$\begin{aligned} MR &= 1500 \times \text{CBR tanah dasar} \\ &= 1500 \times 6\% \\ &= 9000 \text{ Psi} \end{aligned}$$

- Modulus Resilient



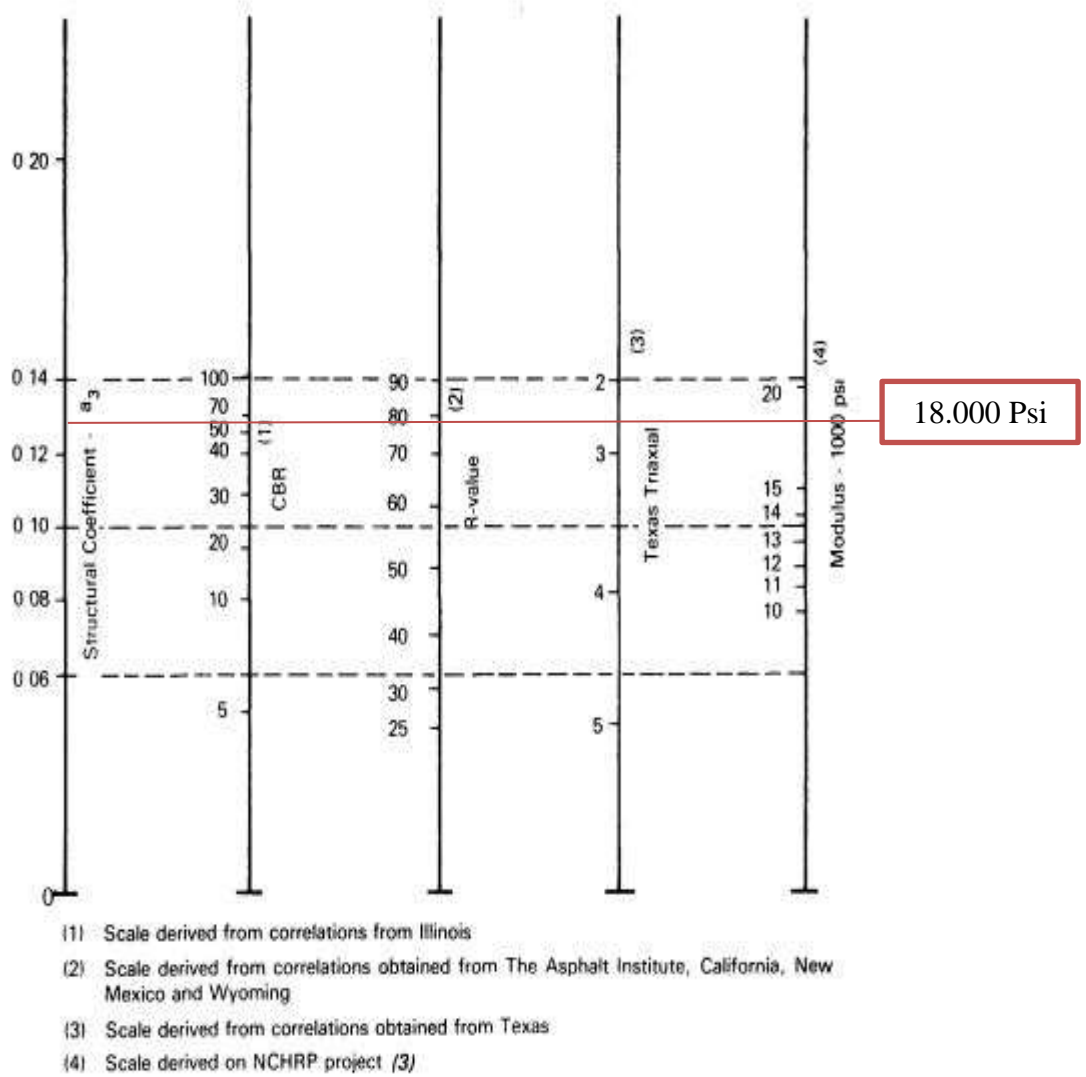
Gambar 4.3: Grafik Modulus Resilient

- MR untuk lapis pondasi atas CBR 90%



Gambar 4.4: Grafik Korelasi Koefisien Lapis Pondasi Atas

- MR untuk lapis pondasi bawah CBR 60%



Gambar 4.5: Grafik Korelasi Koefisien Lapis Pondasi Bawah

4.2.2. Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a)

Koefisien relatif lapisan ini menggambarkan hubungan empiris antara indeks tebal perkerasan (SN) dan ketebalan perkerasan, dan merupakan suatu ukuran kemampuan relatif material untuk dapat berfungsi sebagai komponen struktur perkerasan. Dari Tabel 2.26 sebagai berikut:

- $a_1 = 0,36$
- $a_2 = 0,134$
- $a_3 = 0,13$

4.2.3. Mencari Indeks Tebal Perkerasan (*Structural Number* (SN))

Dengan nilai modulus elastisitas pada masing – masing lapisan yang sudah diketahui maka nilai SN sebagai berikut:

- $SN_1 = 0,95$
- $SN_2 = 1,87$
- $SN_3 = 2,87$

4.2.4. Perhitungan Tebal Perkerasan

Untuk mengetahui nilai tebal lapis perkerasan dapat dihitung dengan Rumus 2.8:

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

$$m_1 = 1$$

$$m_2 = 1$$

$$\text{➤ } D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} = \frac{0,95}{0,36} = 2,64 \text{ inchi} = 7 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } SN_1 = a_1 * D_1 \geq SN_1 = 0,36 * 2,64 = 0,95 \text{ Oke}$$

$$\text{➤ } D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2} = \frac{1,87 - 0,95}{0,134 * 1} = 6,9 \text{ inchi} = 18 \text{ cm}$$

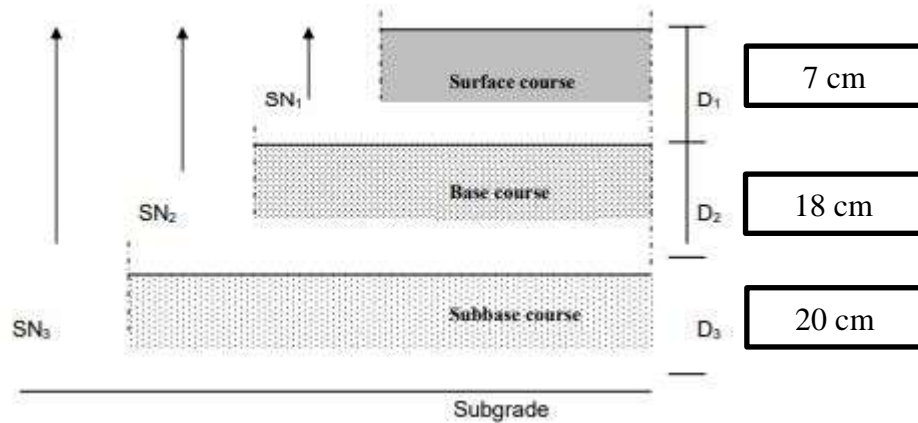
$$\text{➤ } SN_1 + SN_2 \geq SN_2 = 1,87 - 0,95 = 0,92 = SN_1 + SN_2 = 1,87 \text{ Oke}$$

$$\text{➤ } D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 * m_3} D_3 = \frac{2,87 - (0,95 + 0,92)}{0,13 * 1} = 7,9 \text{ inchi} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } a_1 * D_1 + a_2 * D_2 + a_3 * D_3 \geq SN_3 = 2,88 > 2,87 \text{ Oke}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan tebal lapis perkerasan sebagai berikut:

- $D_1 = 7 \text{ cm}$
- $D_2 = 18 \text{ cm}$
- $D_3 = 20 \text{ cm}$



Gambar 4.6: Detail Perkerasan Metode AASHTO 1993

4.3. Perbandingan Hasil Metode AASHTO 1993, Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 dan Hasil Perhitungan Lapangan

Dari hasil perbandingan kedua metode yang dianalisis dalam penelitian ini menunjukkan perbedaan nilai tebal lapis perkerasan. Perbedaan kedua metode diberikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Tebal perkerasan lentur Metode Bina Marga 2017, Metode AASTHO 1993 dan Lapangan

| Jenis Lapisan | Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, Bina Marga 2017 | Metode AASHTO 1993 | Lapangan |
|-----------------------|--|--------------------|----------|
| Lapisan Permukaan | 10 cm | 7 cm | 6 cm |
| Lapis Pondasi Kelas A | 40 cm | 18 cm | 20 cm |
| Lapis Pondasi Kelas B | - | 20 cm | 20 cm |

| Jenis Lapisan | Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, Bina Marga 2017 | Metode AASHTO 1993 | Lapangan |
|----------------|--|-----------------------|----------|
| Urugan Pilihan | 10 cm | 10 cm | 20 cm |
| Total | 60 cm | 55 cm | 66 cm |

Dari hasil perancangan ketebalan yang telah dilakukan, maka untuk perhitungan volume ketebalan perkerasan digunakan hasil perancangan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, Bina Marga 2017 atas pertimbangan bahwa metode tersebut adalah metode terbaru dan dikeluarkan oleh Bina Marga.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari analisis perhitungan, maka diperoleh data – data yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan tebal lapis perkerasan Jalan Kedah – Kong Bur Kecamatan Blangjerango, Kabupaten Gayo Lues Sta. 2+000 – Sta. 4+000 dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 10 cm, Lapis Pondasi Kelas A dengan ketebalan 40 cm, Urugan Pilihan 10 cm dan .
2. Hasil perhitungan tebal lapis perkerasan Jalan Kedah – Kong Bur Kecamatan Blangjerango, Kabupaten Gayo Lues Sta. 2+000 – Sta. 4+000 dengan menggunakan Metode AASHTO 1993 yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 7 cm, Lapis Pondasi Kelas A dengan ketebalan 18 cm, Lapis Pondasi Kelas B dengan ketebalan 20 cm, dan Urugan Pilihan 10 cm.
3. Hasil perhitungan tebal lapis perkerasan Jalan Kedah – Kong Bur Kecamatan Blangjerango, Kabupaten Gayo Lues Sta. 2+000 – Sta. 4+000 dengan menggunakan Hasil Perhitungan Lapangan yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 6 cm, Lapis Pondasi Kelas A dengan ketebalan 20 cm, Lapis Pondasi Kelas B dengan ketebalan 20 cm, dan Urugan Pilihan 20 cm.

5.2. Saran

1. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai peningkatan konstruksi jalan Kedah-Kong Bur, Kecamatan Blangjerango, Kabupaten Gayo Lues dengan membandingkan aspek lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anai, B., Ali, S., Putra, F., Email, P., Padang, P. N., & Firdausputragmailcom, P. E. (2019). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metoda Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 , Pada Ruas Jalan Padang*. 474–484.
- Apriyatno, T. (2015). Uji Komparasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Kaku Metode Aashto 1993 (Studi Kasus Proyek Kbk Peningkatan Jalan Nasional Banyumanik Bawen). *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 17(1), 51–62. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v17i1.6895>.
- Bester, J. J., Kruger, D., & Hinks, A. (2004). Construction and demolition waste in South Africa. In *Proceedings of the International Conference on Sustainable Waste Management and Recycling: Construction Demolition Waste* (pp. 63–70).
- Bogor, K. (1993). *Jurnal Kajian Teknik Sipil Nomor 3 Volume 1 22. 1*, 22–31.
- Departemen Pekerjaan umum. (2005). *Modul Rde - 12 : Bahan Perkerasan Jalan*. 101.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain. 02*.
- Kementerian PUPR. (2017). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan. Modul, 7*.
- Kholiq, A. (2014). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Antara Bina Marga Dan Aashto '93 (Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara Panyi Ng Ki Ra N-B Ari Bis Aj Al E Ngka). *Jurnal J-ENSITEC, 01*, 43–51.
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. . (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1303–1316.
- Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu. *Manumata Vol 5, No 2 (2019)*, 5(2), 56–64.
- Program, J., Teknik, S., Teknik, F., Raya, U. P., Timang, J. H., Raya, P., Program, J., Teknik, S., Teknik, F., Raya, U. P., Timang, J. H., Raya, P., Program, J., Teknik, S., Teknik, F., Raya, U. P., Timang, J. H., & Raya, P. (2020). *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2017*. 3(2), 186–197.

Santander, B. (2017). Perkerasan Jalan, 87(1,2), 149–200.

Spesifikasi Umum Bina. (2018). Spesifikasi Umum 2018. *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, September*.

Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

Undang-Undang Republik Indonesia. (2004). UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan. *Peraturan Tentang Jalan*, 3.

LAMPIRAN



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ARINI ULFA MAWADDAH
NPM : 1707210093
JUDUL : "STUDI KOMPARASI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2017 DAN METODE ASSHTO 1993 STA 2+000 - 4+000"

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|-----------|----------------------------|-------|
| 1 | 21/9/2021 | Perbaikan data perhitungan | cf |
| 2 | 30/9/2021 | Perbaikan perhitungan | cf |
| 3 | 2-10-2021 | Perbaikan hitungan | cf |
| 4 | 8-10-2021 | Revisi seminar hasil | cf |

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(M. Husin Gultom, S.T., M.T)



**PEMERINTAH KABUPATEN GAYO LUES
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**

Jalan Arul Batin No. 03 Komplek Perkantoran Pemda Gayo Lues - Blangkejeren
Telepon : (+62 - 642) 21087 - Faksimil : (+62 - 642) 21087 - e-mail : pu.gayolues@gmail.com
Gayo Lues - Propinsi Aceh

SURAT KETERANGAN

Nomor : 090/ 182 /Bid.BM/SK/2020

Berikut data Lahu lintas tahun 2020 untuk kebutuhan Desain Perkerasan Jalan Kedah-Kong Bur.

| Jenis Kend. | Kend./Hari |
|------------------------|------------|
| Kendaraan ringan 2 ton | 50 |
| Pick up 8 ton | 24 |
| Truck 2 as | 18 |
| Total | 92 |

Demikian disampaikan, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

KEPALA BIDANG BINAMARGA
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN
RUANG KABUPATEN GAYO LUES



CHAIRUDDIN KASMAN, S.T
NIP. 19731121 200312 1 003



Gambar L3. Lapisan agregat kelas A



Gambar L4: Lapisan resap pengikat-aspalcair



Gambar L5: Laston lapis antara (AC-BC)



Gambar L6: Pemadatan laston lapis antara (AC-BC)



Gambar L7: Pemasangan laston resap pengikat (aspal cair)



Gambar L8: Lapisan perkerasan AC-BC

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Arini Ulfa Mawaddah
Panggilan : Arini
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan/ 17 Januari 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat Sekarang : Jl. Kanal Gg. Belimbing Dusun I Pasar 8
No Hp : 0813-7515-6321
Nomor Pokok Mahasiswa : 1707210093
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, no. 3 Medan 20238

RIWAYAT PENDIDIKAN

Sekolah Dasar (SD) : SD Negeri 060924
Sekolah Menengah Pertama (SMP) : SMP Negeri 36 Medan
Sekolah Menengah Atas (SMA) : SMA Swasta Eria Medan

PENGALAMAN KERJA

Kerja Praktek di PT Laudza Engineer Consultant (Proyek Kereta Api Rantau Prapat – Kota Pinang)