

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelancaran arus jalan merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung kemajuan suatu wilayah. Jalan yang memadai tidak hanya mempercepat mobilitas manusia dan barang, tetapi juga memperluas akses ke fasilitas sosial dan ekonomi, memperlancar distribusi barang, serta mendorong pemerataan pembangunan.

Jalan H.T. Rizal Nurdin, yang terletak di Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara, adalah salah satu ruas jalan untuk mengakses ke tempat wisata pantai cermin dan lahan perkebunan sawit PTPN IV. Meningkatnya wisatawan pada wisata pantai cermin dan truck bermuatan yang mengangkut hasil perkebunan menyebabkan volume lalu lintas semakin meningkat, tentunya perkerasan jalan perlu diperhatikan karna mempunyai peranan yang sangat penting untuk mobilitas para pekerja dan wisatawan agar dapat mengakses ke kawasan tersebut. Aktivitas transportasi yang padat menjadikan jalan ini sangat strategis dalam menunjang konektivitas antar wilayah.

Namun, seiring berjalannya waktu, kondisi fisik Jalan H.T. Rizal Nurdin mengalami kerusakan pada struktur jalan karena peningkatan beban berlebih pada infrastruktur perkerasan jalan. Kerusakan tersebut tidak hanya mengganggu kelancaran lalu lintas, tetapi juga menimbulkan kecelakaan dan ketidak nyamanan berkendara.

Beban berlebih adalah salah satu faktor penyebab utama kerusakan struktur perkerasan jalan tersebut, juga jumlah lalu lintas beban berat (truk bermuatan) yang mengangkut hasil perkebunan dan pertanian tidak terdeteksi secara tepat dalam perhitungan volume lalu lintas, yang mana hal tersebut merupakan salah satu data masukan utama pada sistem perencanaan, sehingga terjadi perbedaan antara di lapangan dengan yang direncanakan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang yang baik agar tidak terjadi kembali kerusakan struktur perkerasan jalan yang diakibatkan oleh beban berlebih.

Dalam perencanaan struktur perkerasan banyak metode-metode yang dapat digunakan untuk perencanaan tersebut, tidak hanya kuat dan tahan lama tetapi juga mampu mendukung kelancaran transportasi dalam jangka panjang seperti metode AASHTO, metode Bina Marga, metode analisa komponen dan metode lainnya.

Penelitian ini akan membahas tentang perencanaan struktur perkerasan lentur di Jalan H.T. Rizal Nurdin Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara STA 0+000 – STA 1+000 dengan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2017 agar mengetahui perbandingan perencanaan yang lebih tahan lama dan dapat dijadikan pertimbangan dalam perencanaan struktur perkerasan di Jalan H.T. Rizal Nurdin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, maka yang menjadi permasalahan dalam Penelitian ini yaitu:

Bagaimana perencanaan struktur perkerasan lentur berdasarkan beban lalu lintas jalan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2017 yang sesuai dengan lalu lintas pada ruas jalan H.T. Rizal Nurdin dan kondisi tanah existing?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam pembuatan penelitian, maka peneliti membatasi ruang lingkup masalah sebagai berikut :

Perencanaan ini dilaksanakan pada Ruas Jalan H.T Rizal Nurdin dan hanya membahas perencanaan struktur perkerasan lentur dengan kondisi lalu lintas saat ini menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan Jalan No.2/M/BM/2017).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan diatas, maka ditetapkan tujuan Penelitian ini adalah :

Mengetahui perencanaan struktur perkerasan lentur berdasarkan beban lalu lintas jalan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2017 pada ruas jalan H.T. Rizal Nurdin.

1.5 Manfaat Penelitian

Secara peraktis atau terapan penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Pemerintah

Sebagai bahan masukan dan sumbangan pemikiran yang diharapkan bermanfaat dalam merencanakan struktur perkerasan jalan lentur untuk akses ke kawasan wisata pantai cermin.

2. Bagi Perencana

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam merencanakan struktur perkerasan jalan lentur bagi seorang perencana.

3. Bagi Penulis

Sebagai ilmu pengetahuan, pengalaman dan menambah wawasan mengenai metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 1997 sebagai perencanaan struktur perkerasan lentur.

1.6 Sistematika Pembahasan

Secara keseluruhan pembahasan ini terdiri dari 5 bab, masing - masing bab dibagi atas beberapa sub bab. Yaitu sebagai berikut:

Bab I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang berkaitan dengan objek yang akan diteliti, metode yang akan digunakan, teori-teori yang berhubungan dengan penelitian, syarat-syarat penelitian dan literasi yang relevan yang

menguatkan bahwa penelitian yang dilakukan sudah sesuai prosedur dan sesuai dengan kaidah metode penelitian yang direncanakan.

Bab III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai rencana analisis dan tahapan pengerjaan penelitian tugas akhir ini.

Bab IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang perhitungan dan pembahasan dari data yang diperoleh dari hasil penelitian.

Bab V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab yang berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penjelasan dan juga pembahasan yang telah dilakukan pada semua bab yang telah dituliskan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Banyaknya penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul yang sama, menjadikan acuan bagi peneliti untuk mengembangkan dan menyusun dengan fokus yang berbeda. Pada bagian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu dengan penelitian yang hendak dilakukan dengan rincian sebagai berikut :

Pertama, penelitian berjudul “Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 dan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017” yang ditulis oleh (Aris Krisdiyanto, Kemmla Dewi, dan Moh. Arif Wijayanto, 2022). Hasil riset menunjukkan bahwa pada ruas Jalan Bandungsari – Salem, Kab. Brebes, Prov. Jawa Tengah memiliki perbedaan tebal perkerasan lentur dimana metode AASHTO 1993 mendapatkan nilai tebal perkerasan yaitu: lapis permukaan (Laston MS 590) 5 cm, lapis pondasi atas (Agregat Kelas A) 15 cm, lapis pondasi bawah (Sirtu Kelas B) 15 cm. Sedangkan untuk metode Bina Marga 2017 mendapatkan nilai tebal perkerasan yaitu: AC-WC 5 cm, AC-BC 6 cm, AC Base 16 cm, CTB 15 cm dan lapis pondasi Agregat Kelas A 15 cm.

Dengan hasil tebal perkerasan lentur yang berbeda, didapatkan juga perbedaan Rencana Anggaran Biaya, dimana metode AASHTO 1993 mengeluarkan biaya sebesar Rp 23.796.382.000,00 sedangkan metode Bina Marga

2017 mengeluarkan biaya sebesar Rp 51.289.817.000,00. Selisih dari kedua metode tersebut adalah Rp 27.493.435.000,00. Secara spesifik, penelitian ini membahas tentang perencanaan tebal perkerasan lentur dan Rencana Anggaran Biaya pada ruas Jalan Bandungsari – Salem.

Kedua, penelitian berjudul “Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 dan Manual Perkerasan Jalan 2017” yang ditulis oleh (Ghaffar Noer Hakim & Ida Farida, 2021). Hasil riset menunjukkan bahwa ruas jalan yang dipilih merupakan jalan alternatif kota dalam Leles Kecamatan Leles Kabupaten Garut, Jawa Barat. Data yang digunakan untuk penelitian ini data sekunder Detail Engineering Desain (DED) 2012 yang diperoleh dari instansi Bina Marga Kabupaten Garut.

Penelitian ini berfokus pada perbandingan ketebalan antara kedua metode yang digunakan kemudian dibandingkan dan memilih metode yang paling efisien. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan umur rencana 20 tahun dan menggunakan bahan yang sama pada setiap lapisan, metode AASHTO 1993 menghasilkan total tebal sebesar 55 cm, dan metode Manual Perkerasan Jalan 2017 menghasilkan ketebalan sebesar 35 cm. Secara spesifik dari hasil yang didapat, metode AASHTO 1993 memiliki ketebalan yang lebih besar dari pada metode Manual Perkerasan Jalan 2017. Maka jika digunakan pada perencanaan ketebalan perkerasan jalan, metode Manual Perkerasan Jalan 2017 akan lebih efisien.

Ketiga, penelitian berjudul “Evaluasi Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 Pada Jalan Deggung – Wonorejo, Sleman” yang ditulis oleh (Martho Adihendra Ottu, Ircham, dan Veronica Diana

Anis Anggorowati, 2023). Hasil riset menunjukkan bahwa pada ruas Jalan Deggung – Wonorejo, Kab. Sleman, Prov. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki perbedaan tebal perkerasan lentur dimana pada metode Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017 diperoleh tebal lapis permukaan AC-WC 4 cm dan lapis AC-BC sebesar 6 cm tebal lapis CTB dengan tebal 15 cm dan untuk lapis pondasi bawah LPA kelas A dengan tebal 15 cm. Adapun untuk metode AASHTO 1993 diperoleh tebal lapis permukaan AC-WC 5 cm dan lapis AC-BC sebesar 6 cm tebal lapis Laston MS 744 dengan tebal 25 cm dan untuk lapis pondasi bawah LPA kelas A dengan tebal 4 cm.

Dari kedua hasil perhitungan tebal perkerasan lentur (Overlay) tersebut maka diambil tebal perkerasan lentur dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk dianalisis gaya tegangan, regangan dan juga lendutan yang terjadi. Ini dikarenakan metode tersebut lebih efisien dan ekonomis dibandingkan metode AASHTO 1993 dengan hasil yang lebih tebal. Nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa fatigue cracking hasil analisis dengan program KENPAVE terjadi sebesar 0,03910 pada kedalaman 21,4997 cm (dibawah lapisan permukaan). Pada kedalaman 52,5030 cm diperoleh nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa rutting sebesar 0,03998 dan kerusakan permanent deformation sebesar 0,03698.

Dalam ketiga penelitian ini dengan penelitian yang akan diteliti memiliki perbedaan pada tema penelitian. Penelitian peneliti menggunakan jalan wisata sebagai tema dengan lokasi penelitian berada di ruas Jalan H.T. Rizal Nurdin yang menuju ke arah wisata Pantai Cermin.

2.2 Perkerasan Jalan

Dikutip dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2006, Jalan sebagai prasarana transportasi memiliki peranan cukup penting bagi lalu lintas kendaraan yang dapat memberikan kemudahan bagi masyarakat untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya.

Menurut Gemo (2019), perkerasan jalan yaitu suatu konstruksi yang terdiri dari beberapa susunan lapisan perkerasan dan berada di atas tanah dasar serta digunakan untuk jalur lalu lintas. Konstruksi jalan harus memiliki lapisan perkerasan yang cukup kuat dan memenuhi persyaratan agar dapat dilalui kendaraan yang melintas di atasnya.

2.3 Jenis dan Fungsi Perkerasan Jalan

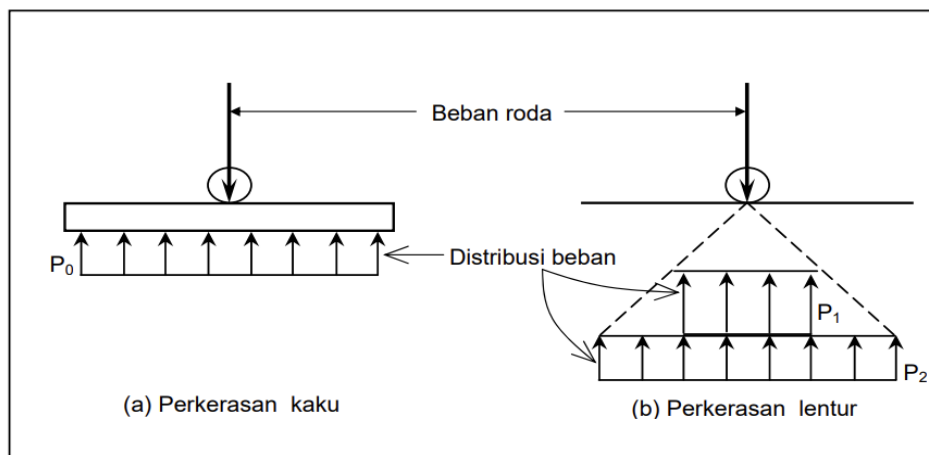
Menurut Sukirman, S (2010), berdasarkan bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan atas, perkerasan jalan dibedakan menjadi :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat,
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland, dan
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Model pendistribusian beban dipengaruhi oleh sifat kekakuan lapisan penerima beban. Pelat beton dengan nilai kekakuan tinggi, mendistribusikan beban

kendaraan pada bidang seluas pelat beton, sehingga beban persatuan luas yang dilimpahkan ke lapisan di bawah pelat beton menjadi kecil.

Perkerasan lentur memiliki kekakuan yang lebih rendah sehingga beban yang dilimpahkan ke lapisan dibawahnya didistribusikan pada luas yang lebih sempit. Gambar 2.1 mengilustrasikan perbedaan pendistribusian beban kendaraan pada perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

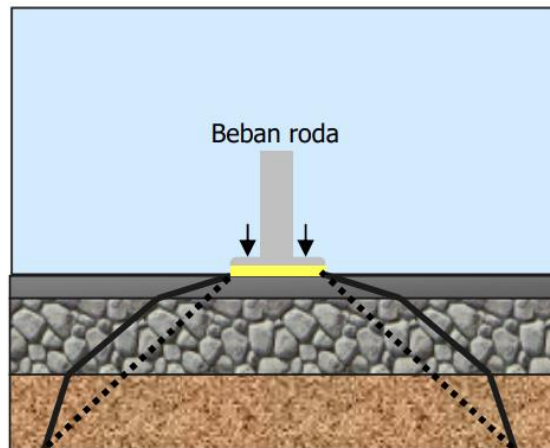


Gambar 2.1 Distribusi Beban Pada Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur

Sumber: Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 2010, hal 10

Pada Gambar 2.1a beban kendaraan didistribusikan oleh pelat beton pada bidang yang luas sehingga beban merata yang dilimpahkan ke lapisan dibawahnya, P_0 , menjadi kecil, sedangkan pada Gambar 2.1b beban kendaraan didistribusikan pada luas yang lebih sempit daripada perkerasan kaku, sehingga P_1 lebih besar dari P_0 . P_1 selanjutnya didistribusikan ke lapisan dibawahnya lagi, demikian seterusnya. Karena $P_2 < P_1$, maka lapisan perkerasan lentur dibuat berlapis-lapis, dengan lapisan paling atas memiliki sifat yang lebih baik dari lapisan di bawahnya. Akibat tidak

samanya kekakuan setiap lapis perkerasan, maka distribusi beban lalulintas ke lapis dibawahnya seperti garis — pada Gambar 2.2, bukan seperti garis -----.



Gambar 2.2 Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 2010, hal 11

2.4 Perkerasan Lentur

Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalulintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur adalah:

1. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (differential settlement) terbatas;
2. Mudah diperbaiki;
3. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja;
4. Memiliki tahanan geser yang baik;

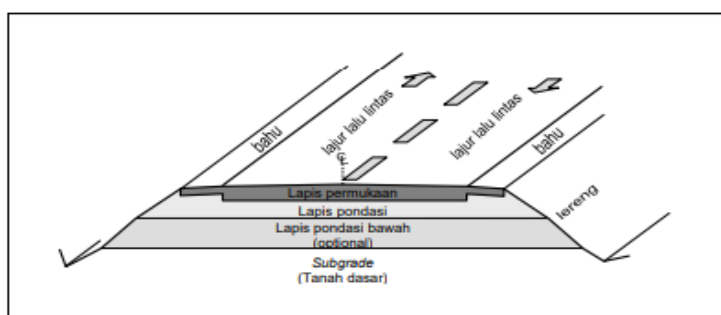
5. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan;
6. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Kerugian menggunakan perkerasan lentur adalah:

1. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku;
2. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan;
3. Frekwensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku;
4. Tidak baik digunakan jika sering digenangi air;
5. Membutuhkan agregat lebih banyak.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yang makin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin jelek. Gambar 2.3 menunjukkan jenis lapis perkerasan dan letaknya, yaitu:

1. Lapis permukaan (*surface course*);
2. Lapis pondasi (*base course*);
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*);
4. Lapis tanah dasar (*subgrade*).



Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Lentur

Sumber : Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 2010, hal 13.

2.5 Komponen Perkerasan Lentur

2.5.1 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan merupakan lapis paling atas dari struktur perkerasan jalan. Lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapis yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan. Namun demikian, akibat kontak langsung dengan roda kendaraan, hujan, dingin, dan panas, lapis paling atas cepat menjadi aus dan rusak, sehingga disebut lapis aus. Lapisan di bawah lapis aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, disebut lapis permukaan antara (*binder course*), berfungsi memikul beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke lapis pondasi. Dengan demikian lapis permukaan dapat dibedakan menjadi:

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

2.5.2 Lapis Pondasi (*Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi (*base course*). Jika tidak digunakan lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi diletakkan langsung di atas permukaan tanah dasar.

Lapis pondasi berfungsi sebagai:

1. Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarkan ke lapis dibawahnya;
2. Lapis peresap untuk lapis pondasi bawah;
3. Bantalan atau perletakkan lapis permukaan.

Material yang digunakan untuk lapis pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapis pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat.

2.5.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase*).

Menurut Sukirman, S (2010), lapis pondasi bawah berfungsi sebagai :

1. Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapis tanah dasar. Lapis ini harus cukup stabil dan mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20%, serta Indeks Plastis (IP) sama atau lebih kecil dari 10%;
2. Effisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapis diatasnya dapat dikurangi tebalnya;
3. Lapis peresap, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi;
4. Lapis pertama, agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar, sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat;

5. Lapis filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi.

Untuk itu lapis pondasi bawah haruslah memenuhi syarat:

$$\frac{D_{15}pondasi}{D_{15}tanahdasar} \geq 5 \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\frac{D_{15}pondasi}{D_{85}tanahdasar} < 5 \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

D_{15} = diameter butir pada persen lolos = 15%.

D_{85} = diameter butir pada persen lolos = 85%.

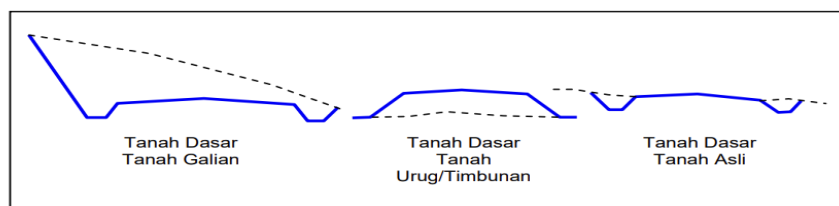
2.5.4 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade/Roadbed*)

Menurut Sukirman, S (2010), berdasarkan elevasi muka tanah dimana struktur perkerasan jalan diletakkan, lapis tanah dasar dibedakan seperti pada Gambar 2.4, yaitu:

1. Lapis tanah dasar tanah asli adalah tanah dasar yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut. Pada umumnya lapis tanah dasar ini disiapkan hanya dengan membersihkan, dan memadatkan lapis atas setebal 30 – 50 cm dari muka tanah dimana struktur perkerasan direncanakan akan diletakkan. Benda uji untuk menentukan daya dukung tanah dasar diambil dari lokasi tersebut, setelah akar tanaman atau kotoran lain disingkirkan.
2. Lapis tanah dasar tanah urug atau tanah timbunan adalah lapis tanah dasar yang lokasinya terletak di atas muka tanah asli. Pada pelaksanaan membuat lapis tanah dasar tanah urug perlu diperhatikan tingkat

kepadatan yang diharapkan. Benda uji untuk menentukan daya dukung tanah dasar diambil dari lokasi tanah untuk urugan.

3. Lapis tanah dasar tanah galian adalah lapis tanah dasar yang lokasinya terletak di bawah muka tanah asli. Dalam kelompok ini termasuk pula penggantian tanah asli setebal 50 – 100 cm akibat daya dukung tanah asli yang kurang baik. Pada pelaksanaan membuat lapis tanah dasar tanah galian perlu diperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan. Benda uji untuk menentukan daya dukung tanah dasar diambil dari elevasi lapis tanah dasar.



Gambar 2.4 Jenis Tanah Dasar ditinjau dari Muka Tanah Asli

Sumber : Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 1999, hal 15.

2.6 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2018).

2.7 Klasifikasi Jalan

2.7.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Menurut Bina Marga (1997), klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi menjadi 3 :

1. Jalan Arteri

Yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah masuk dibatasi secara efisien,

2. Jalan Kolektor

Yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi, dan

3. Jalan Lokal

Yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.7.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas dinyatakan dalam muatan sumbu berat (MST) dalam satuan ton, menurut Bina Marga (1997) disusun pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi Jalan	Kelas Jalan	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	8
Lokal	III C	Tidak ditentukan

Sumber: Bina Marga 1997

2.7.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman medan jalan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	<3
Perbukitan	B	3 – 25
Pegunungan	G	>25

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.

038/T/BM/1997, hal 5"

2.7.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26/1985 terdapat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

No.	Jenis Jalan	Wewenang/Status Jalan
1.	Jalan Nasional	PU Pemerintah
2.	Jalan Provinsi	PU Provinsi (Gubernur)
3.	Jalan Kabupaten/Kotamadya	PU Kabupaten/Kotamadya (Bupati)
4.	Jalan Desa	Perangkat Desa
5.	Jalan Khusus	Instansi terkait

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997"

2.8 Metode Bina Marga 2017

Metode Bina Marga merupakan salah satu metode yang digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan di Indonesia, dan telah menjadi bagian penting dalam analisis perkerasan lentur jalan raya. Manual Desain Perkerasan (2013) terdiri atas dua bagian yaitu, bagian I yang membahas desain perkerasan jalan baru dan bagian II yang membahas desain rehabilitasi dan rekonstruksi perkerasan.

Setelah digunakan sejak pertama kali diterbitkan pada tahun 2013 berbagai masukan telah diperoleh dari pengguna manual baik yang secara langsung maupun yang diperoleh dari pengamatan terhadap praktek implementasi manual dalam perencanaan. Parameter yang dibutuhkan pada perencanaan metode Bina Marga 2017 ini antara lain adalah :

- CBR Desain Tanah Dasar
- Umur Rencana
- Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
- Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)
- Lalu Lintas pada Lajur Rencana
- Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)
- Beban Sumbu Standar Kumulatif
- Pemilihan Struktur Perkerasan.

2.8.1 CBR Desain Tanah Dasar

Menurut Bina Marga (2017), metode persentil menggunakan distribusi data nilai CBR pada segmen seragam yang dianggap terdistribusi secara normal. Nilai persentil ke “x” dari suatu kumpulan data membagi kumpulan data tersebut dalam dua bagian, yaitu bagian yang mengandung “x” persen data dan bagian yang mengandung $(100 - x)$ persen data.

Nilai CBR yang dipilih adalah adalah nilai persentil ke 10 (10th percentile) yang berarti 10% data segmen yang bersangkutan lebih kecil atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Atau: 90% dari data CBR pada segmen seragam tersebut lebih besar atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut.

Prosedur perhitungan untuk presentil ke-10 adalah sebagai berikut:

- i. Susun data CBR secara berurutan dari nilai terkecil hingga terbesar.
- ii. Hitung jumlah total data nilai CBR (n).
- iii. Hitung 10% dari (n), nilai yang diperoleh disebut sebagai indeks.

- iv. Jika indeks yang diperoleh dari langkah (iii) merupakan bilangan pecahan, lakukan pembulatan ke bilangan terdekat dan lanjutkan ke langkah v. Jika indeks yang dihasilkan berupa bilangan bulat, lanjutkan ke langkah vi.
- v. Dari kumpulan data yang sudah diurutkan (langkah 1), hitung mulai dari data terkecil hingga mencapai data diurutan yang diperoleh dari langkah 3. Nilai CBR pada urutan tersebut adalah nilai CBR persentil ke-10.
- vi. Dari kumpulan data yang sudah diurutkan (langkah 1), hitung mulai dari data terkecil hingga mencapai data diurutan yang diperoleh dari langkah 3. Nilai CBR persentil ke-10 adalah nilai rata-rata dari dua nilai CBR yaitu CBR pada urutan tersebut dan urutan berikutnya.

2.8.2 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan baru ditentukan berdasarkan jenis perkerasan dan elemen perkerasan, dinyatakan sebagai berikut pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir.	20
	Fondasi jalan.	

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

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (2-1)

2.8.3 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku.

Tabel 2.5 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*) (%)

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

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (4-2)

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

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

2.8.4 Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Data lalu lintas harian rata-rata merupakan volume lalu lintas yang diambil pada hasil survey 48 jam dan dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP).

Rumus lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah sebagai berikut :

$$LHR = LHR_0(1 + i)^{UR} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

LHR_0 = Lalu lintas harian rata-rata awal tahun rencana

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

2.8.5 Lalu 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).

Tabel 2.6 Faktor Distribusi Lajur (DL)

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

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (4-3)

Adapun faktor distribusi arah (DD) dapat diambil yaitu :

$$DD = 0,3 - 07 \text{ (umumnya diambil } 0,5) \dots\dots\dots(2.5)$$

2.8.6 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:

- Rumus menghitung Equivalent Single Axle Load (ESA) masing-masing kendaraan niaga

$$ESA = \sum (LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(2.6)$$

- Rumus menghitung Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)

$$CESA = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan:

ESA = 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 Tabel 2.7.

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur Tabel 2.6.

CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana.

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

2.8.7 Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Tabel 2.7 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

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

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (4-5)

2.8.8 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada Tabel 2.8 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

Tabel 2.8 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 – 10	>10 – 30	>30 – 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR \geq 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 – 10	>10 – 30	>30 – 200
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3A	-	-	-	2	2
AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1,2	1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LFA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi <i>Soil Center</i>	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (3-1)

Catatan:

Tingkat kesulitan:

1 - Kontraktor kecil – medium;

2 - Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai;

3 - Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis Burtu / Burda.

Bagan Desain

Tabel 2.9 Bagan Desain 3 – Desain perkerasan lentur opsi biaya minimum dengan

CTB¹

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat Bagan Desain – 3A, 3B, dan 3C	Lihat bagan desain – 4 untuk alternative perkerasan kaku ³			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	>10 – 30	>30 – 50	>50 – 100	>100 – 200	>200 – 500
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 ³	150	150	150	150	150
LFA Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (7-12)

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 alternatif.
3. Bagan Desain - 4 sebagai alternatif untuk solusi perkerasan kaku pada kondisi tanah datar biasa (bukan tanah lunak) dapat dipertimbangkan jika life-cycle-cost dan sumber daya setempat memungkinkan.
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 2.10 Bagan Desain 3A – Desain perkerasan lentur dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA5)	$FF1 < 0,5$	$0,5 \leq FF2 \leq 4,0$
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi macadam	HRS
Struktur Perkerasan	Tebal lapis (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan $CBR > 10\%^3$	150	125

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (7-13)

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 ESA5.
3. Kerikil alam dengan atau material stabiisasi dengan $CBR > 10\%$ dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumberdaya penyedia jasa yang mumpuni tersedia. Ukuran material LFA kelas B lebih besar dari pada kelas A sehingga lebih mudah mengalami segregasi. Selain itu, ukuran butir material kelas B yang lebih besar membatasi tebal minimum

material kelas B. Walaupun dari segi mutu material kelas A lebih tinggi daripada kelas B, namun dari segi harga material LFA kelas A dan B tidak terlalu berbeda sehingga untuk jangka panjang LFA kelas A dapat menjadi pilihan yang lebih kompetitif.

Tabel 2.11 Bagan Desain 3B – Desain perkerasan lentur aspal dengan lapis fondasi berbutir

Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih				Lihat catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA5)	< 2	≥ 2 – 7	>7 – 10	>10 – 20	>20 – 30	>30- 50	>50- 100	>100- 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60

AC BASE	0	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2	3					

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (7-14)

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.

2.9 Metode American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993

Metode AASHTO merupakan salah satu metode yang digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan di Indonesia, dan telah menjadi bagian penting dalam analisis perkerasan lentur jalan raya. Indonesia menggunakan metode AASHTO sebagai acuan dalam menyusun standar perencanaan tebal perkerasan lentur dan telah menjadi standar perencanaan di berbagai negara. Parameter yang dibutuhkan pada perencanaan metode AASHTO 1993 ini antara lain adalah:

- Modulus Resilient (MR)
- Lalu Lintas
- Indeks Kemampuan Pelayanan Awal (Po)
- Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt)
- Serviceability
- Reliability
- Faktor drainase
- Structural Number (SN)
- Koefisien Lapisan
- Modulus Elastisitas

2.9.1 Modulus Resilient (MR)

Modulus resilient (M_R) yaitu parameter perhitungan ketebalan perkerasan lentur untuk data tanah dan pengganti CBR yang digunakan sebagai penunjuk daya dukung lapis tanah dasar. Untuk tanah dasar M_R diperoleh melalui korelasi nilai CBR seperti persamaan 2.8.

$$M_R = 1500 \times \text{CBR}, M_R \text{ dalam (psi)} \dots \dots \dots (2.8)$$


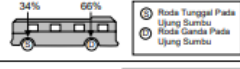
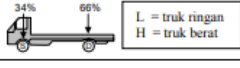
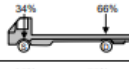
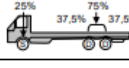
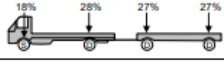
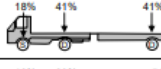
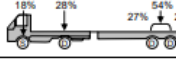
2.9.2 Analisis Lalu Lintas

Parameter lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan lalu lintas didasarkan pada angka ekivalen kendaraan, factor distribusi arah, factor distribusi lajur, tingkat pertumbuhan, dan umur rencana. Sehingga menurut AASHTO '93 untuk menghitung besarnya repetisi beban lalu lintas selama umur rencana sebagai berikut :

1. Menentukan angka ekivalen masing-masing kendaraan

- a. Sumbu tunggal : $E = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \dots \dots \dots (2.9)$

- b. Sumbu ganda : $E = 0,86 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \dots \dots \dots (2.10)$

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2,0	
1.2 Bus	3	6	9	
1.2L Truk	2,3	6	8,3	
1.2H Truk	4,2	14	18,2	
1.22 Truk	5	20	25	
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2+ 2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2+ 22 Trailer	10	32	42	

Gambar 2.5 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

Sumber: Bina Marga No. 01/MN/BM/83 dalam Sukirman, 2010

2. Menentukan lintas ekivalen kumulatif (W_{18})

$$W_{18} = \sum LHR_i \times E_i \times D_A \times D_L \times 365 \times N \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan;

W_{18} = repetisi beban lalu lintas selama umur rencana, lss/lajur/umur rencana

LHR = Lalu lintas Harian Rata-rata, kendaraan/hari/2 arah

E_i = angka ekivalen jenis kendaraan i

D_A = faktor distribusi arah dengan nilai antara 0,3 – 0,7 (umumnya digunakan 0,5)

D_L = faktor distribusi lajur

365 = jumlah hari dalam satu tahun

i = pertumbuhan lalu lintas

N = faktor umur rencana

Tabel 2.12 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	% Beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber: AASHTO 1993

a) Faktor umur rencana (N)

Faktor umur rencana adalah angka yang dipergunakan untuk menghitung repetisi lalu lintas selama umur rencana dari awal umur rencana. Jika tidak ada pertumbuhan lalu lintas maka N sama dengan umur rencana. Oleh karena itu N dihitung melalui pendekatan dengan menggunakan Persamaan 2.12.

$$N = \frac{[(1+i)^{UR}-1]}{i} \dots\dots\dots(2.12)$$

dengan:

UR = umur rencana, tahun

i = pertumbuhan lalu lintas pertahun (%/tahun)

Adapun nilai N untuk berbagai nilai faktor pertumbuhan lalu lintas dan umur rencana seperti pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Nilai N Pada Factor Pertumbuhan Lalu Lintas

Umur Rencana Tahun	Faktor pertumbuhan lalu lintas, persen (i)							
	0	2	4	5	6	7	8	10
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	2,00	2,02	2,04	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10
3	3,00	3,06	3,12	3,15	3,18	3,21	3,25	3,31
4	4,00	4,12	4,25	4,31	4,37	4,44	4,51	4,64
5	5,00	5,20	5,42	5,53	5,64	5,75	5,87	6,11
6	6,00	6,31	6,63	6,80	6,98	7,15	7,34	7,72
7	7,00	7,43	7,90	8,14	8,39	8,65	8,92	9,49
8	8,00	8,58	9,21	9,55	9,90	10,26	10,64	11,44
9	9,00	9,75	10,58	11,03	11,49	11,98	12,49	13,58
10	10,00	10,95	12,01	12,58	13,18	13,82	14,49	15,94
11	11,00	12,17	13,49	14,21	14,97	15,78	16,65	18,53
12	12,00	13,41	15,03	15,92	16,87	17,89	18,98	21,38
13	13,00	14,68	16,63	17,71	18,88	20,14	21,50	24,52
14	14,00	15,97	18,29	19,60	21,02	22,55	24,21	27,97
15	15,00	17,29	20,02	21,58	23,28	25,13	27,15	31,77
16	16,00	18,64	21,82	23,66	25,67	27,89	30,32	35,95
17	17,00	20,01	23,70	25,84	28,21	30,84	33,75	40,54
18	18,00	21,41	25,65	28,13	30,91	34,00	37,45	45,60

Umur Rencana Tahun	Faktor pertumbuhan lalu lintas, persen (i)							
	0	2	4	5	6	7	8	10
19	19,00	22,84	27,67	30,54	33,76	37,38	41,45	51,16
20	20,00	24,30	29,78	33,07	36,79	41,00	45,76	57,27

Sumber: *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur-Silvia Sukirman 2010 (Hal 123)*

2.9.3 Indeks Kemampuan Pelayanan Awal (Po)

Menurut AASHTO 1993 (Hal II-10), menyarankan nilai indeks kemampuan pelayanan awal (Po) sebagai berikut:

1. Untuk perkerasan beton atau perkerasan kaku, $P_o = 4,5$
2. Untuk perkerasan aspal atau perkerasan lentur $P_o = 4,2$

2.9.4 Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt)

Indeks kemampuan pelayanan akhir (Pt) ditentukan dari survei pendapat yang menyatakan sejauh mana perkerasan masih bisa diterima. Dari survei tersebut, AASHTO (1993) memberikan pedoman nilai minimum Pt. AASHTO (1993) menyarankan nilai-nilai kemampuan pelayanan akhir (Pt) sebagai berikut :

Tabel 2.14 Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt)

Pt	Persentase orang berpendapat tidak setuju
3,0	12%
2,5	55%

Pt	Persen orang berpendapat tidak setuju
2,0	85%

Sumber: AASHTO 1993 (II-10)

2.9.5 Kehilangan Kemampuan Pelayanan (*Serviceability Loss*)

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh system perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. Untuk serviceability ini parameter utama yang dipertimbangkan adalah nilai *present serviceability index* (PSI). Total kehilangan tingkat pelayanan dirumuskan pada Persamaan 2.13.

$$\Delta PSI = P_o - P_t \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

Po = indeks kemampuan pelayanan awal

Pt = indeks kemampuan pelayanan akhir

2.9.6 Reliabilitas (R)

Reliabilitas (R) adalah tingkat kepastian atau probabilitas bahwa struktur perkerasan mampu melayani arus lalu lintas selama umur rencana sesuai dengan proses penurunan kinerja struktur perkerasan yang dinyatakan dengan serviceability yang direncanakan. AASHTO 1993 memberikan nilai R seperti dilihatkan pada Tabel 2.15 berikut ini :

Tabel 2.15 Nilai Reliabilitas (R)

Klasifikasi Jalan	Reliability (%)	
	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

Sumber: AASHTO 1993

Dari nilai reabilitas ini, maka dapat ditentukan nilai standar normal deviasi (Z_R) diperlihatkan pada Tabel 2.16 berikut:

Tabel 2.16 Hubungan Antara R Dengan Z_R

Reliabilitas, R,%	Standard Normal Deviate (Z_R)
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037

Reliabilitas, R,%	Standard Normal Deviate (Z_R)
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber: AASHTO 1993 (I-62)

2.9.7 Deviasi Standar Keseluruhan (S_o)

Simpangan baku/deviasi standar keseluruhan (S_o) yang sesuai dengan ketentuan AASHTO 1993 adalah sebagai berikut:

1. Untuk perkerasan lentur : S_o diantara 0,40 – 0,50.
2. Untuk perkerasan kaku : S_o diantara 0,30 – 0,40.

Disarankan dalam AASHTO (1993), untuk nilai S_o perkerasan lentur (aspal) 0,45 dan untuk nilai S_o perkerasan kaku (beton) 0,35.

2.9.8 Drainase

Kemampuan struktur perkerasan jalan mengalirkan air merupakan hal penting dalam perencanaan tebal perkerasan jalan. Air yang terperangkap dalam struktur perkerasan jalan dapat menjadi penyebab:

1. Berkurangnya daya dukung lapisan dengan material tanpa pengikat
2. Berkurangnya daya dukung tanah dasar
3. Naiknya butiran halus sebagai dampak dari efek pompa ke dalam struktur perkerasan jalan.
4. Lepasnya ikatan aspal dari agregat sebagai awal terjadinya lubang

Dalam perencanaan perkerasan lentur perlu adanya koefisien Drainase (m_i). Pengaruh dari kualitas Drainase ini dinotasikan sebagai m_2 (untuk lapis pondasi atas) dan m_3 (untuk lapis pondasi bawah). Penentuan koefisien Drainase (m_i) didasarkan pada kualitas dan hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan. Untuk menentukan nilai persen hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (P) maka kita harus mencari nilai faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan (WL) menggunakan Persamaan 2.14 berikut.

$$WL = 1 - C \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

C = Koefisien pengaliran

Menurut DPU-Bina Marga (1990) menyatakan bahwa nilai koefisien pengaliran (C) untuk kondisi permukaan tanah jalan beton dan jalan aspal sebesar 0,70-0,95. Setelah mendapatkan nilai faktor air hujan yang masuk ke pondasi (WL) maka selanjutnya mencari nilai persen hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (P) menggunakan Persamaan 2.15 berikut (S.Sukirman, 2010).

$$P = \frac{T_j}{24} \times \frac{T_h}{365} \times WL \times 100 \dots\dots\dots(2.15)$$

Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan kualitas drainase ditentukan berdasarkan kemampuan menghilangkan air dari struktur perkerasan. Tabel 2.17 menunjukkan kelompok kualitas drainase berdasarkan AASHTO 1993.

Tabel 2.17 Kelompok Kualitas Drainase

Kualitas drainase	Air hilang dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	Air tidak mengalir

Sumber: AASHTO 1993 (II-22)

Pengaruh kualitas drainase dalam proses perencanaan tebal lapisan perkerasan dinyatakan dengan menggunakan koefisien drainase (m) seperti pada Tabel 2.18 berikut.

Tabel 2.18 Koefisien Drainase (m)

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1 – 5%	5 - 25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 - 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Sumber: Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur-Silvia Sukirman 2010 (Hal 132)

2.9.9 Structural Number (SN)

SN adalah angka yang menunjukkan jumlah tebal lapis perkerasan yang telah disetarakan kemampuannya sebagai bagian pewujud kinerja perkerasan jalan. Dalam menentukan angka struktural (SN) dapat menggunakan 2 cara yaitu dengan menggunakan nomogram pada Gambar 2.6 dan dengan cara coba-coba (*Trial and Error*) menggunakan persamaan 2.16 (S.Sukirman, 2010).

Adapun rumus SN terdapat pada persamaan 2.16 berikut :

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R \times S_o + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} \right] + 2,32 \log MR - 8,07 \dots\dots\dots(2.16)$$

dengan:

W18 = ESAL yang diperkirakan

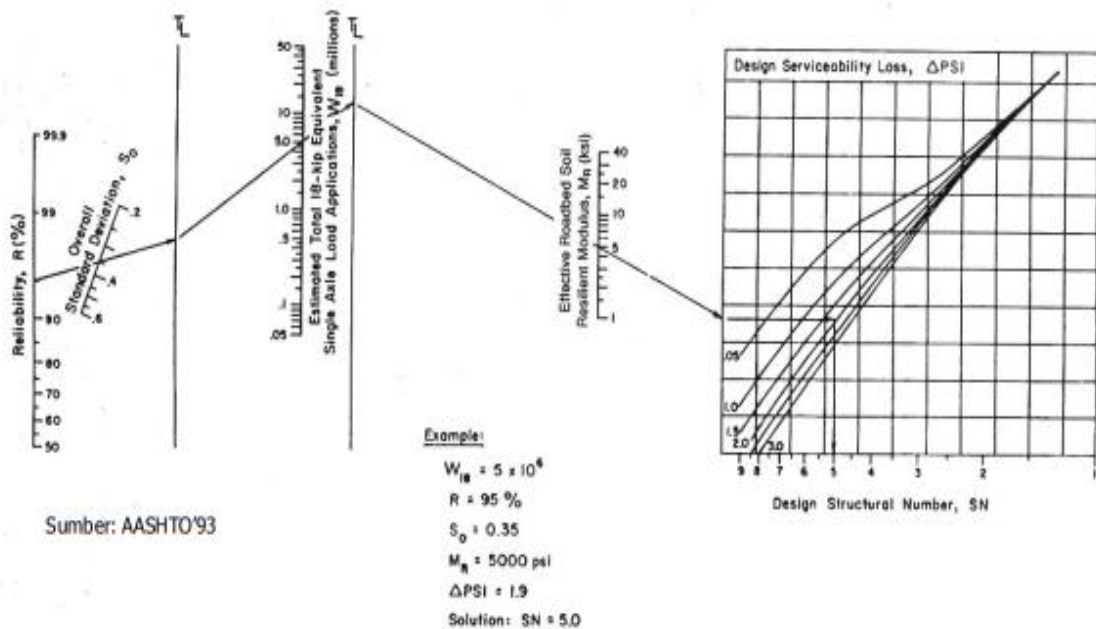
ZR = simpangan baku normal, sesuai Tabel 2.16

So = deviasi standar keseluruhan, bernilai antara 0,4 -0,5

SN = Structural Number, angka struktural relatif perkerasan, inci

ΔPSI = Perbedaan serviceability index di awal dan akhir umur rencana

MR = modulus resilient tanah dasar (psi)



Gambar 2.6 Nomogram Penentuan Nilai SN Dengan Metode AASHTO 1993

Sumber: Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur-Silvia Sukirman 2010, Hal 134

Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dapat menggunakan persamaan berikut, menurut AASHTO 1993:

1. Angka structural 1 (SN1)

$$D1 = \frac{SN^1}{a_1} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan:

SN^1 = angka structural lapis perkerasan

D_1 = tebal lapis perkerasan

a_1 = koefisien layer lapisan

2. Angka structural 2 (SN_2)

$$SN_2 = a_2 m_2 D_2 \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan:

SN_2 = angka structural lapis pondasi atas

D_1 = tebal lapis perkerasan D_1 (inch)

a_1, a_2 = koefisien layer lapisan

m_2 = koefisien drainase

3. Angka structural total (SN_{total})

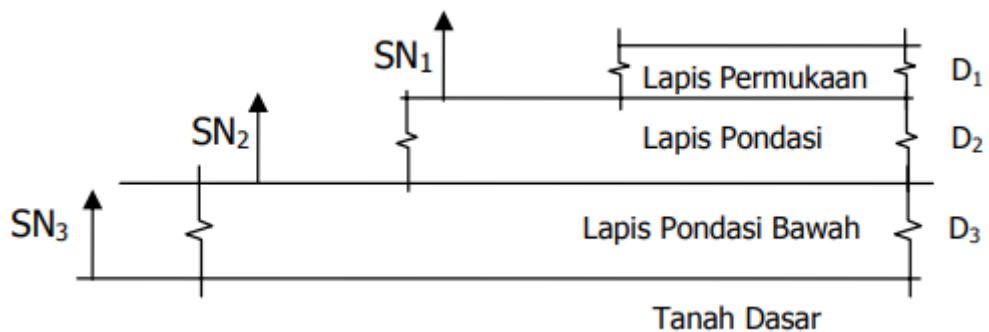
$$SN_{total} = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan:

SN_{total} = jumlah angka structural semua lapisan

D_1, D_2, D_3 = tebal lapis perkerasan D_1 (inch)

a_1, a_2, a_3 = koefisien layer lapisan



Gambar 2.7 Ilustrasi Penentuan Tebal Minimum Setiap Lapis Perkerasan

Sumber: *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur-Silvia Sukirman 2010, hal 138*

Tebal minimum lapis permukaan dari beton aspal dan lapis pondasi batu pecah ditentukan juga berdasarkan Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Tebal Minimum Lapis Permukaan Dan Lapis Pondasi

ESAL	Tebal minimum lapisan (inci)	
	Beton aspal	Pondasi batu pecah
< 50.000	1,0	4,0
50.001 – 150.000	2,0	4,0
150.001 – 500.000	2,5	4,0
500.001 – 2.000.000	3,0	6,0
2.000.001– 7.000.000	3,5	6,0
>7.000.000	4,0	6,0

Sumber: AASHTO 1993 (II-35)

2.9.10 Koefisien Lapisan (a)

Komposisi lapisan yang akan direncanakan pada masing-masing lapisan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.20 Menentukan a1, a2, dan a3

Koefisien lapisan			Kekuatan bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)

Sumber: SNI 1732-1989

Koefisien lapisan			Kekuatan bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
-	0,28	-	590	-	-	
-	0,26	-	454	-	-	Laston atas
-	0,24	-	340	-	-	

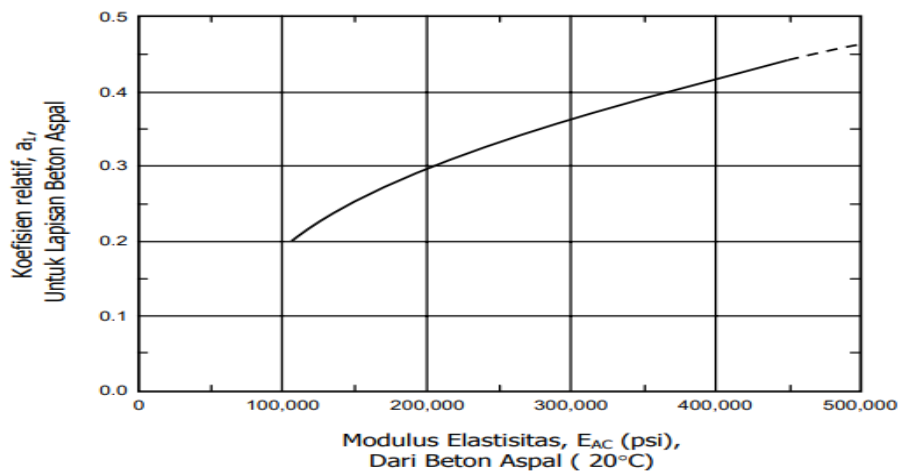
Koefisien lapisan			Kekuatan bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah – semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (Kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (Kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (Kelas C)
-	-	0,13	-		70	Sirtu pitrun (Kelas A)
-	-	0,12	-		50	Sirtu pitrun (Kelas B)
-	-	0,11	-		30	Sirtu pitrun (Kelas C)

Koefisien lapisan			Kekuatan bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
-	-	0,10	-		20	Tanah lempung berpasir

Sumber: SNI 1732-1989-F

2.9.11 Modulus Elastisitas

Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.8, 2.9, dan 2.10 yang berdasarkan nilai modulus elastisitas, EAC (psi) beton aspal.



Gambar 2.8 Koefisien Kekuatan Relatif A_1 Untuk Beton Aspal

Sumber: AASHTO 1993 (II-18)

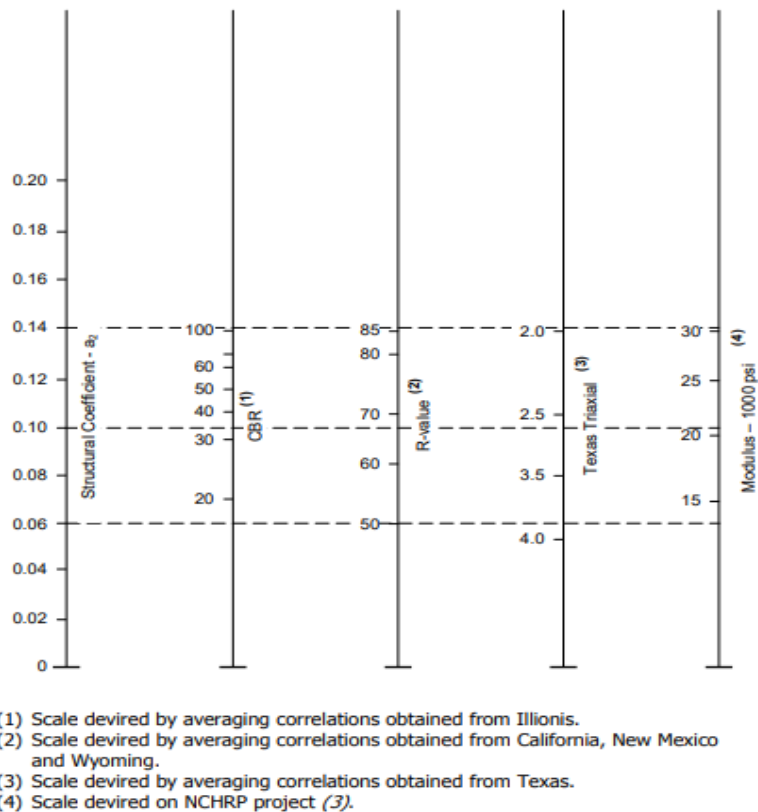
Koefisien kekuatan relatif (a_2) untuk lapis pondasi ditentukan dengan menggunakan Rumus 2.19 atau Gambar 2.9.

$$a_2 = 0,249 (\log EBS) - 0,977 \dots\dots\dots(2.19)$$

dengan:

a_2 = koefisien relatif lapis pondasi berbutir

EBS = modulus elastisitas lapis pondasi, psi



Gambar 2.9 Koefisien Kekuatan Relatif, A_2

Sumber: AASHTO 1993 (II-19)

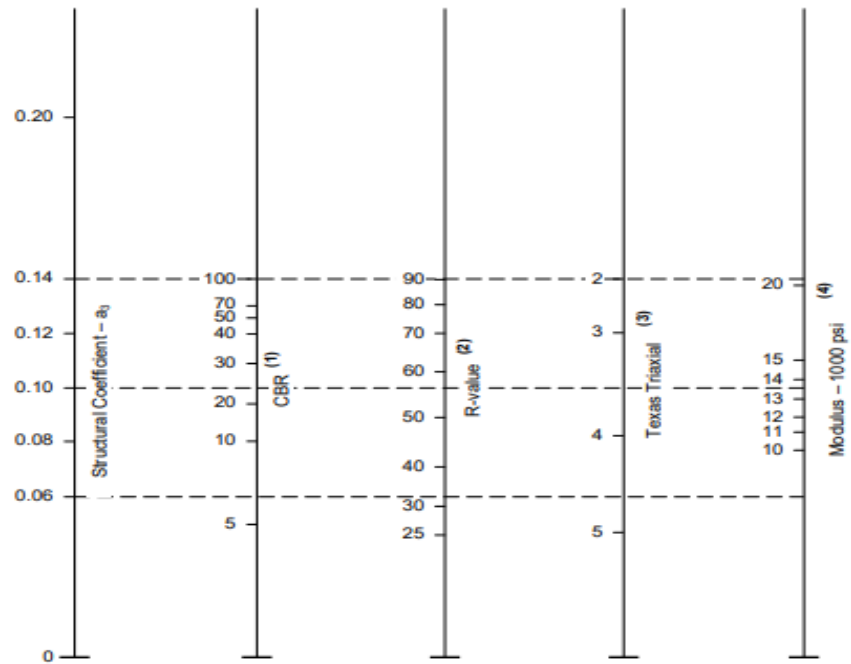
Koefisien kekuatan relatif (a_3) untuk lapis pondasi bawah ditentukan dengan menggunakan Rumus 2.20 atau Gambar 2.10.

$$a_3 = 0,227 (\log ESB) - 0,839 \dots \dots \dots (2.20)$$

dengan:

a_3 = koefisien relatif lapis pondasi bawah berbutir

ESB = modulus elastisitas lapis po



- (5) Scale devired by averaging correlations obtained from Illionis.
 (6) Scale devired by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming.
 (7) Scale devired by averaging correlations obtained from Texas.
 (8) Scale devired on NCHRP project (3).

Gambar 2.10 Koefisien Relatif, A3

Sumber: AASHTO 1993 (II-21)