

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jalan

Menurut UU Republik Indonesia 38, 2004. Jalan merupakan sarana daratan yang memiliki berbagai macam porsi jalan yang terdapat bangun pelengkap dan berbagai perlengkapan yang digunakan untuk lalu lintas, di suatu permukaan, lalu di suatu atas permukaan, dan di bagian bawah permukaan tanah maupun air, lalu pada bagian permukaan air, terkecuali untuk jalan kereta api, lalu jalan lori, dan selanjutnya jalan kabel.

2.2 Klasifikasi Jalan

Kemajuan angkutan darat bermotor yang memiliki suatu ukuran, permasalahan kelancaran pada arus lintas kenyamanan, kekuatan tanah dan keamanan dari suatu perkerasan jalan itu sendiri harus diperhatikan, maka dari itu sendiri perlu diberi batasan. Jalan di Indonesia memiliki klasifikasi berdasarkan fungsi, wewenang dan berdasarkan operasional atau kelas suatu jalan.

2.2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi

Secara klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas antara lain : arteri, kolektor dan lokal. Pada pembagian tersebut dibedakan atas jarak untuk layanan, besar pada volume tersebut serta cepat gerak yang diperlukan. Maka dari itu tiap ruas mempunyai perbedaan yang signifikan dari yang satu bersama yang lainnya, yang berkaitan dengan kemudahan dan akses yang di butuhkan (Kusmaryono, 2021:I-5).

1. Jalan Arteri

Arteri mempunyai peran mengayomi lalu lintas penting dengan rute jauh, menggunakan kecepatan yang tinggi serta jumlah jalur masuk/akses dipisahkan dengan efektif.

2. Jalan Kolektor

Kolektor berperan untuk penampung arus sejak dan ke jalan arteri ataupun ke lokal. Memiliki sifat sedang, kecepatan kendaraan sedang serta akses terbatas.

3. Jalan Lokal

Memiliki peran mengayomi arus lokal, mempunyai ciri perjalanan jarak yang tidak terlalu jauh, kecepatan termasuk rendah serta akses menuju jalan lokal tidak ada batasan.

2.2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Wewenang

Menurut Kumaryono (2021:I-6), klasifikasi jalan berdasarkan status dan kewenangan dapat dibedakan menjadi:

1. Teknis

Wewenang dalam teknis untuk pembagian jalan untuk masing pada klasifikasi:

- a. Arteri primer ada di Kimpraswil dan/atau dipasrahkan pada BUMN Jalan Tol.
- b. Kolektor jaringan jalan primer di suatu Kimpraswil dan/atau dipasrahkan pada Pemprov atau Pemkab/kota.
- c. Lokal jaringan jalan primer dilimpahkan ke Pemkab/kota.
- d. Jalan jaringan sekunder di Pemkab/kota
- e. Jalan khusus di pejabat/instansi suatu Kimpraswilsat/daerah atau badan hukum perorangan yang memiliki wewenang.

2. Pemeliharaan Jalan

Implementasi pemeliharaan jalan untuk setiap klasifikasi jalan adalah:

- a. Arteri di jaringan primer di Menteri Kimpraswil dan/atau dipasrahkan ke

Pemprov atau kepada BUMN Jalan Tol.

- b. Kolektor di jaringan primer di Menteri Kimpraswil atau dipasrahkan untuk pejabat instansi di masing area atau Pemprov atau Pemkab/kota.
- c. Lokal di jaringan primer dipasrahkan ke Pemkab/kota.
- d. Jalan struktur sekunder di Pemkab/kota.

2.2.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Operasional

Klasifikasi jalan berdasarkan operasional atau kelas jalan dipaparkan dalam PP No. 43 tahun 1993 sudah dipilah klasifikasi jalan antara lain:

- a. Kelas I, yaitu jalan dilewati kendaraan bermotor antara lain muatan dengan lebar dibawah 2,5m, panjang dibawah 18 m dan muat berat yang diizinkan > 10 ton.
- b. Kelas II, lintasan arteri bisa dilewati kendaraan bermotor antara lain muat yang lebar kurang dari 2,5m, panjang dibawah 18 m dan berat yang diperbolehkan 10 ton.
- c. Kelas IIIA, lintasan arteri/kolektor dilewati kendaraan bermotor antara lain dengan muat, lebar dibawah 2,5m, panjang dibawah 18 m dan berat yang diperbolehkan 8 ton.
- d. Kelas IIIB, kolektor dilewati kendaraan bermotor antara lain dengan muat, lebar dibawah 2,5m, panjang dibawah 12 m dan berat yang disetujui 8 ton.
- e. Kelas IIIC, lokal yang dapat dipakai kendaraan bermotor antara lain beserta muat, lebar dibawah 2,1 meter, panjang dibawah 9 m serta berat yang disetujui 8 ton

Tabel 2. 1 Klasifikasi Operasional

No.	Klas Jalan	Fungsional Jalan	Uk, Kendaraan	Beban Gandar
1.	.I.	Arteri	L 2,5m (max) P 18m (max)	>10 ton
2.	II	Arteri	L 2,5m (max) P 18m (max)	10 ton
3.	III-A	Arteri atau Kolaktor	L 2,5m (max) P 18m (max)	8 ton
4.	III-B	Kolektor	L 2,5m (max) P 12m (max)	8 ton
5.	III-C	Lokal	L 2,1m (max) P 9m (max)	8 ton

(Sumber : Kusmaryono, 2021:1-7)

2.3 Perkerasan Jalan

Dengan kata lain perkerasan jalan merupakan suatu lapisan jalan yang harus tebal, kuat, dan stabil supaya bisa menyalurkan arus beban lalu lintas dari atas ke permukaan tanah. Perkerasan dibuat dari berbagai komposisi campuran agregat dan bahan pengikat. Campuran yang digunakan antara lain kerikil, batu sungai, dan material lainnya. Selanjutnya aspal, semen, atau tanah liat digunakan sebagai bahan pengikat. Karena jenis kendaraan yang dapat melewati perkerasan berbeda-beda, maka beban yang dapat ditimbulkan oleh setiap kendaraan juga berbeda-beda.

2.4 Kinerja Perkerasan Jalan (*Pavement Performance*)

Menurut Sukirman (2010:6), Desain perkerasan jalan sebagai komponen dari prasanana transportasi berguna pada:

1. Beban lalu lintas ditransfer ke roda dan kemudian ke penerima. Demikian, struktur jalan harus mempunyai stabilitas yang tinggi, stabil semasa pengoperasian jalan, serta tahan akan pengaruh lingkungan dan cuaca. Tanda-tanda kelelahan dan kerusakan perkerasan karena kurang kuatnya, seperti retak,

defleksi sepanjang lintasan kendaraan, gelombang atau lubang, tidak boleh ada di perkerasan.

2. Memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan. Demikian, permukaan perkerasan harus kasar untuk memastikan gesekan yang baik sela permukaan jalan dan ban, serta mencegah selip saat jalan basah karena hujan atau saat berkendara dengan kecepatan tinggi. Selain itu, permukaan trotoar Wajib tidak mengkilat sehingga pengemudi tidak silau.

Supaya struktur perkerasan kuat semasa layanan, aman serta nyaman untuk pemakai jalan, maka dari itu:

1. Untuk menentukan jenis perkerasan serta tebal lapisan perkerasan harus diperhatikan DDT pondasi, beban lalu lintas, kondisi lingkungan, umur pakai atau usia rancangan, ketersediaan dan sifat di sekitar materi perkerasan.
2. Meperhatikan mutu serta jumlah bahan di tempat sesuai analisis serta rancangan campuran agar pas dengan perincian pada jenis lapisan yang ditentukan
3. Pemantauan pelaksanaan harus dilakukan sesuai persyaratan yang bisa dengan memeriksa sistem penjaminan mutu pelaksanaan sesuai komponen pekerjaan. Penentuan jenis lapisan perkerasan, ketebalan perkerasan, dan analisis campuran yang baik tidak serta merta menjamin bahwa perkerasan tersebut memenuhi persyaratan yang diinginkan kecuali jika konstruksi dan pemantauan dilakukan sesuai dengan prosedur konstruksi dan isinya.
4. Pemeliharaan jalan selama siklus hidup yang direncanakan diperlukan untuk mempertahankannya selama jangka waktu tertentu. Dirawat tidak hanya mencakup struktur jalan, tetapi serta komponen drainase di area dimana jalan tersebut berada.

2.5 Jenis dan Lapisan Perkerasan Jalan

Pendapat Sukirman (2010:6) didasarkan pada suatu bahan pengikat yang dipakai guna membuat lapisan bagian atas, jenis perkerasan dibedakan menjadi perkerasan lentur yang memakai aspal di bahan pengikatnya, perkerasan keras

yang memakai semen, perkerasan keras dan perkerasan lunak, atau perkerasan komposit yang menggabungkan perkerasan lunak dengan perkerasan keras, atau sebaliknya.

2.5.1 Perkerasan Lentur

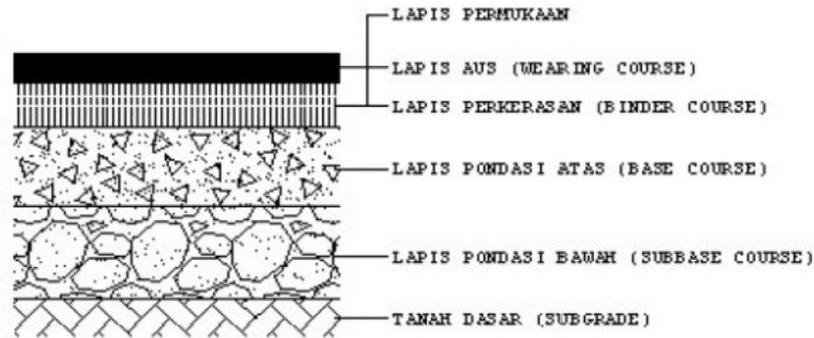
Secara luas perkerasan lentur baik dipakai pada area yang layani beban ringan ke sedang, contohnya jalan perkotaan, jalan dengan suatu system yang posisi di bawah perkerasan, pada bahu jalan, atau jalan dengan konstruksi bertingkat. Keuntungan serta kerugian memakai perkerasan lentur (diambil dari Sukirman, 2010:11) dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bisa dipakai di area memiliki beda turunan terbatas.
2. Gampang diperbaiki.
3. Imbuhan di lapisan pekerjaan perkerasan bisa dilaksanakan sewaktu – waktu.
4. Mempunyai sifat tahan geser yang cukup sesuai.
5. Visual perkerasan cenderung gelap yang tidak silau.
6. Bisa melakukan pelaksanaan bertahap khususnya di kondisi biaya terbatas maupun terbatasnya data perencanaan.

Adapun kerugian dari perkerasan lentur antara lain:

1. Lebih tebal dari perkerasan kaku untuk tebal strukturnya itu sendiri.
2. Berkurangnya sifat kohesi maupun kelemturan pada saat pelayanan..
3. Frekuensi perawatan termasuk sering.
4. Jika area sering digenangi air maka tidak baik jika dipergunakan jenis ini.
5. Mempergunakan agregat yang cukup banyak.

Desain untuk lentur dibagi dari sebagian lapis yang semakin ke bawah punya daya semakin buruk. Desain lapis perkerasan lentur bisa ditinjau **Gambar 2.1** dibawah ini.



Gambar 2. 1 Struktur Lapisan Perkerasan Jalan Lentur

2.5.2 Perkerasan Kaku

Pada jalan yang sering dilalui kendaraan besar, dekat gerbang tol, jalan yang sering digunakan pada kecepatan rendah oleh kendaraan besar (seperti bus), dan pada area dimana mobil besar masuk atau keluar jalan tol, digunakan perkerasan kaku. Inilah kelebihan dan kekurangan penggunaan kaku (diambil dari Sukirman, 2010:13) dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pemeliharaan sederhana dengan usia pelayanan panjang;
2. Kekuatan cukup memenuhi;
3. Bisa bertahan meskipun banjir yang menerus, ataupun kubangan air tanpa adanya kerusakan parah.

Adapun kerugian memakai perkerasan kaku antara lain:

1. Daya ikat jalan minim dan kekasaran permukaan ditentukan di proses pekerjaan.
2. Visual yang terang memberi silau pada pemakai jalan.
3. Harus ada lapis tanah dasar yang mempunyai penurunan yang homogen supaya pelat beton tidak retak. Dalam mengakali hal ini sering sekali di atas

permukaan tanah diberikan lapis pondasi bawah sebagai perwujudan lapisan homogen.

Struktur perkerasan lapis ini terdiri antara plat beton untuk lapis permukaan, pondasi bawah untuk lapis bantal yang homogen, dan lapis tanah dasar lokasi struktur perkerasan ditepatkan. Plat beton punya sambungan panjang maupun melintang.

2.5.3 Lapisan Perkerasan Jalan

Berdasarkan struktur lapisan perkerasan lentur menurut (Sukirman, 2010:14) lapisan perkerasan dipilah jadi 4:

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*) lapisan lokasinya atas sendiri daripada struktur perkerasan jalan yang guna utamanya sebagai :
 - a. Lapisan tahanan pada beban vertikal transportasi, maka dari itu lapisan wajib mempunyai tinggi stabilitas dalam masa layanan.
 - b. Lapis aus (*wearing course*) dikarenakan langsung bergesekan dan getar roda akibat mengerem.
 - c. Lapis anti air, supaya hujan dilapis permukaan tidak masuk menuju lapis di bawahnya yang bisa merusak komponen.
 - d. Lapisan penyebar beban pada lapis pondasi.

Lapisan di permukaan lentur memakai bahan pemikat aspal, supaya mewujudkan lapis yang anti air, stabilitas tinggi serta memiliki daya saat masa layanan. Lapisan keausan disebabkan oleh suhu tinggi, seringnya kontak dengan roda, dan paparan air hujan, yang dapat menyebabkan kerusakan dan gesekan terkait keausan. Lapisan dasar yang pakai aspal selaku bahan pengikatnya, yang ialah lapisan permukaan (*binder course*), berperan menyerap beban serta menyalurkannya ke lapisan pondasi. Pada hakikatnya, lapisan permukaan dapat dibagi mewujudkan lapisan keausan dan lapisan permukaan perantara (lapisan ikatan).

Untuk membuat lapisan kedap air yang tahan lama, lapisan permukaan biasanya terbuat dari aspal seolah-olah diikat. Indonesia memiliki beragam pilihan pelapis permukaan yang banyak digunakan, ada berbagai jenis pelapis permukaan digunakan (diambil dari Sukirman, 2010:15), yaitu:

1. Laburan aspal, ialah lapis penutup yang tidak memiliki nilai structural, terdiri dari:
 - a. Perlapisan aspal lapis tunggal (Burtu=*surface dressing*) terdiri dari lapisan aspal dengan jumlah lapisan agregat bergradasi ganjil sesuai dengan lapisan maksimum nominal 13 mm. Ketebalan bultu mencapai 2 cm.
 - b. Dalam pelapisan aspal dua lapis, yang dikenal sebagai burda atau perawatan permukaan, ketebalan maksimum dicapai dengan menerapkan lapisan aspal di atas agregat dalam dua aplikasi berturut-turut 3,5cm. Lapisan Burda pertama adalah lapisan Burtu, dan lapisan kedua terdiri dari butiran berlapis hingga berukuran 9,5mm (3/8inci).
2. Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir=*Sand Sheet*= SS), adalah lapis penutup pada permukaan yang memakai agregat halus maupun pasir atau bagian campur keduanya, dan disatukan dengan aspal, dilepaskan serta dipadat pada panas tertentu. Latasir dipakai bagi lalu lintas rendah yaitu dibawah setengah juta lintas sumbu standar (lss).
3. Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston = *Hot Rolled Sheet* = HRS), yaitu lapis permukaan memakai agregat gradasi yang beda jauh dengan ukuran agregat maks. di 19mm (3/4 inci). Dua tipe lataston yang dipakai ialah:
 - a. Lataston Lapis Aus, atau *Hot Rolled Sheet Wearing Course* = HRS-WC, tebal min. di 30 mm serta penerimaan di 4 mm.
 - b. Lataston Lapis Permukaan Antara, atau *Hot Rolled Sheet Base Course* = HRS-BC, tebal min. di 35 mm serta penerimaan \pm 4 mm.

4. Lapis Beton Aspal (Laston = *Asphalt Concrete* = AC), salah satu lapis permukaan memakai kerikil gradasi cukup baik. Laston cocok dipakai pada lalu lintas yang cukup berat. Ada dua tipe Laston yang dipergunakan sebagai lapis permukaan, yaitu:
 - a. Laston Lapis Aus, atau *Asphalt Concrete Wearing Course*=AC-WC, pakai agregat dengan besar maks. di 19 mm (3/4 inci). Lapis AC-WC bertebal min. di 40 mm serta penerimaan ± 3 mm.
 - b. Laston Lapis Permukaan Antara, atau *Asphalt Concrete Binder Course* = AC-BC, memakai agregat maks. Di 25 mm (1 inci). Lapis AC-BC tebal min. di 50 mm serta toleransi ± 4 mm.
5. Batuan dasar dan batuan penghalang membentuk laminasi yang dikenal sebagai lapisan penetrasi makadam. Unit penghalang disegel dan kemudian ditutup dengan aspal sebelum dipadatkan. Lapisan sangat cocok untuk lalu lintas ringan hingga sedang.
6. Lapis Asbuton Agregat (Lasbutag) yaitu gabungan kerikil asbuton dan premaja kemudian disatukan, disebarakan lalu dipadatkan saat dingin. Lapis Lasbutag tebal min. di 40mm dan kerikil maks. di 19 mm (3/4 inci).
2. Lapis Pondasi (*Base Course*) lapisan berposisi di tengah lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Jika tidak memakai lapis pondasi bawah, untuk itu lapis pondasi ditempatkan diatas tanah dasar. Lapis pondasi memiliki peran guna:
 - a. Lapis struktur perkerasan berguna menahan gaya vertikal suatu beban dan diratakan ke lapis dibawah.
 - b. Lapisan resapan sebagai lapis pondasi bawah.
 - c. Tumpuan atau perletakan lapis permukaan.

Berbagai macam lapis untuk pondasi yang biasa dipakai di Indonesia antara lain:

1. Laston Lapis Pondasi (Asphalt Concrete Base = AC-Base), suatu laston yang dipakai buat lapis pondasi, yang tebal min. di 60 mm serta toleransi ± 5 mm. Agregat dipakai berukuran maks. di 37,5 mm (1,5 inci).
 2. Lasbutag Lapis Pondasi ialah paduan sela agregat asbuton serta premaja yang disatukan, disebarikan dan dikeraskan saat dingin. Lapis Lasbutag Lapis Pondasi min. di 50mm aagregat maks. di 25 mm (1 inci).
 3. Lapis Penetrasi Macadam (Lapen) bisa dipakai jadi lapis pondasi, tetapi tak sebagai pakai agregat penutup.
 4. Lapis Pondasi Agregat salah satu lapis pondasi dari butiran agregat. Didasari gradai lapis pondasi ini bermacam atas agregat Kelas A dan Kelas B. Tebal min. di 2 kali ukuran agregat maksimum.
 5. Lapis Pondasi Tanah serta Semen bisa juga disebut lapis yang diciptakan dengan memakai tanah khusus didapatkan dari area sekitar, yaitu tanah lempung serta tanah butiran contohnya pasir serta kerikil kepasiran yang memiliki plastis rendah.
 6. Lapis Pondasi Agregat Semen (LFAS) antara lain kerikil klas A, B, atau C yang satukan dengan semen serta memiliki peran untuk lapis pondasi. Lapis ini wajib diposisikan di bagian atas lapis pondasi bawah Kelas C.
3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
- Lapis posisinya di sela lapis pondasi serta tanah dasar diberi nama lapis pondasi bawah (*subbase*). Pada lapis pondasi bawah memiliki peran:
- a. Badan dari struktur perkerasan guna mengupayakan serta menghamparkan beban menuju lapis tanah dasar. Lapis wajib patut setimbang serta memiliki CBR sama ataupun diatas 20%, lalu Indeks Plastis (IP) sama/dibawah 10%.
 - b. Kemudahan pemakaian materi cukup relatif terjangkau, supaya lapis diatasnya bisa dikecilkan tebalnya.
 - c. Lapis untuk resap, supaya air tanah diupayakan tak menjadi satu di pondasi.

- d Lapis awal, supaya implementasi kerja bisa berproses mulus. sesuai pada kondisi di lapangan memaksa segera. Memberi tutup tanah dasar dari perubahan cuaca, maupun kurangnya daya dukung tanah dasar mengupayakan roda alat berat.
- e. Lapis filter digunakan merintang beberapa partikel kecil dari tanah dasar untuk keatas lapis pondasi.

4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade/Roadbed*)

Lapis tanah dengan tebal 50-100cm di atas ditaruh lapis pondasi bawah maupun lapis pondasi diberi nama lapis tanah dasar/subgrade. Nilai kesiapan lapis tanah dasar untuk diletakkannya struktur perkerasan jalan sangat menentukan tahanan struktur untuk memikul berat lalu lintas selama masa layanan.

2.6 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO 1993

Untuk perkerasan jalan, gunakan panduan desain perkerasan perkerasan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Banyak negara formula digunakan sebagai standar perencanaan dan didasarkan pada metode empiris. Berikut ini adalah pengukuran yang digunakan untuk menentukan ketebalan perkerasan lentur:

2.6.1 Analisa Lalu Lintas (*Traffic Design*)

Data serta tolok ukur lalin dipergunakan guna implementasi tebal perkerasan antara lain:

- Macam – macam kendaraan.
- Besarnya volume di lalin harian rerata.
- Perkembangan lalin tahunan.
- Faktor kerusakan
- Usia rancangan.
- Faktor distribusi arah (D_A).

- Faktor distribusi lajur (D_L)
- ESAL pada saat usia rencana (*traffic design*).

Faktor distribusi lajur (D_L), mengacu pada tabel di bawah ini

Tabel 2. 2 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	D_L (%)
1	100
2	80–100
3	60–80
4	50–75

(Sumber: AASHTO 1993)

Formula desain traffic (ESAL = *Equivalent Single Axle Load*)

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_i \times VDF_i \times D_A \times D_L \times 365$$

Dimana :

W_{18} = *Traffic design* pada lajur lalu – lintas, ESAL.

LHR_i = Lalu lintas harian rata – rata, kendaraan/hari/2 arah

VDF_i = Kerusakan untuk jenis kendaraan i

D_A = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

Nn = Lalu lintas pada akhir usia rancangan.

$N1$ = Lalu lintas pada awal usia rancangan.

365 = Jumlah hari dalam setahun.

2.6.2 Reliabilitas

Reliabilitas merupakan hasil probabilitas pada perkerasan untuk rencana tetap maksimal pada saat layannya. Konsep ini untuk perencanaan perkerasan memiliki dasar di suatu kemungkinan bisa terjadi di proses pada perencanaan guna memastikan kesekian cara lain di macam – macam perencanaan. Ada banyaknya pemakai jalan, untuk itu volume jalan bisa meningkat. Dengan demikian, keandalan

spesifikasi jalan dapat ditentukan hanya dengan analisisnya. Reliabilitas mengacu pada kemungkinan bahwa tingkat pelayanan jalan akan mencapai tingkat tertentu dan pengulangan beban yang diinginkan akan tercapai. Ditetapkannya reliabilitas dapat dilihat pada **Tabel 2.5** dibawah ini

Tabel 2. 3 Penetapan Reliabilitas

Klasifikasi Jalan	Reliabilitas : R (%)	
	Urban	Rural
Jalan Tol	85–99,9	80–99,9
Arteri	80–99	75–95
Kolektor	80–95	75–95
Lokal	50–80	50–80

(Sumber: AASHTO 1993)

Selain itu guna mendapat standart normal deviasi (Z_R) bisa ditinjau **Tabel 2.6** ini.

Tabel 2. 4 Standart Normal Deviasi

R (%)	ZR	R (%)	ZR
50	-0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

(Sumber: AASHTO 1993)

0,3 hingga 0,4 adalah kisaran simpangan baku untuk kaku, sebagaimana dinyatakan oleh So. Selanjutnya, dapatkan standar deviasi untuk fleksibel dengan nilai antara 0,4 dan 0,5.

2.6.3 Serviceability

Terminal *serviceability index* (p_t) ditinjau di Tabel Terminal *serviceability index* (p_t). *Initial serviceability* untuk *flexible pavement* : $p_o = 4,2$. (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-10).

Tabel 2. 5 Terminal Serviceability

Persentase Publik Tidak Menerima	P_t
12	3,0
55	2,5
85	2,0

(Sumber: AASHTO 1993)

Penentuan di patokan *serviceability* :

Initial Serviceability : $p_o = 4,2$ (Perkerasan lentur)

Terminal Serviceability Index : $p_t = 2,5$

Jalur Utama (*major highways*)

Terminal Serviceability Index : $p_t = 2,0$

Jalur lalin rendah

Total *Loss of Serviceability* : $\Delta PSI = p_o - p_t$

2.6.4 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus resilien (*Resilient Modulus*) memakai kombinasi dari rumus serta grafik pemastian modulus reaksi tanah dasar menggunakan ketetapan CBR tanah dasar didaparkannya nilai CBR rerata, selanjutnya Modulus Resilien dapat dihitung dengan rumus :

$$M_R = 1500 \times CBR$$

Dimana :

M_R = Modulus Resilien (*Resilient Modulus*), disebut psi.

2.6.5 Koefisien Drainase (m)

Akibat sistem drainase jalan akan pembuangan air yang terlempar pada permukaan jalan sangat besar guna memperpanjang usia jalan, AASHTO tahun 1993 memberikan dua variabel guna menjadikan hasil koefisien drainase.:

1. Variabel pertama : Mutu dan variasi drainase sangat baik, baik, sedang, buruk, dan sangat buruk. Kualitas ini ditentukan oleh berapa lama air dapat mengalir dari lapisan tanah bawah jalan. Faktor penentu variabel awal disajikan **Tabel 2.6** berikut ini.

Tabel 2. 6 Penetapan Mutu Drainase

<i>Quality of drainage</i>	<i>Water Removed within</i>
<i>Excellent</i>	2 jam
<i>Good</i>	1 hari
<i>Fair</i>	1 minggu
<i>Poor</i>	1 bulan
<i>Very Poor</i>	Air tidak terbebaskan

(Sumber: AASHTO 1993)

2. Variabel kedua : persen rangkaian perkerasan dalam setahun terkena air sampai dengan tingkatan yang menghapiri pekat air (*saturated*), pakai ragam < 1 %, 1 – 5 %, 5 – 25 %, > 25 %

$$P_{heff} = \frac{T_{jam}}{24} \times \frac{T_{hari}}{365} \times WL \times 100$$

Dimana :

P_{heff} = Persentase hujan setahun (%)

T_{jam} = Rerata hujan/hari (jam)

T_{hari} = Rerata total hari hujan setahun (hari)

W_L = Faktor air hujan bila masuk di pondasi jalan (%)

Kemudian koefisien drainase menunjuk pada **Tabel 2.7** ini.

Tabel 2. 7 Koefisien Drainase

<i>Quality of drainage</i>	<i>Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation</i>			
	<i>< 1%</i>	<i>1 – 5 %</i>	<i>5 – 25 %</i>	<i>>25%</i>
<i>Excellent</i>	1,40–1,35	1,35–1,30	1,30–1,20	1,20
<i>Good</i>	1,35–1,25	1,25–1,15	1,15–1,00	1,00
<i>Fair</i>	1,25–1,15	1,15–1,05	1,00–0,80	0,80
<i>Poor</i>	1,15–1,05	1,05–0,80	0,80–0,60	0,60
<i>Very Poor</i>	1,05–0,95	0,95–0,75	0,75–0,40	0,40

(Sumber: AASHTO 1993)

2.6.6 Penentuan *Structural Number* (SN)

Nomor Struktural (SN) didefinisikan sebagai Indeks Ketebalan Perkerasan (ITP), yaitu besaran yang digunakan untuk membuat ketebalan lapisan kaku menjadi fleksibel. SN ditentukan oleh intensitas komponen (a). Nilai ditentukan oleh *Stabilitas Marshall* untuk material perkerasan jalan aspal, uji kuat tekan (uji triaksial) untuk material perkerasan semen maupun kapur, dan CBR (California) guna tanah dasar pondasi.

Tahapan pemastian SN di awal rencana tebal lapis perkerasan lentur jalan yaitu:

1. Analisa formasi di lapis perkerasan bisa diteliti pada **Tabel 2.8** terdiri dari:

- Lapisan Lapis permukaan (a1)
- Lapis pondasi atas (a2)
- Lapis pondasi bawah (a3)

Tabel 2. 8 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS	KT	CBR	
0,40	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	

0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	LASBUTAG
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA/HRS/LATASTON
0,26	-	-	340	-	-	ASPAL MACADAM
0,25	-	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,28	-	590	-	-	
-	0,26	-	454	-	-	LASTON ATAS
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	SIRTU / Pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	SIRTU / Pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	SIRTU / Pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah / lempung kepasiran

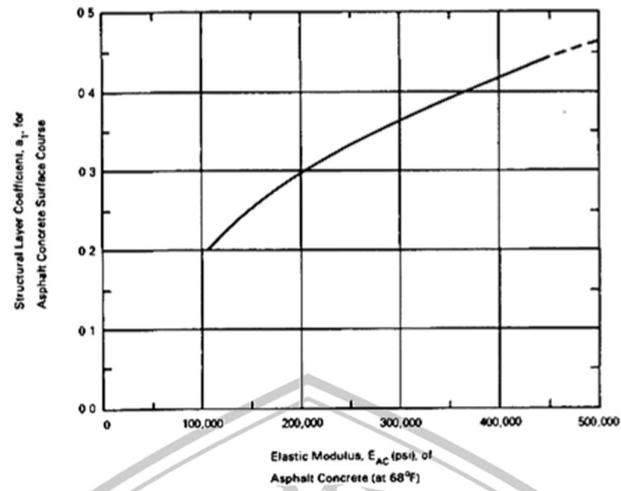
(Sumber: SKBI-2.3.26.1987)

2. Modulus Elastisitas

Pemastian modulus elastisitas setiap lapis bisa memakai nomogram yang dibawah ini:

- Lapis permukaan (a1)

Lapisan atas merupakan lapisan terluar yang menopang beban roda, dan sifat kedap airnya mengamankan lapisan di bawahnya dan mengurangi kerusakan akibat elemen.

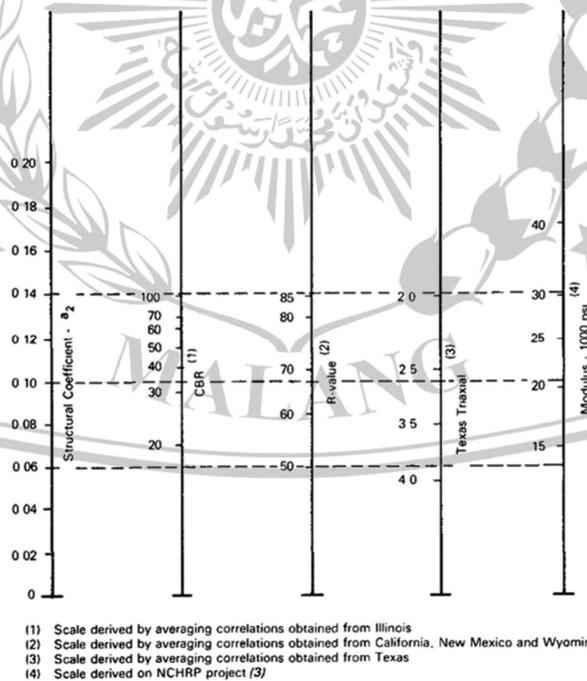


(Sumber: AASHTO 1993)

Gambar 2. 2 Grafik Nomogram Lapis Permukaan (a1)

• Lapis pondasi atas (a2)

Dengan meletakkan di antara lapisan pondasi atas dan bawah, lapisan pondasi memainkan peran penting dalam mendukungnya dan mendistribusikan bebannya ke lapisan yang lebih rendah.

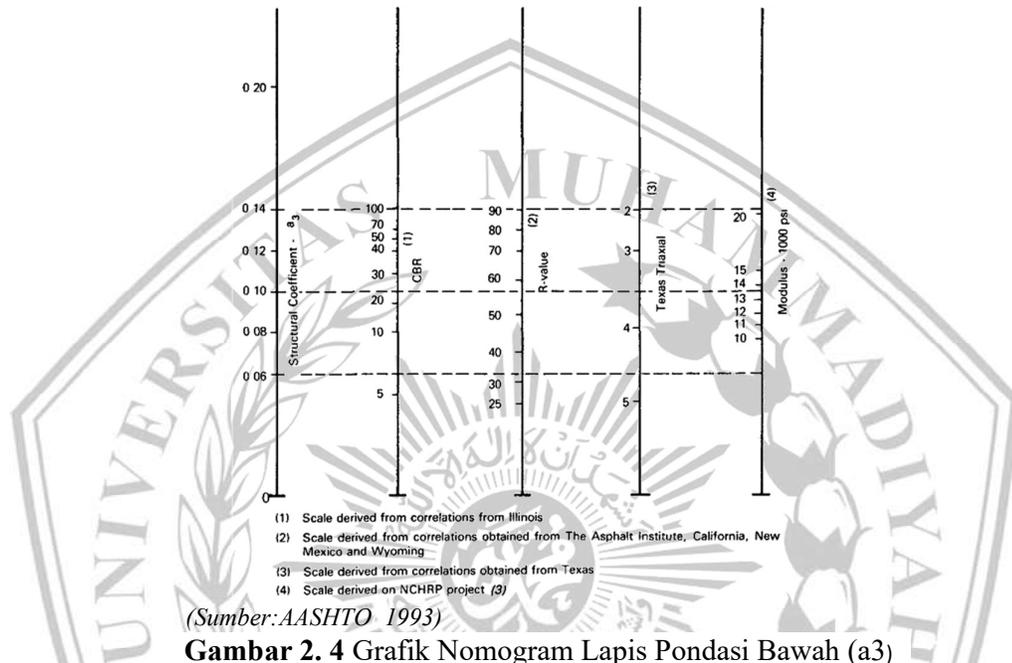


(Sumber: AASHTO 1993)

Gambar 2. 3 Grafik Nomogram Lapis Pondasi Atas (a2)

- Lapis pondasi bawah (a3)

Bertepatan di kedua lapisan pondasi atas dan bawah, lapisan pondasi berguna menyalurkan beban roda ke pondasi. Juga karena daya dukung tanah yang rendah, lapisan tanah dasar ini juga bertindak sebagai lapisan pelindung terhadap beban roda alat berat pada awal pekerjaan.



Gambar 2. 4 Grafik Nomogram Lapis Pondasi Bawah (a3)

2.6.7 Menentukan Nilai *Structural Number (SN)* dan Perhitungan Tebal Perkerasan

Penentuan gabungan optimum di suatu rencana tebal perkerasan didapat menjadikan perkerasan itu lebih terjangkau. Pemilihan tebal perkerasan lentur dapat ditentukan dengan persamaan

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 9,36 \log_{10} (SN + 1) - 0,2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07$$

dimana :

W_{18} = Total beban ekivalen (ESAL).

Z_R = Standar deviasi normal.

S_o = Standar gabungan kesalahan dari lalu-lintas dan perkiraan *performance*.

Δ PSI = Beda diantara desain awal layanan mampu untuk p_o dan desain *terminal serviceability index*.

M_R = Resilient modulus tanah dasar (psi).

SN = *Structural Number*.

2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 1987

Cara diperluas oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Kimpraswil tersebut berdasarkan pada metode AASHTO yang dicocokkan dengan kondisi Indonesia. Metode ini diperoleh dari Buku Literatur *Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.36.1987*, Inilah kriteria bagi ketebalan perkerasan lentur menurut Bina Marga 1987 diantaranya:

2.7.1 Lalu Lintas

1. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur desain adalah rute jalan yang ditetapkan pada bagian jalan raya yang paling padat lalu lintasnya. Jumlah lajur pada jalan dihitung menggunakan lebar perkerasan jalan, kecuali untuk batas lajur sebagaimana tercantum dalam **Tabel 2.9** di bawah ini.

Tabel 2.9 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50\text{m}$	1 lajur
$5,50\text{m} \leq L < 8,25\text{m}$	2 lajur
$8,25\text{m} \leq L < 11,25\text{m}$	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 : SKBI-2.3.26.1987)

Koefisien distribusi kendaraan (C) guna transportasi ringan dan berat yang melewati di jalur rancangan dipastikan **Tabel 2.12** ini:

Tabel 2. 10 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

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 : SKBI-2.3.26.1987)

*) berat total <5 ton, contohnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

***) berat total >5 ton, seperti, bus, truk, traktor, semi trailler, trailler.

2. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) tiap – tiap golongan beban sumbu (setiap kendaraan) dijabarkan menurut rumus daftar di bawah ini :

Tabel 2. 11 Beban Sumbu Kendaraan dan Angka Ekuivalen

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452

15000	33069	11,4148	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

(Sumber: SKBI-2.3.26.1987)

3. Lalu Lintas Harian Rerata dan Rumus-rumus Lintas Ekuivalen

Jumlah lalu lintas tiap – tiap kendaraan bisa dipastikan berdasarkan awal umur rencana bisa dianalisa memakai rumus:

$$\mathbf{LHR} = \frac{\mathbf{Jumlah\ kendaraan\ tertinggi}}{\mathbf{K}}$$

Lintas akhir permulaan (LEP) dianalisa dengan,

$$\mathbf{LEP} = \sum_{j=1}^n \mathbf{LHRj} \times \mathbf{Cj} \times \mathbf{Ej}$$

Lintas ekuivalen akhir (LEA) dianalisa dengan,

$$\mathbf{LEA} = \sum_{j=1}^n \mathbf{LHRj} (1 + i)^{UR} \times \mathbf{Cj} \times \mathbf{Ej}$$

Lintas ekuivalen tengah (LET) dianalisa dengan,

$$\mathbf{LET} = \frac{1}{2} \times (\mathbf{LEP} + \mathbf{LEA})$$

Faktor adaptasi dianalisa lebih dahulu guna perhitungan LER dengan,

$$\mathbf{FP} = \mathbf{UR}/10$$

Lintas ekuivalen rencana (LER) dianalisa dengan,

$$\mathbf{LER} = \mathbf{LET} \times \mathbf{FP}$$

2.7.2 Daya Dukung Tanah (DDT)

Penentuan DDT didasarkan pada grafik yang berhubungan bagi CBR. Kedua nilai CBR tersebut masing-masing adalah CBR lapangan dan CBR laboratorium. Pendekatan analitis atau grafik dapat diambil untuk menentukan nilai CBR.

a. Cara analitis

Untuk menghitung CBR segmen memakai persamaan dibawah ini.

$$\mathbf{CBR_{segmen}} = (\mathbf{CBR_{rata-rata}} - (\mathbf{CBR_{maks}} - \mathbf{CBR_{min}}) / \mathbf{R})$$

Untuk mencari nilai R bisa diteliti pada **Tabel 2.14** dibawah ini.

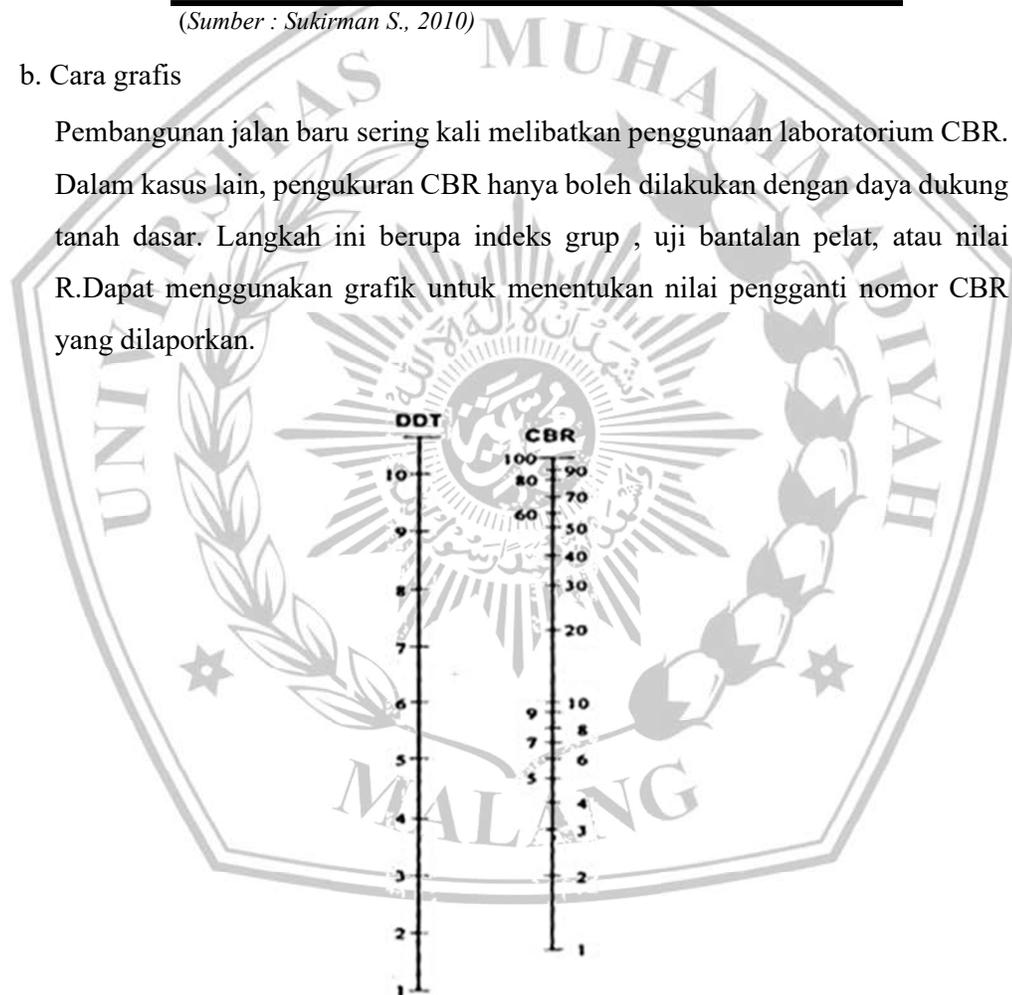
Tabel 2. 12 Nilai R

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber : Sukirman S., 2010)

b. Cara grafis

Pembangunan jalan baru sering kali melibatkan penggunaan laboratorium CBR. Dalam kasus lain, pengukuran CBR hanya boleh dilakukan dengan daya dukung tanah dasar. Langkah ini berupa indeks grup , uji bantalan pelat, atau nilai R. Dapat menggunakan grafik untuk menentukan nilai pengganti nomor CBR yang dilaporkan.



(Sumber : SKBI-2-3.26.1987)

Gambar 2. 5 Korelasi CBR dan DDT

2.7.3 Faktor Regional (FR)

Permeabilitas tanah, integritas drainase, morfologi orientasi, proporsi kendaraan seberat 13 ton, dan faktor iklim merupakan variabel lokal yang penting. Kondisi penggunaan ini sejalan dengan "Peraturan Penegakan Konstruksi Jalan", ketentuan mengenai permeabilitas tanah dan keutuhan drainase akar dapat dilihat di bawah.

Tabel 2. 13 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	≤ 30%	≥ 30%	≤ 30%	≥ 30%	≤ 30%	≥ 30%
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	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 : SKBI-2.3.26.1987)

Catatan : untuk tempat khusus, layaknya simpang, pemberhentian atau belokan tajam FR di jumlah 0,5. Sementara di area rawa –rawa FR di jumlah 1,0.

2.7.4 Indeks Permukaan

Dari Departemen Pekerjaan Umum (1987), indeks permukaan menuturkan hasik rerata dan kuat permukaan saling berkait sama tingkat layan untuk kendaraan melintas. Inilah nilai-nilai IP dengan artinya:

IP = 1,0 : ialah lapis atas jalan di keadaan rusak berat maka sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : level layanan paling rendah (jalan tak putus)

IP = 2,0 : level layanan rendah di jalan masih bagus

IP = 2,5 : permukaan jalan masih bisa stabil dan baik.

Untuk mendapat indeks permukaan (IP) di akhir usia desain, beberapa faktor klasifikasi fitur jalan dan tabel angka ekuivalen timbal balik (LER) perencanaan harus dikonsultasikan. Ini adalah metode lain untuk menentukan hasil indek

permukaan awal (IPo). Periksa tabel indeks permukaan akhir masa pakai (IPt) desain, yang mempertimbangkan jenis lapisan permukaan.

Tabel 2. 14 Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (IPt)

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	-
100-1000	1,5 – 2,0	2	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Tabel 2. 15 Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Permukaan	IPo	Roughness (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
Lasbutang	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA/HRS/Lataston	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
Burda	3,9 – 3,5	≤ 2000
Burdu	3,4 – 3,0	≤ 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	> 3000
Buras	2,9 – 2,5	-
Latasir	2,9 – 2,5	-
Jalan Tanah	$\leq 2,4$	-
Jalan Kerikil	$\leq 2,4$	-

(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

2.7.5 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif setiap material (a) tujuannya sebagai permukaan, fondasi, dan substruktur sama dengan nilai uji Marshall yang diberikan (untuk material berbasis aspal), sementara kekuatan tekan ditentukan oleh korelasi (Untuk material yang distabilkan semen atau kapur) atau CBR (untuk material bawah permukaan).

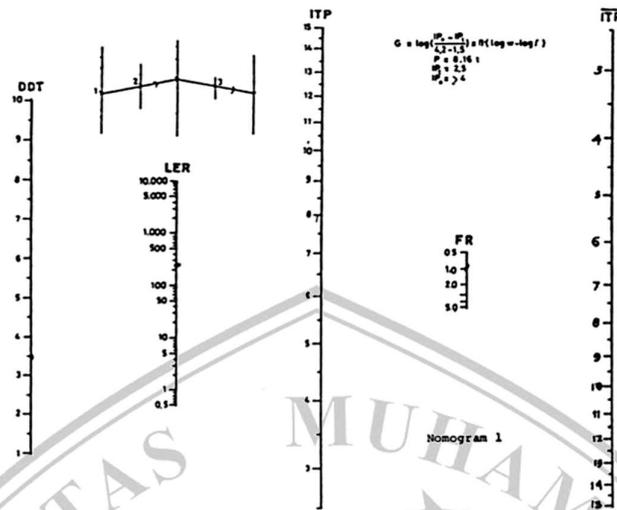
Tabel 2. 16 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS	KT	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/HRS/LATASTON
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	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	Stabilitas tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	SIRTU / Pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	SIRTU / Pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	SIRTU / Pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah / lempung kepasiran

(Sumber : SKBI-2.3.26.1987)

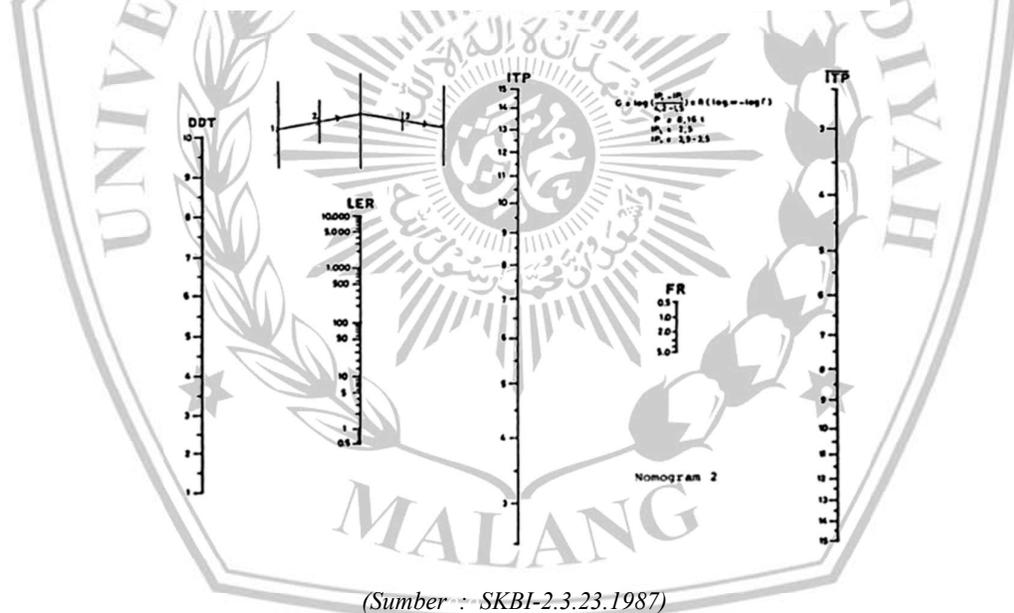
2.7.6 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Umur rencana LER, nilai DDT, dan FR nomogram digunakan untuk menentukan nilai indeks tebal perkerasan. Nomogram IPO dan IPT dapat direpresentasikan secara grafis.



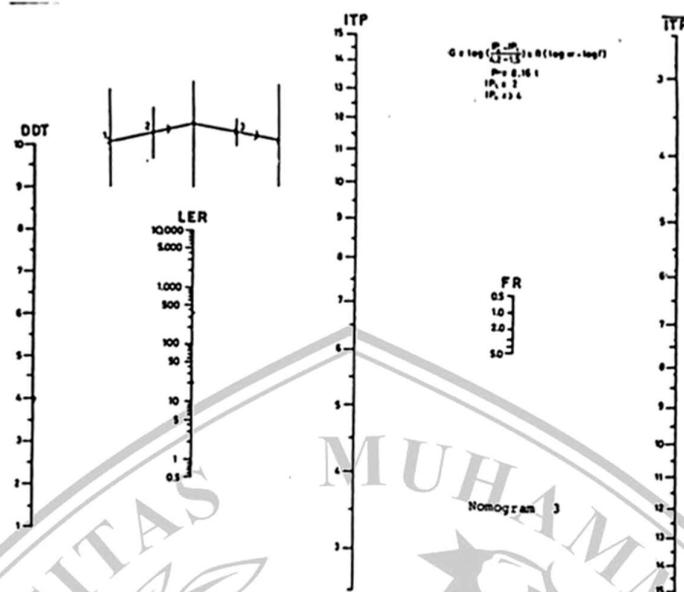
(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 6 Nomogram 1 untuk $IP_t = 2,5$ dan $IPO \geq 4$



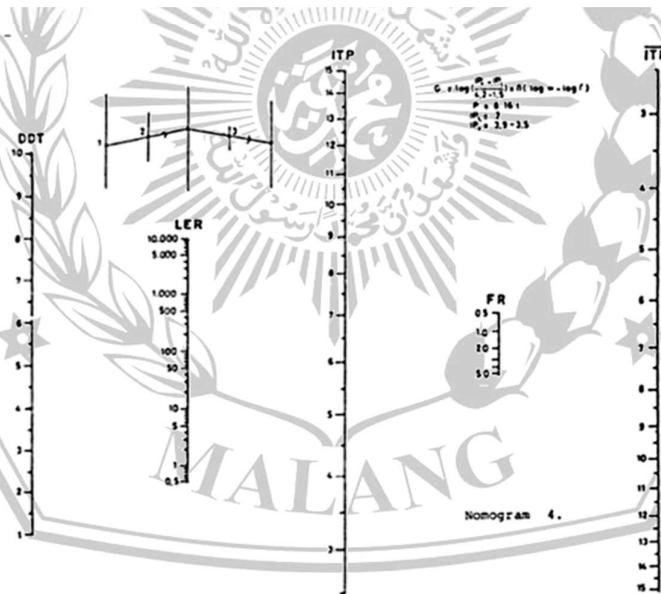
(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 7 Nomogram 2 untuk $IP_t = 2,5$ dan $IPO = 3,9 - 3,5$



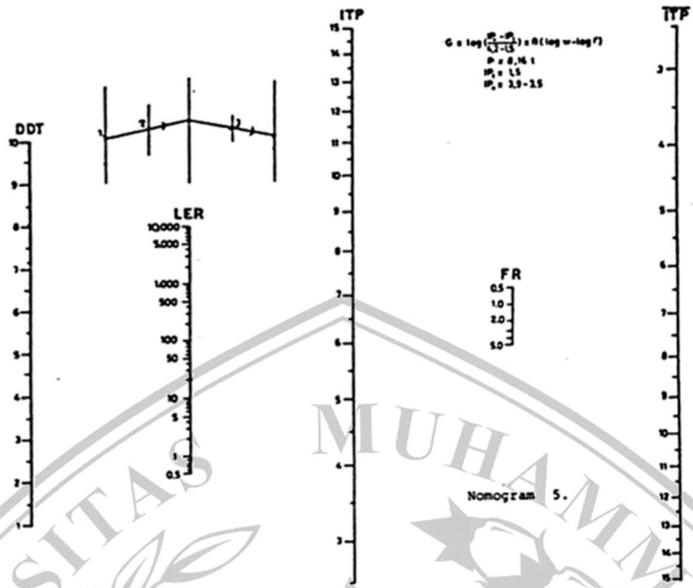
(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 8 Nomogram 3 untuk $IP_t = 2$ dan $IP_o \geq 4$



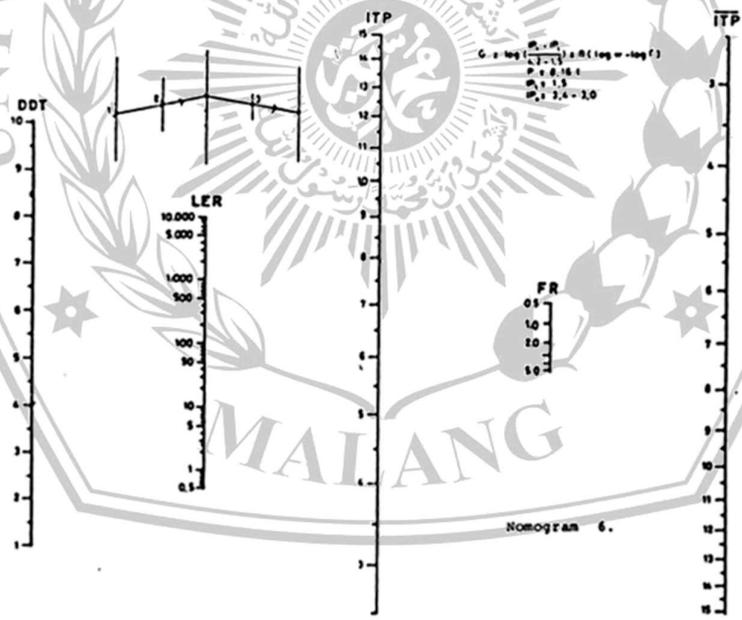
(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 9 Nomogram 4 untuk $IP = 2$ dan $IP_o = 3,9 - 3,5$



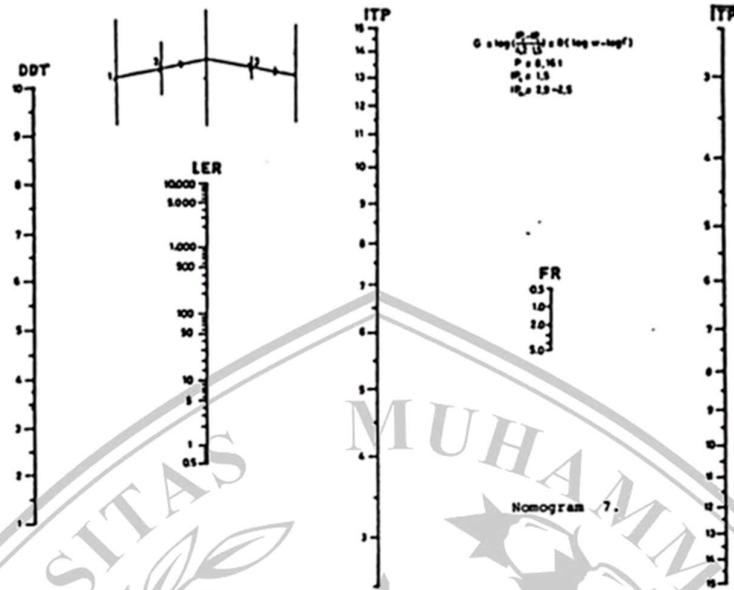
Gambar 2. 10 Nomogram 5 untuk IPt = 1,5 dan IPo = 3,9 – 3,5

(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)



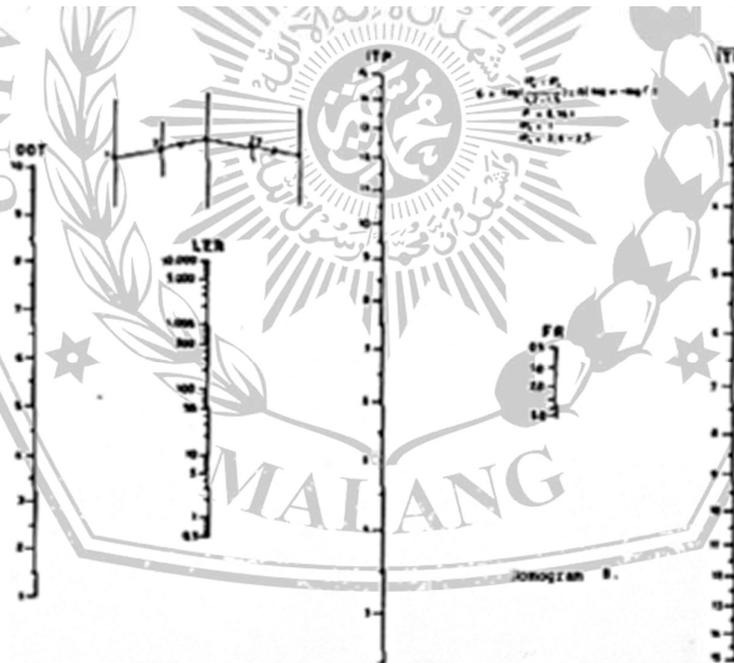
(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 11 Nomogram 6 untuk IP = 1,5 dan IPo = 3,4 – 3,0



(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 12 Nomogram 7 untuk $IP_t = 1,5$ dan $IP_o = 2,9 - 2,5$



(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

Gambar 2. 13 Nomogram 8 untuk $IP_t = 1,0$ dan $IP_o = 2,9 - 2,5$

b. Lapis Pondasi

Lapis pondasi bisa amati di tabel Lapis Pondasi mendeskripsikan yaitu jenis bahan yang dipakai berdasarkan ITP.

Tabel 2. 18 Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
<3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00–7,49	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi
	10	Laston atas
7,50–9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi
	15	macam Laston atas, Lapen
10,00–12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi
		macam Laston atas, Lapen
>12,55	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi
		macam Laston atas, Lapen

(Sumber : SKBI-2.3.23.1987)

c. Lapis Pondasi Bawah

Di tiap ITP jika memakai lapis pondasi bawah, tebal minimum didapatkan senilai 10 cm.

2.8 Rencana Anggaran Biaya

Proses perencanaan anggaran yang dikenal sebagai RAB melibatkan analisis ongkos daya kerja, material, serta peralatan untuk sebuah proyek. Tetapkan anggaran biaya sebelum konstruksi dan tentukan jumlah pengeluaran pada waktu yang dibutuhkan.

2.8.1 Komponen Rencana Anggaran Biaya

Saat mendesain suatu anggaran pertama – tama dilakukannya analisa yaitu per volume kegiatan dan harga satuan dasar..

2.8.2 Volume Pekerjaan

Proyek yang terlibat bisa ditentukan dengan memeriksa gambar. Jika gambar tidak jelas jadinya jumlah pekerjaan bisa terpengaruh. Upaya yang diperhitungkan membuat besarnya biaya yang dipakai untuk mengakhiri tiap unit usaha. Unit-unit untuk analisis volume konstruksi secara umum diuraikan dalam tabel di bawah ini.

2.8.3 Harga Satuan Dasar (HSD)

Taksiran setiap bagian, yang mencakup upah dan bahan yang digunakan untuk memproduksi produk dari pekerja serta perkakas dalam satuan seperti m, m², dan m³ disebut HSD. Disarankan untuk menggunakan HSP pemerintah daerah atau instansi pemerintah sejenis saat membuat perubahan anggaran karena HSD di setiap daerah berbeda-beda.

1. Harga Satuan Dasar (HSD) Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja serta tenaga ahli berperan dalam patokan harga pokok pekerjaan. Gaji dibayarkan sebagai kompensasi atas pekerjaan. Gaji bisa diberikan persatuan waktu. Sistem pembayaran gaji menggunakan satuan orang-hari (OH) dan orang-jam (OJ) untuk upah, yang setara dengan 8 jam kerja dengan 1 jam istirahat. Menganalisis gaji karyawan dalam jam per bulan, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Upah orang per jam (OJ)} = \frac{\text{Upah orang perbulan}}{25 \times 7 \text{ jam kerja}}$$

2. Harga Satuan Dasar (HSD) Alat

Data tentang perhitungan HSD peralatan mencakup gaji pemilik atau pengemudi, konfigurasi peralatan (daya mesin, kapasitas kerja setiap mesin), umur ekonomis peralatan tersebut, dan jam kerja tahunannya. Variabel tambahan meliputi

belanja modal, seperti bunga bank atas simpanan, asuransi peralatan, dan faktor yang memengaruhi pembelian peralatan seperti bucket ekskavator, loader, atau pemotong rumput.

3. Harga Satuan Dasar (HSD)

Materi dipengaruhi biaya satuan dasar materi mencakup mutu, jumlah serta lokasi awal bahan. HSD bahan dipilah jadi 3 antara lain:

- Biaya pada eceran dasar materi utama Mencakup batu, pasir, semen, baja tulangan, dan lain-lain.
- Biaya eceran dasar bahan olahan Mencakup agregat kasar, agregat halus, gabungan beton semen, gabungan aspal, serta lainnya.
- Harga eceran dasar bahan siap Mencakup tiang pancang beton pracetak, panel pracetak, serta sebagainya

