

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan yang terletak diantara lapisan tahanan dasar dan roda kendaraan, sehingga lapisan ini berhubungan langsung dengan kendaraan. Lapisan ini berfungsi memberikan pelayanan terhadap lalu lintas dan menerima beban repetisi lalu lintas setiap harinya, oleh karena itu pada saat penggunaannya diharapkan tidak mengalami kerusakan karena dapat menurunkan kualitas pelayanan lalu lintas.

Menurut Sukirman (2003) perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang memiliki fungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan mengenai sifat pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan.

Tanah asli yang berada di alam jarang sekali dalam kondisi yang mampu mendukung beban berulang dari lalu lintas kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Maka dari itu dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan, struktur ini disebut perkerasan (*pavement*). Perkerasan memiliki fungsi untuk melindungi tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasan agar tidak

mengalami tegangan dan renggangan yang berlebih akibat dari beban lalu lintas yang terjadi. Hardiyatmo(2011) Perkerasan harus memberikan permukaan yang rata dengan kekasaran tertentu, dengan umur pelayanan yang cukup panjang serta pemeliharaan yang minimum.

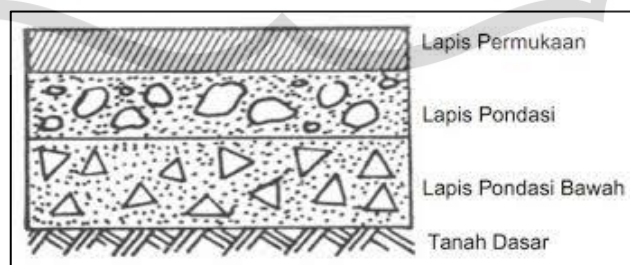
Sukirman (1991) perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan akan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan lentur memiliki kekuatan yang diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi dibawah, pondasi dan lapisan permukaan. Dalam perencanaan yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menampung beban di atasnya, sehingga faktor yang paling penting dalam perencanaan jalan lentur (*flexible pavement*) adalah kekuatan struktur lapisan – lapisan dibawahnya, adanya beragam kekuatan dari tanah dasar relatif berpengaruh kecil, tetapi untuk perencanaan badan jalan(tanah dasar) perlu kajian geometrik jika ditemukan klasifikasi tanah yang masuk dalam kategori kurang baik atau beresiko.

Menurut Sukirman (1992) konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang dilatakan diatas tanah datar yang telah dipampatkan, lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkanannya ke lapisan dibawahnya. Perkerasan lentur terdiri dari lapisan tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi atas (*base course*).

Pada gambar dibawah ini diperlihatkan lapisan perkerasan, lapisan yang paling atas disebut lapisan permukaan yaitu yang berkontak langsung dengan roda kendaraan dan lingkungan sehingga lapisan ini yang paling cepat rusak. Dibawahnya terdapat lapis pondasi, dan lapis fondasi, fondasi bawah yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Selain itu untuk menghasilkan perkerasan dengan kualitas dan mutu yang direncanakan maka dibutuhkan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan agregat, serta setiap bahan pengikat seperti aspal yang menjadi dasar untuk merancang campuran sesuai jenis perkerasan yang dibutuhkan.

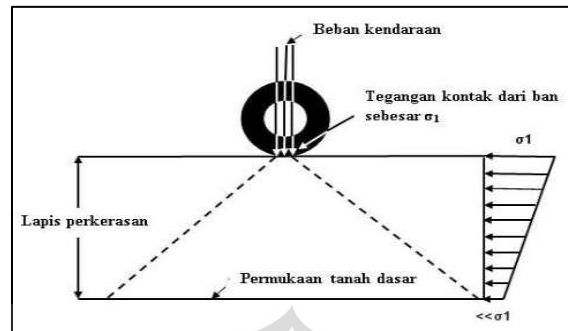
Perkerasan lentur (*flexible pavement*) berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Dalam pelaksanaannya, perkerasan lentur (*flexible pavement*) secara umum terdiri dari :

1. Lapisan tanah dasar (*sub grade*)
2. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
3. Lapisan pondasi atas (*base course*)
4. Lapisan permukaan (*surface course*)



Gambar 2.1. Potongan kontruksi perkerasan lentur (*flexibel pavment*)

Sumber : Standar Konstruksi Bangunan Indonesia, 1987



Gambar 2.2 . Penyebaran beban roda hingga lapisan *subgrade*

Sumber : Sukirman,1999

Karena sifat dari beban tersebut semakin ke bawah semakin menyebar, maka pengaruhnya semakin berkurang sehingga muatan yang diterima masing-masing lapisan berbeda.

Janis atau tipe perkerasan terdiri dari:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)
Yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat.
3. Gabungan *rigid* dan *flexible pavement* (*composite pavement*).

Selain dari dua jenis perkerasan tersebut, di indonesia sekarang dicoba menggunakan gabungan jenis perkerasan *rigid – flexible pavement* atau *composite pavement*, yaitu perpaduan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Dalam penelitian ini dibahas mengenai pengaruh beban berlebih terhadap pengurangan umur rencana jalan dengan memakai Metoda Bina Marga (2002) dengan memakai konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lalu lintas meliputi :

1. Jenis kendaraan
2. Volume lalu lintas harian rata-rata
3. Pertumbuhan lalu lintas tahunan
4. *Damage factor*
5. Umur rencana
6. Faktor distribusi arah
7. Faktor distribusi jalur
8. *Equivalent single axle load*, *ESAL* selama umur rencana (*traffic design*)

B. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam suatu waktu. Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah : Lalu lintas Harian Rata – rata (LHR), jumlah lajur dalam desain tebal perkerasan yang digunakan untuk penentuan faktor distribusi lajur. Selanjutnya LHR , pertumbuhan lalu lintas tahunan, VDF, umur rencana, jumlah lajur, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, digunakan untuk perhitungan *Equivalent single axle load* (ESAL).

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}} \dots\dots\dots(2.2)$$

C. Daya Rusak Jalan (*Vehicle Damage Factor*)

Vehicle Damage Factor atau sering dikenal dengan daya rusak jalan atau disingkat dengan singkatan *VDF*, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan yang cukup signifikan, dan jika makin berat suatu kendaraan (khususnya kendaraan truck) apalagi dengan beban overload, nilai *VDF* akan semakin nyata membesar, seterusnya *Equivalent Single Axle Load* ikut membesar.

Beban konstruksi perkerasan memiliki ciri-ciri khusus dalam artian mempunyai perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain diluar konstruksi itu sendiri. Pemahaman atas ciri khusus beban konstruksi perkerasan jalan sangatlah penting, khususnya yang berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan, kapasitas konstruksi perkerasan dan proses kerusakan konstruksi yang bersangkutan. Sifat beban konstruksi perkerasan sebagai berikut :

1. Beban yang diperhitungkan adalah beban hidup yang berupa beban tekanan sumbu roda kendaraan yang lewat di atasnya yang dikenal dengan *axle load*. Dengan demikian, beban mati (berat sendiri) konstruksi diabaikan.
2. Kapasitas konstruksi perkerasan jalan dalam besaran jumlah repetisi (lintasan) beban sumbu roda lalu lintas dalam satuan standar *axle load*

yang dikenal dengan satuan *EAL* (*equivalent axle load*) atau *ESAL* (*equivalent single axle load*). Satuan standar *axle load* adalah *axle load* yang mempunyai daya rusak kepada konstruksi perkerasan sebesar 1 *axle load* yang bernilai daya rusak sebesar 1 tersebut adalah *single axle load* sebesar 18.000 *lbs* atau 18 *kips* atau 8,16 ton.

3. Tercapainya atau terlampauinya batas kapasitas konstruksi (sejumlah repetisi *EAL*) akan menyebabkan berubahnya konstruksi perkerasan yang semula mantap menjadi tidak mantap. Kondisi tidak mantap tersebut tidak berarti kondisi *failure* ataupun *collapse*. Dengan demikian istilah *failure* atau *collapse* secara teoritis tidak akan (tidak boleh) terjadi karena kondisi mantap adalah kondisi yang masih baik tetapi sudah memerlukan penanganan berupa pelapisan ulang (*overlay*). Kerusakan total (*failure* atau *collapse*) dimungkinkan terjadi di lapangan, menunjukkan bahwa konstruksi perkerasan jalan tersebut telah diperlakukan salah yaitu mengalami keterlambatan dalam penanganan pemeliharaan baik rutin maupun berkala untuk menjaga tidak terjadinya *collapse* atau *failure*.

Konstruksi perkerasan jalan direncanakan dengan jumlah repetisi beban kendaraan dalam satuan *standard axle load* (*SAL*) sebesar 18.000 *lbs* atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda (*single axle dual wheel*). Di lapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan didalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu di transformasikan ke dalam *equivalent standard axle load* (*ESAL*). Angka ekivalen beban sumbu kendaraan (*E*) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang

ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal atau ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal sebesar 8,16 ton (18000 lb).

Menurut Koestlam dan Suetoyo (2010) formulasi perhitungan angka ekuivalen yang diberikan oleh Bina Marga sebagai berikut :

$$E = k \left[\frac{L}{8,16} \right]^4 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :

E= Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan

L= Beban sumbu kendaraan(ton)

K= 1 untuk sumbu tunggal

0,086 untuk sumbu *tandem*

0,031 untuk sumbu *tripel*

Untuk formula *VDF* yang berlaku di indonesia antara lain sebagai berikut :

Formula *VDF* Bina Marga (1987)

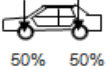

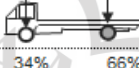

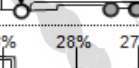

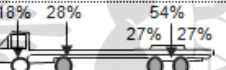

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap golongan) ditentukan menurut persamaan berikut ini.

$$AE \text{ sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(2.4)$$

$$AE \text{ sumbu tandem} = 0,086 \times \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots(2.5)$$

$$AE \text{ sumbu tridem} = 0,053 \times \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots(2.6)$$

Tabel 2.1 Konfigurasi beban sumbu

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBANMUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	 50% 50%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	 34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	 34% 66%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	 34% 66%
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	 25% 75%
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	 18% 28% 27% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	 18% 41% 41%
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	 18% 28% 54% 27%

(Sumber: Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83)

Sumber : Manual Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Bean, 1983

D. Beban Berlebih

1. Pengertian Beban Berlebih (*Overload*)

Menurut Iskandar (2008) Beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang diizinkan.

Beban berlebih (*overloading*) adalah beban lalu lintas rencana (jumlah lintasan oprasional rencana) tercapa sebelum umur rencana perkerasan, atau sering disebut dengan kerusakan dini.

Menurut Warditama dan Situmorang (2012) apabila beban muatan diabaikan terus menerus terjadi, maka pada umur tahun pelayanan akan dimungkinkan terjadi kerusakan, hal ini dapat menimbulkan kerugian ekonomi.

Menurut Firdaus (1999) kelebihan muatan 85,25%, pada kendaraan 2 as akan menaikkan *damage factor* sebesar 1007,81%, kelebihan muatan 82,20% pada kendaraan 3 as akan menaikkan *damage factor* sebesar 1001,92%. Salah satu penyebab kendaraan berlebih muatan adalah lemahnya penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran muatan berlebih, sedangkan peningkatan kerusakan jalan yang terjadi lebih besar dari kemampuan pendanaan yang tersedia untuk penanganan jalan.

Menurut Mulyono (2011) beban efek muatan berlebih (*overload*) merupakan penyebab kerusakan perkerasan struktur jalan, yang dibuktikan dengan adanya daerah lebar alur lebih besar dari 60% dari total kerusakan struktural per km, akibat adanya kendaraan dengan beban gandar maksimum (*max axle load*) lebih besar dari standar beban gandar yang diizinkan untuk masing-masing kelas jalan. Muatan akan mengakibatkan kerusakan jalan dan memperpendek umur layanan jalan sehingga perlu pengendalian terhadap muatan berlebih berupa pengendalian terhadap muatan sumbu berat (MST) (Dirjen Perhubungan Darat,2005).

2. Konsep Dasar Beban Berlebih (*overload*)

Muatan sumbu berat (MST) dipakai sebagai dasar pengendalian dan pengawasan muatan kendaraan di jalan yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang . Seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Kelas jalan berdasarkan fungsi dan penggunaannya.

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Maksimum dan Muatan Sumbu Terberat(MST)			
		Lebar(mm)	Panjang(mm)	MST(TON)	Tinggi(mm)
I	Arteri	2500	18000	>10	4200 dan tidak lebih dari 1,7 x lebar kendaraan
II		2500	18000	≤ 10	
III A	Arteri atau Kolektor	2500	18000	≤ 10	
III B	Kolektor	2500	12000	≤ 10	
III C	Lokal dan Lingkungan	2100	9000	≤ 10	

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1993

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa 4 (empat katagori kendaraan dengan izin beroperasi di jalan umum sebagai berikut) :

- a. Kendaraan kecil dengan panjang dan lebar maksimum 9000 x 2100 mm, dengan muatan sumbu terberat (MST) ≤ 8 ton, diizinkan menggunakan jalan pada semua katagori fungsi jalan yaitu jalan lingkungan, jalan lokal, jalan kolektor, dan jalan arteri.
- b. Kendaraan besar dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta MST ≤ 10 ton, diizinkan terbatas beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri saja.

- c. Kendaraan sedang dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta $MST \leq 8$ ton, diizinkan terbatas hanya beroperasi pada jalan – jalan yang berfungsi kolektor dan arteri. Kendaraan sedang dilarang memasuki jalan lokal dan jalan lingkungan.
- d. Kendaraan besar khusus dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta $MST > 10$ ton, diizinkan sangat terbatas hanya beroperasi di jalan – jalan yang berfungsi arteri dan kelas I (satu) saja. Baik kendaraan besar maupun kendaraan besar khusus dilarang memasuki jalan lingkungan, jalan lokal, dan jalan kolektor.

Ketentuan tersebut menjadi dasar di wujudkannya prasarana transportasi jalan yang aman, nyaman, dan digunakan sesuai dengan dimensi jalan dan kekuatan perkerasannya. Dengan demikian dalam penggunaan jalan sehari-hari, pelanggaran terhadap ketentuan tersebut akan menimbulkan dampak inefisiensi berupa menurunnya kinerja pelayanan jalan. Misalnya, kendaraan yang melakukan perjalanan arterial dengan $mST > 10$ ton, jika memasuki jalan arteri dengan $MST \leq 10$ ton, maka perlu menurunkan bebannya. Seandainya beban kendaran tidak disesuaikan maka perkerasan jalan akan mengalami *overload* sehingga akan cepat rusak.

Menurut pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan, Departemen Pekerjaan Umum (Pd. T-05-2005-B) ketentuan beban sumbu standar (*standard axle load*) kendaraan adalah sebagai berikut :

- a. *single axle, single wheel* = 5,4 ton
- b. *single axle, dual wheel* = 8,16 ton
- c. *double axle, dual wheel* = 13,76 ton
- d. *triple axle, dual wheel* = 18,45 ton

Sedangkan penentuan angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban gandar sumbu setiap kendaraan menurut pedoman perencanaan tebal perkerasan lentur, Bina Marga (2002).

Sedangkan untuk roda tunggal peraturan angka ekuivalen dengan persamaan sebagai berikut :

Angka ekuivalen roda tunggal sama dengan (beban gandar sumbu tunggal, KN/53 Kn) semua beban kendaraan dengan gandar yang berbeda di ekuivalenkan ke dalam beban gandar dengan menggunakan angka ekuivalen beban sumbu tersebut sehingga diperoleh beban kendaraan yang ada dalam sumbu standar (*equivalent single axle load*) 18 kip Esal.

★ Penambahan beban melebihi beban sumbu standar pada sumbu kendaraan akan mengakibatkan penambahan daya rusak yang cukup signifikan. Kerusakan akan terjadi lebih cepat dikarenakan konsentrasi beban pada setiap roda kendaraan sangat tinggi akibat *axle* yang terbatas apalagi dengan adanya beban berlebih, karena pada perancangan perkerasan jalan masih mengacu pada desain kendaraan untuk muatan normal. Mekanisme beban kendaraan dalam mempengaruhi perkerasan jalan tergantung dari bentuk konfigurasi sumbu kendaraan dan luas bidang kontak ban dengan permukaan perkerasan jalan.

E. Parameter Perencanaan Perkerasan

1. Data Inventarisasi Jalan

Jalan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu ruas jalan Jenderal Soedirman Sokaraja. Berikut ini merupakan data geometrik dari ruas jalan Jenderal Soedirman Sokaraja :

Nama Jalan : Jln. Jenderal Soedirman Sokaraja

Fungsi Jalan : Jalan Arteri

Kelas Jalan : Kelas I

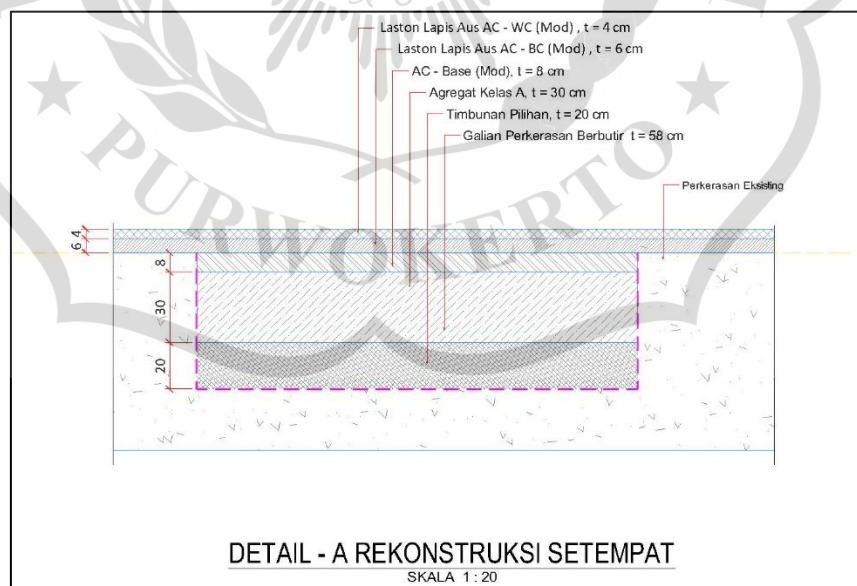
Status Jalan : Jalan Nasional

Lebar Jalan : 1300 cm

Lebar Bahu Jalan : 300 cm

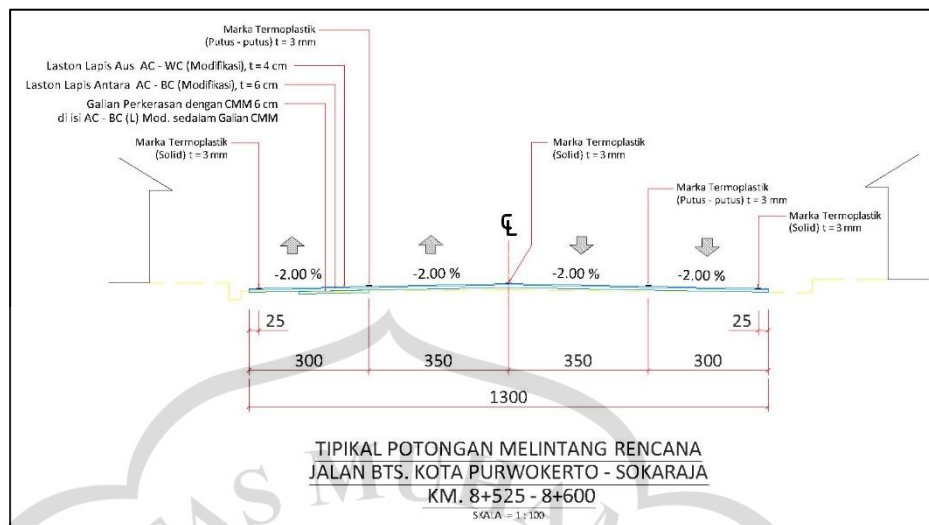
Drainase : 100 cm

Tipe Lapis Perkerasan : AC-WC



Gambar 2.3. Detail-A Rekonstruksi Setempat

Sumber :BBPJN Jawa Tengah



Gambar 2.4. Potongan Melintang Rencana Jalan BTS. Kota Purwokerto-

Sokaraja

Sumber :BBPJN Jawa Tengah

2. Beban Lalu Lintas

Dengan mengetahui secara tepat tingkat kemampuan suatu jalan dalam menerima suatu beban lalu lintas, maka tebal lapisan perkerasan jalan dapat ditentukan dan umur rencana perkerasan tersebut akan sesuai dengan yang direncanakan. Beban berulang atau *repetition load* merupakan beban yang diterima struktur perkerasan dari roda-roda kendaraan yang melintasi jalan raya secara dinamis selama umur rencana. Besar beban yang diterima tergantung pada berat kendaraan itu sendiri. Hal ini akan memberi suatu nilai kerusakan pada perkerasan akibat muatan sumbu roda yang melintas setiap kali pada ruas jalan.

Dalam kesehariannya jalan Jenderal Soedirman Sokaraja memiliki kepadatan lalu lintas yang cukup pada hal ini dapat terlihat pada data

kepemilikan kendaraan kabupaten banyumas yaitu 642.880 kendaraan pada tahun 2019. Dengan demikian sangat dimungkinkan jalan Jendral Sudirman mengalami kepadatan lalu lintas hal lain juga didukung dengan adanya dua persimpangan yaitu persimpangan sokaraja dan persimpangan klenteng.

Berat kendaraan dibebankan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak diujung-ujung sumbu kendaraan. Masing-masing kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda, sedangkan sumbu belakang merupakan sumbu tunggal, sumbu ganda, ataupun sumbu triple. Berat kendaraan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

a. Fungsi jalan

Kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya memuat muatan yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

b. Aktivitas ekonomi daerah yang bersangkutan

Jenis dan beban yang diangkut oleh kendaraan berat sangat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di daerah tersebut, truck di daerah industri mengangkut beban berbeda dengan *truck* di daerah perkebunan.

c. Keadaan medan

Jalan yang mendaki atau menurun mengakibatkan *truck* tidak akan membawa beban lebih berat dibandingkan jalan dengan medan datar.

d. Perkembangan daerah

Beban yang diangkut kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah sekitar lokasi jalan. Dampak kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas tidaklah sama antara satu tempat dengan tempat lainnya. Perbedaan ini yang mengharuskan suatu standar yang bisa diwakili untuk semua jenis kendaraan, sehingga semua beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan dapat disamakan ke dalam beban standar.

Beban yang sering digunakan sebagai batasan maksimum yang diizinkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban standar ini diambil sebesar 18000 *pounds* (8,16 ton) pada sumbu tunggal. Diambilnya angka ini dikarenakan daya rusak yang ditimbulkan beban gandar terhadap struktur perkerasan adalah bernilai 1(satu).

3. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat dari tanah dasar karena keseluruhan perkerasan jalan berada di tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau di dekatnya, yang telah dipadatkan sampai dengan tingkat kepadatan samapi dengan tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terhadap perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*california Bearing Ratio*). CBR

pertama kali diperkenalkan oleh *California Division Of Highways* pada tahun 1928. Orang-orang banyak mempopulerkan metode ini adalah O.J.Porter. Harga CBR itu sendiri dinyatakan dalam satuan persen. Harga CBR tanah dasar yaitu nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100% dalam memikul beban lalu lintas. Terdapat beberapa parameter petunjuk mutu daya dukung tanah dasar yang paling umum digunakan di Indonesia. Harga CBR dapat dinyatakan atas harga CBR laboratorium dan harga CBR lapangan.

Hubungan antara daya dukung tanah (DDT) dengan CBR dapat menggunakan grafik kolerasi dan dengan persamaan sebagai berikut :

a. Bina Marga

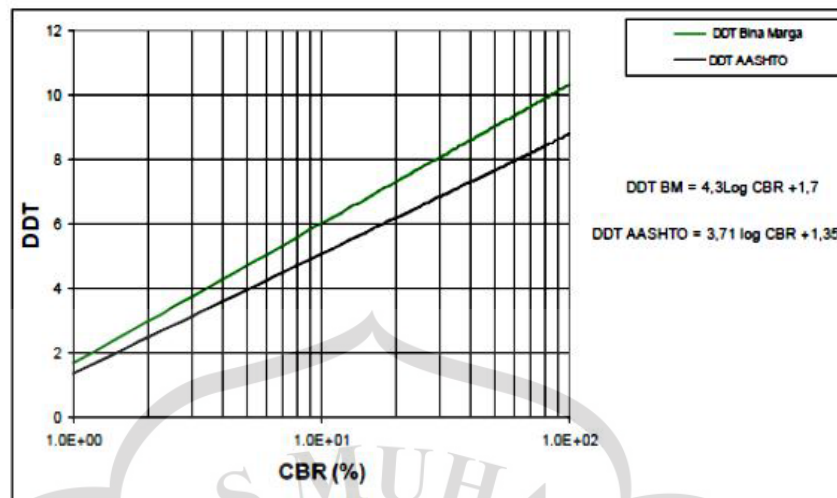
$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 \dots\dots\dots(2.7)$$

b. AASHTO

$$DDT = 3,71 \log CBR + 1,35 \dots\dots\dots(2.8)$$

Pada pedoman ini digunakan *modulus resilien* (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan. Kolerasi CBR dengan *Modulus Resilien* (MR) sebagai berikut :

$$MR \text{ (psi)} = 1500 \times CBR \text{ atau } MR \text{ (Mpa)} = 10 \times CBR$$



Gambar 2.5 Grafik korelasi CBR dan DDT

Sumber : AASHTO,1993

4. Faktor Regional (FR)

Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lainnya. Faktor regional mencakup permeabilitas tanah, kondisi drainase yang ada, kondisi persimpangan yang ramai, pertimbangan teknis dari perencana seperti ketinggian muka air tanah, perbedaan kecepatan akibat adanya hambatan-hambatan tertentu, baik alinemen (keadaan medan) serta presentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan iklim mencakup curah hujan rata-rata setahun.

Kondisi lingkungan setempat sangat mempengaruhi lapisan-lapisan perkerasan jalan dan kondisi tanah dasar antara lain :

- a. Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
- b. Pelapukan bahan material
- c. Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Pengaruh perubahan musim, perbedaan temperatur kenyamanan kerusakan - kerusakan akibat lelahnya bahan, sifat material yang digunakan dapat juga mempengaruhi umur pelayanan jalan seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Faktor regional (FR)

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (<6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan Berat		% kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklm I <900 mm/tahun	0,5	1,0-1,5	1	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklm II > mm/tahun	1,5	2,0-2,5	2	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 2002

Catatan :

Pada bagian jalan tertentu. Seperti pesimpangan, perhentian atau tikungan tajam (jari-jari ≤ 30 m) Fr ditambahkan 0,5 pada daerah rawa-rawa Fr ditambah 1,0.

5. Pertumbuhan Lalu Lintas ($i\%$)

Yang dimaksud dengan pertumbuhan lalu lintas adalah penambahan atau perkembangan lalu lintas dari tahun ke tahun selama umur rencana.

Faktor yang mempengaruhi biasanya pertumbuhan lalu lintas adalah :

- Bertambahnya kesejahteraan masyarakat di daerah tersebut.
- Naiknya keinginan untuk memiliki kendaraan pribadi

c. Perkembangan daerah tersebut.

6. Umur Rencana (UR)

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun terhitung sejak jalan tersebut dibuka sampai dengan jalan tersebut memerlukan perbaikan berat maupun dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan baru. Faktor umur rencana merupakan variabel dalam umur rencana dan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$N = \frac{(1+r)^i - 1}{r} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

N = Faktor pertumbuhan lalu lintas yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas. Faktor ini merupakan faktor pengali yang diperoleh dari penjumlahan harga rata-rata setiap tahun.

r = Umur rencana.

i = Faktor pertumbuhan lalu lintas.

Untuk menentukan traffic design (ESAL) ditentukan melalui persamaan berikut.

$$W18 = \sum_{Ni}^{Nn} LHRj \times VDFj \times D_D \times D_{LX} 365 \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

W18 = *Traffic design* pada lajur lalu lintas (ESAL)

LHRj = Jumlah lalu lintas harian rata-rata untuk dua arah semua jenis kendaraan

VDFj = *VDF* untuk kendaraan

- D_D = Faktor distribusi arah
- D_L = Faktor distribusi lajur
- N_i = Lalu lintas pada tahun pertama dibuka jalan, dan
- N_n = Lalu lintas pada akhir tahun umur rencana.

7. Sisa Umur Rencana

Sisa umur rencana adalah konsep kerusakan yang diakibatkan oleh jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan Equivalent Standard Load (ESAL) yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu (AASHTO, 1993) perhitungan persentase sisa umur rencana menggunakan persamaan 2.11 sebagai berikut.

$$RL = 100 \left[1 - \left[\frac{N_p}{N_{1,5}} \right] \right] \dots\dots\dots 2.11$$

dengan :

- RL = persentase sisa umur rencana
- N_p = komulatif *ESAL* pada akhir tahun
- N_{1,5} = komulatif *ESAL* pada akhir umur rencana

8. Reliabilitas

Reliabilitas adalah kemungkinan (*probability*) jenis kerusakan tertentu atau kombinasi jenis kerusakan pada struktur perkerasan akan tetepi lebih rendah dalam rentang yang diizinkan dalam umur rencana. Konsep reliabilitas adalah upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan.

Untuk tingkat reabilitas tinggi menunjukkan bahwa jalan tersebut melayani lalu lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah menunjukkan jalan tersebut sedikit melayani lalu lintas perhatikan tabel dibawah ini :

Tabel 2.4 Rekomendasi tingkat reabilitas untuk macam-macam klasifikasi jalan

Klasifikasi jalan	Rekomendasi tingkat reabilitas	
	perkotaan	Antar kota
Beban hambatan	85-99,9	80-99,9
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	90-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

Sumber : AASHTO, 1993

Reliabilitas kinerja perencanaan dikontrol dengan faktor reliabilitas (FR) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas (W18) selama umur rencana untuk memperoleh prediksi kinerja (W18). Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reability factor* merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan. Dalam persamaan desain perkerasan lentur, *level of reliability* (R) di akomodasi dengan parameter penyimpangan normal satandar (*standard normal deviate,ZR*). Penerapan konsep *reliability* harus memperhatikan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah jalan perkotaan atau jalan antar kota
- b. Pilih tingkat rehabilitas dari rentang yang diberikan.
- c. Deviasi standar (s_o) harus dipilih berdasarkan kondisi setempat, rentang nilai S_o adalah 0,40-0,50.

Tabel 2.5 Nilai penyimpangan normal standar (*standar normal deviate*) untuk tingkat rehabilitas tertentu

Reabilitas R(%)	Standar normal deviate(ZR)
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
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	-3,09
99,9	-3,75

Sumber : AASHTO, 1993

9. Jumlah Lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar (lajur dengan volume tertinggi). Pada umumnya lajur rencana adalah salah satu lajur dari jalan raya dua lajur atau tepi luar dari jalan raya yang berlajur banyak. Presentase kendaraan pada lajur rencana dapat juga diperoleh dengan melakukan survei volume lalu lintas. Jika jalan tidak memiliki lajur maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel dibawah ini :

Tabel 2.6 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar perkerasan	Jumlah Lajur(n)
$L < 4,50 \text{ m}$	1 lajur
$4,5 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2 lajur
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 lajur

Sumber : Standar Konstruksi Bangunan Indonesia, 1987

Tabel 2.7 Faktor distribusi lajur (DL)

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

Sumber : AASHTO, 1993

Koefisien distribusi kendaraan (DD) untuk kendaraan ringan dan berat yang melalui jalur rencana ditentukan dari tabel dibawah ini :

Tabel 2.8 Koefisien distribusi kendaraan (DD)

Jumlah lajur	Kendaraan ringan		Kendaraan berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

Sumber : Standar Konstruksi Bangunan Indonesia, 1987

10. Indeks Permukaan Awal (Ipo)

Indeks permukaan awal adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan nilai kehalusan/kerataan serta kekuatan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan lalu lintas. Dalam menentukan indeks permukaan awal rencana (Ipo) perlu diperhatikan jenis permukaan jalan (kehalusan/kerataan serta kekokohan) pada awal umur rencana. Adapun beberapa nilai Ipt beserta artinya dibawah ini :

- a. Ipt = 1,0 : adalah pernyataan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- b. Ipt = 1,5: adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak putus)
- c. Ipt = 2,0: adalah tingkat pelayanan jalan terendah yang masih mantap

- d. $I_{pt} = 2,5$: adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Tabel 2.9 Indeks permukaan awal umur rencana (I_{po})

Jenis lapisan permukaan	I_{po}	<i>Roughness</i>
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9-3,5	< 1000
Lasbutag	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	> 2000
HRA	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	≤ 2000
Burda	3,9-3,5	≤ 2000
Burtu	3,9-3,5	≤ 2000
Lapen	3,4-3,0	≤ 3000
		> 3000
Latasbuton	3,4-3,0	
	2,9-2,5	
Buras	2,9-2,5	
Latasir	2,9-2,5	
Jalan tanah	$\leq 2,4$	
Jalan kerikil	$\leq 2,4$	

Sumber : Standar Konstruksi Bangunan Indonesia, 1987

11. Indeks Permukaan Akhir (IPT)

Dalam menentukan indeks permukaan akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor kalsifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER).

Tabel 2.10 Indeks permukaan akhir pada umur rencana (Ipt)

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi jalan			
	lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	
10-100	1,5	1,5-2,0	2	
100-1000	1,5-2,0	2	2,0-2,5	
>1000		2,0-2,5	2,5	2,5

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2002

12. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) diperoleh berdasarkan jenis lapisan perkerasan yang digunakan. Jenis lapisan perkerasan ditentukan dari :

- a. Material yang tersedia
- b. Dana awal yang tersedia
- c. Tenaga kerja dan peralatan yang tersedia
- d. Fungsi jalan

★ Koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi awal, ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai marshall test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan.(untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

Tabel 2.11 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS(kg)	Kt(kg/cm ²)	CBR(%)	
0.40 0.35 0.32 0.30			744 590 454 340			laston
0.35 0.31 0.28			744 590 454			Lasbutag
0.30 0.26 0.25 0.20			340 340			HRA Aspal Macadam Lapen(mekanis) Lapen(manual)
	0.28 0.26 0.24		590 454 340			Laston Atas
	0.23					Lapen(mekanis)
	0.19					Lapen(manual)
	0.15 0.13			22 18		Stabilisasi tanah dengan semen
	0.15 0.13			22 18		Stabilisasi tanah dengan kapur
	0.14 0.12				100 60	Pondasi Macadam(basah) Pondasi Macadam(kering)
	0.14				100	Batu pecah(kelas A)
	0.13 0.12				80 60	Batu pecah(kelas B) Batu pecah(kelas C)
		0.13 0.12 0.11			70 50 30	Sirtu/pirtu(kelas A) Sirtu/pirtu(kelas B) Sirtu/pirtu(kelas C)
		0.10			20	Tanah lempung kepasiran

Sumber : Direktorat Jenderal Bina marga, 2002

13. Batas Minimum Tebal Perkerasan

Pada saat menentukan tebal perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi keefektifan biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum.

Tabel 2.12 Tebal minimum Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (m)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung ; (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA Lasbutag, Laston Lapen/Aspal Macadam, HRA Lasbutag
6,71 -7,49	7.5	Laston
7,50 – 9,99	7.5	Lasbutag/Laston
≥ 10	10	Laston

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002

Tabel 2.13 Tebal Lapis Pondasi

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur. Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah. Stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, macadam. Laston atas

10 – 12,14	20	Beton pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Macadam, Lapen, Laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, macadam, Lapen, Laston atas

Sumber : Standar Konstruksi Bangunan Indonesia, 1987

Catatan : batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila pondasi bawah menggunakan material berbutir kasar

Untuk lapis pondasi bawah setiap nilai ITP, bila digunakan pondasi bawah tebal minimum adalah 10 cm.

14. Koefisien Drainase

Keberadaan air dapat mempengaruhi kinerja perkerasan, yaitu dapat mengurangi kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi bawah. Maksud dari diberikannya koefisien drainase adalah untuk memperhitungkan kinerja perkerasan karena sistem kerja drainase yang kurang baik. Nilai koefisien drainase dapat dilihat pada tabel dibawah in :

Tabel 2.14 Koefisien Drainase

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan tergenang air hingga kelembabannya mendekati jenuh air			
	< 1%	1 -5 %	< 25 %	>25%
Sempurna	1,25 – 1,2	1,2 -1,15	1,15-1,1	1,1
Baik	1,2 – 1,17	1,15-1,1	1,1-1,0	2,0
Sedang	1,15 – 1,1	1,1-1,0	1,0-0,9	0,9
Buruk	1,1 – 1,0	1,0-0,9	0,9-0,8	0,8
Sangat buruk	1,0 – 0,9	0,9-0,8	0,8-0,7	0,7

Sumber : AASHTO, 1993

Penentuan Cd bergantung pada kuelitas drainase dan persen waktu struktur perkerasan terkena air. Penetapan kualitas drainase mengacu pada tabel 2.14 dengan pendekatan sebagai berikut :

- a. Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang masuk atau menyerap ke dalam pondasi jalan, relatif kecil berdasarkan hidrologi yaitu sekitar 70-95%.
- b. Air dari samping jalan yang kemungkinn akan masuk atau menyerap ke dalam pondasi jalan dan muka air tanah yang tinggi dibawah tanah dasar.
- c. Pendekatan lama dengan frekuensi hujan, yang terjadi rata-rata 3 jam perhari.

Waktu 3 jam (bahkan kurang) dapat diambil sebagai pendekatan dalam menentukan kualitas drainase, sehingga pemilihan mutu drainase adalah “BAIK” untuk jalan tol “SEDANG” untuk bukan jalan tol. Untuk kondisi khusus misalnya , sistem drainase sangat buruk, maka air tanah tinggi dan mencapai lapisan tanah dasar, maka dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.15 Koefisien Drainase

Kualitas drainase	Air tersingkir dalam waktu
Sempurna	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Buruk	1 bulan
Sangat buruk	Air tidak mengalir

Sumber : AASHTO, 1993

15. Katagori Kendaraan

Survey volume lalu lintas yang dipakai pada acuan saat ini oleh Direktorat Jendral Bina Marga mengkatagorikan 11 kendaraan termasuk kendaraan tidak bermotor (*non motorised*). Sebelumnya, survey

pengkatagorian menjadi 8 kelas (Dirjen Bina Marga Pt T-19-2004). Sedangkan untuk perencanaan geometrik digunakan hanya 5 kelas kendaraan (MKJI,1997)

Tabel 2.16 Katagori Jenis Kendaraan Berdasarkan IRMS.BM, BM 1992, MKJI 1997

IRMS.BM		BM 1992		MKJI 1997	
1	Sepeda motor,sekuter,kendaraan roda tiga	1	Sepeda motor,sekuter,sepeda kumbang roda tiga	1	Sepeda motor(MC), kendaraan bermotor roda 2 dan 3
2	Sedan jeep,station wagon	2	Sedan jeep, station wagon	2	Kendaraan ringan(LV), mobil penumpang,oplet,mikrobus,pikap,bis kecil,truck kecil
3	Opelet,pikap opelet,suburban,kombi,dan mini bus	3	Opelet,pikap opelet,suburban,kombi,dan mini bus		
4	Pikap, mikro truck,dan mobil hantaran	4	Pikap,mikro truck dan mobil hantaran		
5a	Bus kecil	5	Bus	3	Kendaraan berat(LHV),bus, truck 2 as
5b	Bus besar				
6	Truck 2 as				
7a	Truck 3 as	7	Truck 3 sumbu, atau lebih dan truck gandengan	4	HGV, truck 3 as dan truck kombinasi(truck gandengan dan truck tempelan)
7b	Truck gandengan				
7c	Truck tempelan(semi trailer)				
8	Kendaraan tidak bermotor: sepeda,becak, dokar,andong,keretek	8	Kendaraan tidak bermotor: sepeda,becak,dokar, andong,keretek	5	Kendaraan tidak bermotor(UM)

Sumber: Ditjen Bina Marga, 2004

16. Persamaan Bina Marga

Lalu lintas pada lajur rencana (w_{18}) diberikan dalam komulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini menggunakan persamaan :

$$W_{18} = DD \times DL \times W_{18} \dots\dots\dots(2.12)$$

Di mana :

DD= faktor distribusi arah

DL= faktor distribusi lajur

W 18 = beban gandar standar komulatif untuk dua arah

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur adalah lalu lintas komulatif selama umur rencana. Beban ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar komulatif pada lajur rencana selama setahun (w18) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*).

Digunakan rumus berikut ini :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots(2.13)$$

Di mana :

W_t= jumlah beban gandar tunggal kumulatif

W₁₈= beban gandar standar komulatif selama 1 tahun

n= umur pelayanan (tahun)

g= perkembangan lalu lintas (%)

17. Studi Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian pengaruh beban berlebih sebagai berikut:

- a. Penelitian yang ditulis oleh Dedi Imanuel Pau dan Shirley Oktavia (2017) dengan judul penelitian “ Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) Terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Hasanudin – Yos Sudarso Di Kabupaten Sakka” hasil dari penelitian yaitu : jumlah kendaraan yang melintas pada ruas jalan Hasanudin – Yos Sudarso selama pengamatan adalah sebesar 117.526 kendaraan dengan LHR adalah 16.789 kendaraan / hari / 2 arah. Dari

LHR tersebut, kendaraan jenis sepeda motor adalah 13.127 kendaraan / hari / 2 arah (78,189%), sedan dan jeep 1.033 kendaraan / hari / 2 arah (6,152%), pick up dan minibus 1.433 kendaraan / hari / 2 arah (8,533%), bus 143 kendaraan / hari / 2 arah (0,854%), truck engkel 2 sumbu 369 kendaraan / hari / 2 arah (2,199%), truck besar 2 sumbu 571 kendaraan / hari / 2 arah (3,402), truck tronton 3 sumbu 50 kendaraan / hari / 2 arah (0,372%). Dari hasil analisa ini menunjukkan bahwa akibat dari overload tersebut mengurangi masa layanan jalan sebesar 3,162 tahun atau 3,162% dari umur rencana jalan 10 tahun menjadi 6,838 tahun.

- b. Penelitian yang ditulis oleh Lutfah dan Mulyono (2015) dengan judul penelitian “ Analisis Dampak Beban *Overload* Kendaraan Berat Angkutan Barang Terhadap Umur Rencana dan Biaya Kerugian Penanganan Jalan(Studi Kasus Jalan Lamongan – Gresik)” hasil dari penelitian yaitu : Penurunan umur rencana jalan akibat beban *overloading* kendaraan berat angkutan barang disekitar jembatan timbang lamongan – gresik – sebesar 4,93 tahun. Biaya penanganan yang dibutuhkan akibat penurunan rancana yaitu sebesar Rp. 3.522.712.000,00.
- c. Peneliiian ditulis oleh Putri Angelia Safira, Theo K. Sendow, dan Sisca V. Pandey (2019) dengan judul penelitian “ Analisa Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Manado – Bitung)” hasil dari penelitian yaitu : dampak dari beban

berlebih mengakibatkan penurunan umur rencana, berdasarkan metode AASHTO 1993 penurunan umur rencana yaitu sebesar 28,08% atau terjadi penurunan sebesar 2,808 tahun.

d. Penelitian ditulis oleh Indah Handayasari dan Rizky Dwi Cahyani (2016) dengan judul penelitian “Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang)” hasil penelitian yaitu : dampak dari beban berlebih mengakibatkan sisa umur pelayanan 2,6 tahun dari UR 20 tahun. Jika beban muatan dibiarkan terus menerus, maka umur tahunan pelayanan akan dimungkinkan terjadi kerusakan.

e. Penelitian ditulis oleh Parikesit, D., Mulyono, A.T., Antameng, M., dan Rahim, M. (2010) dengan judul penelitian “ *Analysis of Loss Cost of Road Pavement Distress due to Overloading Freight Transportation* “. *The conclusions of this study : Overloading heavy vehicle causes road pavement structural distress and service lifetime decreasing during lifetime. The presence of overloading on the surveyed road is indicated by the width area of rutting which is more than 60% of total road structural distress per km and by real maximum axle load (MAL) of the heavy vehicle which is larger than its standard MAL. The loss cost of road pavement distress due to overloading is calculated based on damage factor (DF) and deficit design life (DDL). The damage factor cost(DFC) is the difference between damage cost of truck per ESAL(DC) on overload condition and DC on normal condition.*

Furthermore, the deficit design life cost (DDLC) is the difference between maintenance cost (MC) per km per year on overload condition and MC on normal condition. The loss cost the overload car user shall bear is 60% of total DFC and DDCL, considering that not all pavement structural distresses are absolutely caused by overloading freight transport, there are other factors such as low quality construction, low quality material, substandard maintenance, and minimum design standard.

