

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Menurut UU Peraturan Pemerintah No. 38 tahun 2004 tentang Jalan. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, sertadiatas permukaan airdan jalan kereta api, jalanlori, dan jalan kabel. Jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung di sektor ekonomi, sosial budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai pemerataan pembangunan antar daerah.

2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan dapat dibedakan menjadibeberapa jenisberdasarkan menurut status dan fungsi jalan itu sendiri, klafikasi jalan dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi berdasarkan jumlah lalu lintas yang menggunakannya.

2.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsinya

Menurut UU 38tahun 2004 tentang jalan, pada pasal 8 disitudijelaskan Sebagaimana fungsijalan, klasifikasi jalanberdasarkan sifatpergerakan lalu lintasdan angkutan jalan. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsijalan sebagaimanadimaksud sebagaiberikut:

a) Jalan Arteri

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, serta dilakukan pembatasan secara berdaya guna pada jalan masuk

b) Jalan Sekunder

Adalahjalan umum yangberfungsi melayani angkutan penumpangatau pembagdengan ciri perjalanan jarak sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c) Jalan Lokal

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

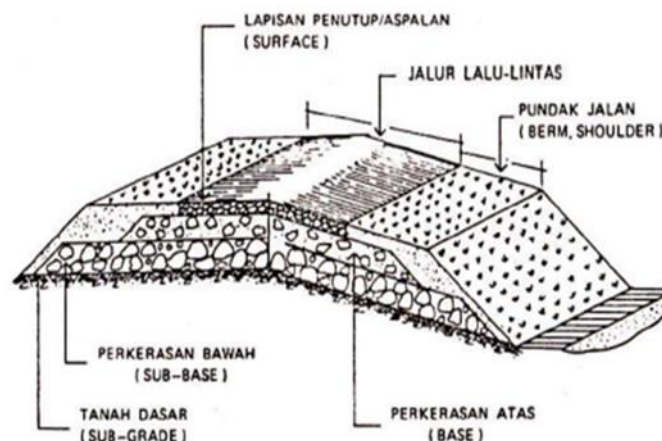
d) Jalan Lingkungan

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, (Undang-Undang Jalan No 38 Tahun 2004)

2.3 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu proyek konstruksi atau pembangunan jalan yang menggunakan campuran agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk menunjang lalu lintas kendaraan. Campuran agregat yang digunakan pada perkerasan jalan antara lain batu pecah, batu sungai, batu pecah, produk samping peleburan baja dan bahan lainnya. Bahan pengikat yang digunakan untuk pengerasan jalan adalah aspal, semen dan tanah liat. Untuk perancangan bangunan atau konstruksi jalan, terdapat 3 jenis konstruksi jalan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Dalam konstruksi perkerasan lentur, aspal digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan jalan. Pelapis ini mempunyai kemampuan memikul dan mendistribusikan beban lalu lintas ke pangkalan. Selain itu, pada konstruksi perkerasan kaku, pada alasnya dipasang penutup yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikat, kemudian pelat beton dengan atau tanpa tulangan. Perkerasan kaku jenis ini mempunyai kemampuan memikul beban lalu lintas saja melalui pelat beton. Lalu ada jenis struktur perkerasan yang lain yaitu Perkerasan Komposit yang merupakan gabungan antarperkerasankakudan perkerasanlentur, dimanaperkerasan lentur tersebut bertumpu pada perkerasankaku, ataudapat jugaperkerasan kak dengan lapisan atasnya yang lentur..



Gambar2.1 StrukturKonstruksi perkersan

Sumber: Konstruks jalan raya (1993)

Berdasarkan bahan pengikatnya, perkerasan jalan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Perkerasan Lentur (Flexible pavement)

Perkerasan lentur adalah jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat untuk lapisan perkerasan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya.

2. Perkerasan kaku (Rigid pavement)

Perkerasan jalan yang bahan pengikatnya adalah beton semen, sehingga sering disebut juga perkerasan beton semen (concrete pavement). Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas tinggi akan mendistribusikan beban ke tanah dasar sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari pelat beton itu sendiri.

3. Perkerasan Komposit (composite pavement)

Perkerasan komposit adalah kombinasi antara konstruksi perkerasan lentur dengan konstruksi perkerasan kaku. Dalam kombinasi tersebut, perkerasan kaku dapat diletakkan di atas perkerasan lentur atau juga sebaliknya. Konstruksi pekerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya Pada gambar terlihat bahwa beban kendaraan yang dilimpahkan ke pekerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata, beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi lebih kecil dari daya dukung tanah dasar

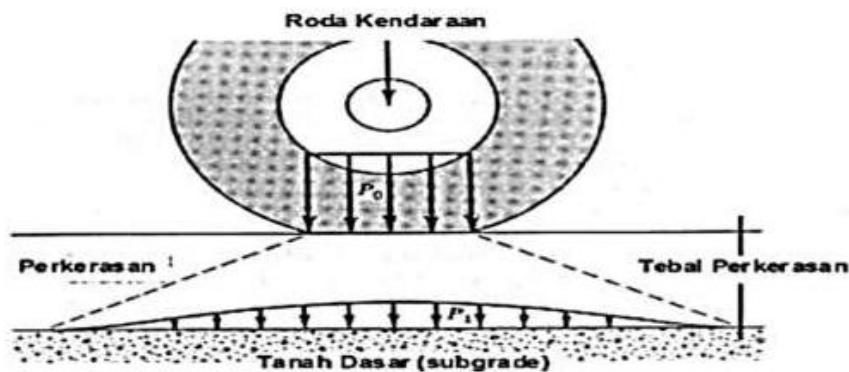
Tabel 2.1 Perbedaan Perkerasan Lentur Dengan Perkerasan Kaku

Uraian	Perkersan Lentur	Perkersan Kaku
Bahan Pengikata	Aspal	Semen
Repetisi Beban	Timbul Rutting (Lendutan Pada Jalur Roda)	TimbulRetakna Pada Permukaan
Penrunan TanahDasar	Jalan Bergelombang (Mengikuti Tanah Dasar)	Bersifat SebagaiBalok Di Atas Permukaan

Perubahan Temperatur	moduluskekuatanberubah. timbul teganga dalam yang kecil	Modulus Kekuatan Tidak Berubah. Timbul Tegangan Dalam Yang Besar
----------------------	---	--

Sumber: Silvia Sukirman, (1999)

Kriteria konstruksi perkerasan lentur yang baik yaitu ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban muatan ke tanah, kekakuan untuk memikul beban tanpa menimbulkan deformasi yang berarti. Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi perkerasan meliputi muatan kendaraan berupa gaya vertikal, gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal, dan pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.



Gambar 2.2 Penyebaran Beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan Jalan

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999

Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja.

2.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

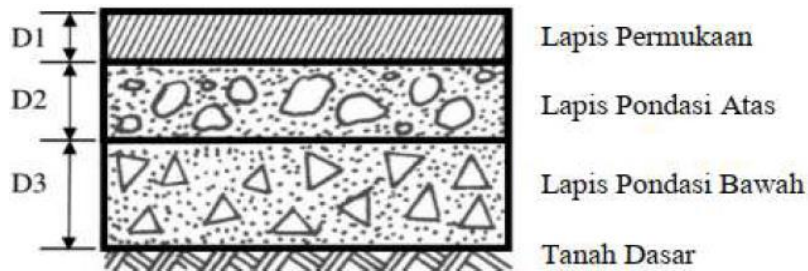
Permukaan jalan pada umumnya merupakan suatu struktur yang dibangun di atas lapisan dasar yang kompak, yang bertugas menerima dan mendistribusikan beban lalu lintas tanpa merusak struktur jalan itu sendiri.

2.4.1 Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi Perkerasan Lentur merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Yang terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang dipadatkan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)



Gambar 2.3 Susunan Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber: dpupr.grobongan.go.id

1.) lapis permukaan, lapisan pondasi (Surface Course)

Kursus permukaan yang berfungsi:

1. lapisan pengerasan beban roda, lapisan ini sangat stabil menahan beban roda selama jalan mulai dipakai
2. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang menyimpannya tidak menembus lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
3. Lapisan tahan pakai, yaitu lapisan yang terkena langsung gesekan rem kendaraan, sehingga mudah aus.
4. Lapisan yang menyalurkan beban pada lapisan bawah, sehingga mampu menopang lapisan lain yang kapasitas bebannya lebih rendah. Untuk mewujudkan fungsi tersebut di atas, lapisan permukaan biasanya dibuat dengan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan kedap air dengan stabilitas tinggi dan daya tahan jangka panjang. Jenis-jenis lapisan permukaan yang umum digunakan di Indonesia adalah:

a) Lapisan non-struktural yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air, antara lain:

1. Burtu (perkerasan aspal satu lapis) adalah perkerasan yang terdiri atas lapisan aspal. ditaburi satu lapisan dengan agregat kualitas seragam dengan ketebalan sampai dengan 2 cm.

2. Burda (perkerasan aspal dua lapis) adalah lapisan permukaan jalan yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi bahan agregat, dikerjakan dua kali berturut-turut dan tebal padatnya tidak melebihi 3,5 cm.
3. Latasir (pasir lapis tipis) adalah lapisan penutup yang terdiri atas lapisan aspal dan pasir alam yang telah disortir dicampur, ditaburi dan dipadatkan pada suhu tertentu, tebal bahan padat 1-2 cm.
4. Buras (perkerasan aspal) adalah permukaan jalan yang terdiri dari lapisan aspal sandblasted dengan ukuran butiran tidak lebih besar dari 3/8 inci.
5. Latasbum (lapisan tipis abu kancing murni) adalah pelapis yang terdiri dari campuran abu buton dan bahan pembungkus dengan perbandingan tetap, dicampur dingin, dengan ketebalan padat sampai dengan 1 cm.
6. Lataston (beton aspal lapis tipis), disebut lembaran canai panas (HRS), adalah perkerasan yang terdiri dari campuran agregat bergradasi, agregat mineral dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam kondisi panas. Ketebalan bahan padat 2,5-3,0 cm.

Meskipun lapisan permukaan tidak bersifat struktural, namun dapat meningkatkan lapisan dan ketahanannya terhadap degradasi, yang umumnya memperpanjang umur struktur lapisan. Jenis pelapis ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

- b) Lapisan struktural tersebut berfungsi sebagai lapisan yang membantu dan mendistribusikan beban pada roda mobil.
1. Penetrasi Makadam (Lapen) adalah lapisan perkerasan jalan yang meliputi kombinasi alas tidak terikat dan seragam serta batu melintang, yang dihubungkan melalui cara penyemprotan aspal pada bagian atasnya dan lapisan yang dipadatkan melalui cara lapisan pada lajur. Lapisan ini biasanya ditutup dengan aspal. dengan paving stone, ketebalan satu lapisan bisa bervariasi antara 4-10 cm.
 2. Lasbutag merupakan lapisan konstruksi jalan yang terdiri dari campuran agregat, fly ash dan plasticizer yang dicampur dingin, dihamparkan dan dipadatkan. Ketebalan tiap lapisan 3-5 cm.
 3. Terakhir (lapisan aspal beton) dalam konstruksi jalan adalah lapisan yang terdiri dari lapisan kontinu aspal keras berkualitas tinggi dan agregat yang dicampur

pada suhu tertentu, disebar dan dipadatkan. Laston terbagi menjadi tiga jenis senyawa yaitu AC-WC, AC-BC, AC-Base :

1) AC-WC (Kursus Penutup Aspal Beton)

AC-WC merupakan lapisan penutup yang berfungsi sebagai lapisan aus pada gudang, dengan tebal minimal 4 cm dan ukuran agregat tercampur maksimal 19 mm. Lapisan ini merupakan lapisan yang bersentuhan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk tahan terhadap perubahan cuaca, geseran berat, tekanan ban kendaraan serta membentuk lapisan kedap air pada lapisan di bawahnya.

2) AC-BC (Lapisan Pengikat Aspal Beton)

AC-BC merupakan lapisan perkerasan jalan yang berada di bawah lapisan keausan (wear layer) dan di atas lapisan dasar (base layer) yang dapat disebut bahan pengikat, dengan ketebalan minimal 5 cm. dan ukuran agregat tercampur maksimum 25,4 mm. Lapisan ini digunakan untuk membentuk lapisan dasar bila digunakan untuk pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan

3) AC-Base (Lampu Dasar Aspal Beton)

AC-Base merupakan paving course Laston sebagai base course dengan ukuran agregat maksimal 37,5 mm yang mampu mereduksi tegangan dan regangan, menyebarkan dan memikul beban konstruksi pondasi (substrat).

2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

a) Lapisan dasar atas (base layer) yang berfungsi :

1. Menopang kerja lapisan permukaan sebagai penahan gaya geser beban roda dan mendistribusikannya ke lapisan di bawahnya..
2. Memperkuat konstruksi perkerasan, sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan
3. Sebagai lapisan impregnasi lapisan dasar bawah, sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, digunakan bahan yang cukup kuat sebagai bahan lapisan dasar atas (base layer). Untuk lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat menggunakan material CBR dan $\geq 50\%$, indeks plastisitas (PI) dan $\leq 4\%$ Bahan alami seperti batu pecah, batu pecah, kestabilan tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapisan dasar. Lapisan alas atas yang umum digunakan di

Indonesia adalah :

1. Agregat bergradasi baik, dapat dibagi atas batu pecah kelas A, batu pecah kelas B dan batu pecah kelas C. Batu pecah kelas A mempunyai gradasi yang lebih kasar dari batu pecah kelas B, dan batu pecah kelas B lebih kasar dari batu pecah kelas C. Kriteria dari masing-masing jenis lapisan diatas dapat diperoleh pada spesifikasi yang diberikan. Sebagai contoh diberikan persyaratan gradasi dari lapisan pondasi atas kelas B.
2. Tanah dasar kelas B terdiri dari campuran kerikil dan kerikil atau batu pecah yang mempunyai berat jenis sama dengan pasir, lanau atau tanah liat menurut persyaratan sebagai berikut:

Tabel 2.2 ASTM Standar Sieve

ASTM Standar Sieve	Presentase Berat Butir Lolos
1,5"	100
1"	60-100
0,75	55-85
No.4	35-60
No.10	25-50
No.40	15-30
No.200	8-15

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Departemen Pekerjaan Umum :27

3. Lapisan dasar bawah (lower base layer)

Lapisan penutup yang terletak di antara lapisan dasar atas dan lapisan tanah di bawahnya disebut lapisan dasar. Pengajuan ini berfungsi sebagai berikut:

1. Berikan tekanan yang dihasilkan ke tanah. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR 20% dan Indeks Plastisitas (PI) $\leq 10\%$
2. Mengurangi ketebalan lapisan pondasi atas dengan material yang berkualitas tinggi, sehingga dapat menekan biaya dan lebih efisien,
3. Sebagai lapisan penyerap air,
4. Mencegah lapisan tanah bawah yang berkualitas rendah masuk ke lapisan pondasi atas.
5. Sebagai pengantar pada saat melaksanakan pekerjaan permukaan jalan, agar pekerjaan berjalan dengan lancar..

4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm yang di atasnya diletakkan lapisan pondasi bawah disebut lapisan dasar, yang dapat dipadatkan dengan tanah aslinya (jika tanah aslinya bagus), dibawa dari tempat lain dan dipadatkan atau distabilkan. . kapur tanah atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik dicapai bila dilakukan pada kadar air optimum dan kadar air dijaga konstan selama umur rencana. Hal ini dapat dicapai dengan memastikan drainase yang memadai. Dilihat dari permukaan tanah aslinya, lapisan tanah dapat dibedakan seperti terlihat pada gambar berikut:

Sebelum lapisan-lapisan yang lain diletakkan pada alas, terlebih dahulu dipadatkan untuk mencapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume, sehingga dapat dikatakan bahwa kekuatan dan keawetan perkerasan sangat ditentukan oleh sifat pembebanan perkerasan tersebut. . di bawah tanah.

2.5 Pengujian Menggunakan *Dinamic Cone Penetrometer (DCP)*

Pengujian dengan alat *Dinamic Cone Penetrometer (DCP)* ini pada dasarnya sama dengan *Cone Penetrometer (CP)* yaitu sama-sama mencari nilai CBR dari suatu lapisan tanah langsung di lapangan. Hanya saja pada alat *Cone Penetrometer* dilengkapi dengan poving ring dan arloji pembaca, sedangkan pada alat *Dynamic Cone Penetrometer* adalah melalui ukuran (satuan) dengan menggunakan mistar.

Percobaan dengan alat cone penetrometer digunakan untuk mengetahui nilai *CBR* tanah asli. Sedangkan percobaan alat dengan *DCP* ini hanya untuk mendapat kekuatan tanah timbunan pada timbunan badan jalan, alat ini dipakai pada pekerjaan tanah karena mudah dipindahkan ke semua titik yang diperlukan tetapi letak lapisan yang diperiksa tidak sedalam pemeriksaan tanah dengan alat sondir. Hasil yang diperoleh pada percobaan ini dapat dihubungkan dengan nilai *CBR* (Perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama).

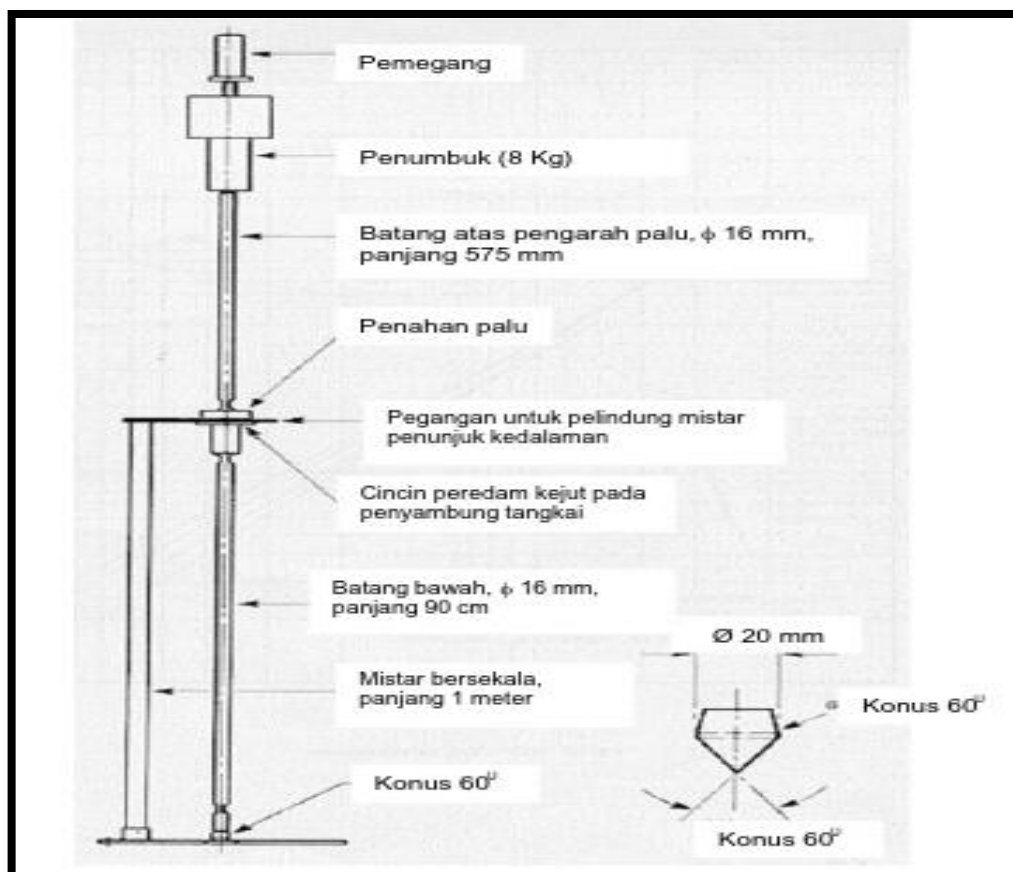
Metode ini menerapkan metode pengujian cepat terhadap lapisan perkerasan tanpa bahan pengikat (bahan pondasi dasar granular). Pengujian ini dilakukan dengan menekan ujung erucut baja dengan ukuran dan sudut tertentu.

2.5.1 Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Instrumen dari *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* (inois Departement of Transportastion Buuren of Material and Research). Bagian-bagian DCP adalah :

1. Pegangan: berfungsi untuk memegang alat.
2. Diameter 5/8 inchi
3. Palu(*Hammer*)dengan beban 8kg(17,6 lb)dengan tinggi jatuh 575mm (22,6 inch)
4. Landasan (*anvill*) dan batang palang bawah.
5. Ujung konus berdiameter ¾ inch.

Menurut referensi penetrometer Saskatchewan Highway and Transportation dan New Zealand Standard Scale, terdapat beberapa perbedaan antara alat DCP, namun tidak terlalu signifikan. Ada beberapa kelebihan dan kekurangan menggunakan DCP. Di bawah ini adalah gambar penguji DCP dan dijelaskan beberapa kelebihan dan kekurangan alat DCP. Lihat **gambar 2.4** di bawah untuk rinciannya:

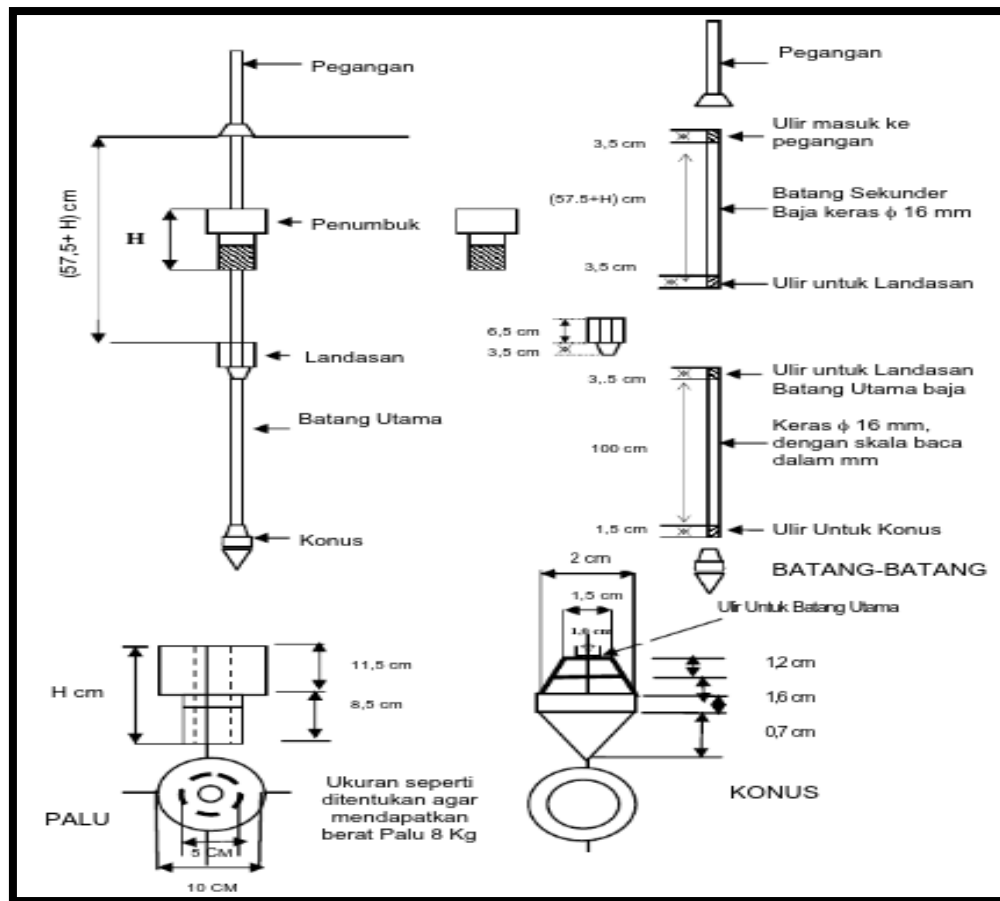


Gambar2.4 Alat Uji DCP

Sumber : Bina Marga 1987

2.5.2. Bagian-Bagian Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Bagian-bagian dari alat *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*:



Gambar 2.5 Bagian-Bagian Alat Uji DCP

Sumber : Bina Marga 1987

2.6 CBR Lapangan

(Sukirman, 1999) menyatakan bahwa Field CBR sering juga disebut dengan site CBR atau field CBR, yang digunakan untuk:

1. Mendapatkan nilai CBR awal di lapangan berdasarkan kondisi lapisan tanah saat ini, namun digunakan dalam desain tanah. ketebalan lapisan penutup dimana lapisan bawah tanah tidak lagi memadat. Pemeriksaan dilakukan pada kondisi kadar air tanah tinggi (musim hujan) atau pada kondisi yang paling buruk.
2. Untuk memeriksa apakah kepadatan yang dihasilkan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Cek biasanya tidak digunakan untuk tujuan ini, namun cek lain, seperti

kerucut pasir, dll., lebih umum digunakan. Menurut Sukirman (2003), CBR lapangan atau disebut juga CBR in situ atau CBR lapangan adalah pengujian CBR yang dilakukan langsung di lapangan, di lapangan. rencana induk Prosedur pengujian mengikuti standar SNI 03-1738 atau ASTM D 4429. Bidang CBR menyatakan daya dukung tanah dasar ketika tanah dasar tidak lagi memadat atau meninggikan permukaan dan daya dukungnya sebelum lapisan pondasi diterapkan dan ketika tanah dasar diuji dalam kondisi jenuh. Dengan kata lain, perencanaan ketebalan perkerasan didasarkan pada kondisi daya dukung pondasi pada saat uji lapangan CBR. Pengujiannya dilakukan dengan meletakkan piston pada ketinggian tempat diukurnya nilai CBR kemudian dilewatkan melalui beban yang disalurkan melalui poros truk atau alat lain dengan kecepatan 0,05 inci per menit. CBR ditentukan dengan membandingkan beban yang dibutuhkan untuk menembus benda uji sebesar 0,1 atau 0,2 inci terhadap beban standar.

Menentukan biaya CBR sektor menggunakan fakta DCP (Dynamic Cone Penetrometer). D.C.P mulai digunakan di Indonesia sejak tahun 1985/1986. Inspeksi lapangan dengan DCP. Menghasilkan fakta listrik tanah dengan intensitas sembilan puluh cm di bawah permukaan tanah. Pengujian dilakukan dengan menggunakan suatu alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4 Sebuah penumbuk dengan berat = 20 lbs (9,072 kg) dijatuhkan dari ketinggian = 20 inci (50,80 cm) secara bebas melalui sebuah pipa yang berdiameter = 0,625 inci (15,875 mm) yang dipegang melalui landasan. Ujung pipa logam berbentuk kerucut dengan luas = 0,50 inci² (1,6129 cm²) dengan sudut puncak = 30° atau 60°. Di Indonesia, sudut ketinggian = 30° yang umum digunakan. Efek inspeksi dapat dinyatakan sebagai:

Skala Penetrometer Penetrometer (Scale of Penetrometer Penetrability = SPP), yang menunjukkan apakah tanah mudah ditembus atau tidak. Dinyatakan: cm/dampak

Skala Ketahanan Penetrasi (SPR), yang menunjukkan sulit atau tidaknya penetrasi ke dalam tanah. Dinyatakan dalam tumbukan/cm.

Penentuan CBR lapangan menggunakan metode Dynamic Cone Diameter (DCP) ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

(andquot;CBRandquot;)andquot;=2.44-1.07 Log(DCPI)andquot;

.....Rumus (2.1)

2.6.1 Menghitung CBR dengan cara analitis

Nilai R untuk perhitungan CBR Segmen terdapat di tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Nilai R Untuk CBR Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,410
3	1,910
4	2,240
5	2,84
6	2,67
7	2,83
8	2,98
9	3,08
>10	3,18

Sumber: Bina Marga (1987)

Menghitung nilai CBR segmen dengan rumus :

$$\text{CBR Segmen} = \text{CBR Rata-Rata} - (\text{CBR Maks} - \text{CBR Min})/R \dots \dots \dots \text{persamaan (2.2)}$$

Langkah – langkah perhitungan:

- a. Menentukan CBR rata-rata
- b. Menentukan nilai CBR maks adalah .
CBR maks adalah nilai terbesar yang di peroleh dari data di lapangan
- c. Menentukan nilai CBR min.
CBR min adalah nilai CBR terkecil yang di peroleh dari data di lapangan
- d. Menentukan Nilai R

Nilai R ditunjukkan pada tabel. Nilai R ditentukan berdasarkan jumlah titik uji.

2.6.2 Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga Tahun 1987

1. Lalu lintas

a. Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata Tahun 2023

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) ini merupakan data primer, yang diperoleh dari data survey volume lalu lintas 6 jam perhari untuk kedua lajur kiri dan lajur kanan. Data survey yang dipakai untuk menghitung LHR yaitu total kendaraan di hari Senin.

b. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur proyek, dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau untuk setiap arah pada jalan dengan median.

Tabel 2.4 Pertumbuhan Lalu lintas (i) minum untuk desain

KELAS Jalan	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 : MDPJ No. 02/M/BM/2013

c. Umur Rencana

Umur permukaan jalan yang dihitung adalah jumlah tahun sejak dibukanya jalan sampai lalu lintas kendaraan sampai diperlukannya perbaikan struktur). Umur perkerasan fleksibel yang dirancang adalah 10 tahun dalam perbaikan jalan

2. Persentase Kendaraan Berat (>5 ton)

Menghitung presentase kendaraan berat dengan rumus:

$$\% \text{ kendaraan berat} = \frac{\text{Bus Kecil} + \text{Bus Besar} + \text{Truk Sedang 2 As} + \text{Truk Besar 2 As}}{\Sigma \text{ Volume Kendaraan}} \dots \text{persamaan (2.3)}$$

3. Menghitung LHR Awal Umur Rencana

LHR awal umur rencana dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{LHR}_{\text{awal}} = \text{LHR} \times (1 + i)^n \dots \text{Persamaan (2.4)}$$

n = 2022 – 2023, n = 1

keterangan:

i = Perkembangan lalu lintas

4. Menghitung LHR Untuk Akhir Umur Rencana Untuk 10 Tahun

LHR akhir umur rencana dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{LHR}_{\text{akhir}} = \text{LHR} \times (1+i)^n \dots \text{Persamaan (2.5)}$$

n = 2023 – 2033 n = 10

keterangan:

i = Perkembangan lalu lintas

5. Koefisien Dari Setiap Kendaraan (C)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk jenis kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencanakan di tentukan sebagai berikut :

Tabel 2.5 Koefisien Distribusi Kendaraan

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: Bina Marga (1987)

6. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Untuk menilai dampak perkerasan, beban lalu lintas desain dihitung ulang berdasarkan distribusi beban gandar ke gandar setara sebesar 98.160 kg atau 1.800 lb, serta gandar tunggal dan ganda. Lalu lintas rencana didasarkan pada jumlah beban gandar ekuivalen sepanjang umur rencana. Di bawah ini adalah tabel nomor yang sesuai untuk setiap kelompok independen

Tabel 2.6 Faktor Ekuivalen Beban (E)

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal (*)	Sumbu Ganda (**)
1.000	2.205	0,0002	0,00002
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5415	0,0466
8.000	17.637	0,9238	0,0795
8.160	18.000	1,0000	0,0860
9.000	19.842	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3023	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.865	8,6647	0,7452
15.000	33.069	11,4184	0,9820
16.000	35.274	14,7815	1,2712

Sumber: Bina Marga (1987)

1. Menghitung Angka Ekuivalen dengan rumus ;

$$a. \text{ Sumbu Tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.6)}$$

$$b. \text{ Sumbu Ganda} = \left(\frac{0,086 \times \text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.7)}$$

7. Lintas Ekivalen Permukaan (LEP)

Merupakan lalu lintas terkait yang sedang dalam tahap awal perencanaan atau pada saat pengoperasian baru saja dibuka. LEP adalah poros tunggal berbobot 8,16 ton (18.000 lb), dengan rata-rata penyeberangsetara harian di jalur yang dimaksud diyakini terjadi ketika rencana diluncurkan

Dihitung dengan rumus :

$$\mathbf{LEP = (LHR \times C \times E) \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.8)}}$$

Dimana :

LHR = Awal umur rencana

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekivalen

8. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Merupakan lintas ekivalen pada akhir umur rencana atau pada saat jalan tersebut perlu diperbaiki.

Dihitung dengan rumus :

$$\mathbf{LEA \sum = LHR_j \times C_j \times E \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.9)}}$$

Dimana :

LHR = Awal umurrencana

C_j = Koefisien distribusikendaraan untuk jalur rencana

E_j = Angka Ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

9. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Merupakan jumlah lintas ekivalen harian rerata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada lajur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana.

Dihitung dengan rumus :

$$\mathbf{LET = (LEP \times LEA) / 2 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.10)}}$$

10. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Merupakan besarnya nilai lintas ekivalen yang akan terjadi atau yang direncanakan pada awal umur rencana hingga akhir umur rencana jalan.

Dihitung dengan rumus :

$$\mathbf{LER = LET \times FP \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.11)}}$$

11. Faktor Regional (FR)

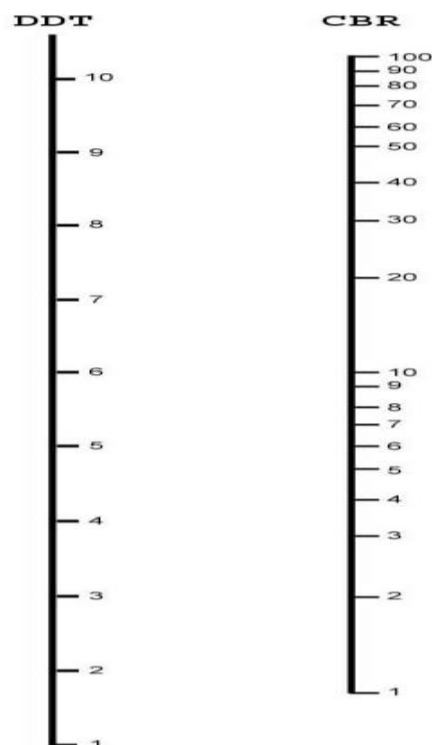
Kondisi lapangan yang diperhatikan antara lain permeabilitas tanah. Fasilitas drainase, bentuk jalur dan proporsi kendaraan 13 ton dan kendaraan stasioner, sedangkan kondisi iklim meliputi curah hujan rata-rata tahunan. Peraturan jalan mengharuskan dampak lapangan, termasuk permeabilitas tanah dan fasilitas drainase, harus dijaga agar tetap sama. Oleh karena itu, hanya bentuk garis (lereng dan tikungan), persentase truk berat yang berhenti, dan iklim (curah hujan) yang mempengaruhi faktor wilayah, seperti terlihat pada tabel di bawah.

12. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya dukung tanah ditentukan berdasarkan diagram korelasi (lampiran).

Untuk memperoleh nilai dasar CBR tanah dapat diperoleh dari uji lapangan CBR. Nilai CBR juga dapat diperoleh dengan mengkorelasikan hasil uji kapasitas tanah yang berbeda seperti DCP. Nilai CBR rencana ditentukan oleh nilai CBR yang dihasilkan yaitu nilai CBR.

Ditentukan berdasarkan grafik korelasi antara DDT dan CBR.



Gambar 2.6 Korelasi DDT dan CBR

Catatan: Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri diperoleh nilai DDT

Tabel 2.7 Faktor Regional

Curah Hujan	Kelayakan I (< 6 %)		Kelayakan II (6 - 10 %)		Kelayakan III (> 10 %)	
	% Kendaraan Berat					
	≤ 30 %	>30 %	≤ 30 %	>30 %	≤ 30 %	>30 %
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II >900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : Bina Marga (1987)

13. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan (IP) merupakan metrik dasar untuk menentukan nilai suatu perkerasan ditinjau dari kebutuhan lalu lintas. IP menunjukkan nilai kerataan permukaan yaitu kehalusan dan kekuatan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan lalu lintas. Beberapa nilai IP dan artinya ada dibawah ini

1. IP 1.0 = permukaan jalan rusak berat sehingga sangat menghambat lalu lintas kendaraan
2. IP 1.5 = tingkat pelayanan rendah masih memungkinkan (jalan utuh)
3. IP 2.0 = Tingkat pelayanan terendah untuk jalan yang masih stabil
4. IP 2.5 = Permukaan jalan cukup baik dan stabil

Penentuan IP pada akhir umur layanan yang direncanakan (IP) mempertimbangkan fungsi faktor klasifikasi jalan dan ukuran jalan. Lalu lintas respons rencana (LER) harus diperhatikan sesuai tabel di bawah ini:

Saat menentukan umur layanan rencana IP (IP₀), jenis lapisan perkerasan pada awal umur layanan yang direncanakan harus diperhitungkan. tabel berikut:

Tabel 2.8 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana UR (IP_t)

Lintas Ekuivalen Rencana (LER)	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	2,0	-
100 - 1000	1,5-2,0	1,5	2,0 - 2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

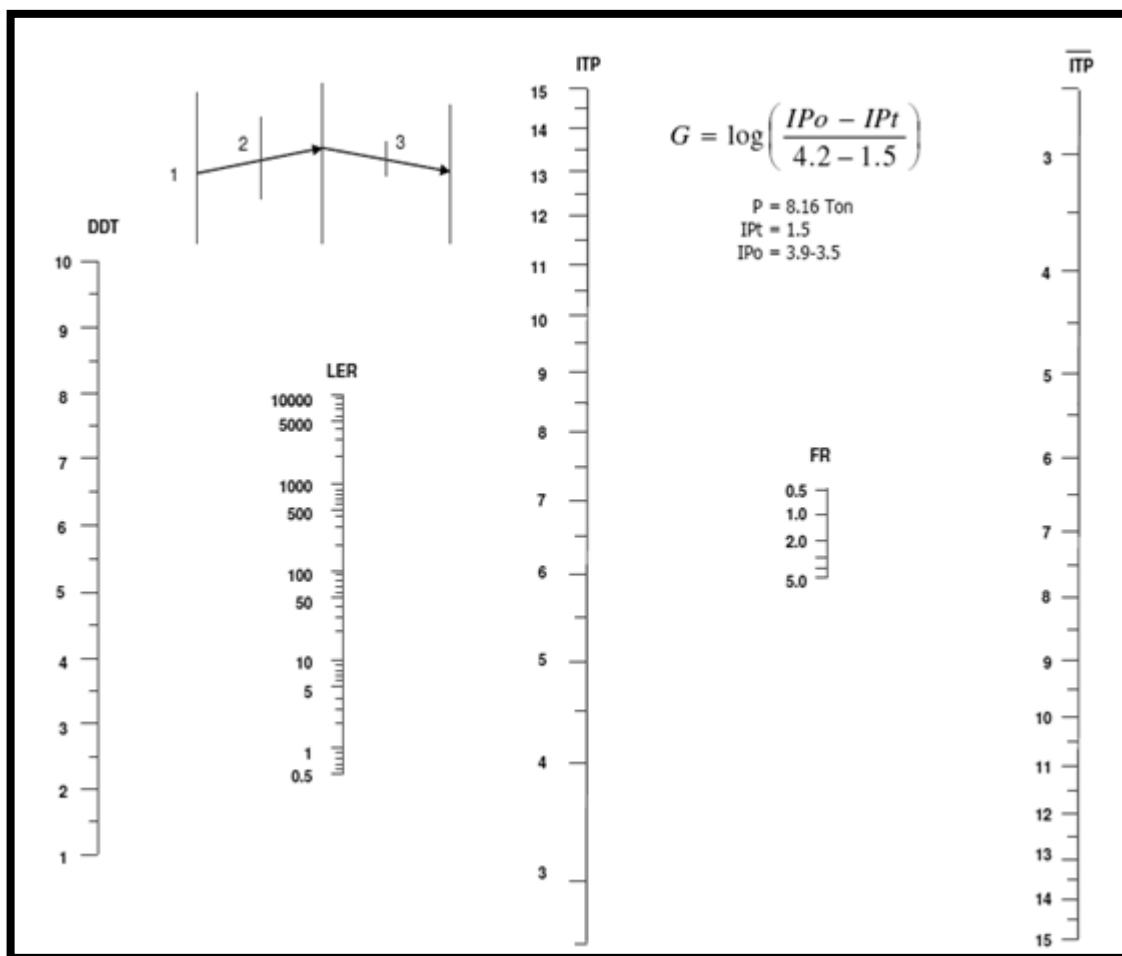
Sumber : SKBI-2.3.26. 1987

Tabel 2.9 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana UR (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	Ip _o	Roughness
		(mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
ASBUTON/HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALANTANAH	≤ 2,4	
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

Sumber: Bina Marga 1987

Nomogram 5



Gambar 2.7 grafik Nomogram 5

Sumber : SKBI-2.3.26. 1987

14. Koefisien kekuatan relative (a)

Perbedaan jenis bahan penyusun setiap lapisan mengakibatkan perbedaan kekuatan. Koefisien relatif (a) digunakan untuk membandingkan masing-masing kekuatan, yang ditentukan melalui korelasi menurut Marshall Test (MT) untuk material dengan aspal, dengan kuat tekan (bahan yang distabilkan kapur dan semen) menggunakan CBR (misalnya pondasi atau tanah dasar). bahan di bawah). Harga tersebut ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif			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			HRA
0,26			340			ASPAL MACADAM
0,25						LAPEN (MEKANIS)
0,20						LAPEN (MANUAL)
	0,28		590			LASTON ATAS
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					
	0,19					LAPEN (MEKANIS)
						LAPEN (MANUAL)
	0,15			22		Stab. Tanah dengan SEMEN
	0,13			18		
	0,15			22		Stab. Tanah dengan KAPUR
	0,13			18		
	0,14				100	BATU PECAH(A)
	0,13				80	BATU PECAH(B)
	0,12				60	BATU PECAH(C)
		0,13			70	SIRTU/PITRUN(A)
		0,12			50	SIRTU/PITRUN(B)
		0,11			30	SIRTU/PITRUN(C)
		0,10			20	Tanah/LEMPUNG

Sumber : Bina Marga (1987)

15. Tebal Minimum Perkerasan

Bina Marga menetapkan persyaratan ketebalan minimum untuk setiap lapisan dengan Indeks Ketebalan Perkerasan (ITP) dan material perkerasan yang digunakan seperti terlihat pada tabel berikut:

1. Lapis Permukaan

Lapisan permukaan adalah permukaan atas dan berfungsi sebagai berikut: Lapisan bantalan roda dengan stabilitas tinggi yang menopang roda selama masa perawatan.

a. Seperti lapisan kedap air, dimana air hujan tidak menembus lapisan dibawahnya dan

tidak melemahkan lapisan tersebut.

- b. Sebagai lapisan keausan, merupakan lapisan langsung yang menyerap gesekan yang ditimbulkan oleh roda kendaraan.
- c. Lapisan yang menimbulkan beban pada lapisan di bawahnya bertumpu pada lapisan sisanya dengan kapasitas beban yang baik.

Tabel 2.11 Tebal Lapis Permukaan

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

Sumber : Bina Marga (1987)

2. Lapis Pondasi Atas

Lapisan pondasi atas adalah bagian pelapis yang terletak di antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah apabila tidak digunakan lapisan dasar dan tidak digunakan lapisan bawah. Fungsi lapisan pondasi adalah:

- A. Sebagai bahan penutup yang menahan gaya lateral beban roda dan mendistribusikan beban ke bawah
- B. Sebagai lapisan jenuh pada lapisan pondasi bawah
- C. Memberi ke lapisan permukaan bantalan.

Ikon Diverifikasi Komunitas

Tabel 2.12 Tebal Minimum Lapis Perkerasan

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 3,00	15 cm	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20 cm	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur.
	10 cm	Laston Atas
7,50 – 9,99	20 cm	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.
	15 cm	Laston Atas
10 – 12,14	20 cm	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam,
		Lapen , Laston Atas
≥ 12,15	25 cm	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam,
		Lapen , Laston Atas

Sumber : Bina Marga (1987)

Catatan : Batas 20 cm dapat diturunkan menjadi 15 cm apabila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar

3. Lapis Pondasi Bawah

Lapisan dasar bawah adalah bagian perkerasan yang terletak di antara lapisan dasar atas dan lapisan dasar. Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pelebaran roda kendaraan sebagai bagian dari konstruksi permukaan jalan.
- b. Untuk mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah, sehingga ketebalan lapisan yang tersisa dapat dikurangi (menghemat biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah pondasi lantai satu agar tidak roboh.
- d. Sebagai lapisan pertama untuk memastikan kelancaran pengaplikasian. Penyebabnya adalah landasan yang terlalu lemah untuk roda alat berat atau kondisi luar yang memaksa tanah segera tertutup oleh pengaruh cuaca.
- e. Sebagai lapisan ajaib (penutup drainase) agar air tanah tidak terkumpul pada pondasi atau dasar.

16. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks ketebalan perkerasan (ITP) adalah angka yang mengacu pada penentuan ketebalan minimum setiap lapisan jalan. Perkerasan lentur

mempunyai 3 lapis utama yaitu lapis atas, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah. Indeks ketebalan lapisan diambil dari nomogram ITP berdasarkan perbandingan DDT, LER dan FR.

Untuk perhitungan ITP dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{ITP = (a1 \times D1) + (a2 \times D2) + (a3 \times D3) \dots\dots\dots\Persamaan \quad (2.12)}$$

Dimana :

A1,a2,a3 = Koefisien relatif bahan-bahan perkerasan

D1,D2,D3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan

(Angka 1,2,3 menyatakan lapisan permukaan, lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah)

