BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan (*pavement*) adalah lapisan yang dibangun di atas tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalulintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada kontruksi jalan itu sendiri dengan memberikan kenyamanan selama masa pelayanan jalan tersebut. Perkerasan dibuat dengan tujuan untuk memberikan permukaan yang aman dan nyaman pada segala kondisi cuaca, serta ketebalan dari setiap lapisan harus cukup aman untuk menjamin bahwa beban kendaraan yang bekerja tidak merusak lapisan perkerasan di bawahnya.

2.2 Jenis Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman (2010), berdasarkan bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan permukaan, perkerasan dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Aspal menjadi bahan pengikat untuk tipe perkerasan ini. Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.[Sumber : Sukirman, S., 2010]

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur yaitu:

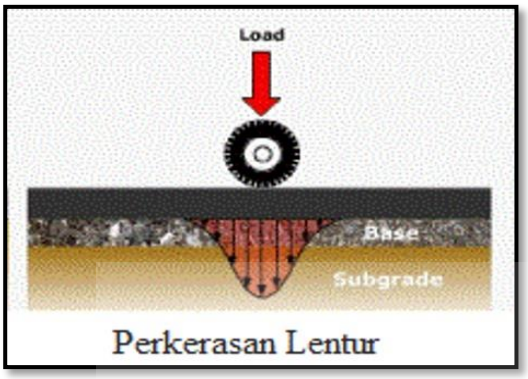
a. Mudah diperbaiki.
b. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja.
c. Memiliki tahanan geser yang baik.
d. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pengguna jalan.

Kerugian menggunakan perkerasan lentur yaitu:

a. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku.
b. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan.
c. Tidak baik jika sering digenangi air.

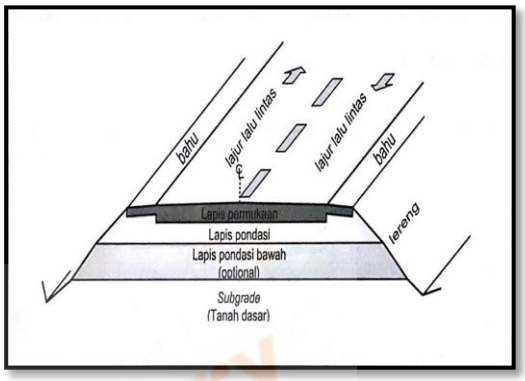
d. Membutuhkan agregat lebih banyak.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yang makin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin jelek. Gambar 2.1 menunjukan distirbusi beban kendaraan pada perkerasan lentur dan Gambar 2.2 menunjukkan struktur lapis perkerasan lentur dan letaknya.



Sumber: https://darmadi18.com

Gambar 2.1 Distribusi beban kendaraan



Sumber: Sukirman, S., 2010

Gambar 2.2 Perkerasan lentur

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku cocok digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas tinggi yang didominasi oleh kendaraan barat, di sekitar pintu tol, jalan yang melayani kendaraan berat yang melintas dengan kecepatan rendah, atau di daerah jalan keluar atau jalan masuk ke jalan berkecapatan tinggi yang didominasi oleh kendaraan berat. Keuntungan menggunakan perkerasan kaku yaitu[Sumber : Sukirman, S., 2010] :

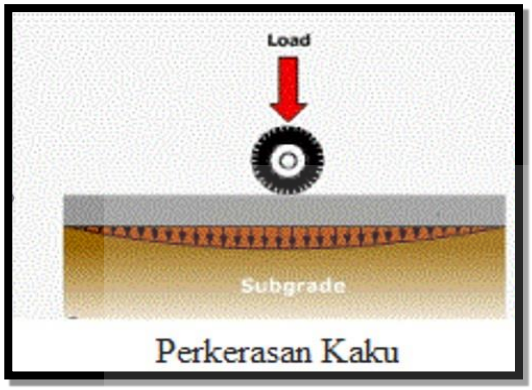
a. Umur pelayanan panjang dengan pemeliharaan yang sederhana.
b. Durabilitas baik.
c. Mampu bertahan pada banjir yang berulang.

Kerugian menggunakan perkerasan kaku yaitu :

a. Kekesatan jalan kurang baik dan sifat kekasaran permukaan dipengaruhi oleh proses pelaksanaan.
b. Memberikan kesan silau bagi pemakai jalan.
c. Membutuhkan lapisan tanah dasar yang memiliki penurunan (*settlement*) yang homogen agar pelat beton tidak retak. Untuk mengatasi hal ini seringkali

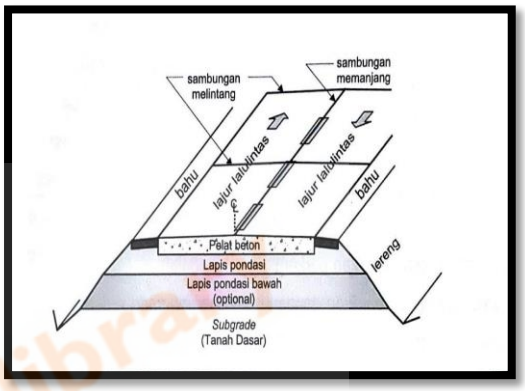
di atas permukaan tanah dasar diberi lapis pondasi bawah sebagai pembentuk lapisan homogen.

Struktur perkerasan kaku terdiri dari pelat beton sebagai lapis permukaan, lapis pondasi bawah sebagai lapis bantalan yang homogen, dan lapis tanah dasar tempat struktur perkerasan di letakan. Gambar 2.3 menunjukan distribusi kendaraan pada perkerasan kaku dan Gambar 2.4 menunjukkan struktur lapis perkerasan kaku dan letaknya.



Sumber: https://darmadi18.com

Gambar 2.3 Distribusi beban kendaraan

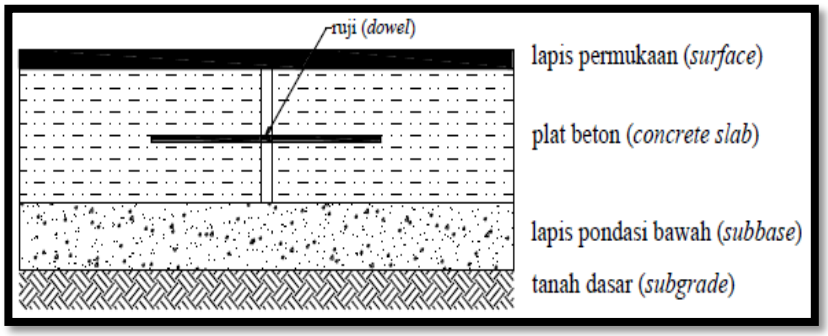


Sumber: Sukirman, S., 2010

Gambar 2.4 Perkerasan kaku

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. Gambar 2.5 menunjukkan lapisan untuk struktur perkerasan komposit.



Sumber: http://thesis.binus.ac.id

Gambar 2.5 Struktur perkerasan komposit tampak memanjang

2.3 Struktur Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yang makin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin jelek dan mempunyai peranan masing-masing.

Struktur perkererasan lentur terdiri dari 4 lapis, yaitu:

a. Lapis permukaan (*Surface Course*).
b. Lapis pondasi (*Base Course*).
c. Lapis pondasi bawah (*Subbase Course*).
d. Lapis tanah dasar (*Subgrade*).

2.3.1 Lapis Permukaan

Lapisan permukaan adalah lapisan yang bersentuhan dengan beban roda kendaraan. Lapisan permukaan ini berfungsi sebagai:

a. Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan;
b. Lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan (lapis aus);
c. Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut;
d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya.

Lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapis yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memilki daya tahan selama masa pelayanan. Lapis permukaan dapat dibedakan menjadi:

a. Lapis aus/*wearing course*, merupakan lapis permukaan yang kontak dengan roda dan perubahan cuaca.
b. Lapis antara/*binder course*, merupakan lapis permukaan yang terletak diantara lapis aus dengan lapis fondasi.

2.3.2 Lapis Fondasi

Lapis Fondasi adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Jika tidak digunakan lapis fondasi bawah, maka lapis

fondasi diletakkan langsung di atas permukaan tanah dasar. Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai:

a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
b. Lapis peresap untuk pondasi bawah.
c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi ini harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda dan sesuai syarat teknis dalam spesifikasi pekerjaan. Dalam penentuan bahan lapis pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat.

2.3.3 Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapis pondasi atas. Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai:

a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
b. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
c. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
d. Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat (akibat lemahnya daya dukung tanah dasar) pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan.
e. Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

2.3.4 Lapis Tanah Dasar

Lapis tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi pekerasan jalan diatasnya. Mutu persiapan lapis tanah dasar sebagai perletakan struktur perkerasan jalan sangat menentukan ketahanan struktur dalam menerima beban selama masa pelayanan. Tebal lapisan tanah dasar berkisar antara 50-100 cm dan berada di bawah lapis pondasi bawah dan atau lapis pondasi atas.

itenas library

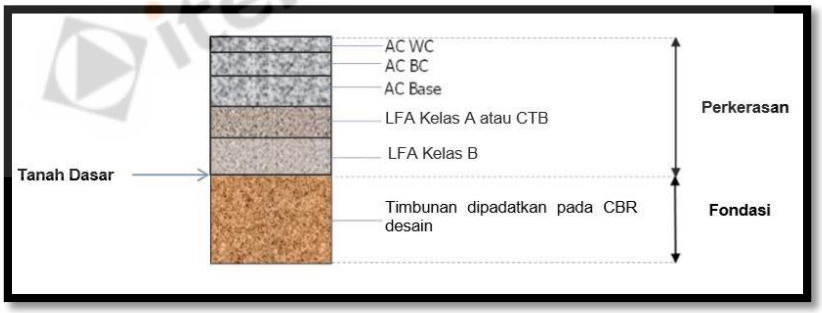
Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan dasar dibedakan atas:

a. Lapisan tanah dasar, yaitu tanah asli yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut. Gambar 2.6 menunjukan perkerasan lentur pada permukan tanah asli.

Sumber : Bina Marga, 2017.

Gambar 2.6 Perkerasan lentur pada permukaan tanah asli

b. Lapisan tanah dasar, yaitu tanah urug yang merupakan tanah yang lokasinya di atas tanah asli. Gambar 2.7 menunjukan perkerasan lentur pada timbunan.



Sumber : Bina Marga, 2017.

Gambar 2.7 Perkerasan lentur pada timbunan

c. Lapisan tanah dasar, yaitu tanah galian yang merupakan tanah yang lokasinya berada di bawah muka tanah asli. Gambar 2.8 menunjukan perkerasan lentur pada galian.

Sumber : Bina Marga, 2017.

Gambar 2.8 Perkerasan lentur pada galian

Kekuatan dan keawetan konstruksi pada perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas.
b. Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
c. Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan misalnya kepadatan yang kurang baik.

2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Menurut Sukirman, S (2010) dalam proses perencanaan tebal perkerasan lentur terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dan ikut mempengaruhi hasil perencanaan, yaitu:

a. Beban lalulintas.
b. Daya dukung tanah dasar.
c. Fungsi jalan.
d. Kondisi lingkungan.
e. Mutu struktur perkerasan.

2.5 Beban Lalulintas

Menurut Sukirman, S (2010) beban lalu lintas adalah beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa

pelayanan jalan. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh berbagai faktor kendaraan seperti:

a. Jenis kelompok kendaraan.
b. Beban sumbu.
c. Volume lalulintas.
d. Repetisi sumbu.
e. Distribusi arus lalulintas pada perkerasan jalan.

Pemahaman komprehensif tentang beban kendaraan yang merupakan beban dinamis pada perkerasan jalan, sangat mempengaruhi hasil perencanaan tebal perkerasan jalan dan kekokohan struktur perkerasan jalan selama masa pelayanan.

2.5.1 Jenis Kelompok Kendaraan

Setiap kendaraan memiliki minimal dua sumbu, yaitu sumbu depan disebut sumbu kendali, dan sumbu belakang atau sumbu penahan beban. Masing-masing bagian ujung sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda (Sukirman, 2010).

Dengan beragamnya jenis sumbu dan jumlah roda yang dimiliki, maka perlu usaha untuk memudahkan pengelompokkan jenis kendaraan secara spesifik sehingga mengakibatkan terdapat berbagai kode angka dan simbol kendaraan yaitu:

1 : Menunjukkan sumbu tunggal dengan roda tunggal.

2 : Menunjukkan sumbu tunggal dengan roda ganda.

22 : Menunjukkan sumbu ganda atau tandem dengan roda ganda.

222 : Menunjukkan sumbu tripel dengan roda ganda.

Kode simbol dengan pengertian sebagai berikut:

- : Menunjukkan pemisahan antara sumbu depan dan sumbu belakang kendaraan.
- : Menunjukkan kendaraan dirangkai dengan sistem hidraulik.
+ : Menunjukkan kendaraan digandeng dengan kereta tambahan.

Berbagai golongan dan jenis kendaraan sesuai dengan konfigurasi sumbu dan rodanya dapat dilihat pada Tabel 2.1 menunjukkan jenis kendaraan dan konfigurasi sumbu.

Tabel 2.1 jenis kendaraan dan konfigurasi sumbu.

Golongan	Kelompok jenis kendaraan	Jenis kendaraan	Konfigurasi sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, jeep, station wagon			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor			

Sumber: Bina Marga, 2017

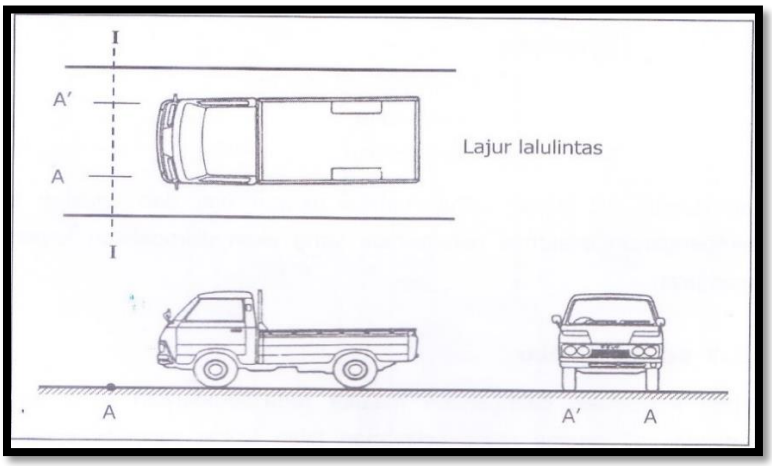
Berbagai jenis kendaraan memiliki konfigurasi sumbu dan roda kendaraan yang berbeda, sehingga mengakibatkan terdapat berbagai kode angka seperti terlihat pada Tabel 2.1. Kode konfigurasi sumbu 1.1, yaitu kendaraan dengan sumbu depan dan sumbu belakang berupa sumbu tunggal roda tunggal (1). Kode konfigurasi sumbu 1.22, yaitu kendaraan dengan sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal (1) dan sumbu belakang berupa sumbu tandem roda ganda (22). Kode konfigurasi sumbu 1.22-22, yaitu kendaraan dengan konfigurasi sumbu terdiri dari sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal (1) dan sumbu belakang berupa sumbu tandem roda ganda (22), memiliki system hidraulik (-) tambahan bersumbu tandem roda ganda (22). Kode konfigurasi sumbu 1.22-22+2.2, yaitu kendaraan dengan konfigurasi sumbu yang terdiri dari sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal (1),

sumbu belakang berupa sumbu tandem roda ganda (22), kendaraan memiliki system hidraulik (-) bersumbu tandem roda ganda (22) dan digandeng (+) dengan kereta tambahan bersumbu depan dan belakang sumbu tunggal roda ganda (2.2).
Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang dianggap cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan. Kendaraan yang diperhitungkan dalam desain tebal perkerasan adalah kendaraan dengan jumlah roda minimal enam atau lebih.

2.5.2 Beban Sumbu

Beban sumbu adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu terhadap jalan. Beban tersebut selanjutnya didistribusikan ke fondasi jalan, bila daya dukung jalan tidak mampu menahan muatan sumbu maka jalan akan rusak, oleh karena itu ditetapkan beban sumbu terberat yang bisa melalui suatu kelas jalan tertentu.

Menurut Sukirman S, (2010), beban kendaraan dilimpahkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang kali selama masa pelayanan jalan akibat repitisi kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Titik A pada Gambar 2.9 menerima beban kendaraan melalui bidang kontaknya sebanyak 2 kali yaitu akibat lintasan roda depan dan roda belakang. Titik A terletak pada lajur lintasan kendaraan bersamaan dengan titik A'. Pada saat yang bersamaan titik A dan A' akan menerima beban yang sama. Beban tersebut berupa beban roda yang besarnya setengah dari beban sumbu kendaraan. Perkerasan jalan pada penampang I-I menerima beban berulang sebanyak lintasan sumbu kendaraan. Jika kendaraan memiliki dua sumbu maka repetisi beban pada penampang I-I adalah dua kali dan jika memiliki 3 sumbu maka repitisi beban adalah 3 kali. Dengan kata lain, repitisi beban yang diakibatkan oleh satu kendaraan sama dengan jumlah sumbunya. Oleh karena itu repitisi beban pada perencanaan tebal perkerasan dinyatakan dengan repetisi lintasan sumbu, bukan lintasan roda ataupun lintasan kendaraan. Gambar 2.9 menunjukkan pelimpahan beban kendaraan.



Sumber: Sukirman, S ., 2010

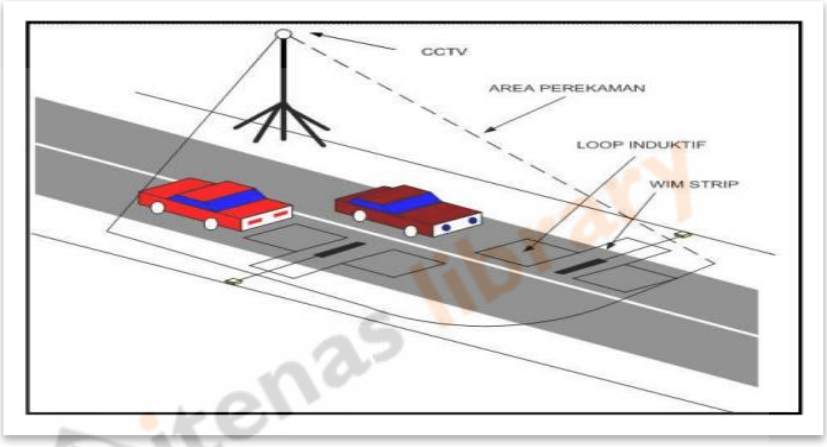
Gambar 2.9 Pelimpahan beban kendaraan ke perkerasan jalan.

Menurut Sukirman, S. (2010) setiap jenis kendaraan yang sama dapat saja mempunyai beban sumbu yang berbeda, karena kendaraan selalu mengangkut muatan dengan berat yang tidak selalu sama. Sebagai contoh, truk ringan dengan berat kosong 2,5 ton dapat memuat hingga mencapai berat maksimum yang diizinkan sebesar 8 ton. Setiap kali truk tersebut melintasi suatu ruas jalan, berat truk dapat bervariasi dari 2,5 ton sampai 8 ton, yang tentu saja menghasilkan beban sumbu yang berbeda-beda.

Lebih lanjut Sukirman, S. (2010) mengatakan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan sepantasnyalah beban yang diperhitungkan adalah beban yang mungkin terjadi selama umur rencana atau masa pelayanan jalan. Beban lalu lintas rencana tidak selalu sama dengan beban maksimum. Perencanaan berdasarkan beban maksimum akan menghasilkan tebal perkerasan yang tidak ekonomis, tetapi perencanaan berdasarkan beban yang lebih kecil dari beban rata-rata yang digunakan akan menyebabkan struktur perkerasan mengalami kerusakan sebelum masa pelayanan habis. Pertimbangan yang bijaksana berdasarkan data beban kendaraan di lokasi atau sekitar lokasi, dan pertimbangan faktor pertumbuhan beban dan volume lalu lintas yang mungkin terjadi, sangat tepat untuk dilakukan. Oleh karena itu dalam rangka perencanaan tebal perkerasan perlu dilakukan survei beban kendaraan, volume lalu lintas, serta analisis dan prediksi pertumbuhan sosio

ekonomi. Survei beban kendaraan dan volume lalulintas diperoleh dari survei *Weigh In Motion* (WIM).

Weigh In Motion (WIM) adalah sebuah metode pengukuran beban masing-masing sumbu kendaraan yang dapat dilakukan ketika kendaraan dalam kondisi bergerak. Pada *Weigh In Motion* (WIM) di set syarat bobot maksimum kendaraan yang akan melintas di jalan tersebut. Selain itu juga dipasang kamera CCTV untuk merekam kendaraan-kendaraan yang melintas di jalan tersebut. Gambar 2.10 menunjukkan pemasangan sensor untuk survei *Weigh In Motion* (WIM).



Sumber: http://eng.unila.ac.id/wp-content/uploads/2015/08/RT038.pdf

Gambar 2.10 Sensor WIM

Teknik pengukuran berat dan konfigurasi sumbu kendaraan dilakukan dengan bantuan alat timbang otomatis (*golden river*) dengan cara *Weigh In Motion* (WIM), dimana pengukuran berlangsung tanpa memberhetikan kendaraan. Pengukuran dengan WIM dilakukan dengan bantuan alat sensor yang dipasang di perkerasan jalan, sehingga beban dari setiap sumbu kedaraan langsung terekam oleh sensor. Data yang diukur oleh WIM antara lain kecepatan, panjang kendaraan, konfigurasi berat dan jarak sumbu kendaraan.

2.5.3 Repetisi Beban Lalulintas

Menurut Sukirman, S (2010) repetisi beban lalulintas adalah beban berulang yang terjadi selama umur rencana atau masa pelayanan jalan. Konfigurasi dan beban sumbu kendaraan bermacam-macam, sedangkan repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu kendaraan, oleh karena itu perlu ditentukan cara untuk menyatakan repetisi beban sehingga data yang diberikan tidak memberi peluang untuk salah menafsirkan besarnya beban lalulintas.

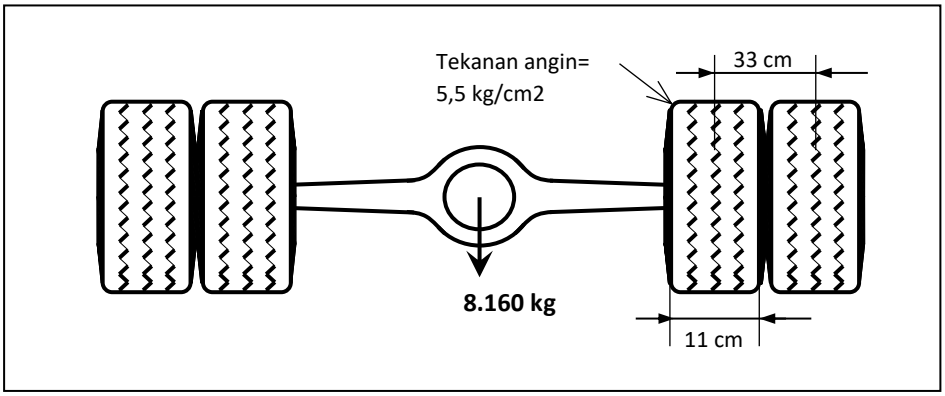
Saat ini terdapat 2 cara penentuan besarnya beban lalulintas untuk perencanaan, yaitu dinyatakan dalam repetisi lintasan sumbu standar dan spektra beban.

2.5.4 Lintasan Sumbu Standar

Beban lalu lintas yang melalui sebuah jalan dipengaruhi oleh beragam spesifikasi kendaraan dan beban yang diangkutnya. Oleh karenanya, untuk mempermudah dalam perencanaan tebal struktur perkerasan lentur dibutuhkan faktor keseragaman untuk mengekivalenkan berbagai lintasan sumbu terhadap sumbu standar. Kriteria beban sumbu standar sesuai Bina Marga sebagai berikut :

- Beban sumbu 8160 kg;
- Tekanan roda 1 ban ± 5,5 kg/cm2 (0,55 Mpa);
- Lebar bidang kontak 11cm;
- Jarak antara masing-masing sumbu roda ganda = 33 cm.

Sumbu tunggal 8160 kg yang digunakan sebagai sumbu standar di Indonesia seperti digambarkan pada Gambar 2.11.



Sumber: Sukirman, S., 2010

Gambar 2.11 Sumbu standar 8160 kg

2.5.5 Angka Ekivalen

Menurut Sukirman, S (2016), beban lalu lintas berasal dari berbagai jenis kendaraan dengan beragam konfigurasi sumbu dan berat kendaraan. Oleh karena itu dibutuhkan angka ekivalen (E) yang berguna untuk mengekivalenkan repetisi sumbu kendaraan terhadap repetisi sumbu standar (rss). Angka ekivalen (E) adalah angka yang menunjukkan repetisi sumbu standar yang menyebabkan kerusakan yang sama untuk satu repetisi sumbu. Sebagai contoh:

a. E sumbu tunggal roda tunggal (kode sumbu 1) seberat 2,2 ton = 0,005; ini berarti 1 kali repetisi sumbu tunggal roda tunggal dengan berat 2,2 ton ekivalen dengan 0,005 kali repetisi sumbu standar, akan menyebabkan kerusakan yang sama pada struktur perkerasan jalan.
b. E sumbu tandem roda roda ganda (kode sumbu 22) seberat 2,2 ton = 0,0007; ini berarti 1 kali repetisi sumbu tandem roda ganda dengan berat 2,2 ton ekivalen dengan 0,0007 kali repetisi sumbu standar, akan menyebabkan kerusakan yang sama pada struktur perkerasan jalan.

Angka ekivalen dihitung untuk setiap jenis kendaraan dengan terlebih dahulu dihitung angka ekivalen masing-masing sumbu. Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017 menggunakan 2 angka ekivalen yaitu angka ekivalen pangkat 4 dapat dilihat pada Rumus (2.1 – 2.4) dan angka ekivalen pangkat 5 dapat dilihat Rumus (2.5 – 2.8).

$$E_{\text{sumbu tunggal roda tunggal}} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal,kg}}{5.400}\right)^{4} \quad \text{..... (2.1)}$$

$$E_{\text{sumbu tunggal roda ganda}} = \left(\frac{\text{beban sumbu ganda,kg}}{8.160}\right)^{4} \quad \text{..... (2.2)}$$

$$E_{\text{sumbu tandem roda ganda}} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal,kg}}{13.760}\right)^{4} \quad \text{..... (2.3)}$$

$$E_{\text{sumbu tripel roda ganda}} = \left(\frac{\text{beban sumbu ganda,kg}}{18.450}\right)^{4} \quad \text{..... (2.4)}$$

$$E_{\text{sumbu tunggal roda tunggal}} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal,kg}}{5.400}\right)^{5} \quad \text{..... (2.5)}$$

$$E_{\text{sumbu tunggal roda ganda}} = \left(\frac{\text{beban sumbu ganda,kg}}{8.160}\right)^{5} \quad \text{..... (2.6)}$$

$$E_{\text{sumbu tandem roda ganda}} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal,kg}}{13.760}\right)^{5} \quad \text{..... (2.7)}$$

$$E_{\text{sumbu tripel roda ganda}} = \left(\frac{\text{beban sumbu ganda,kg}}{18.450}\right)^{5} \quad \text{..... (2.8)}$$

2.5.6 *Vehicle Damage Factor*

Vehicle Damage Factor adalah angka ekivalen dari setiap jenis kendaraan yang memiliki jumlah dan jenis sumbu yang berbeda-beda, Oleh karena itu VDF dihitung dengan menggunakan Rumus 2.9 untuk (VDF) pangkat 4 dan Rumus 2.10 untuk (VDF) pangkat 5.

$$VDF_4 = \Sigma E_4 \quad \text{..... (2.9)}$$

$$VDF_5 = \Sigma E_5 \quad \text{..... (2.10)}$$

Dengan :

E_4 = Angka ekivalen sesusai jenis sumbu pangkat 4 dengan menggunakan Rumus (2.1 – 2.4)

E_5 = Angka ekivalen sesuai jenis sumbu pangkat 5 dengan menggunakan Rumus (2.5 – 2.8)

Vehicle Damage Factor dihitung berdasarkan beban sumbu dari hasil survei timbang. Jika tidak terdapat hasil survei timbang, maka nilai (VDF) ditentukan dengan menggunakan nilai VDF sesuai MDP 2017 seperti pada Tabel 2.2 menunjukkan nilai (VDF) masing-masing jenis kendaraan niaga yang diperoleh dari MDP 2017 untuk berbagai pulau di Indonesia. *Vehicle Damage Factor* (VDF) normal adalah VDF untuk kondisi dimana beban kendaraan terkendali (beban kendaraan dapat dikendalikan oleh yang berwenang), sedangkan beban aktual adalah beban kendaraan tanpa kendali oleh yang berwenang.

itenas library

Tabel 2.2 Nilai *vehicle damage factor* jenis kendaraan niaga

Jenis kendaraan	Sumatra				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, NTT, Maluku, Papua			
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
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	5.1	4.8	8.5	3.4	4.7	4.9	9	2.9	4	3	4	2.5	3
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	4.3	5.6	10.2	19	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
7B1	-	-	-	-	11.8	18.2	9.4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13.7	21.8	12.6	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15.9	29.5	7	9.6	11	19.8	7.4	9.7	11.7	20.4	7	10.2	13.2	25.2	6.5	8.8	14	11.9	10.2	8
7C2A	19.8	39	6.1	8.1	17.7	33	7.6	10.2	8.2	14.7	4	5.2	20.2	42	6.6	8.5	-	-	-	-
7C2B	20.7	42.8	6.1	8	13.4	24.2	6.5	8.5	-	-	-	-	17	28.8	9.3	13.5	-	-	-	-
7C3	24.5	51.7	6.4	8	18.1	34.4	6.1	7.7	13.5	22.9	9.8	15	28.7	59.6	6.9	8.8	-	-	-	-

Sumber : Bina Marga, 2017

2.6 Pertumbuhan Lalulintas

Faktor pertumbuhan lalulintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Sesuai dengan Bina Marga 2017, Jika tidak tersedia data maka Tabel 2.3 menunjukkan faktor laju pertumbuhan laulintas periode 2015 sampai dengan 2035.

Tabel 2.3 Faktor pertumbuhan lalulintas (i)

Lokasi	Jawa	Sumatra	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: Bina Marga, 2017

Volume lalulintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai, apabila kapasitas tercapai sebelum umur

rencana dicapai maka solusi yang dilakukan meningkatkan kapasitas jalan dengan menambah lebar jalan, dengan faktor pertumbuhan lalulintas yang dapat ditentukan menggunakan Rumus 2.11, Apabila volume lalulintas lebih kecil dari kapasitas jalan dapat ditentukan dengan menggunanakan Rumus 2.12. Sedangkan Rumus 2.13 digunakan ketika adanya perbedaan laju pertumbuhan lalulintas tahunan sepanjang umur rencana.

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} + (UR - Q)(1 + 0{,}01i)^{(Q-1)} \quad \text{..... (2.11)}$$

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad \text{..... (2.12)}$$

$$R = \frac{(1+i)^{UR1}-1}{0{,}01i_1} + (1 + 0{,}01i_1)^{(UR1-1)}(1 + 0{,}01i_2)\{\frac{(1+0{,}01i_2)^{(UR-UR1)}-1}{0{,}01i_2}\} \quad \text{..... (2.13)}$$

Dengan :

R = Faktor pengali pertumbuhan lalulintas.

i = Pertumbuhan lalulintas tahunan (%).

UR = Umur rencana (tahun).

UR1 = Umur rencana periode 1 (tahun).

i_1 = Laju pertumbuhan tahunan lalulintas periode 1 (%).

i_2 = Laju pertumbuhan tahunan lalulintas periode 2 (%).

Q = Kapasitas lalulintas tercapai pada tahun ke (Q) dari UR.

Perhitungan perkiraan volume lalulintas pada Tugas Akhir ini dilakukan berdasarkan metode nilai pertumbuhan laulintas. LHR dihitung di awal umur rencana untuk masing-masing kelompok jenis kendaraan ditunjukkan dengan Rumus 2.12.

$$\text{LHRawal umur rencana} = \text{LHRs x } (1 + i)^{n} \quad \text{..... (2.14)}$$

Dengan :

LHR_s = LHR hasil pengumpulan data, (kend/hari)

i = Faktor pertumbuhan lalulintas, (%/tahun)

n = Lama waktu dari saat pengumpulan data sampai awal umur rencana, (tahun)

2.6.1 Lalulintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalulintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalulintas kendaraan paling besar. Beban lalulintas pada lajur rencana ditentukan dengan menggunakan faktor distribusi arah (DA) dan faktor distribusi lajur (DL).

Faktor distribusi arah (DA) adalah faktor yang digunakan untuk menunjukkan distribusi kendaraan ke masing-masing arah. Pada perencanaan umumnya digunakan nilai DA = 0,50. Faktor distribusi lajur (DL) adalah faktor yang digunakan unutk menunjukkan distribusi kendaraan pada lajur rencana. Tabel 2.4 menunjukkan faktor distribusi lajur (DL).

Tabel 2.4 Faktor distribusi lajur (D_L)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Persen Kendaraan Pada Lajur Rencana
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Bina Marga, 2017

Volume jam puncak bisa diambil dari nilai faktor K, nilai K untuk jalan pada daerah permukiman yaitu berkisar 8-9 %. (Sumber : MKJI, 1997)

2.6.2 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah kemampuan volume kendaraan maksimum yang dapat ditampung oleh jalan. dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam). Untuk menentukan kapasitas jalan ditunjukkan pada Rumus 2.15 **(**Sumber MKJI,1997)

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad \text{.....} \quad (2.15)$$

Tabel 2.5 Kapasitas dasar jalan kota

TIPE JALAN	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	1650	per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	per lajur

Kapasitas dasar jalan lebih dari Empat lajur (banyak lajur) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam Tabel

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.6 Faktor pengaruh lebar jalur (FC_W)

Tipe jalan	Lebar jalan efektif, W_c (m)	FC_w (km/jam)
4 lajur bermedian atau jalan satu arah	Per lajur	
	3.00	0.92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.04
	4.00	1.08
4 lajur tak bermedian	Per lajur	
	3.00	0.91
	3.25	0.95
	3.50	1.00
	3.75	1.05
	4.00	1.09
2 lajur tak bermedian	Total	
	5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
	11	1.34

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.7 Faktor pemisahan arah (FC_{SP})

SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	2 lajur (2/2)	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	4 lajur (4/2)	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS})

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.9 Faktor pengaruh hambatan samping (FC_{SF})

Tipe jalan	Hambatan samping	Faktor pengaruh hambatan samping dan jarak kerb-obstacles			
		Jarak : kerb-obstacles W_g (m)			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2 m
4 lajur bermedian (4/2 D)	Sangat rendah	0.95	0.97	0.99	1.01
	Rendah	0.94	0.96	0.98	1.00
	Sedang	0.91	0.93	0.95	0.98
	Tinggi	0.86	0.89	0.92	0.95
	Sangat tinggi	0.81	0.85	0.88	0.92
4 lajur tak bermedian (4/2 UD)	Sangat rendah	0.95	0.97	0.99	1.01
	Rendah	0.93	0.95	0.97	1.00
	Sedang	0.90	0.92	0.95	0.97
	Tinggi	0.84	0.87	0.90	0.93
	Sangat tinggi	0.77	0.81	0.85	0.90
2 lajur tak bermedian (2/2 UD) atau jalan satu arah	Sangat rendah	0.93	0.95	0.97	0.99
	Rendah	0.90	0.92	0.95	0.97
	Sedang	0.86	0.88	0.91	0.94
	Tinggi	0.78	0.81	0.84	0.88
	Sangat tinggi	0.68	0.72	0.77	0.82

Sumber : MKJI, 1997

2.6.3 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Equivalent Single Axle Load* (ESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalulintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Rumus 2.16 jika VDF yang digunakan berasal dari E pangkat 4, dan Rumus 2.17 jika VDF digunakan berasal dari E pangkat 5.

$$ESA_4 = \Sigma\ LHR \times VDF_4 \times D_A \times D_L \times 365 \times R \quad (2.16)$$

$$ESA_5 = \Sigma\ LHR \times VDF_5 \times D_A \times D_L \times 365 \times R \quad (2.17)$$

Dengan:

ESA = Repetisi sumbu standar selama umur rencana pada lajur rencana (rss/lajur rencana/ur)

LHR = Lalulintas Harian Rata-rata (kendaraan/hari/2 arah) pada awal umur rencana.

VDF_4 = VDF tiap jenis kendaraan niaga berdasarkan pangkat 4.

VDF_5 = VDF tiap jenis kendaraan niaga berdasarkan pangkat 5..

D_A = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

365 = Jumlah hari dalam 1 tahun.

R = Faktor umur rencana.

2.7 Daya Dukung Tanah Dasar

Menurut Sukirman, S (2010) tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar galian, atau tanah dasar timbunan yang disiapkan dengan cara dipadatkan. Di atas lapisan tanah dasar diletakkan lapisan struktur perkerasan lainnya, oleh karena itu mutu daya dukung tanah dasar ikut mempengaruhi mutu jalan secara kesuluruhan.

Berbagai parameter digunakan sebagai penunjuk mutu daya dukung tanah dasar seperti *California Bearing Ratio* (CBR), modulus resilient (M_R), penetrometer konus dinamis (DCP), atau modulus reaksi tanah dasar (k). Pemilihan parameter mana yang akan digunakan, ditentukan oleh kondisi tanah dasar yang direncanakan dan metode perencanaan tebal perkerasan yang akan dipilih.

2.7.1 *California Bearing Ratio*

California Bearing Ratio (CBR) adalah nilai empiris dari mutu tanah dasar dibandingkan dengan mutu batu pecah standar yang memiliki nilai CBR 100%. Berdasarkan persiapan benda uji, CBR dibedakan atas :

a. CBR rencana;
a. CBR lapangan;
b. CBR lapangan rendaman.

1. CBR Rencana

CBR rencana disebut juga CBR laboratorium atau *design* CBR, adalah pengujian CBR dimana benda uji disiapkan dan diuji mengikuti SNI 03-1744 atau AASHTO T 193 di laboratorium. CBR rencana digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar, dimana pada saat perencanaan lokasi tanah dasar belum disiapkan sebagai lapis tanah dasar struktur perkerasan. Perencanaan tebal perkerasan jalan baru pada umumnya menggunakan jenis CBR ini sebagai penunjuk daya dukung tanah dasar. Jenis CBR ini digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar pada kondisi tanah dasar akan dipadatkan lagi sebelum struktur perkerasan dilaksanakan.

2. CBR Lapangan

CBR lapangan dikenal juga dengan nama $CBR_{inplace}$ atau *field* CBR, adalah pengujian CBR yang dilaksanakan langsung dilapangan, di lokasi tanah dasar rencana. CBR lapangan digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar dimana tanah dasar direncanakan tidak lagi mengalami proses pemadatan atau peningkatan daya dukung tanah sebelum lapis fondasi dihampar dan pada saat pengujian tanah dasar dalam kondisi jenuh. Dengan kata lain perencanaan tebal perkerasan dilakukan berdasarkan kondisi daya dukung tanah dasar pada saat pengujian CBR lapangan itu.

3. CBR Lapangan Rendaman

CBR lapangan rendaman disebut juga *undisturbed soaked* CBR, adalah pengujian CBR di laboratorium tetapi benda uji diambil dalam keadaan "*undisturbed*" dari lokasi tanah dasar dilapangan. CBR lapangan rendaman diperlukan jika dibutuhkan nilai CBR pada kondisi kepadatan dilapangan, tetapi dalam keadaan jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum, sedangkan pengujian dilakukan pada saat kondisi tidak jenuh air, seperti pada musim kemarau.

2.7.2 CBR Segmen Jalan

CBR segmen jalan adalah suatu nilai CBR jalan dalam arah memanjang dapat melintasi berbagai jenis tanah dan kondisi medan yang berbeda. Mutu daya dukung lapisan tanah dasar dapat bervariasi dari jelek sampai dengan baik atau sebaliknya. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan hanya nilai terbesar saja. Oleh karena itu sebaiknya panjang jalan dibagi atas beberapa segmen jalan. Setiap segmen memiliki mutu daya dukung tanah dasar yang hampir sama. Jadi, segmen jalan adalah bagian dari ruas jalan yang memiliki mutu daya dukung, sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relatif sama.

Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili mutu daya dukung tanah dasar untuk digunakan pada perencanaan tebal lapisan perkerasan segmen jalan tersebut. Nilai CBR segmen ditentukan dengan menggunakan metode analitis ataupun dengan metode grafis.

Perhitungan nilai CBR segmen dapat menggunakan metode distribusi normal standar. Tersedia. Apabila cukup data yang valid (minimum 10 titik data uji per segmen yang seragam) digunakan Rumus 2.15, jika jumlah data per segmen kurang dari 10 maka nilai CBR terkecil dapat mewakili sebagai CBR segmen.

$$CBR_{Segmen} = CBR_{rata\text{-}rata} - f \times \text{deviasi standar} \quad (2.18)$$

2.8 Fondasi Struktur Perkerasan Jalan

Fondasi jalan adalah suatu peranan penting dalam menjaga stabilitas tanah agar kondisi jalan tidak mengalami kerusakan. Fungsinya untuk menahan beban dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar terhadap fondasi jalan. Dalam merencanakan perkerasan jalan ada hal yang perlu diperhatikan seperti tebal fondasi jalan. Ada beberapa masalah yang perlu diperhatikan pada kondisi tanah, karena setiap titik pada jalan mempunyai kondisi tanah yang berbeda-beda. MDP 2017 mengelompokkan jenis tanah fondasi struktur perkerasan jalan sebagai berikut :

a. Tanah baik.
b. Tanah sedang.
c. Tanah lunak.
d. Tanak gambut.
e. Tanah ekspansif.

Tabel 2.10 Menunjukkan peningkatan tebal desain fondasi minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur		
			Beban Lalulintas Pada Lajur Rencana Dengan Umur Rencana 40 Tahun (Juta ESA5)		
			< 2	2 - 4	> 4
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah Dasar		
> 6	SG 6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen / material timbunan pilihan (Pemadatan lapisan < 200 mm tebal gembur)	Tidak Perlu Perbaikan		
5	SG 5		-	-	100
4	SG 4		100	150	200
3	SG 3		150	200	300
2,5	SG 2,5		175	250	350
Tanah Ekspansif (Potensi Pemuaian > 5%)			400	500	600
Perkerasan di atas tanah lunak	SG 1	Lapis Penopang	1000	1100	1200
		Lapis Penopang / Geogrid	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum - ketentuan lain berlaku)		Lapis Penopang Berbutir	1000	1250	1500

Sumber: Bina Marga, 2017

1. Tanah baik

   Tanah baik adalah tanah yang tidak perlu adanya perbaikan terhadap tanah dasar dengan mempunyai nilai *California Bearing Ratio* (CBR) ≥ 6% yang dapat digunakan langsung sebagai *subgrade*.

2. Tanah sedang

   Tanah sedang adalah tanah yang perlu adanya perbaikan terhadap fondasi jalan/tanah dasar dengan menggunakan stabilisasi semen atau material timbunan pilihan dan mempunyai nilai CBR 3% - 5%.

3. Tanah lunak

   Tanah lunak adalah tanah yang perlu adanya perbaikan terhadap fondasi jalan dengan menggunakan lapis penopang dan geogrid sehingga mendapat tebal minimum fondasi jalan.

4. Tanah gambut

   Tanah gambut adalah tanah organik yang sangat lunak dan perlu perbaikan terhadap fondasi jalan dengan menggunakan lapis penopang berbutir.

5. Tanah ekspansif

   Tanah ekpansif adalah tanah yang mempunyai sifat mengembang (*Sweeling*), yang memiliki potensi pemuaian > 5% dan perlu perbaikan terhadap fondasi

jalan dengan menggunakan perbaikan tanah dasar berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan.

Berikut ini jenis penanganan fondasi struktur perkerasan jalan sesuai MDP 2017 :

a. Penanganan Tanah Lunak

Untuk tanah lunak dilakukan pemilihan metode perbaikan berupa *capping layer* atau lapis penopang dan perbaikan stabilisasi semen atau material timbunan pilihan, Apabila dilapangan tidak memungkinkan penggunaan lapis penopang perlu penanganan khusus lainnya seperti penggunaan metode *micro pilling*.

b. Penanganan Tanah Gambut

Untuk tanah gambut harus dilakukan penyelidikan geoteknik untuk semua area gambut dan analisis harus meliputi penentuan waktu pra-pembebanan, besar penurunan dan nilai CBR effektif pada permukaan lapis penopang. Contoh: untuk ESA >4 juta, memerlukan lapis penopang berbutir dengan setebal 1500 mm dan tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.

c. Tanah Normal

Untuk tanah normal adalah tanah yang secara umum memiliki nilai CBR lebih besar dari 2.5 % , termasuk pada daerah timbunan dan permukaan tanah asli.

d. Penanganan Tanah Ekspansif

Untuk tanah ekspansif adalah tanah dengan potensi mengembang (*Sweeling*) lebih dari 5%. Tanah ekspansif ini memerlukan timbunan pilihan dengan permeabilitas yang rendah agar meningkatkan nilai CBRnya.

2.9 Desain Tebal Perkerasan Jalan Baru Menggunakan MDP 2017

Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017 adalah metode yang mengacu pada metode Austroads 2008 yang mengadopsi prinsip mekanis-empris yang dikembangkan berdasarkan konsep regangan dinamis akibat repitisi beban lalu lintas.

itenas library

2.9.1 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan yaitu jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalulintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasannya). Berdasarkan MDP 2017, umur rencana perkerasan baru disesuaikan dengan jenis perkerasan yang digunakan. Umur rencana perkerasan ditunjukan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.11 Umur rencana perkerasan jalan (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (*overlay*), seperti: jalan perkotaan, *underpass*, jembatan, terowongan.	
	Cement Treated Based (CTB)	
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 : Bina Marga, 2017

2.9.2 Tebal Perkerasan Lentur

Tebal lapisan perkerasan lentur untuk jalan baru dapat ditentukan dari nilai ESA dengan data yang telah di perhitungkan. Tabel 2.8 menunjukkan tebal perkerasan lentur.

Tabel 2.12 Tebal perkerasan lentur aspal dengan lapis fondasi berbutir.

Struktur Perkerasan									
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA	< 2	≥ 2 - 4	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	>50 - 100	> 100 - 200
Ketebalan lapisan 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
LFA kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300

Sumber: Bina Marga, 2017

Tabel 2.13 Tebal Lapis Fondasi Untuk Tanah Dasar > 6%

Struktur Perkerasan								
Kumulatif Beban Sumbu 20 Tahun	< 2	≥ 2 - 4	≥ 4 - 7	≥ 10 - 20	≥ 20 - 30	≥ 30 - 50	≥ 50 - 100	≥ 100 - 200
Tebal LFA A (mm)								
Subgrade CBR > 6 - 7	400	300	300	300	300	300	300	300
Subgrade CBR > 7 - 10	330	220	215	205	200	200	200	200
Subgrade CBR > 10 - 15	260	150	150	150	150	150	150	150
Subgrade CBR > 15	200	150	150	150	150	150	150	150

Sumber : Bina Marga, 2017

2.10 Studi Terdahulu

Berikut ini adalah studi terdahulu yang dipakai sebagai acuan untuk permasalahan pada tugas akhir ini, antara lain:

1. Arief (2018), melakukan analisis data dengan membandingkan tebal perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2002 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2017. untuk data perencanaan yang digunakan adalah data simulasi dengan mengacu pada MDP 2017 berupa data CBR 6%, dan $CESAL_{ESA5}$ $1{,}5x10^6$; $3x10^6$; $6x10^6$; $9x10^6$; $15x10^6$; $25x10^6$; $40x10^6$ rss/ur/lr.

   Hasil analisis data tebal perkerasan untuk di pulau jawa , maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

   a. Nilai CESAL $1{,}5x10^6$ pada metode Bina Marga 2002 menghasilkan tebal lapisan LPA Kelas A yang lebih tipis dibandingkan MDP 2017.
   b. Nilai CESAL $15x10^6$ untuk kedua metode menghasilkan tebal lapisan LPA Kelas A yang sama.

   Perbedaan : penelitian yang dilakukan oleh Arief membahas mengenai tebal perkerasan dengan membandingkan 2 metode sedangkan penulis membahas mengenai perkerasan dan fondasi jalan dengan satu metode. Kedua penelitian tidak membahas dampak dari kondisi lapisan tanah di bawah struktur perkerasan jalan.