

# TUGAS AKHIR

ANALISA PERHITUNGAN TEBAL LAPIS KERAS  
DENGAN METODA BINA MARGA SERTA ROAD NOTE 29 DAN 31  
PADA JALAN LINGKAR SELATAN DI YOGYAKARTA



Disusun oleh :

Nama : MISWANTO

No. Mhs. : 87 310 126

Nama : ZOELFAQAR

No. Mhs. : 87 310 188

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

1994

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PERHITUNGAN TEBAL LAPIS KERAS  
DENGAN METODA BINA MARGA SERTA ROAD NOTE 29 DAN 31  
PADA JALAN LINGKAR SELATAN DI YOGYAKARTA**

Disusun oleh :

Nama : MISWANTO

No. Mhs. : 87 310 126

Nama : ZOELFAQAR

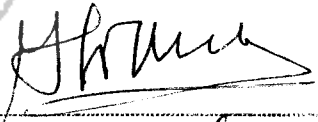
No. Mhs. : ~~87 310 188~~

MILIK PERPUSTAKAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UIN YOGYA

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


**Ir. H. WARDHANI SARTONO, MSc**

**Dosen Pembimbing**

  
tanggal : 17-6-94

**Ir. H. BALYA UMAR, MSc**

**Asisten Dosen Pembimbing**

  
tanggal : 16-6-94

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT tugas akhir dapat kami selesaikan dengan baik, meskipun masih banyak terdapat kekurangan sehingga hasil yang di dapatkan belum memuaskan.

Tugas ini kami susun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil setingkat S<sub>1</sub> pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan tugas akhir ini mengambil judul **ANALISA PERHITUNGAN TEBAL LAPIS KERAS DENGAN METODE BINA MARGA 1987 SERTA ROAD NOTE 29 DAN 31 PADA JALAN LINGKAR SELATAN DI YOGYAKARTA** yang terbagi dalam beberapa bagian seperti diuraikan di bawah ini :

- BAB I : PENDAHULUAN
- BAB II : STUDY PUSTAKA
- BAB III : LANDASAN TEORI
- BAB IV : METODA PENELITIAN
- BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN
- BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

Serta berisi beberapa lampiran data yang mendukung tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, Ms. Selaku dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Ir. Bambang Sulistyono, Msc. Selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Wardhani Sartono, Msc. Selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak Ir. H. Balya Umar, Msc. Selaku asisten pembimbing tugas akhir.
5. Departemen Pekerjaan Umum Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah membantu sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
6. Kepada ayahanda dan ibunda, adik serta kakak yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moril dan spirituil.
7. Rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penyusun hanya dapat berdoa semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan yang telah penyusun terima, amin.

Penyusun juga menyadari pada tugas akhir ini, meskipun penyusun telah berusaha keras tapi masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami mohon maaf dan mohon kritik dan saran demi sempurnanya tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun mengharapkan agar tugas ini dapat bermanfaat bagi penyusun sendiri dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 12 April 1994

penyusun

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman judul .....	i
Halaman pengesahan .....	ii
Kata pengantar .....	iii
Daftar isi .....	v
Daftar tabel .....	viii
Daftar gambar .....	ix
Daftar lampiran .....	xi
Intisari .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Indek Permukaan .....	4
2.2. Umur Rencana .....	7
2.3. Konstruksi perkerasan .....	10
2.3.1. Bentuk geometrik lapis perkerasan .....	10
2.3.2. Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan .....	12
2.3.3.1. Tanah dasar .....	13
2.3.3.2. Lapis pondasi bawah .....	14
2.3.3.3. Lapis pondasi atas .....	15
2.3.3.4. Lapis permukaan .....	17

2.4. Faktor Regional .....	18
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1. Metoda Road Note 29 .....	20
3.1.1. Cara menilai subgrade .....	20
3.1.2. Cara menentukan Subbase .....	20
3.1.3. Cara menentukan roadbase .....	21
3.1.4. Cara menentukan surface .....	21
3.2. Metoda Road Note 31 .....	28
3.3. Analisa Komponen .....	31
3.2.1. Lalulintas .....	31
3.2.2. Bahan perkerasan .....	34
3.2.3. Daya dukung tanah (DDT) .....	36
3.2.4. Faktor regional .....	37
3.2.5. Indeks tebal perkerasan (ITP) .....	37
<b>BAB IV CARA ANALISIS</b>	
4.1. Metoda Pengumpulan Data .....	40
4.2. Metoda Analisa Data .....	41
<b>BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1. Hasil analisis .....	42
5.1.1. Analisa Komponen .....	42
a. Mencari angka ekivalen .....	43
b. Menentukan distribusi	
kendaraan .....	44
c. Menghitung lintas ekivalen	
permulaan .....	44

d. Menghitung lintas ekivalen akhir .....	45
e. Menghitung lintas ekivalen tenga.....	46
f. Menghitung lintas ekivalen rencana .....	46
g. Mencari daya dukung tanah.....	46
h. Mencari indeks tebal perkerasan .....	46
5.1.2. Metoda Road Note 29 .....	49
5.1.3. Metoda Road Note 31 .....	52
5.2. Pembahasan	
5.2.1. Lalulintas .....	56
5.2.2. Tanah dasar .....	58
5.2.3. Faktor regional .....	59
5.2.4. Bahan perkerasan .....	60
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1. Kesimpulan .....	65
6.2. Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN	



## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Indek permukaan akhir umur rencana	6
Tabel 2.2. Indek permukaan awal umur rencana	6
Tabel 3.1. Hubungan CBR dengan berbagai macam tanah	22
Tabel 3.2. Factor converting numbers of axle load	29
Tabel 3.3. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan	32
Tabel 3.4. Koefisien distribusi kendaraan	33
Tabel 3.5. Koefisien kekuatan relatif	35
Tabel 3.6. Faktor regional	37
Tabel 3.7. Batas minimum tebal lapis keras	39
Tabel 5.1. Data lalu lintas	42
Tabel 5.2. Jumlah lalu lintas berdasarkan $(1 + i)^n$	43
Tabel 5.3. Data hasil test Marshal	48
Tabel 5.4. Hasil perhitungan	63



## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Hubungan umur rencana dan jumlah komulatif kendaraan menurut Road Note 29	8
Gambar 2.2. Hubungan umur rencana dan jumlah komulatif kendaraan menurut Road Note 31	9
Gambar 2.3. Lapis perkerasan berbentuk kotak	10
Gambar 2.4. Lapis perkerasan selebar jalan	11
Gambar 3.1. Grafik untuk mencari ketebalan subbase	23
Gambar 3.2. Grafik hubungan antara tebal roadbase dan jumlah komulatif beban standar selama umur rencana berdasarkan material yang digunakan	24
Gambar 3.3. Grafik hubungan antara tebal roadbase dan jumlah beban standar komulatif selama umur rencana berdasarkan material yang digunakan untuk roadbase adalah Lean concrete, soil sement dan bond granular	25
Gambar 3.4. Grafik hubungan antara tebal roadbase dan jumlah komulatif beban standar selama umur rencana	

	berdasarkan material yang digunakan wet mix dan dry bound Macadam	26
Gambar 3.5.	Grafik hubungan antara tebal roadbase dengan jumlah komulatif beban standar selama umur rencana berdasarkan material yang digunakan berupa rollet asphalt	27
Gambar 3.6.	Grafik untuk mendapatkan tebal subbase, base dan surface	30
Gambar 3.7.	Korelasi daya dukung tanah dan CBR	36
Gambar 5.1.	Tebal lapis keras berdasarkan metoda Analisa Komponen	47
Gambar 5.2.	Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metoda Road Note 29	52
Gambar 5.3.	Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metoda Road 31	55
Gambar 5.4.	Tebal lapis keras hasil hitungan Analisa Komponen	63
Gamabr 5.5.	Tebal lapis keras hasil hitungan Road Note 29	63
Gambar 5.6.	Tebal lapis keras hasil hitungan Road Note 31	63

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Peta lokasi pisometris
- Lampiran 2 Peta lokasi tampak atas
- Lampiran 3 Potongan melintang jalan lingkaran selatan
- Lampiran 4 Nomogram ITP
- Lampiran 5 Pemeriksaan kadar aspal
- Lampiran 6 Penentuan nilai CBR untuk base kelas A
- Lampiran 7 Penentuan nilai CBR untuk base kelas B
- Lampiran 8 Test laboratorium untuk AC
- Lampiran 9 Test laboratorium untuk ATB
- Lampiran 10 Tabel bahan perkerasan berdasarkan jumlah kumulatif kendaraan

## INTISARI

Ada banyak metoda yang digunakan untuk merencanakan tebal lapis keras. Walaupun pada prinsipnya sama tetapi hasil yang didapatkan pada masing -masing metoda berbeda, hal ini dikarenakan adanya beberapa perbedaan pada masing-masing metoda.

Pada tugas akhir ini ingin dianalisis tebal jalan lingkaran selatan Yogyakarta menggunakan metoda Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 serta Road Note 29 dan 31.

Dari analisis di atas didapatkan hasil tebal lapis keras yang berbeda, baik itu tebal total ataupun tebal masing-masing lapisan. Hal ini dikarenakan adanya beberapa perbedaan pada faktor yang berpengaruh pada hitungan tebal lapis keras seperti pada lalu lintas, faktor lingkungan, bahan perkerasan dan tanah dasar. Untuk itu diperlukan pemikiran yang matang dalam menentukan metoda yang akan digunakan untuk merencanakan tebal suatu perkerasan jalan, karena tidak semua metoda cocok untuk semua tempat dimana lokasi jalan tersebut akan dibangun. Selain itu dapat disimpulkan bahwa untuk kondisi di Indonesia lebih cocok digunakan Metoda Analisa Komponen dari Bina Marga bila dibandingkan dengan metoda Road 29 dan 31.



3. Secara geografis, bila ditinjau dari barat ke timur Daerah Istimewa Yogyakarta terletak di tengah-tengah pulau Jawa, dengan adanya aktifitas-aktifitas ekonomi antar kota, daerah dan propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sering dilewati kendaraan angkutan yang setiap tahunnya makin bertambah seiring dengan meningkatnya taraf kehidupan masyarakat.

Dari ketiga hal di atas, dari segi lalulintas yang melewati kota Yogyakarta sering mengalami kemacetan pada ruas jalan tertentu, terutama pada jam-jam sibuk. Untuk mengantisipasi kemacetan tersebut salah satu alternatif dibangun jalan lingkar selatan yang diperuntukan untuk lalulintas luar kota.

Dalam perkembangannya, seiring dengan peningkatan aktifitas-aktifitas ekonomi yang diikuti dengan bertambahnya jumlah kendaraan yang lewat pada jalan lingkar selatan tersebut maka kemungkinan yang terjadi untuk beberapa tahun lagi perencanaan semula tidak sesuai lagi dengan beban yang lewat di atasnya, untuk itu perlu diadakan perbaikan.

Sehubungan dengan tugas akhir ini, maka ingin di analisis tebal perkerasan jalan lingkar selatan di atas dengan tiga metoda yaitu metoda Road Note 29 dan 31 serta metoda Analisis Komponen dari Bina Marga 1987 untuk 10 tahun mendatang, apakah jalan yang sudah ada tersebut masih layak digunakan.



## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. menentukan tebal masing-masing lapis keras secara teoritik (*subbase, base course, surface course*) dengan menggunakan metoda Road Note 29 dan 31 serta metoda Analisa Komponen dari Bina Marga 1987.
2. Membandingkan hasil perhitungan cara Road Note 29 dan 31 serta Analisa Komponen dari Bina Marga 1987.
3. Menentukan tebal penambahan lapis keras (*overlay*) pada jalan lama bila diperlukan.







- a. IP = 1,0 : sangat buruk, dalam arti permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas.
- b. IP = 1,5 : buruk, dalam arti jalan tidak terputus dan tingkat pelayanan yang paling rendah masih bisa diberikan.
- c. IP = 2,0 : sedang, dalam arti tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.
- d. IP = 2,5 : baik, dalam arti permukaan jalan masih cukup baik dan stabil.

Pada prakteknya, terutama pada jalan yang menuntut tingkat pelayanan tinggi, Bina Marga hanya memberikan angka 2,0 dan 2,5 untuk indek permukaan akhir. Hal ini dimaksudkan agar jalan tersebut masih dapat digunakan lalu lintas sampai umur rencana. Hanya untuk jalan-jalan yang tidak penting dan darurat, Bina Marga berani memberikan indek permukaan akhir 1,0.

Penentuan besar indek permukaan awal dan akhir yang dikeluarkan oleh Bina Marga dapat dilihat pada tabel 2.1 dan pada tabel 2.2.

Sedangkan menurut Road Note 29 dan 31 indek permukaan tidak berpengaruh sama sekali dalam penentuan tebal lapis keras.

Tabel 2.1. Indek Permukaan Pada Akhir Umur Rencana

li ntas ekivalen	Klasifikasi jalan			
	rencana	lokal	kolektor	arteri
< 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	2,0	2,0 - 2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sumber : Petunjuk penentuan tebal perkerasan lentur jalan raya, Dit. Jend. Bina Marga 1987

Tabel 2.2. Indek permukaan awal umur rencana

Jenis lapis	I <sub>Po</sub>	Roughnees kg/mm
Laston	≥ 4	≤ 1000
Lasbutag	3,9 - 3,5	> 1000
	3,9 - 3,5	≤ 2000
HRA	3,4 - 3,0	> 2000
	3,9 - 3,5	≤ 2000
Burda	3,4 - 3,0	> 2000
	3,9 - 3,5	< 2000
Burtu	3,4 - 3,0	< 2000
	3,4 - 3,0	≤ 2000
Lapen	2,9 - 2,5	> 3000
	2,9 - 2,5	
Latasbun	2,9 - 2,5	
Buras	2,9 - 2,5	
Latasir	2,9 - 2,5	
Jalan tanah	≤ 2,4	
Jalan kerikil	≤ 2,4	

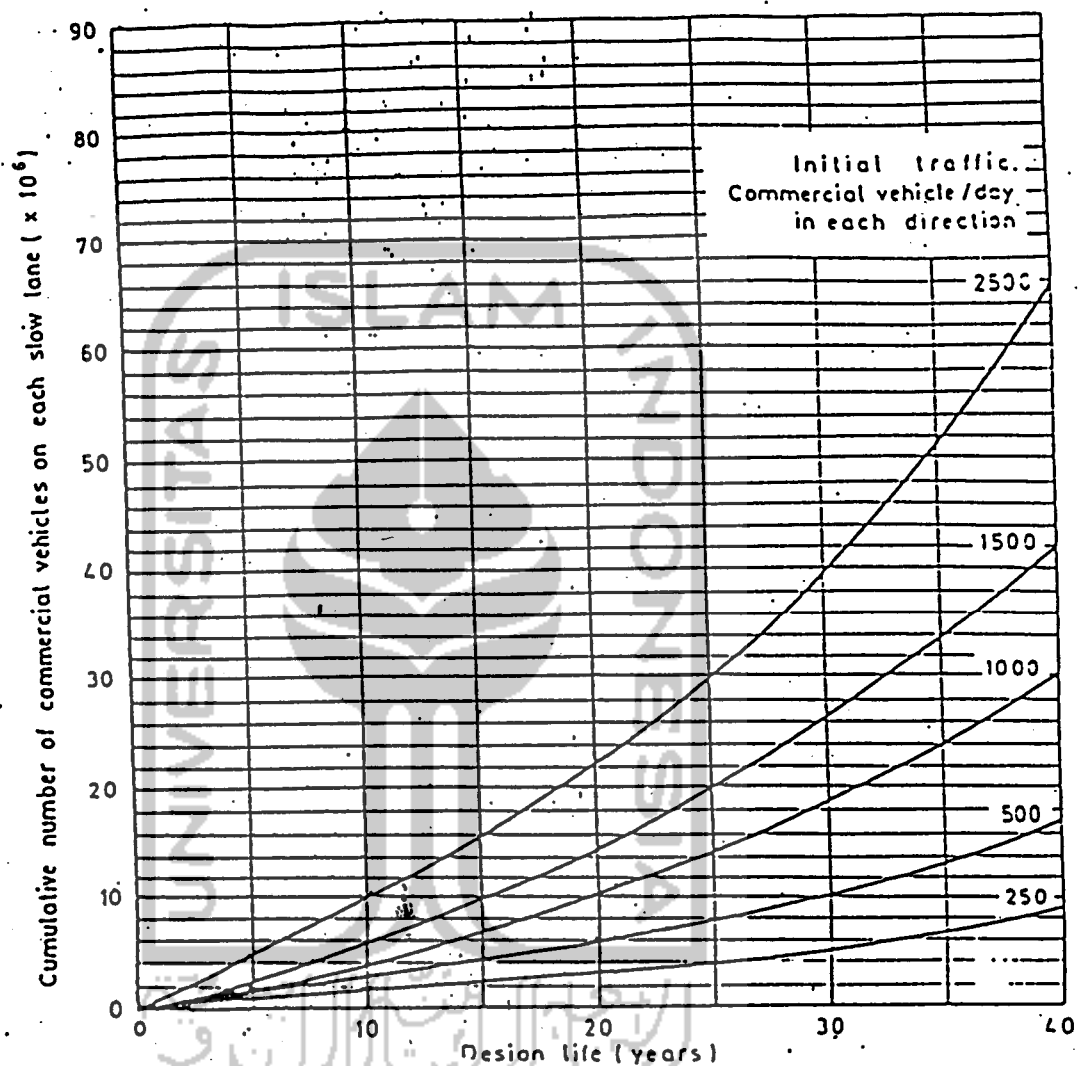
Sumber : Petunjuk penentuan tebal perkerasan lentur jalan raya, Dit Jend Bina Marga 1987.

## 2.2. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan adalah jumlah waktu dalam tahun terhitung sejak jalan tersebut dioperasikan hingga diperlukan perbaikan atau overlay. Dalam merencanakan umur rencana perkerasan yang harus dilakukan pertama-tama ditentukan dulu berapa lama umur rencana yang direncanakan. Dalam memutuskan umur rencana selalu dipengaruhi tipe jalan, bentuk perkerasan dan penggunaannya setelah akhir umur rencana. Pada umumnya untuk konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) umur rencana dibatasi hingga 20 tahun untuk jalan baru dan 10 tahun untuk jalan yang telah di overlay. Untuk umur rencana yang melebihi 20 tahun dinilai sudah tidak ekonomis lagi.

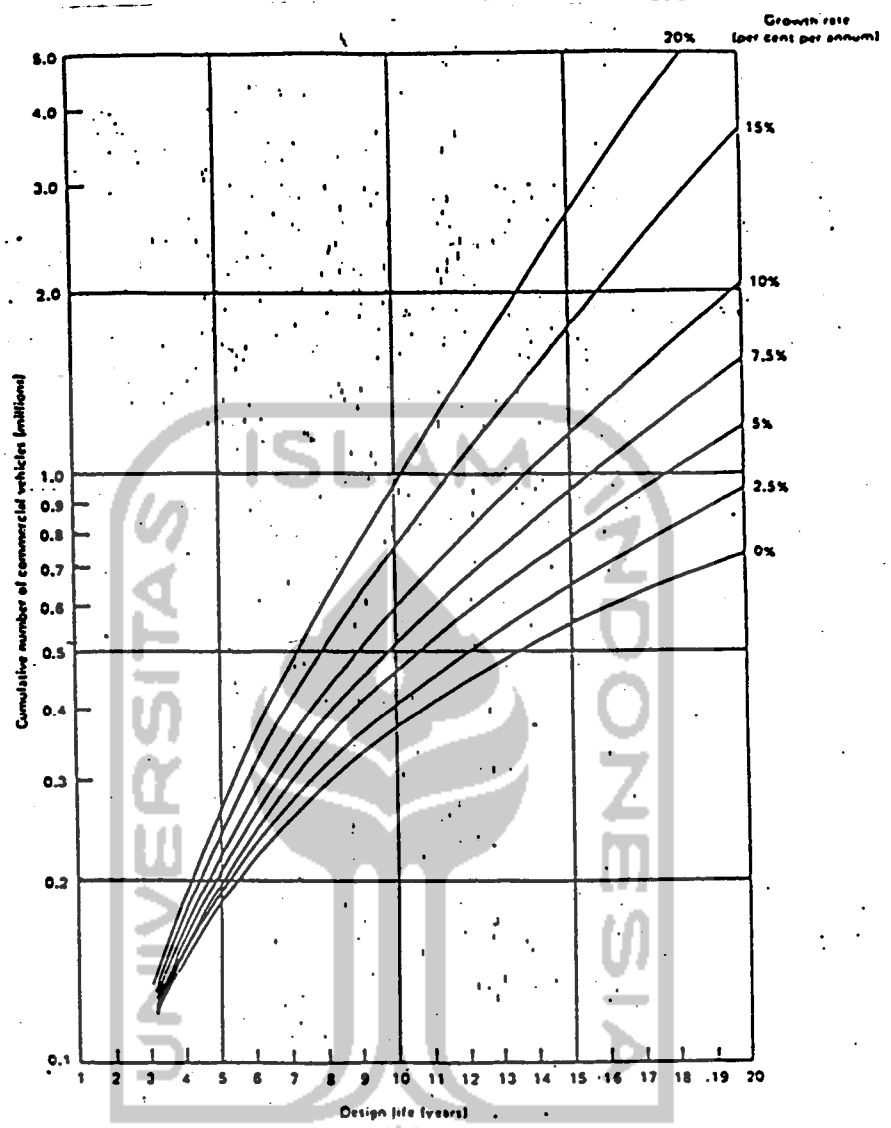
Perencanaan perkerasan lazim dilaksanakan melalui pentahapan yang diantaranya berurutan dan terpadu. Umumnya tahapan pertama berselang 5 tahun sedang berikutnya adalah 15 tahun. Menurut Road note 29 dan 31 umur rencana juga dipengaruhi oleh jumlah beban standar kumulatif, seperti yang terlihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2. Disitu ditunjukkan hubungan kumulatif beban standar dan lamanya umur rencana yang dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan jumlah kendaraan pertahun.

Figure 2 Relation between cumulative number of commercial vehicles carried by each slow lane and design life - growth rate 4 per cent



Gambar 2.1. Hubungan antara umur rencana dan jumlah komulatif kendaraan niaga pada setiap arah berdasar jumlah lalulintas perhari yang dipengaruhi juga oleh prosentasi pertumbuhan kendaraan pertahun

Sumber : Road Note 29



Gambar 2.2. Jumlah kendaraan yang lewat pada suatu jalan selama umur rencana dan prosentase pertumbuhannya berdasar pada LHR sebesar seratus kendaraan pada awal umur rencana

Sumber : Road Note 31

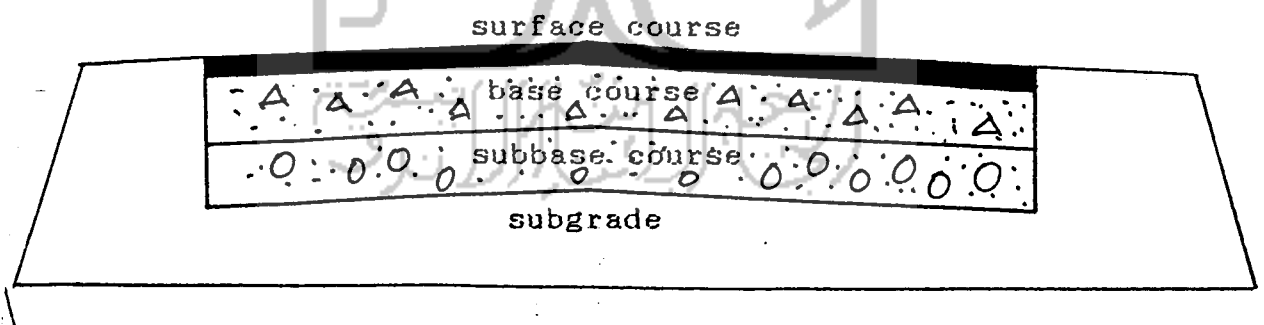
## 2.3. Konstruksi Perkerasan

### 2.3.1. Bentuk geometrik lapisan perkerasan

Bentuk geometrik lapisan perkerasan jalan mempengaruhi cepat atau lambatnya aliran air meninggalkan lapisan perkerasan jalan. Pada umumnya bentuk konstruksi lapisan perkerasan dibagi menjadi dua macam yaitu :

#### a. Konstruksi berbentuk kotak (*boxed construction*)

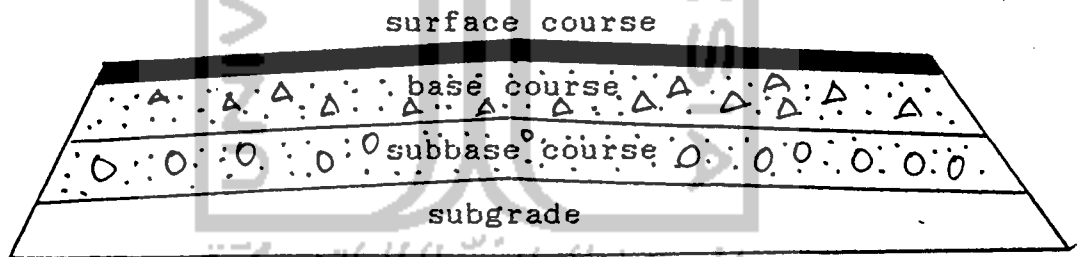
Pada konstruksi berbentuk kotak ini lapisan perkerasan diletakan di dalam lapisan tanah dasar. Kerugian dari jenis ini adalah air yang jatuh di atas lapisan permukaan dan masuk melalui lubang-lubang pada perkerasan, lambat keluar karena tertahan oleh tanah dasar. Bentuk konstruksi ini dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar.2.3. Lapisan perkerasan berbentuk kotak

b. Konstruksi penuh sebadan jalan (full width construction)

Pada konstruksi bentuk ini Lapisan perkerasan di letakan di atas tanah dasar pada seluruh badan jalan. Bila dibandingkan konstruksi berbentuk kotak lebih baik, karena jika air hujan yang jatuh ke atas lapisan permukaan akan segera dialirkan keluar dari lapisan permukaan, sehingga air akan sulit masuk kedalam perkerasan jalan. Bentuk konstruksi perkerasan ini dapat dilihat pada gambar 2.4.



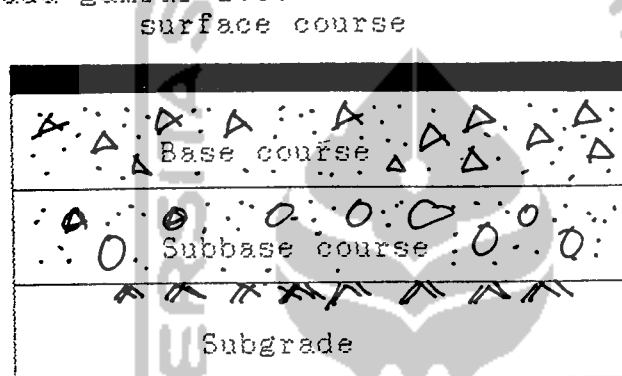
Gambar.2.4. Lapisan perkerasan selebar badan jalan.

### 2.3.2. Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan

Pada umumnya lapis keras dibagi menjadi 4 macam :

- a. Tanah dasar (*subgrade*)
- b. Lapis pondasi bawah (*subbase*)
- c. Lapis pondasi atas (*base*)
- d. Lapis permukaan (*surface*)

Susunan dari lapisan konstruksi perkerasan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Lapisan konstruksi perkerasan

Keempat bagian di atas mendukung muatan-muatan di atasnya. Muatan-muatan tersebut menimbulkan gaya-gaya penting sebagai berikut :

1. Gaya vertikal yaitu gaya yang terjadi muatan kendaraan yang lewat.
2. Gaya horiaontal yaitu gaya yang terjadi akibat gaya rem dan gaya gesek.
3. Getaran-getaran akibat pukulan roda.

Karena sifat gaya makin ke bawah semakin menyebar, maka pengaruhnya makin kebawah semakin berkurang, sehingga muatan yang diterima oleh tiap-tiap konstruksi berbeda-beda.



a. Tanah dasar (Subgrade). Adalah bagian yang penting dari konstruksi karena subgrade inilah yang mendukung seluruh konstruksi perkerasan jalan beserta muatan-muatan yang lewat di atasnya. Subgrade inilah yang menentukan mahal atau murah biaya pembangunan jalan tersebut, karena kekuatan tanah dasar menentukan tebalnya lapis keras, selain itu juga kekuatan dan keawetan lapis perkerasan ini juga sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini yang berarti menentukan besarnya biaya pembangunan suatu jalan. Untuk mendapatkan perletakan perkerasan yang kuat harus dilakukan penelitian yang teliti di laboratorium. Disamping itu karena subgrade adalah bagian yang sangat penting maka bagian yang lain yang harus perlu kita perhatikan adalah masalah perbaikan tanah dasar.

Perbaikan tanah dasar dapat ditempuh dengan 4 cara yaitu :

1. Secara dinamis (yang paling murah).

Ialah memadatkan tanah dengan roller biasa atau dengan roller khusus, sebaiknya dengan roller yang dilengkapi dengan slat vibrator (Vibratory roller)

2. Memperbaiki gradasi

Ialah dengan menambahkan fraksi yang masih kurang, kemudian disduk dan dipadatkan. Biasanya yang kurang yaitu fraksi-fraksi yang berbutir kasar dan untuk ini dapat digunakan koral campur pasir atau pasir saja.

3. Dengan sistim stabilisasi kimia.

Ialah dengan menambahkan semen PC, kapur atau bahan kimia lainnya, kemudian diaduk dan dipadatkan sepanjang tanah dasar tersebut tidak jelek sekali.

4. Bila tanah dalam kondisi yang jelek sekali maka tidak ada jalan lainnya kecuali membongkar tanah aslinya dibongkar dan diganti dengan tanah yang lain atau pasir yang berkualitas cukup baik (CBR lebih dari 6 %).

Bila keempat cara ini dipandang tidak mungkin atau terlalu mahal untuk dilaksanakan, maka cara terakhir ialah memindahkan trace jalan ke tempat lain yang mempunyai tanah dasar yang baik. Hal-hal lain yang berkaitan dengan tanah dasar adalah sebagai berikut :

1. Perubahan bentuk tetap dari berbagai macam tanah akibat beban lalu lintas.
2. Sifat mengembang dari macam tanah akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata sukar ditentukan.
4. Proses pelendutan dan pengembangan selama dan setelah pembebanan.

b. Lapis pondasi bawah (subbase). Lapis pondasi ini terletak diantara tanah dasar dan lapisan pondasi atas (*Base course*). Fungsi utama lapis pondasi bawah adalah :

- a. Bagian perkerasan yang menyebarkan beban roda dan menahan gaya vertikal akibat muatan kendaraan dan gaya getaran-getaran akibat pukulan roda.

2. Sebagai lapis peresapan.
3. Menghemat penggunaan material, karena material pondasi bawah relatif lebih murah bila dibandingkan dengan lapis keras di atasnya.
4. Mengurangi tebal lapis keras di atasnya.
5. Lapisan yang berguna untuk mencegah partikel-partikel halus yang berasal dari tanah dasar naik ke pondasi atas. Untuk itu lapisan pondasi bawah harus memenuhi syarat :

$$\frac{D_{15} \text{ subbase}}{D_{15} \text{ subgrade}} \geq 5 \quad ; \quad \frac{D_{15} \text{ subbase}}{D_{85} \text{ subgrade}} \geq 5$$

dengan:

$D_{15}$  = diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos = 15 %.

$D_{85}$  = diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos = 85 %.

Selain syarat di atas ada persyaratan lain yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Bahan pokok harus berkualitas baik.
2. Susunan butir cukup padat.
3. Kandungan filer tidak melewati batas.
4. Homogenitas cukup baik.

c. Lapis pondasi (base course). Lapisan ini terletak di antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah. Pada konstruksi perkerasan yang tidak menggunakan lapisan pondasi bawah lapisan ini langsung dipasang di atas tanah dasar. Karena langsung di bawah lapisan permukaan maka pengaruh muatan lalu lintas sangat besar. Oleh karena itu

persyaratan yang harus dipenuhi sangat berat yaitu :

1. Kualitas bahan harus baik dipandang dari segi :
  - a. Kekuatan atau kekerasan.
  - b. Bentuk butir.
2. Gradasi butiran-butiran harus merupakan susunan yang rapat.
3. Kandungan filler harus cukup, tetapi tidak melampaui batas maksimum maupun minimum.
4. Homogenitas sempurna.

Untuk lebih jelasnya syarat-syarat di atas dijelaskan sebagai berikut :

1. Kualitas bahan harus baik.
  - a. Batu asal harus cukup kuat dan keras.
  - b. Bentuk butir harus merupakan bentuk persegi mendekati bentuk kubus, agar tiap butir kedudukannya stabil karena sifat saling mengunci dan tidak mudah pecah. Oleh karena itu base yang baik ialah batu pecah atau sirtu pecah dari mesin pemecah batu (*stone crusher*)
2. Gradasi atau susunan butir.

Susunan butir harus serapat mungkin, artinya batuan harus terdiri dari bermacam ukuran, sehingga rongga-rongga antara butir-butir yang besar terisi penuh oleh butir-butir yang lebih kecil dan rongga-rongga antara buti-butir kecil diisi oleh butir yang lebih kecil lagi dan seterusnya, sehingga rongga menjadi sekecil-kecilnya. Sedangkan untuk persyaratan susunan

butiran untuk base batu pecah harus telah lolos menurut analisa saringan yang telah ditentukan.

3. Kandungan filler harus cukup, tidak melampaui batas maksimum dan minimum.

Ini dimaksudkan agar letak butir-butir lebih kokoh dan stabil. Bila kandungan filler lebih dari maksimum, maka jalan akan mudah bergelombang, sebaliknya jika kandungan filler kurang dari minimum maka aspalan jalan akan mudah retak-retak karena butir batu dalam base letaknya tidak stabil.

4. Homogenitas harus sempurna.

Maksudnya butir-butir yang besar, sedang, halus sampai yang lembut harus tercampur dengan rata menjadi satu.

Fungsi utama dari lapisan pondasi ini yaitu :

- a. bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan di bawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan di bawahnya.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

d. Lapisan permukaan (surface course). Lapisan ini terletak paling atas dan menerima semua gaya yang terjadi akibat beban di atasnya maka persyaratan-persyaratan yang harus di penuh oleh lapisan ini lebih berat di bandingkan lapisan lapisan sebelumnya. Adapun syarat-syarat yang harus di penuh adalah sebagai berikut :

1. bahan bahan pokok harus berkualitas baik.
2. Susunan butir harus rapat.

3. Kandungan bahan pengikat dan kandungan filler harus tepat.
4. homogenitas harus baik.

#### 2.4. Faktor Regional

Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kekuatan setiap lapis keras dan tanah dasar dimana lokasi jalan akan di bangun. Faktor lingkungan yang utama yang mempengaruhi lapis perkerasan yaitu air yang berasal dari curah hujan, perubahan temperatur akibat perubahan cuaca. Kedua kondisi ini berpengaruh terhadap :

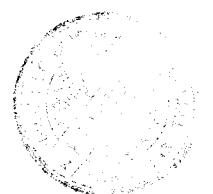
1. sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
2. pelapukan material.
3. pengaruh penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Curah hujan pada suatu lokasi jalan akan mempengaruhi ketahanan konstruksi suatu perkerasan jalan. Hal ini bergantung pada lamanya air tertahan pada konstruksi perkerasan yang juga bergantung pada bentuk geometrik jalan, sistim drainasi dan curah hujan di lokasi jalan tersebut. Jika air hujan terlalu lama tertahan pada suatu konstruksi jalan maka akan menyebabkan air yang jatuh pada permukaan jalan merembes kedalam konstruksi perkerasan. Hal ini akan menyebabkan ikatan antara butir-butir agregat dan aspal akan berkurang, dan lebih lanjut

dapat dikatakan bahwa ikatan antara agregat dengan aspal dapat lepas, selain itu jika air sudah merembes sampai ke tanah dasar maka akan mempengaruhi daya dukung tanah.

Perubahan temperatur sangat mempengaruhi kekuatan dan kestabilan jalan. Musim panas akan menyebabkan lapisan permukaan yang berupa aspal akan menjadi lembek dan sebaliknya musim hujan yang dan bersuhu rendah akan menyebabkan aspal mengeras, hal ini karena pada suhu rendah aspal mengikat oksigen, sehingga pada keadaan lebih lanjut mudah retak dan ini akan mengurangi kekuatan dan umur rencana jalan.

Oleh karena itu pada setiap perencanaan tebal lapis keras faktor lingkungan harus diperhitungkan karena ini merupakan hal yang penting dalam menentukan tebal lapis keras karena ini berkaitan dengan kekuatan dan umur rencana suatu jalan.





beban standar lebih dari 0,5 juta beban standar kumulatif CBR minimum yang harus dicapai adalah 30 %. Bila CBR subgrde melebihi CBR subbase maka subbase tidak diperlukan, tapi jika subbase akan tetap digunakan maka tebal minimum subbase adalah 80 mm, sedangkan untuk subbase yang memuat beban standar lebih dari 0,5 juta tebal minimum subbase adalah 150 mm.

### 3.1.3. Cara menentukan tebal road base

Road base sama dengan base coarse, untuk penentuan tebal road base juga dipengaruhi oleh beban standar kumulatif yang lewat di atasnya dan material yang digunakan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.2 s/d 3.5 yang menunjukkan ketebalan road base untuk setiap material yang digunakan dengan beban standar kumulatif yang melintas di atasnya. Untuk beban standar yang lebih dari 11 juta, ketebalan minimum pemakaian bidang plus bidang dasar adalah 100 mm (tabel 3.1).

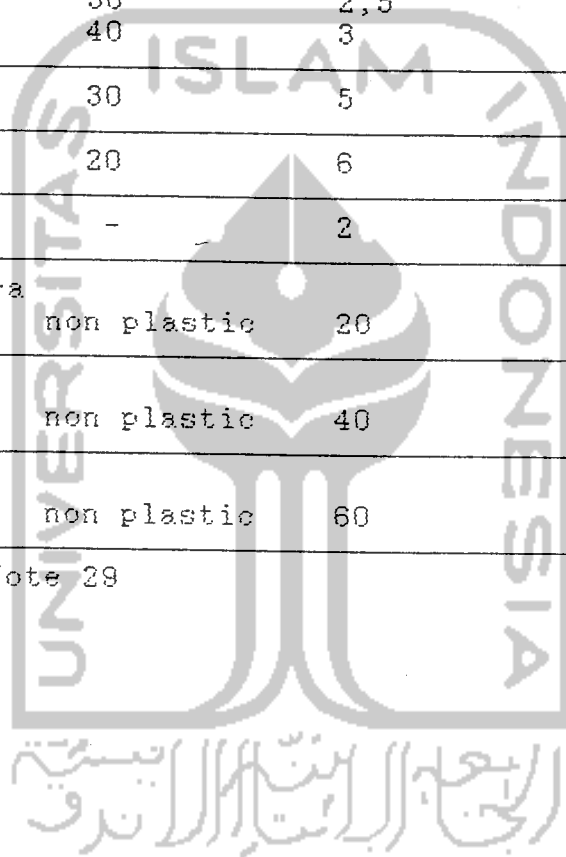
### 3.1.4. Cara menentukan tebal lapis permukaan

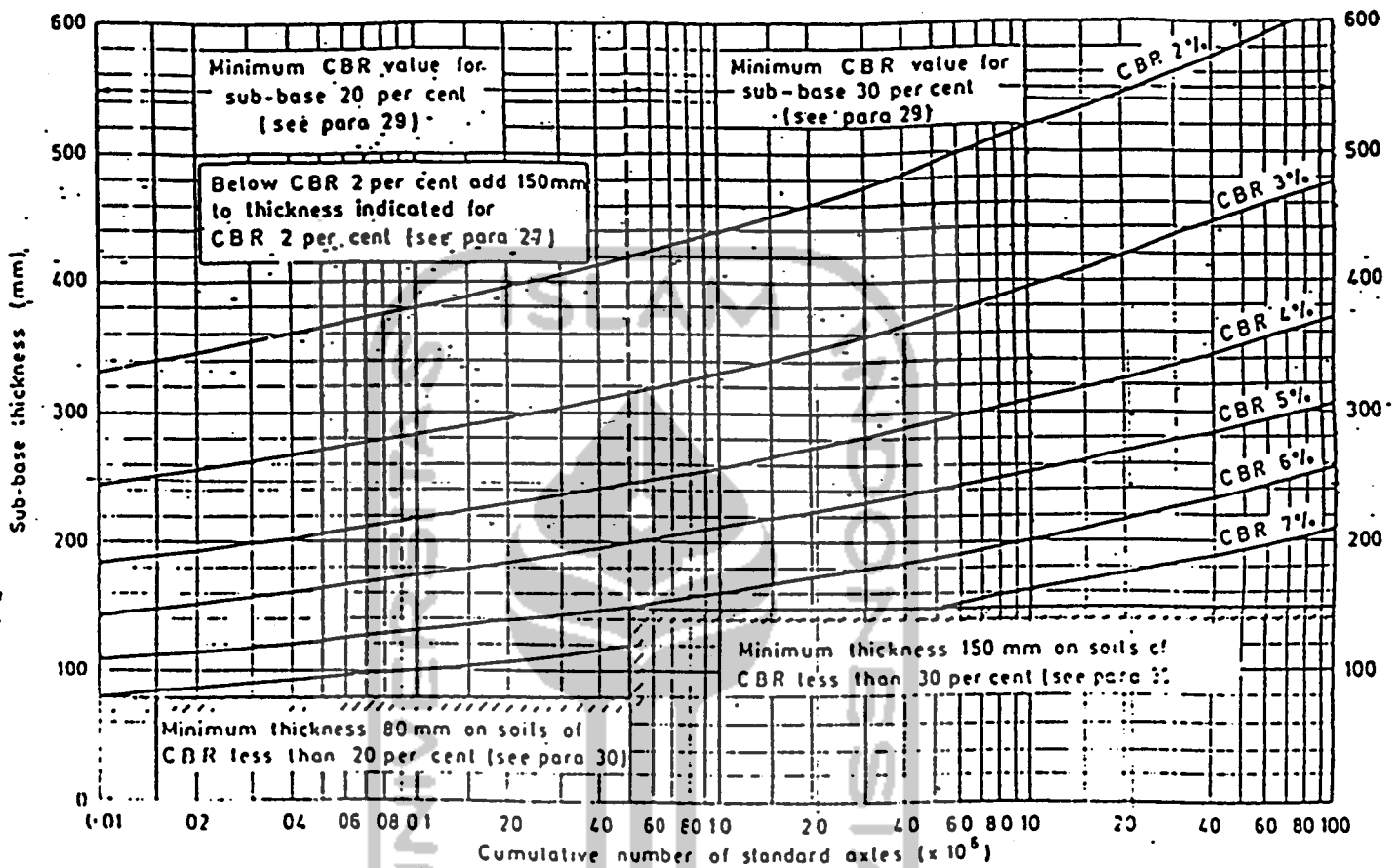
Ketebalan lapis permukaan atau surface course yang diijinkan dalam jumlah beban standar dapat dilihat pada grafik 3.2 s/d 3.4. yang juga bergantung pada material yang digunakan pada lapisan roadbase. Bahan yang digunakan untuk lapisan permukaan ini bervariasi tergantung dengan jumlah lalu lintas kumulatif yang lewat di atasnya, keterangan dapat dilihat pada lampiran 10.

Tabel 3.1. Hubungan nilai CBR dengan berbagai macam tanah

Type of soil	Plasticity indeks (%)	CBR (%)	
		Depht of water tabel below formation level	
		more than 600 mm	600 mm or less
heavy clay	70	2	1
	60	2	1,5
	50	2,5	2
	40	3	2
Silty clay	30	5	3
Sandy clay	20	6	4
Silt	-	2	1
Sand (poorly graded)	non plastic	20	10
Sand (well graded)	non plastic	40	15
Well graded sandy gravel	non plastic	60	20

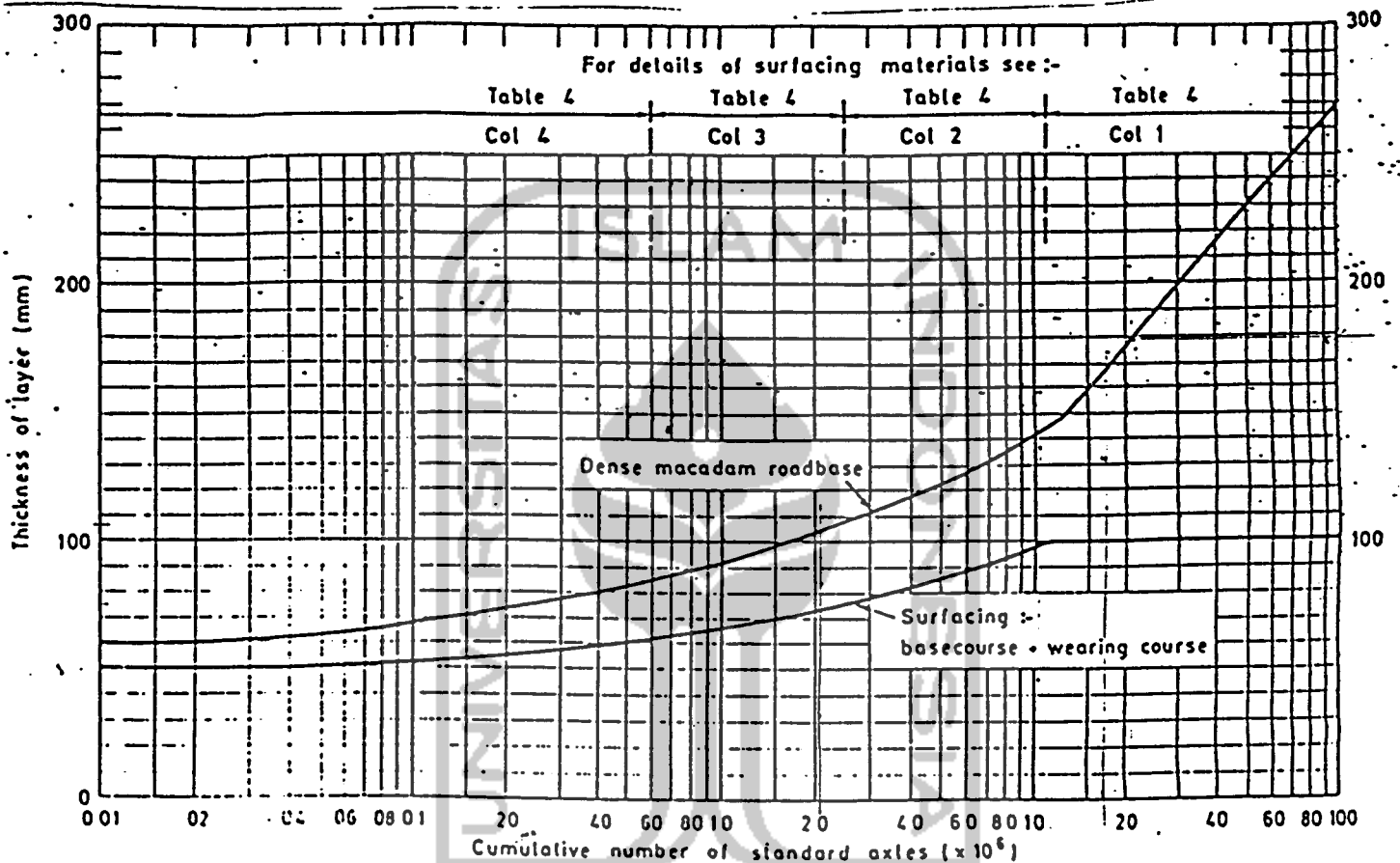
Sumber : Road Note 28





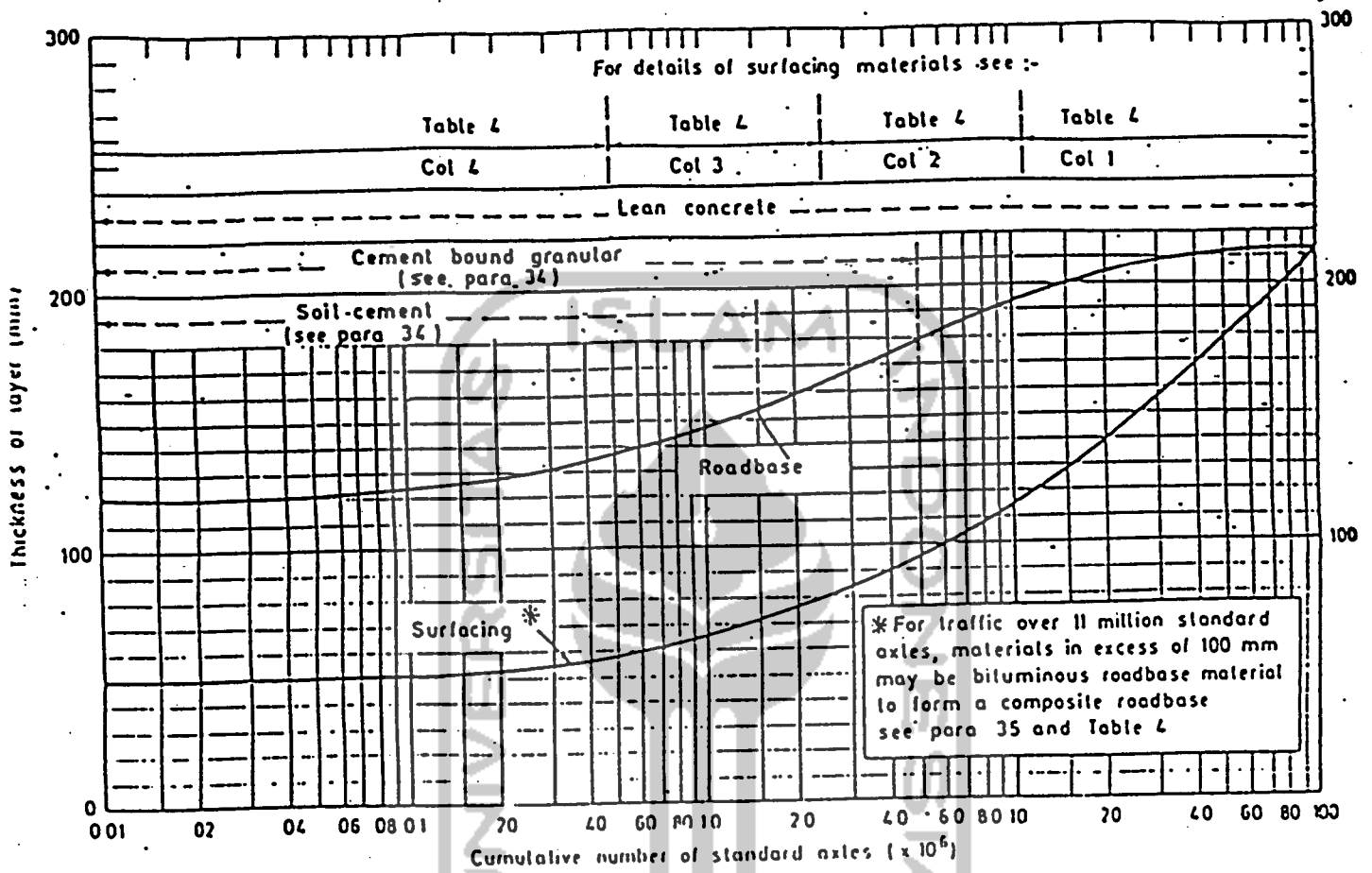
Gambar 3.1. Grafik untuk mendapatkan ketebalan subbase

Sumber : Road Note 29



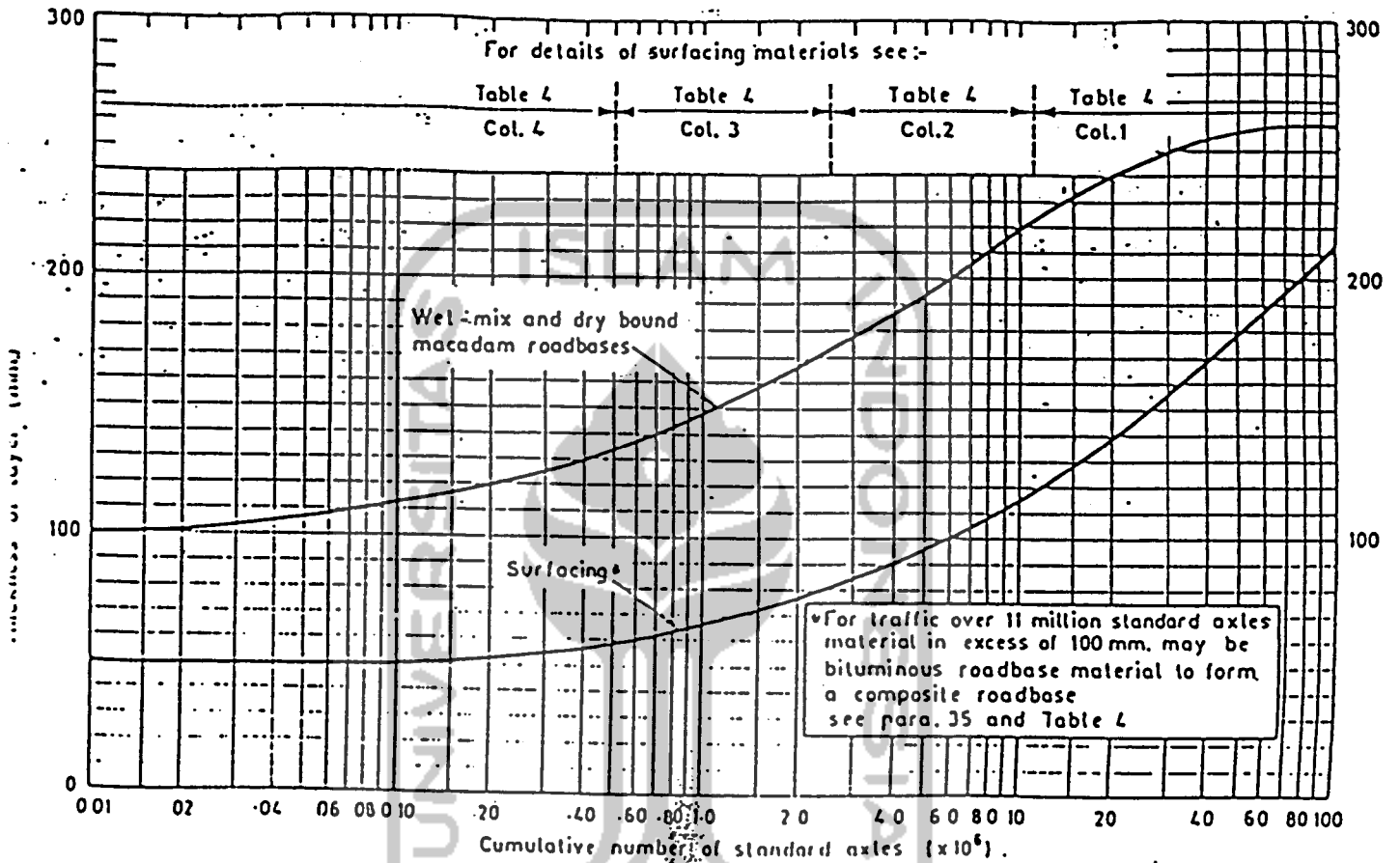
Gambar 3.2. Grafik hubungan antara tebal Roadbase dan jumlah beban standar kumulatif selama umur rencana berdasar material yang digunakan berupa dense macadam.

Sumber : Road Note 29



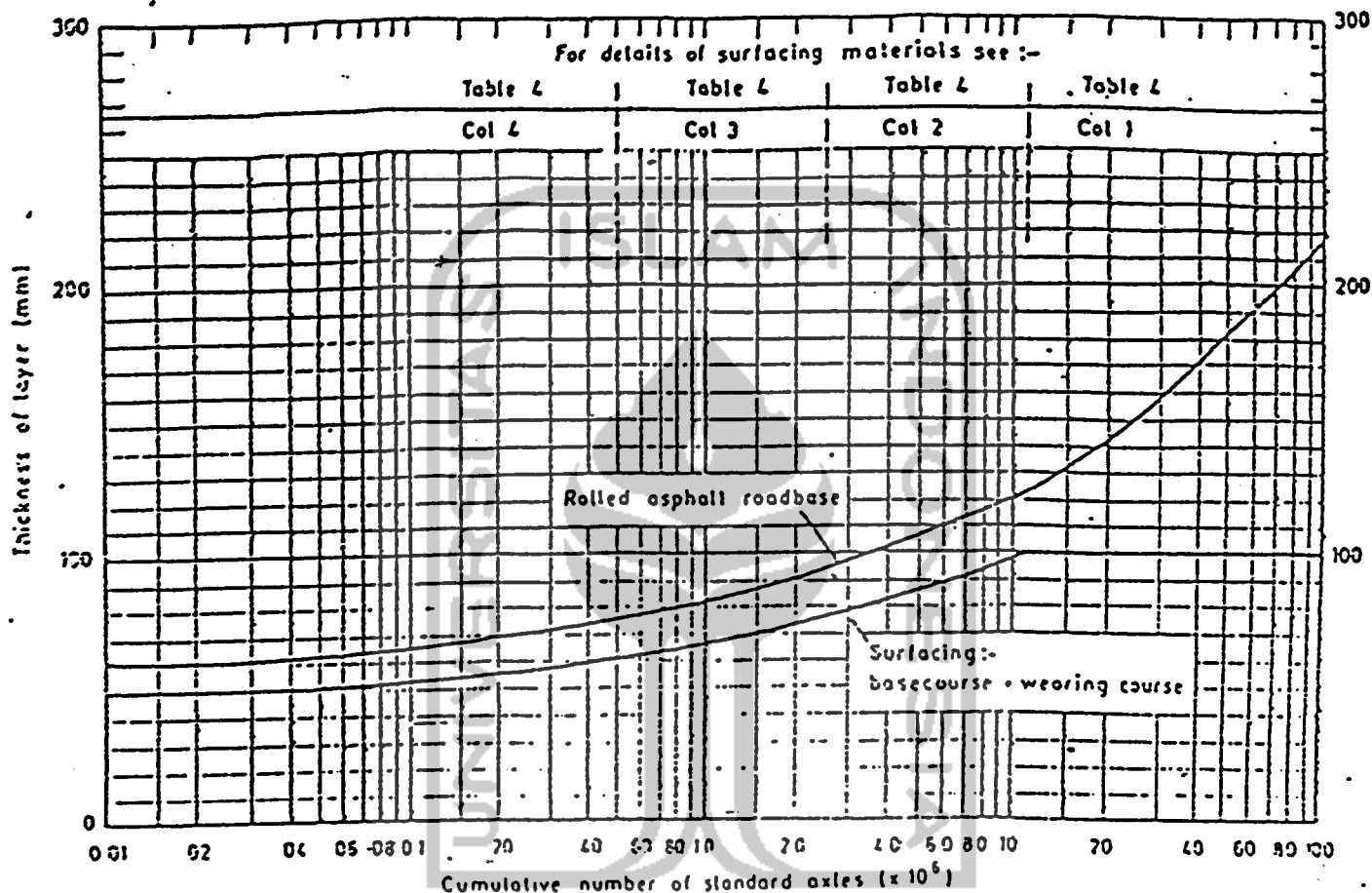
Gambar 3.3. Grafik hubungan antara ketebalaan roadbase dan jumlah beban standar kumulatif selama umur rencana berdasar material yang digunakan untuk road base yang berupa lean concrete, soil cement dan bound granular.

Sumber : Road Note 29



Gambar 3.4. Hubungan antara ketebalan roadbase dan jumlah beban standar kumulatif selama umur rencana berdasar material yang digunakan untuk road base yang berupa wet-mix dan dry bound macadam.

Sumber : Road Note 29



Gambar 3.5. Grafik hubungan antara ketebalan road base dengan jumlah kumulatif beban standar selama umur rencana dengan material yang digunakan untuk roadbase yang berupa rolled asphalt.

Sumber : Road Note 29

### 3.2. Metoda Rote Note 31

Untuk menganalisis lapis keras dengan metoda ini mengacu pada *Determining the flexible pavement*. Untuk penentuan lapis keras beserta syarat-syaratnya sama dengan Road Note 29, baik itu untuk subbase, base dan surface coursanya. Untuk tebalnya ditentukan berdasarkan beban standar kumulatif yang lewat. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.6. Jika beban standar yang lewat lebih dari 2,5 juta maka tebal base minimum adalah 150 mm (6 in) dengan 50 mm untuk lapis permukaan atau 200 mm (8 in) untuk base dengan *surface dressing*.

umumnya untuk jalan-jalan yang menerima beban kendaraan komersial tidak lebih dari 300 per hari untuk dua arah pada awal konstruksi solusi yang paling hemat adalah memilih *double surface dressing* dengan base setebal 150 mm (6 in) dan penambahan 50 mm (2 in) bitomius surfacing beberapa tahun kemudian.

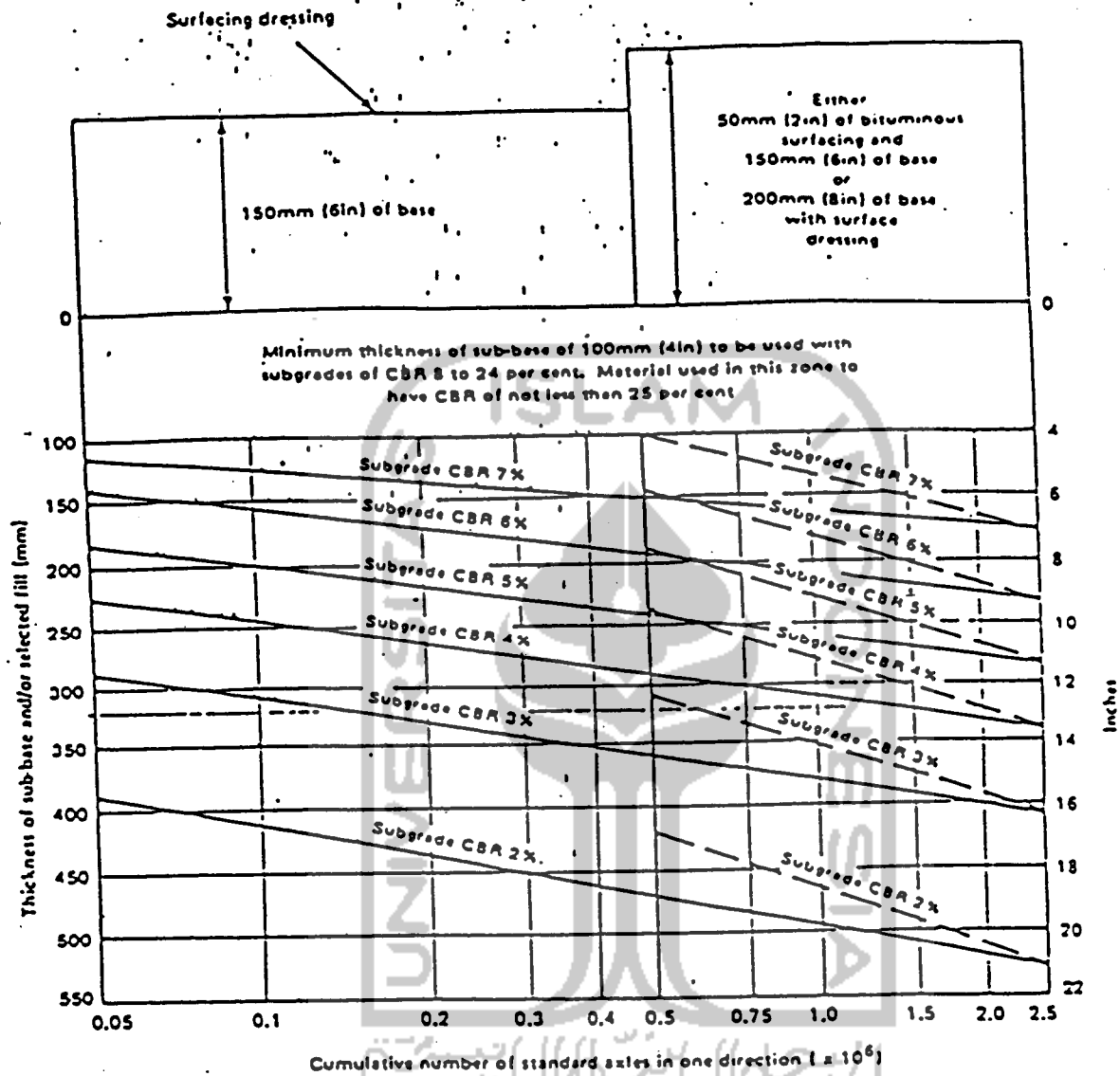
Dalam perhitungan jumlah beban standar kumulatif pada metoda Road Note 31 ini dipengaruhi oleh ekuivalen faktor yang gunsanya untuk mengkonversikan angka dari kategori beban yang berbeda ke angka ekuivalen pada beban standar 8200 kg (18000 lb). Berbagai angka konversi untuk beban yang berbeda terdapat pada tabel.3.2.



Tabel.3.2. Faktor of converting numbers of axles load

Axle load		equivalent faktor Road Note 31	Equivalent faktor Road Note 29
kg	lb		
910	2000	0,0002	0,0002
1810	4000	0,0025	0,0025
2720	6000	0,01	0,01
2630	8000	0,04	0,03
4540	10000	0,08	0,09
5440	12000	0,20	0,19
6350	14000	0,3	0,35
7260	16000	0,6	0,61
8160	18000	1,0	1,0
9070	20000	1,6	1,5
9980	22000	2,4	2,3
0890	24000	3,6	3,2
1790	26000	5,2	4,4
2700	28000	7,2	5,8
3610	30000	9,9	7,6
4520	32000	13,3	9,7
5430	34000	17,6	12,1
6320	36000	22,4	15,0
7230	38000	22,9	18,6
8140	40000	37,3	22,8
9070	42000	47	
9980	44000	58	
0880	46000	72	
1790	48000	87	

Sumber : Road Note 29 dan 31



If it is desired to provide at the time of construction a pavement capable of carrying more than 0.5 million standard axles, the designer may choose either a 150mm (6in) base with a 50mm (2in) bituminous surfacing or a 200mm (8in) base with a double surface dressing. For both of these alternatives, the recommended sub-base thickness is indicated by the broken line.

Alternatively, a base, 150mm (6in) thick with a double surface dressing may be laid initially and the thickness increased when 0.5 million standard axles have been carried. The extra thickness may consist of 50mm (2in) of bituminous surfacing or at least 75mm (3in) of crushed stone with a double surface dressing. The largest aggregate size in the crushed stone must not exceed 19mm (3/4in) and the old surface must be prepared by scarifying to a depth of 50mm (2in). For this step construction procedure, the recommended thickness of sub-base is indicated by the solid line.

Gambar 3.6. Untuk mendapatkan tebal dari subbase, base dan surface

Sumber : Road Note 31

### 3.3. Metoda Analisa Komponen

Perhitungan dengan Analisa Komponen ini didasarkan pada tiga unsur yaitu beban lalulintas, daya dukung tanah dasar dan faktor regional serta dipengaruhi juga oleh jenis material dan perkerasan yang digunakan.

#### 3.2.1. Lalulintas

Beban lalulintas yang melewati suatu badan jalan dihitung berdasarkan dari beban gandar kendaraan yang digunakan untuk mendapatkan angka ekuivalen, dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$E_{sb \text{ tunggal}} = \left[ \frac{\text{Beban satu sb. tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \dots 3.1.$$

$$E_{sb \text{ ganda}} = 0,086 \left[ \frac{\text{Beban satu sb.ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \dots 3.2.$$

Selain formula di atas, Bina Marga juga mengeluarkan daftar angka ekuivalen yang berdasarkan pada beban sumbu kendaraan, untuk memudahkan perhitungan. Tetapi daftar ini hanya untuk beban kendaraan dengan besar tertentu saja. Besarnya angka ekuivalen tersebut dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

Beban sumbu		Angka ekivalen	
kg	lb	sb. tunggal	sb. ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0163	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0250
7000	15432	0,5415	0,0466
8160	18000	0,9238	0,0794
8000	17637	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	11,4184	0,9820
16000	35273	14,7815	1,2712

Sumber : Petunjuk perencanaan tabel perkerasan lentur jalan raya, Dit. Jend. Bina Marga 1987

Jenis kendaraan yang lewat pada suatu jalur jalan, juga mempengaruhi pada perencanaan tebal lapis keras jalan. Dalam perencanaan ini digunakan koefisien distribusi kendaraan (C). Besar dari koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan yang ringan dan untuk kendaraan yang besar yang lewat pada jalur rencana ditentukan seperti yang tercantum pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Koefisien distribusi kendaraan

jumlah jalur	kend.ringan		Kend. berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,0	1,0	1,0
2 jalur	0,60	0,50	0,50	0,50
3 jalur	0,40	0,475	0,475	0,475
4 jalur	-	0,30	0,45	0,45
5 jalur	-	0,25	0,425	0,425
6 jalur	-	0,20	0,40	0,40

Sumber : Petunjuk perencanaan Tebal perencanaan  
lentur jalan raya, Dit. Jend. Bina Marga  
1987

Dari perolehan angka ekuivalen dan koefisien distribusi kendaraan, maka akan dapat dicari rumus-rumus dari:

1. Lintas ekuivalen permulaan (LEP)

$$LEP = C.E.LHRo \quad (3.3)$$

2. Lintas ekuivalen akhir (LEA)

$$LEA = C.E.LHRn \quad (3.4)$$

3. Lintas Ekiuvalen tengah (LET)

$$LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA) \quad (3.5)$$

4. Lintas ekuivalen rencana (LER)

$$LER = LET. UR/10 \quad (3.5)$$

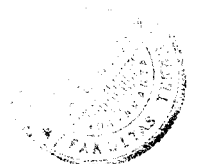
dengan :

LHRo : Lalulintas harian rata-rata pada awal rencana

LHRn : Lalulintas harian rata-rata pada akhir rencana

C : Angka distribusi kendaraan

UR : Umur rencana



### 3.2.2. Bahan perkerasan

Selain dipengaruhi hal-hal di atas perkerasan juga dipengaruhi oleh kekuatan bahan-bahan yang digunakan yang disebut koefisien kekuatan relatif ( $a$ ). Koefisien kekuatan relatif dari masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai Marshal test (MS, Untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (Kt, untuk bahan yang di stabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR ( untuk bahan lapis pondasi bawah). Besar koefisien kekuatan relatif untuk setiap bahan dari lapis keras dapat dilihat pada tabel 3.5.



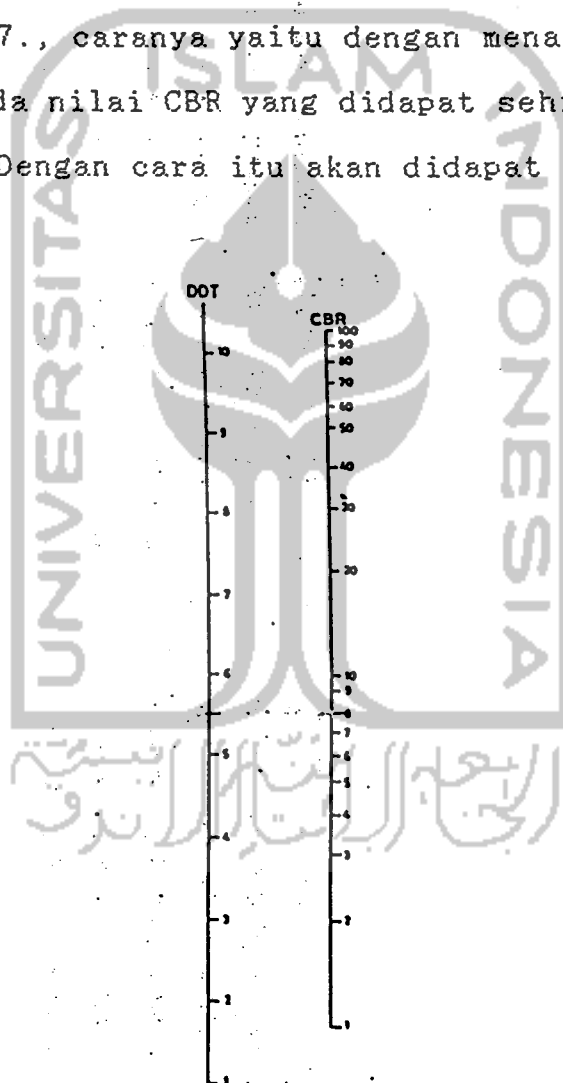
Tabel 3.5. Koefisien kekuatan relatif

koefisien kekuatan relatif			kekuatan bahan	jenis bahan		
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	MS Kg	Kt kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	BAHAN
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			Asbuton
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			
	0,26		454			Laston atas
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
0,15				22		
0,13				18		Stab. tanah dgn semen
0,15				22		
0,13				18		Stab. tanah dgn kapur
0,14					100	Pondasi Macadam basah
0,12					60	Pondasi Macadam kering
0,14					100	Batu pecah (klas A)
0,13					80	Batu pecah (klas B)
0,12					60	Batu pecah (klas C)
	0,13					Sirtu/pitrun(klas A)
	0,12					Sirtu/pitrun(klas B)
	0,11				30	Sirtu/pitrun(klas C)
	0,10				20	Tanah/ lempung kepasiran

Sumber : Bina Marga 1987

### 3.2.3. Daya dukung tanah

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dengan CBR (*California Bearing Ratio*). Besarnya CBR ditentukan berdasarkan pengujian di lapangan dan diambil CBR rencana untuk perhitungan. Untuk mencari nilai DDT ini digunakan nomogram seperti yang terdapat pada gambar 3.7., caranya yaitu dengan menarik garis lurus horisontal pada nilai CBR yang didapat sehingga mengenai nomogram DDT. Dengan cara itu akan didapat nilai DDT yang diperlukan.



Gambar 3.7. Korelasi DDT dan CBR

Sumber : Bina Marga 1987



### 3.2.4. Faktor regional

Faktor regional adalah faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan suatu tempat. Di Indonesia perbedaan kondisi lingkungan yang dipertimbangan meliputi :

1. Kondisi lapangan yaitu tingkat permeabilitas tanah dasar, perlengkapan drainasi, kelandaian serta prosentase kendaraan yang berhenti sebesar 13 ton.
2. Kondisi iklim yaitu intensitas curah hujan rata-rata pertahun. Hal ini ditunjukkan oleh tabel 3.6.

Tabel 3.6. Faktor regional

	Kelandaian I < 6% )		Kelandaian II ( 6 - 10 %)		Kelandaian III ( > 10 % )	
	% Kend. berat		% Kend. berat		% Kend. Berat	
	≤ 30 %	< 30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklm I < 900 mm/th	0,5	1-1,5	1,0	1,5-2	1,5	2-2,5
Iklm II > 900 mm/th	1,5	2-2,5	2,0	2,5-3	2,5	3-3,5

Sumber : Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya, Dit. Jend. bina Marga 1987

### 3.2.5. Indek tebal perkerasan (ITP)

Indek tebal permukaan merupakan fungsi dari daya dukung tanah, faktor regional, lintas ekuivalen, umur rencana dan indek permukaan. Besarnya nilai ITP dapat dicari dengan menggunakan nomogram dari ITP yang dikorelasikan dengan besar daya dukung tanah, lintas

ekivalen rencana dan faktor regional dipengaruhi oleh indek permukaan. Dengan diketahuinya besar ITP ini, maka tebal lapis keras dari jalan dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (3.6.)$$

dengan :

$a$  = Koefisien relatif dari bahan yang digunakan pada tiap-tiap lapis

$D$  = Tebal masing-masing lapis keras

Sedangkan angka 1,2,3 menunjukkan masing-masing lapis keras secara berurutan adalah lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Dari ITP yang didapat, maka tebal masing-masing lapisan harus memenuhi syarat-syarat tebal minimum, yang tergantung dari besarnya ITP dan jenis bahan yang digunakan. Persyaratan tebal minimum dari masing-masing lapisan dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7. Batas minimum tebal lapis keras  
1. Lapis permukaan

ITP	Tebal minimum (cm)	BAHAN
<3,00	5	Lapis pelindung : Buras/ Burtu / Burda
3,0 - 6,70	5	Lapen/aspal Macadam, HRA Lasbutag dan Laston
6,71- 7,49	7,5	Lapen/aspal Macadam, HRA Lasbutag dan Laston
7,50- 9,99	7,5	Lasbutag dan Laston
≥ 10,0	10	Laston

2. Lapis pondasi bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah tebal minimum adalah 10 mm

3. Lapis pondasi

ITP	Tebal minimum cm	BAHAN
< 3,00	15	Batu pecah, stab.tanah engan semen,stab. tanah dengan ka- pur.
3,0-7,49	20	Batu pecah, stab.tanah dengan semen, stab. tanah dengan ka- pur.
7,5-9,99	10 20	Laston atas Batu pecah, stab.tanah ngan semen, stab.tanah dengan ka- pur,pond.Macadam,Lastoan tas
10-12,25	15 20	Laston atas Batu pecah, stab.tanah ngan semen, stab. tanah dengan ka- pur, pond.Macadam, Lapen
≥12,25	25	Laston atas. Batu pecah,stab.tanah dengan semen, stab.tanah dengan ka- pur,pond.Macadam, Lapen,Las ton atas.

Sumber : Bina Marga 1987



3. Umur rencana dari jalan tersebut.
4. Data tanah dasar, yaitu CBR dari tanah dasar jalan tersebut.
5. Data lingkungan yang dikenal dengan faktor regional.
6. Jenis dan koefisien distribusi dari kendaraan yang melalui jalan tersebut.
7. Koefisien kekuatan relatif dari bahan yang digunakan pada jalan tersebut untuk tiap-tiap lapis.
8. Indek permukaan dari jalan tersebut, baik indik permukaan pada awal umur rencana maupun indik permukaan pada akhir umur rencana.

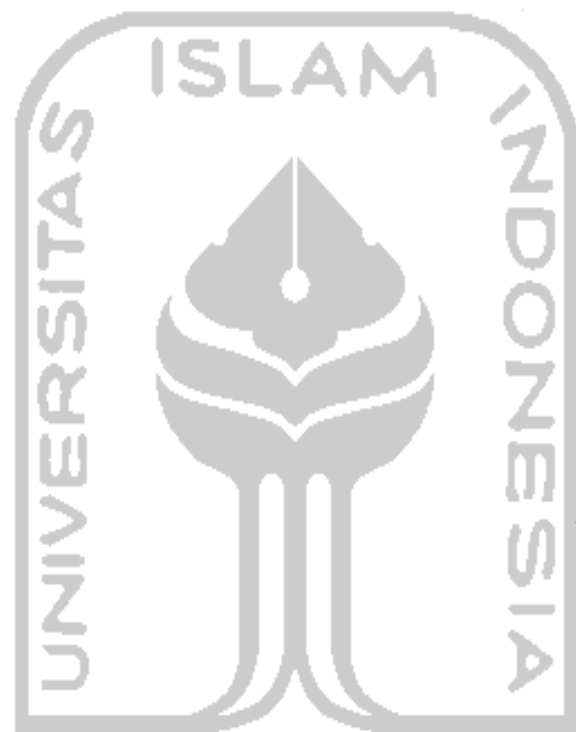
#### 4.2. Analisis Data

Setelah semua data di atas telah terkumpul maka selanjutnya dilakukan proses analisis perhitungan tebal lapis perkerasan yang meliputi subgrade, subbase, base dan surface course dengan menggunakan metoda analisa komponen dari Bina Marga 1967 dan metoda Road Note 29 dan 31.

Dalam analisis ini data yang digunakan yaitu data yang berasal dari hasil survei Ditjen Bina Marga tahun 1988 yang kemudian dirangkum dalam sebuah laporan " Disain Final Jalan Arteri Lingkar Selatan Yogyakarta ".

Adapun data tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Data lalulintas
2. Data material yang digunakan
3. Data CBR ( subgrade, subbase, base )



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

LHR pada tahun 1994 ( dengan pertumbuhan 5 %).

- Kendaraan ringan	= 770 (1 + 0,05) <sup>6</sup>	= 1031,87
- Bus 8 ton	= 228 (1 + 0,05) <sup>6</sup>	= 305,54
- Truk 13 ton	= 175 (1 + 0,05) <sup>6</sup>	= 234,52
- Truk 20 ton	= 55 (1 + 0,05) <sup>6</sup>	= 73,70
- Truk 30 ton	= 39 (1 + 0,05) <sup>6</sup>	= 52,26
	jumlah	= 1697,89

LHR pada tahun 2004 (dengan pertumbuhan 8 %).

- Kendaraan ringan	= 1031,87 (1 + 0,08) <sup>10</sup>	= 2227,73
- Bus 8 ton	= 305,54 (1 + 0,08) <sup>10</sup>	= 669,64
- Truk 13 ton	= 234,52 (1 + 0,08) <sup>10</sup>	= 506,31
- Truk 20 ton	= 73,70 (1 + 0,08) <sup>10</sup>	= 159,11
- Truk 30 ton	= 52,26 (1 + 0,08) <sup>10</sup>	= 112,83
	jumlah	= 3705,62

5.2. Tabel jumlah lalu lintas berdasarkan rumus  $(1 + i)^n$

Jenis kendaraan	data tahun		
	1988	Th. 1994	Th. 2004
Kend. ringan	770	1031,87	2227,73
Bus 8 ton	228	305,54	669,64
Truk 13 ton	175	234,52	506,31
Truk 20 ton	55	73,70	159,11
Truk 30 ton	39	52,26	112,83
Jumlah	1267	1697,73	3705,62

a. Mencari angka ekuivalen. Angka ekuivalen dari beban sumbu kendaraan dihitung dengan menggunakan rumus 2.1 untuk gandar tunggal dan rumus 2.2. untuk gandar ganda.

Akan tetapi guna mempercepat hitungan maka digunakan tabel.3.2.

1. Kendaraan ringan 2 ton (as depan 1 T+ as belakang 1 T).

$$\begin{aligned} E &= 0,0002 + 0,0002 \\ &= 0,0004 \end{aligned}$$

2. Bus 8 ton ( as depan 3 T + as belakang 5 T )

$$\begin{aligned} E &= 0,0183 + 0,1410 \\ &= 0,1593 \end{aligned}$$

3. Truk 13 ton ( as depan 5 T + 8 T as belakang)

$$\begin{aligned} E &= 0,1410 + 0,9238 \\ &= 1,0648 \end{aligned}$$

4. Truk 20 ton ( as depan 6 + 2 as belakang masing-masing 7 T)

$$\begin{aligned} E &= 0,2923 + 0,7452 \\ &= 1,0375 \end{aligned}$$

5. Truk 30 ton ( as depan 6 T + 2 as belakang masing-masing 7 T + 2as gandengan masing -masing 5 T).

$$\begin{aligned} E &= 0,2923 + 0,7452 + 2 \cdot 0,1510 \\ &= 1,3195 \end{aligned}$$

b. Menentukan faktor distribusi kendaraan (C). Jalan arteri lingkar selatan ini merupakan jalan 4 lajur 2 arah sehingga nilai C diambil sebesar 0,3 untuk kendaraan ringan dan 0,45 untuk kendaraan berat.

c. Menghitung lintas Ekuivalen permulaan. Untuk rumus  $LEP = C \cdot E \cdot LHRo$ .



## 1. Kendaraan ringan

$$\text{LEP} = 0,3 \cdot 0,0004 \cdot 1031,87 = 0,1238$$

## 2. Bus 8 ton

$$\text{LEP} = 0,45 \cdot 0,1593 \cdot 305,54 = 21,9026$$

## 3. Truk 13 ton

$$\text{LEP} = 0,45 \cdot 1,0648 \cdot 234,52 = 112,3726$$

## 4. Truk 20 ton

$$\text{LEP} = 0,45 \cdot 1,0375 \cdot 73,70 = 34,4087$$

## 5. Truk 30 ton

$$\text{LEP} = 0,45 \cdot 1,3195 \cdot 52,26 = 31,0247$$

---


$$\text{LEP} = 199,8318$$

d. Menghitung lintas ekuivalen akhir. Untuk Menghitung lintas ekuivalen akhir digunakan rumus  $\text{LEA} = C \cdot E \cdot \text{LHRn}$ .

## 1. Kendaraan ringan

$$\text{LEA} = 0,3 \cdot 0,0004 \cdot 2227,73 = 0,2673$$

## 2. Bus 8 ton

$$\text{LEA} = 0,45 \cdot 0,1493 \cdot 699,64 = 50,1537$$

## 3. Truk 13 ton

$$\text{LEA} = 0,45 \cdot 1,0648 \cdot 506,31 = 242,6035$$

## 4. Truk 20 ton

$$\text{LEA} = 0,45 \cdot 1,0375 \cdot 159,11 = 74,2845$$

## 5. Truk 30 ton

$$\text{LEA} = 0,45 \cdot 1,3195 \cdot 112,83 = 66,9956$$

---


$$= 434,3046$$

e. Menghitung lintas ekivalen tengah. Untuk menghitung lintas ekivalen tengah (LET) digunakan rumus

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

$$LET = \frac{1}{2} \cdot (199,8318 + 434,3046)$$

$$= 317,0682$$

f. Menghitung lintas ekivalen rencana. Untuk menghitung lintas ekivalen rencana (LER) digunakan rumus

$$LER = LET \cdot UR/10$$

$$LER = 317,1957 \cdot 10/10$$

$$= 317,1957$$

g. Mencari nilai daya dukung tanah (DDT). Untuk mencari nilai ini digunakan korelasi CBR rata-rata (gambar 3.6.). CBR rata-rata 5,5 % didapat nilai daya dukung tanah (DDT) adalah 4,8.

h. Mencari indeks tebal lapis keras (ITP). Untuk mencari Indeks Tebal Lapis Keras (ITP) ini digunakan nomogram seperti terlihat pada lampiran 4, selain itu juga hal lain yang perlu diketahui adalah :

a. Faktor lingkungan (FR), untuk (DIY) FR = 1

b. DDt = 4,8

c. IPo = 3,5 , IPt = 2,0

Didapat nilai ITP = 7,89

Dengan diperolehnya nilai ITP maka, tebal masing-masing tebal lapis keras dapat dicari dengan rumus 3.6. :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

dengan :

$a_1$  = koefisien kekuatan relatif Laston = 0,35

$a_2$  = koefisien kekuatan relatif Base klas A = 0,14

$a_3$  = koefisien kekuatan relatif Base klas B = 0,12

$D_1$  = tebal lapis permukaan

$D_2$  = tebal lapis pondasi = 20 cm

$D_3$  = tebal lapis pondasi bawah = 20 cm

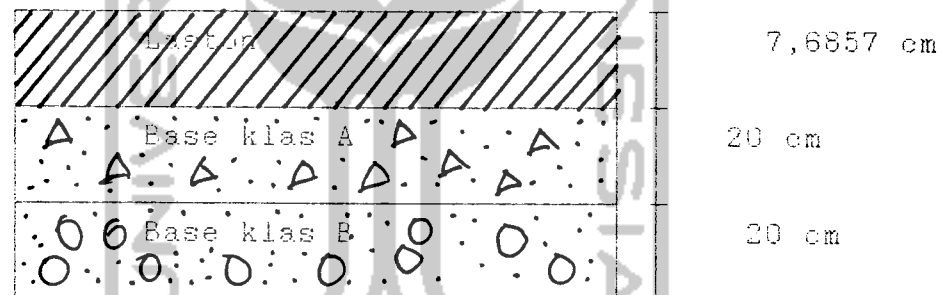
koefisien ini dapat dilihat pada tabel 3.4.

Dari rumus diatas diperoleh :

$$7,89 = 0,35 D_1 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot 20$$

$$D_1 = ( 7,89 - 5,2 ) : 0,35 = 7,6657 \text{ cm}$$

Hasil hitungan tersebut dijelaskan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1. Tebal lapis keras berdasarkan metoda Analisa Komponen 1987

Selain cara ini, analisa juga dapat dilakukan dengan berdasar pada bahan perkerasan yang digunakan pada jalan lingkaran selatan. Data yang didapat dari laboratorium untuk contoh yang diambil di lapangan dari beberapa lokasi, setelah dirata-rata hasilnya terdapat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Data hasil test laboratorium

Lapis perkerasan	Marshal Test (Kg)	CBR (%)
Lapis permukaan (AC)	395,25	-
Lapis permukaan (ATB)	335,33	-
Lapis pondasi (A)	-	97
Lapis pondasi bawah (B)	-	77

Sumber : Bagian proyek peningkatan jalan arteri Yogyakarta.

Dari data di atas maka dapat dicari nilai koefisien relatif dengan menggunakan tabel 3.4. dengan terlebih dahulu berdasarkan kekuatan test marshal.

Berdasarkan interpolasi tersebut didapat nilai koefisien relatif untuk :

- Lapis permukaan (AC) : 0,3010
- lapis permukaan (ATB) : 0,3000
- Lapis permukaan ( A ) : 0,1385
- Lapis pondasi bawah (B): 0,1300

Dari data tersebut didapat nilai ITP sebesar :

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= 0,3010 \cdot 4 + 0,3000 \cdot 5 + 0,1385 \cdot 20 + 0,1300 \cdot 20 \\ &= 8,014 \end{aligned}$$

Dari nomogram ITP, dengan

$$\text{ITP} = 8,014$$

$$\text{FR} = 1,0$$

$$\text{DDT} = 4,8$$

$$\text{IPo} = 3,5, \text{ IPt} = 2,0$$

maka didapat lalulintas rencana (LER) = 366,6667 > LER perencanaan = 317,0682.

sehingga umur jalan sebelum diadakan overlay adalah :

$$368,6667 = 317,0682 \cdot UR/10$$

$$UR = 11,5642$$

### 5.1.2. Metoda Road Note 29

Berdasarkan LHR awal umur rencana pada tahun 1994 sesuai pada tabel 5.2.

- Kendaraan ringan 2 ton ( 1 t + 1 T )	=	1031,87
- Bus 3 ton ( 3 T + 5 T )	=	305,54
- Truk 13 ton ( 5 T + 8 T )	=	234,52
- Truk 20 ton ( 6 T + 2.7 T )	=	73,70
- Truk 30 ton ( 6 T + 2.7 T + 2.5 T )	=	52,26
		+ = 1697,89

Untuk mendapatkan beban standar kumulatif selama umur rencana, kendaraan di atas dikelompokkan berdasarkan beban sumbu masing-masing kendaraan. Di bawah ini akan dijelaskan pengelompokan dan jumlah beban sumbu yang melewati jalan lingkaran selatan selama umur rencana.

Beban 1 T : ada 2 buah yang berasal dari kendaraan ringan 2 T ( 1 T + 1 T ) .

Beban 3 T : ada satu buah yang berasal dari bus 3 T ( 3 T + 5 T ).

Beban 5 T : ada 4 buah yang berasal dari 3 T ( 3 T + 5 T ), truk 13 T ( 5 T + 8 T ), dan truk 30 T ( 6 T + 2.7 T + 2.5 T ).

Beban 6 T : ada 2 buah yang berasal 1 dari truk 30 T

( 6 T + 2.7 T + 2.5 T ) dan 1 dari truk 20 T  
( 6 T + 2.7 T ).

Beban 7 T : ada 4 bush yang berasal 2 dari truk 30 T  
( 6 T + 2.7 T + 2.5 T ) dan 2 dari truk 20 T  
( 6 T + 2.7 T ).

Beban 8 T : ada 1 buah yang berasal dari kendaraan 13 T  
( 5 T + 8 T ).

Setelah dikelompokkan seperti di atas, untuk mendapatkan beban standar kumulatif dalam satu hari jumlah masing-masing sumbu tersebut dikalikan dengan faktor ekuivalen seperti rumus dibawah ini :

$$\text{beban standar kumulatif} = A \cdot \Sigma B \cdot E$$

dengan :

A = jumlah sumbu.

$\Sigma B$  = jumlah jenis sumbu yang lewat dalam satu hari

E = Ekuivalent faktor.

maka dalam perhitungan didapat :

- 1000 kg	: 2 . 1031,87 . 0,0025	= 51,5935
- 3000 kg	: 1. 305,54 . 0,03	= 9,1662
- 5000 kg	: ( 1.(234,52) + 1.(305,5)4 + (52,26) ).0,19	= 122,4702
- 6000 kg	: 1. (73,70) + 1.( 52,26 ) . 0,35	= 44,0660
- 7000 kg	: 2. (73,70) + 2.(52,26) . 0,61	= 153,6712
- 8000 kg	: 1. 234,52 . 1	= 234,5320
		<hr/>
		= 615,5191 +

Jadi jumlah kumulatif beban standar dalam satu hari pada awal umur rencana adalah 616,5191. Untuk mendapatkan beban standar selama umur rencana sebenarnya bisa digunakan gambar no 2.1 dikarenakan grafik tersebut hanya menyediakan jumlah kendaraan selama umur rencana dengan maksimal tingkat pertumbuhan lalu lintas 6 %, sedangkan untuk jalan lingkar selatan adalah 3 % untuk tingkat pertumbuhan selama umur rencana, maka digunakan hitungan analitis seperti hitungan dibawah ini :

$$\begin{array}{r}
 616,5191 (1 + 0,08)^1 \times 365 = 243031,83 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^2 \times 365 = 262474,30 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^3 \times 365 = 283472,33 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^4 \times 365 = 306150,11 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^5 \times 365 = 330842,12 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^6 \times 365 = 357093,49 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^7 \times 365 = 385660,97 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^8 \times 365 = 416513,85 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^9 \times 365 = 449834,95 \\
 616,5191 (1 + 0,08)^{10} \times 365 = 485821,95 \\
 \hline
 = 3520692,70 +
 \end{array}$$

Jadi beban standar kumulatif selama 10 tahun adalah 3520692,70.

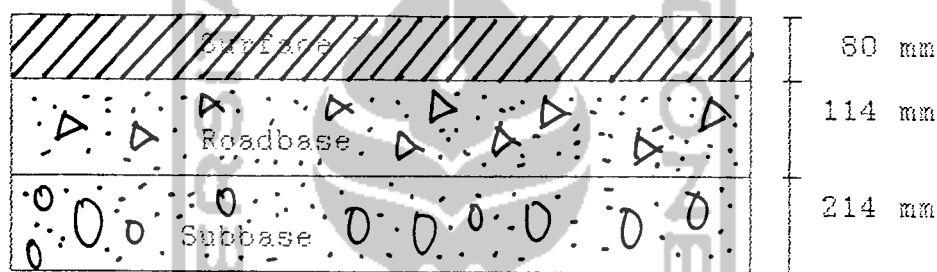
Berdasarkan :

- Beban standar kumulatif = 3520692,70
- CBR subgrade = 5,5 %
- Bahan yang digunakan untuk road base adalah dense Macadam

Tebal lapis keras dapat kita cari dengan menggunakan gambar 3.1. dan 3.2. maka didapat :

Tebal subbase	=	214	mm
Tebal roadbase	=	114	mm
Tebal surface	=	60	mm
tebal total =			408 mm

Hasil hitungan tersebut dapat dilihat pada gambar 5.2. seperti di bawah ini.



Gambar 5.2. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metoda road note 29

### 5.1.3. Metoda Road Note 31

Berdasarkan LHR pada awal umur rencana yaitu tahun 1994, seperti yang terdapat pada tabel 5.2. untuk semua jenis kendaraan berjumlah 1697,89 buah (dapat dilihat pada perhitungan metoda Analisa Komponen) untuk semua arah, karena pada jalan lingkar selatan terdiri dari 4 lajur 2 arah maka untuk satu arah berjumlah 648,945 buah kendaraan, yang terdiri dari :

- Kendaraan ringan ( 1 T + 1 T )	=	515,935
- Bus 8 ton ( 3 T + 5 T )	=	152,770
- Truk 13 ton ( 5 T + 8 T )	=	117,260



- Truk 13 ton ( 5 T + 8 T )	= 117,260
- Truk 20 ton ( 6 T + 2.7 T )	= 36,850
- Truk 30 ton ( 6 T + 2.7 T + 2.5 T )	= 26,130
	<hr/>
	= 848,945

Berdasarkan faktor pertumbuhan selama umur rencana 8 % dan umur rencana 10 tahun ,dari gambar 2.2. didapat :

- Kendaraan ringan	= $(515,935/100.0,5375).10^6 = 2773150,60$
- Bus 8 ton	= $(152,770/100.0,5375).10^6 = 821138,75$
- truk 13 ton	= $(117,260/100.0,5375).10^6 = 630272,50$
- Truk 20 ton	= $( 36,850/100.0,5375).10^6 = 198068,75$
- Truk 30 ton	= $( 26,130/100.0,5375).10^6 = 140448,75$
	<hr/>
	= 4563079,40

Jadi pada akhir umur rencana terdapat 4563079,40 kendaraan untuk semua jenis di atas yang akan lewat pada jalan lingkar selatan selama umur rencana.

Untuk mencari jumlah kumulatif beban standar yang melalui jalan lingkar selatan selama umur rencana kendaraan tersebut harus dikelompokkan berdasarkan beban sumbu kendaraan seperti yang terdapat pada Road 29 seperti yang tercantum di bawah ini :

Beban 1 T : ada 2 buah yang berasal dari kendaraan ringan 2 T ( 1 T + 1 T ) .

Beban 3 T : ada satu buah yang berasal dari bus 8 T ( 3 T + 5 T ).

Beban 5 T : ada 4 buah yang berasal dari 8 T

( 3 T + 5 T ), truk 13 T ( 5 T + 8 T ), dan  
truk 30 T ( 6 T + 2.7 T + 2.5 T ).

Beban 6 T : ada 2 buah yang berasal 1 dari truk 30 T  
( 6 T + 2.7 T + 2.5 T ) dan 1 dari truk 20 T  
( 6 T + 2.7 T ).

Beban 7 T : ada 4 buah yang berasal 2 dari truk 30 T  
( 6 T + 2.7 T + 2.5 T ) dan 2 dari truk 20 T  
( 6 T + 2.7 T ).

Beban 8 T : ada 1 buah yang berasal dari kendaraan 13 T  
( 5 T + 8 T ).

Comulatif standar axle load = C .  $\Sigma$ D . E

dengan :

C = jumlah sumbu

$\Sigma$ D = Jumlah sumbu yang lewat selama umur rencana.

E = Ekuivalent faktor.

1000 kg:	2.	2773150,6	.0,0025	= 13865,753
3000 kg:	1.	821138,75	.0,04	= 32845,55
5000 kg:	1.	((140448,75 + 630272,5) + 2.(821138,75))	.0,2	= 346461,75
6000 kg:	1.	( 198068,75 + 140448,75 )	. 0,3	= 63635,25
7000 kg:	2.	( 198068,75 + 140448,75).	0,6	= 406221,00
8000 kg:	1.	630272,5	.1	= 630272,50
				<hr/>
				= 1493301,8

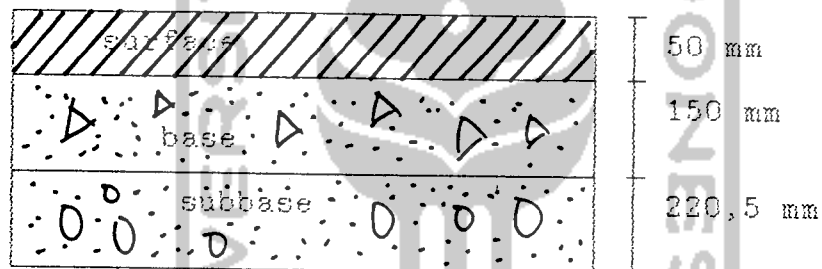
Jadi beban standar kumulatif yang melewati jalan lingkaran selatan selama umur rencana berjumlah 1493301,98 dibulatkan menjadi 1493302 beban standar.

- CBR subgrade = 5,5 %

Lapis keras dapat kita cari dengan menggunakan gambar 3.6.  
maka didapat :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Tebal subbase} & = & 225 \text{ mm} \\
 \text{Tebal base} & = & 150 \text{ mm} \\
 \text{Tebal surface} & = & 50 \text{ mm} \\
 \hline
 & = & 420,5 \text{ mm} +
 \end{array}$$

Hasil hitungan tersebut dapat dilihat pada gambar 5.3. di bawah ini.



Gambar 5.3. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan Road Note 31.

## 5.2. PEMBAHASAN

Dalam analisis perhitungan di atas terdapat perbedaan hasil yang sangat besar antara metoda Road Note 29, Road Note 31 dan Metoda Analisa Komponen dari Bina Marga 1987. Ini bukan dikarenakan data yang digunakan kurang akurat akan tetapi memang ada beberapa perbedaan yang terdapat dalam ketiga metoda ini dalam menentukan tebal lapis keras.

Cara perhitungan yang diberikan oleh Analisa Komponen ini mengacu pada metoda AASHTO ( Amerika) yang kemudian disesuaikan dengan kondisi dan situasi di Indonesia. Sedangkan Road note 29 dan 31 dari Inggris. Meskipun dari asal yang sama Road Note 29 dan 31 tetap mempunyai perbedaan, hal ini dikarenakan Road Note 29 dirancang untuk membangun jalan di Inggris atau di negara-negara yang mempunyai kondisi iklim yang sama dengan Inggris. Sedangkan Road Note 31 digunakan bagi negara-negara yang beriklim tropis. Selain asal sumber yang berbeda ketiga metoda ini mempunyai perbedaan lain dalam menentukan parameter lapis keras seperti lalulintas, faktor lingkungan, tanah dasar dan bahan perkerasan yang digunakan, lebih lanjut akan dibahas dibawah ini.

### 5.2.1. Lalulintas

Sebagian besar kerusakan yang terjadi pada suatu jalan disebabkan oleh lalulintas, karena lalulintas merupakan beban langsung yang mengenai lapis

perkerasan, khususnya lapis permukaan. Faktor utama penyebab kerusakan pada suatu jalan yaitu perilaku dan berat kendaraan. Dalam perhitungan menurut metoda Analisa Komponen, Road Note 29 dan Road Note 31 lalu lintas merupakan faktor utama dan berpengaruh besar dalam menentukan tebal lapis keras suatu jalan.

Karena lalu lintas merupakan faktor utama yang menentukan tebal lapis keras, maka survei di lapangan harus dilaksanakan dengan teliti dan benar, baik dalam menghitung jumlah kendaraan dan jenis kendaraan. Kesalahan dalam menghitung dan menentukan jenis kendaraan di lapangan pada waktu survei akan berpengaruh pada hitungan tebal lapis keras sehingga hasil perhitungan yang didapat tidak tepat. Jika lalu lintas yang terjadi lebih besar dari lalu lintas yang direncanakan maka akan mengurangi umur rencana atau sebaliknya akan menyebabkan pemborosan.

Menurut Analisa Komponen dari Bina Marga 1987, lalu lintas yang berpengaruh hanya diwakili oleh lalu lintas ekuivalen tengah, lalu lintas ekuivalen tengah ini merupakan hasil rata-rata dari hasil lalu lintas ekuivalen awal dan lalu lintas akhir umur rencana. Menurut Road Note 29, lalu lintas dihitung berdasarkan jumlah semua beban standar yang lewat setiap hari selama umur rencana pada setiap arah. Sedang pada Road Note 31 hampir sama dengan Road Note 29 hanya beban standar dihitung satu arah saja.

Jika dibandingkan dengan cara penghitungan Analisa Komponen dan Road Note (Road Note 29 dan 31 hampir sama)

bisa dikatakan perhitungan cara Road Note 29 dan 31 relatif lebih teliti karena lalulintas dihitung berdasarkan jumlah seluruh beban standart yang lewat setiap hari selama umur rencana. Sedangkan cara perhitungan Analisa Komponen lalulintas dihitung berdasarkan lalulintas harian, dan lalulintas yang berpengaruh hanya diwakili oleh lalulintas ekuivalen tengah yang merupakan hasil rata-rata dari lalulintas awal dan akhir umur rencana. Akan tetapi dari ketiga metoda ini dapat ditarik kesimpulan yang sama, bahwa semakin tinggi lalulintas yang lewat semakin tebal perkerasan yang harus disediakan oleh suatu jalan.

#### 5.2.2. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan suatu jalan sebagian besar ditentukan oleh tanah dasar. Ketidak mampuan tanah dasar mendukung muatan lalulintas di atasnya menyebabkan permukaan jalan akan turun dan pada keadaan yang lebih lanjut jalan akan rusak, sehingga jalan tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Untuk itu perlu perhitungan yang tepat dalam menentukan kekuatan tanah dasar agar jalan dapat memberikan pelayanan yang aman dan nyaman bagi lalulintas di atasnya.

Menurut Analisa Komponen dari Bina Marga 1987, kekuatan tanah dasar dinyatakan dengan daya dukung tanah (DDT). Nilai ini diperoleh dari korelasi dengan nilai CBR

tanah dasar tersebut, hal ini dapat dilihat pada gambar 3.7.

Sedangkan menurut Road 29 dan 31 kekuatan tanah dasar dinyatakan dengan nilai CBRnya. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Nilai CBR tanah dasar berpengaruh terhadap tebal subbase.

Menurut ketiga Metode ini dapat ambil kesimpulan yang sama bahwa semakin besar CBR tanah dasar semakin tipis tebal lapis keras yang dibutuhkan oleh suatu jalan dengan kata lain nilai CBR tanah dasar berbanding terbalik dengan tebal lapis keras yang dibutuhkan.

### 5.2.3. Faktor Regional

Faktor regional atau faktor lingkungan dimana suatu jalan dibangun akan mempengaruhi terhadap tebal lapis keras suatu jalan. Nilai faktor lingkungan yang diberikan pada perhitungan lapis keras suatu jalan tergantung lokasi jalan tersebut akan dibangun.

Pada Analisa Komponen dari Bina Marga 1987, dalam perhitungan tebal lapis keras keadaan yang mempengaruhi dalam menentukan nilai dari faktor regional antara lain adalah bentuk alinyemen termasuk didalamnya kelandaian jalan dan tikungan, prosentase kendaraan berat yang lewat dan kondisi setempat yang meliputi tinggi dan curah hujan.

Sedangkan pada Metoda Road Note 29, karena digunakan bagi Inggris atau negara yang mempunyai iklim sama, faktor lingkungan yang mempengaruhi tebal tipisnya

suatu lapis keras berbeda dengan kondisi di Indonesia, seperti faktor musim salju yang bisa membekukan suatu konstruksi suatu lapis keras. Karena faktor tersebut tidak ada di Indonesia maka faktor tersebut diabaikan. Tetapi dalam perhitungan penentuan tebal lapis kerasnya sendiri faktor lingkungan ini tidak berpengaruh sama sekali, dengan kata lain hasil perhitungan tebal lapis keras yang didapat itu tidak dipengaruhi oleh nilai faktor regional.

Begitu juga pada Road Note 31 meskipun digunakan bagi negara-negara yang beriklim tropis, faktor regional tidak mempunyai pengaruh dalam menentukan tebal suatu lapis perkerasan.

Dengan perbedaan seperti diuraikan di atas maka dapat disimpulkan akan terdapat hasil perhitungan yang berbeda walaupun dari data yang sama.

#### 5.2.4. Bahan perkerasan

Penggunaan jenis perkerasan, sangat berpengaruh terhadap tebalnya suatu lapis perkerasan suatu jalan, karena setiap jenis bahan perkerasan mempunyai kekuatan yang berbeda-beda.

Menurut Analisa Komponen dari Bina Marga 1987, bahan perkerasan yang digunakan pada setiap lapisan sangat berpengaruh pada penentuan tebalnya suatu lapis perkerasan. Penggunaan bahan perkerasan yang bermutu tinggi akan menyebabkan semakin tipisnya tebal perkerasan dan



sebaliknya. Hal ini dikarenakan setiap bahan mempunyai kekuatan yang berbeda yang dinyatakan dengan koefisien kekuatan relatif bahan (C). Koefisien kekuatan relatif bahan ini didapat dengan menginterpolasi nilai hasil test Marshal untuk bahan aspal dan Kt yang didapat dengan nilai Marshal test dan Kt pada tabel 3.5. Pengaruhnya akan tampak jelas seperti pada Analisa Komponen (bab 5), dimana pada tebal yang sama dengan pemakaian bahan perkerasan yang berbeda dapat memuat lalulintas yang lebih besar dari lalu lintas rencana.

Pada Road Note 29 penggunaan jenis bahan perkerasan hanya berpengaruh untuk lapis pondasi atas (road base), sedangkan untuk lapis yang lainnya pemakaian jenis bahan perkerasan tidak berpengaruh terhadap tebal lapis keras suatu jalan.

Sedang pada Road Note 31 pemakaian jenis bahan perkerasan tidak berpengaruh sama sekali terhadap penentuan tebal suatu jalan.

Dari analisis dan uraian di atas dapat dikatakan bahwa jalan lingkar selatan masih dapat melayani selama umur rencana, dan perbedaan hasil perhitungan yang didapat dari ketiga metoda ini, selain dikarenakan asal sumber yang berbeda ada beberapa faktor lain yang mempengaruhinya yaitu:

1. Cara perhitungan lalulintas yang digunakan antara Road Note 29 dan 31 serta Analisa komponen sangat berbeda.

2. Pada Analisa Komponen, faktor lingkungan sangat berpengaruh pada penentuan tebal lapis keras, sedangkan pada Road Note 29 dan 31 Faktor lingkungan tidak berpengaruh.
3. Pemakaian jenis bahan perkerasan sangat berpengaruh pada penentuan tebal lapis keras, pada Road 29 hanya berpengaruh pada tebal lapis atas pondasi (road base) saja, sedangkan pada Road Note 31 tidak berpengaruh sama sekali.

Selain itu ada beberapa hal yang didapat dari analisis ini yaitu adanya kelemahan-kelemahan baik itu pada Road Note 29 maupun Road 31.

Pada Road 29, batasan CBR untuk tanah dasar hanya sampai 7 %, sehingga untuk CBR tanah yang melebihi 7 % untuk mendapatkan ketebalan Subbase sulit ditentukan karena tidak jelas aturannya. Kemudian variasi bahan yang digunakan sangat sedikit, sehingga pemakaian bahan yang tidak ada pada Road 29, digunakan pendekatan dengan bahan yang tersedia pada Road 29, menyebabkan hasil yang didapat tidak akurat.

Pada Road Note 31, batasan jumlah lalu lintas untuk satu arah hanya 2,4 juta beban standar kumulatif yang lewat selama umur rencana. Sehingga akan sulit menentukan ketebalan lapis keras untuk jumlah beban standar kumulatif yang lebih dari 2,5 juta.

Akan tetapi kelemahan yang terdapat pada kedua metoda ini dapat dimaklumi karena buku ini dikeluarkan pada tahun

1977, jika untuk dipakai saat ini perlu adanya revisi baru yang sesuai dengan kondisi sekarang.

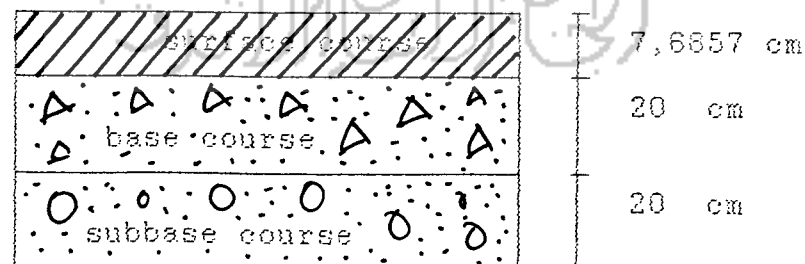
Dibawah ini akan ditampilkan hasil dari perhitungan dengan cara Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 beserta Road Note 29 dan 31. Tampak jelas perbedaan hasil yang didapat pada masing-masing metoda yang ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Hasil Hitungan

	subbase	roadbase/base	surface	tebal total
Analisa Komponen	20 cm	20 cm	7,6857 cm	47,6857
Road Note 29	21,4 cm	11,4 cm	8,0000 cm	40,8
Road Note 31	22,5 cm	15,0 cm	5,0 cm	42,5

Di bawah ini ditampilkan gambar tebal lapis keras hasil hitungan metoda Analisa Komponen, Road Note 29 dan 31.

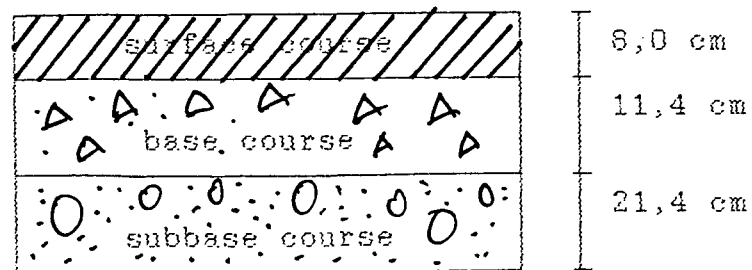
1. Gambar tebal lapis keras hasil hitungan metoda Analisa Komponen dari Bina Marga 1987.



Gambar 5.4. Tebal lapis keras hasil hitungan Analisa Komponen

## 2. Gambar tebal lapis keras hasil hitungan metoda Road

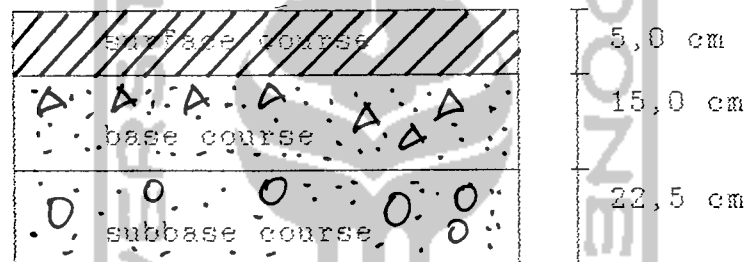
Note 29



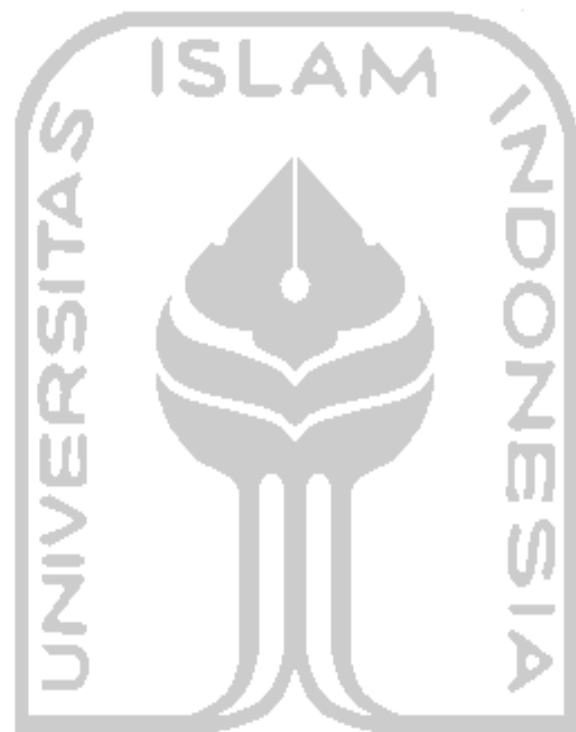
Gambar 5.5. Tebal lapis keras hasil hitungan Road Note 29

## 3. Gambar tebal lapis kerashasil hitungan metoda Road

Note 31



Gambar 5.6. Tebal lapis keras hasil hitungan Road Note 31



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

	surface	base	subbase
Analisa komponen	85,40 %	0%	0 %
Road Note 29	88,89 %	57 %	107 %
Road Note 31	55,56 %	75 %	112,5 %

## 6.2. Saran

Dari analisis di atas juga didapat beberapa pengalaman, sehubungan dengan itu ada beberapa saran yang ingin disampaikan yang didasarkan dari beberapa pengalaman tersebut, saran-saran tersebut adalah sebagai berikut :

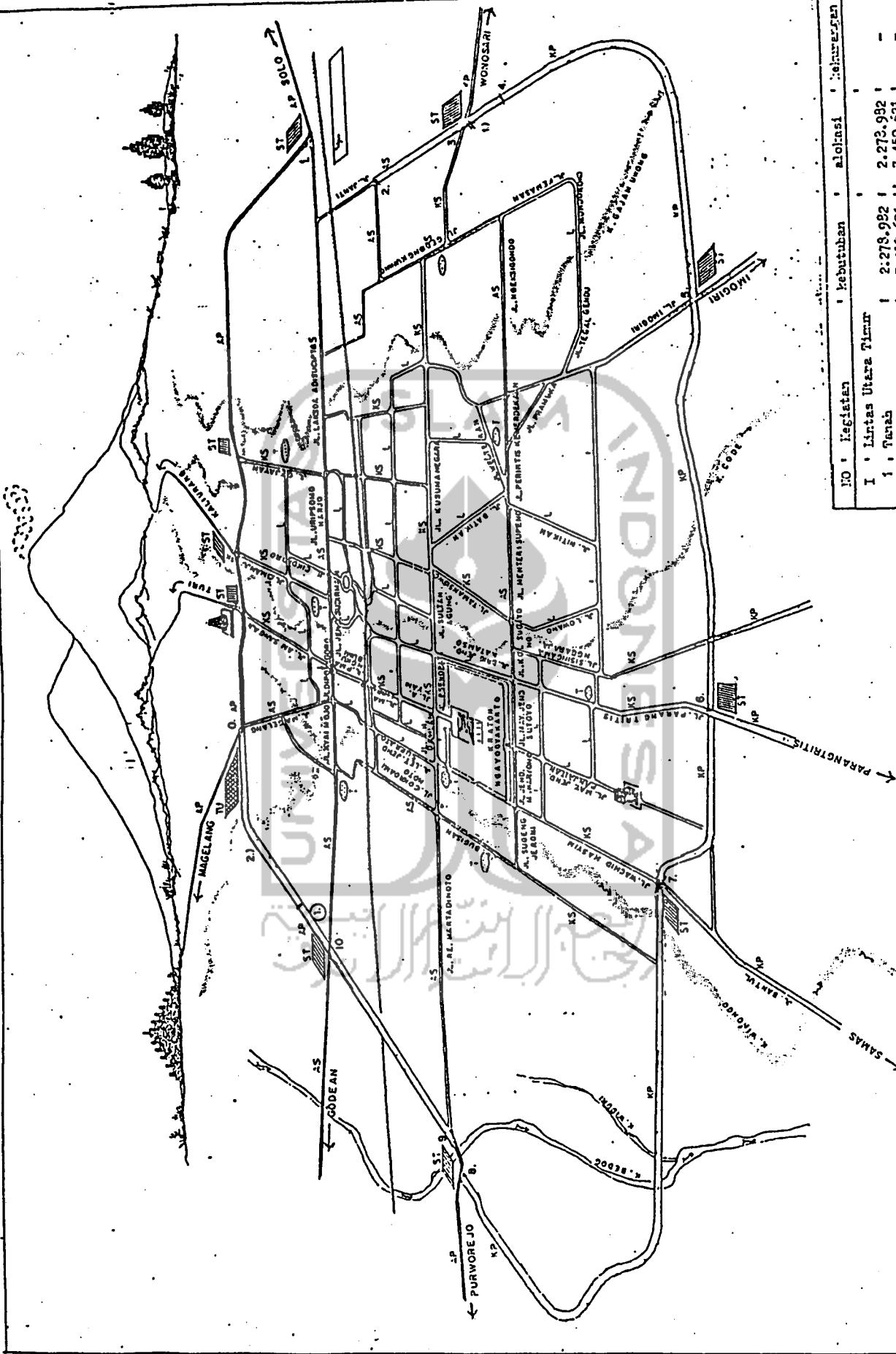
1. Hendaknya Direktorat Jendral Bina Marga Propinsi DIY segera mengadakan survei untuk jalan lingkaran selatan agar diperoleh data yang aktual dan dapat mengontrol jalan tersebut agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.
2. Bagi aparat Instansi, dalam hal ini khususnya aparat Direktorat Jendral Bina Marga, hendaknya memberikan kemudahan bagi mahasiswa yang mencari data untuk penelitian, karena ini akan menguntungkan kedua belah pihak, mahasiswa dapat tambahan ilmu dan Direktorat Jendral Bina Marga mendapatkan kontrol terhadap jalan-jalan yang sudah ada.
3. Agar pihak fakultas, khususnya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dapat memberikan tambahan materi untuk perhitungan tebal lapis keras selain dengan metode Bina Marga dan AASHTO.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bina Marga 1987, Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
2. David Croney, The design and performance of road pavements
3. Road Note 29 , Aguide to the struktural design of pavements for new road, Road Resech Laboratory Departement of the Enviromental of England.
4. Road Note 31, Aguide to struktural design of bitumen-surfaced raods in trofical and subtropical countries, Transport and Road Resrech Laboratory, Departement of the Enviromental, Departement of Transport.
5. Silvia Sukirman 1992, Perkerasan lentur jalan raya, Nova, Bandung.

**REKAM BUKU KAWASAN**

TAHUN ANGGARAN 1951/52



**KETERANGAN**

- TELAH DIBEKASKAN
- RUAS 0 — 1 : 10 KM.
- RUAS 2 — 3 : 1,5 KM.
- RUAS 4 — 5 : 0,41 KM.
- RUAS 6 — 7 : 0,3 KM.
- RUAS 8 — 9 : 0,17 KM.

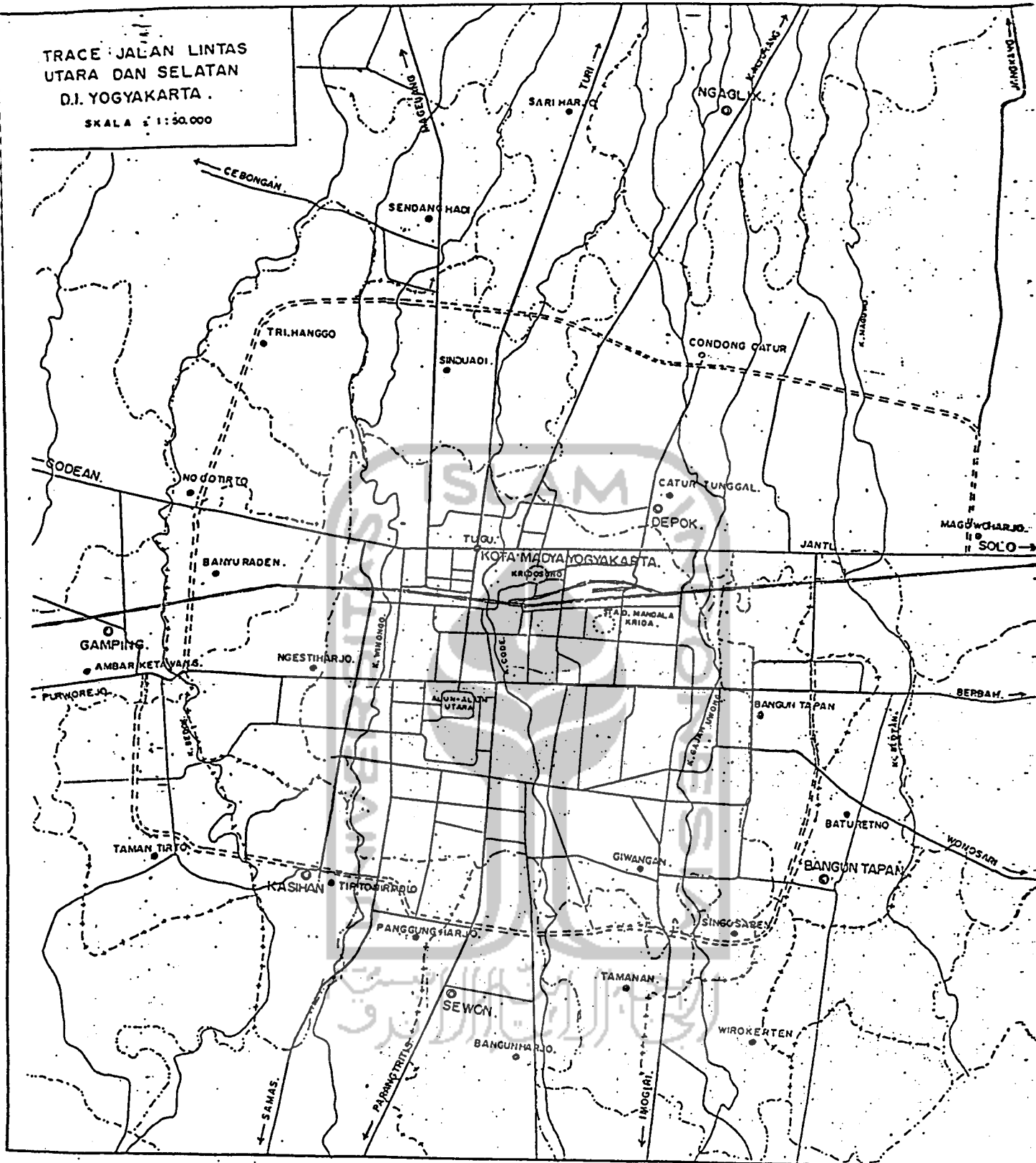
- DALAM PROSES PEMBEBASAN
- (1) = 1,25 KM.
- BEKUL DIBEKASKAN
- (2) = 0,300 KM.
- (3) = 4,78 KM.

NO	Registen	Kebutuhan	alokasi	Beluarasan
<b>I. Lintas Utara Timur</b>				
1	Tanah	2.278.982	2.278.982	-
2	Pisik	7.450.621	7.450.621	-
<b>II. Lintas Utara Barat</b>				
1	Tanah	11.723.500	1.913.508	9.810.000
2	Pisik	19.352.000	600.000	18.750.000
<b>III. Lintas Selatan</b>				
1	Tanah	9.927.417	6.927.417	3.000.000
2	Pisik	34.599.000	8.416.132	26.172.868
<b>Jumlah</b>		<b>85.349.928</b>	<b>27.586.660</b>	<b>57.772.869</b>








TRACE JALAN LINTAS  
UTARA DAN SELATAN  
D.I. YOGYAKARTA.

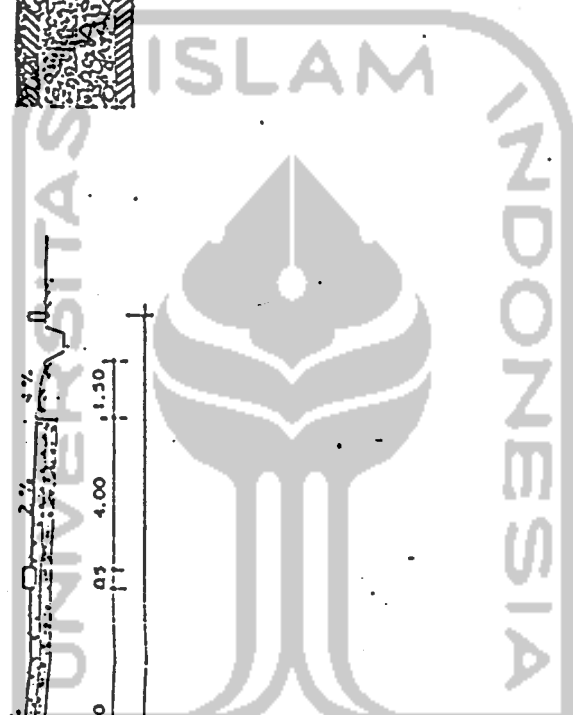
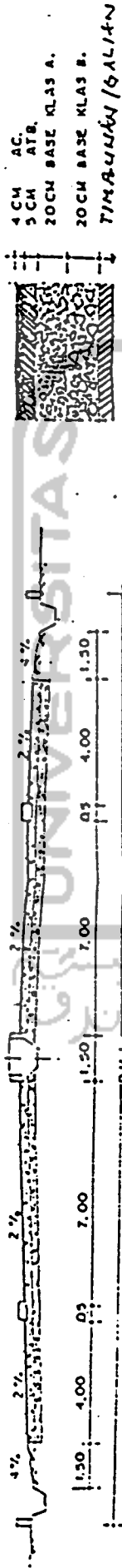
SKALA 1:50.000



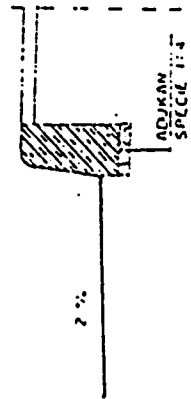
**KETERANGAN :**

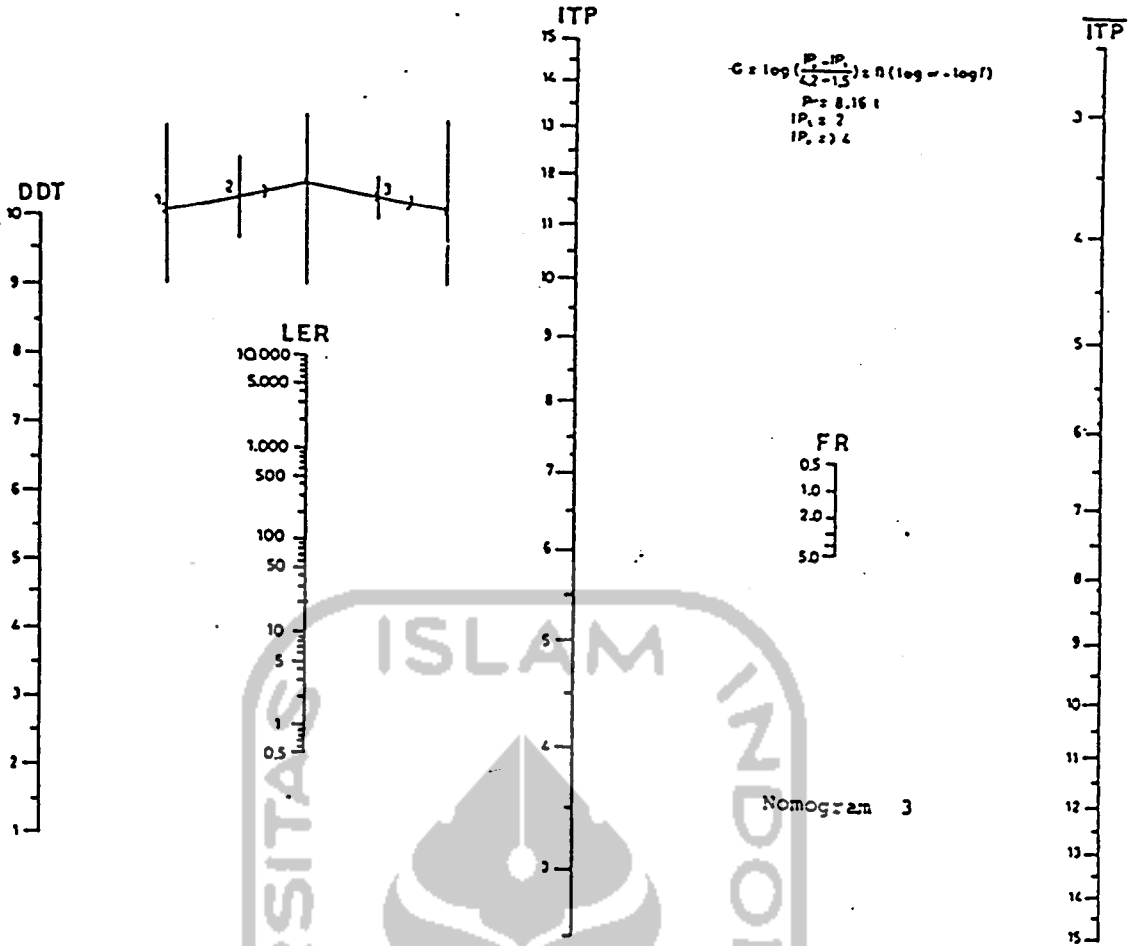
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  | JALUR CEPAT DAN JALUR LAMBAT SUDAH BER ASPAL ( SELESAI )                     |  | JALUR CEPAT DAN JALUR LAMBAT SUDAH BER ASPAL ( DALAM PELAKSANAAN ) |
|  | JALUR CEPAT BER ASPAL DAN JALUR LAMBAT BELUM BER ASPAL ( DALAM PELAKSANAAN ) |  | PEKERJAAN TANAH  |
|  | BELUM DILAKSANAKAN   |   |  |

TYPICAL CROSS SECTION  
JALAN ARTERI LINGKAR SELATAN

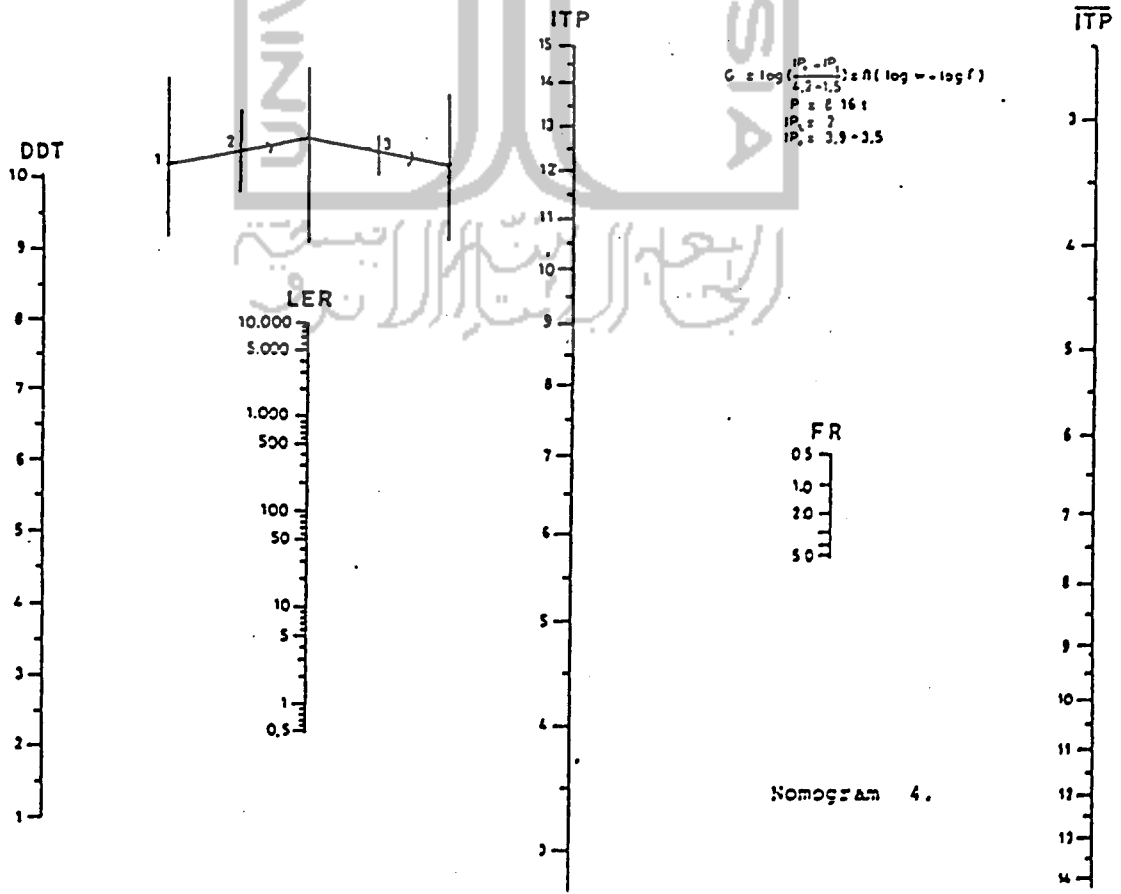


DETAIL KERB

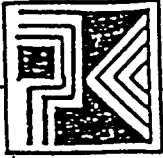




Lampiran 1 (3)



Lampiran 1 (4)



LABORATORIUM JALAN RAYA  
P. perwita karya

JLN. P. DIPONEGORO 54 YOGYAKARTA 55232  
TELP.: 5267 - 8854 TELEX : 25248 PERWIKA IA

### PEMERIKSAAN KADAR ASPAL

Jenis pekerjaan : KC Paket : REPERI SELATAN Tanggal : 20-9-91  
Kadar aspal optimum : 7.0 Kontraktor : PT. perwita karya Waktu : \_\_\_\_\_  
(menurut percobaan)  
Aspal penetrasi : 80-100 No. Truk : \_\_\_\_\_

A.	Berat mangkuk dan contoh aspal	<u>553.7</u>	gram
B.	Berat mangkuk dan contoh sesudah ekstraksi	<u>516.3</u>	gram
C.	Berat mangkuk	<u>53.7</u>	gram
D.	Berat contoh sebelum ekstraksi (A-C)	<u>500</u>	gram
E.	Berat contoh sesudah ekstraksi (B-C)	<u>462.6</u>	gram
F.	Berat filter dan bahan-bahan lainnya	<u>6.1</u>	gram
G.	Berat filter (sebelum dipakai)	<u>3.9</u>	gram
H.	Berat bahan lainnya (F-G)	<u>2.2</u>	gram
I.	Berat mangkuk penguapan dan abu	<u>-</u>	gram
J.	Berat mangkuk penguapan	<u>-</u>	gram
K.	Berat abu dalam mangkuk penguapan (I-J)	<u>-</u>	gram
L.	Berat total agregat (E+H)	<u>464.8</u>	gram
M.	Berat aspal dalam campuran (D-L)	<u>35.2</u>	gram
N.	% Aspal dalam campuran (100M/D)	<u>7.04</u>	%

#### Hasil ekstraksi agregat teruci (Wash gradation)

No. Saringan	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 50	# 75	# 100	# 200	TOTAL
Berat tertahan			0	60.9	78.1	68.3	39.5	37.6		106.4		14.4	
Kumulatif	Berat tertahan		0	60.9	139.0	207.3	247.3	324.9	-	431.3	-	445.7	
	% tertahan		0	13.1	29.9	44.7	53.2	69.9	-	92.8	-	95.9	
	% lolos		100	86.9	70.1	55.3	46.8	30.1	-	7.2	-	4.1	
JOB MIX			100	86.3	69.3	54.4	47.9	30.6	-	7.9	-	4.6	

Dikerjakan :

P. H. H. H. H.  
Kontraktor

Diperiksa :

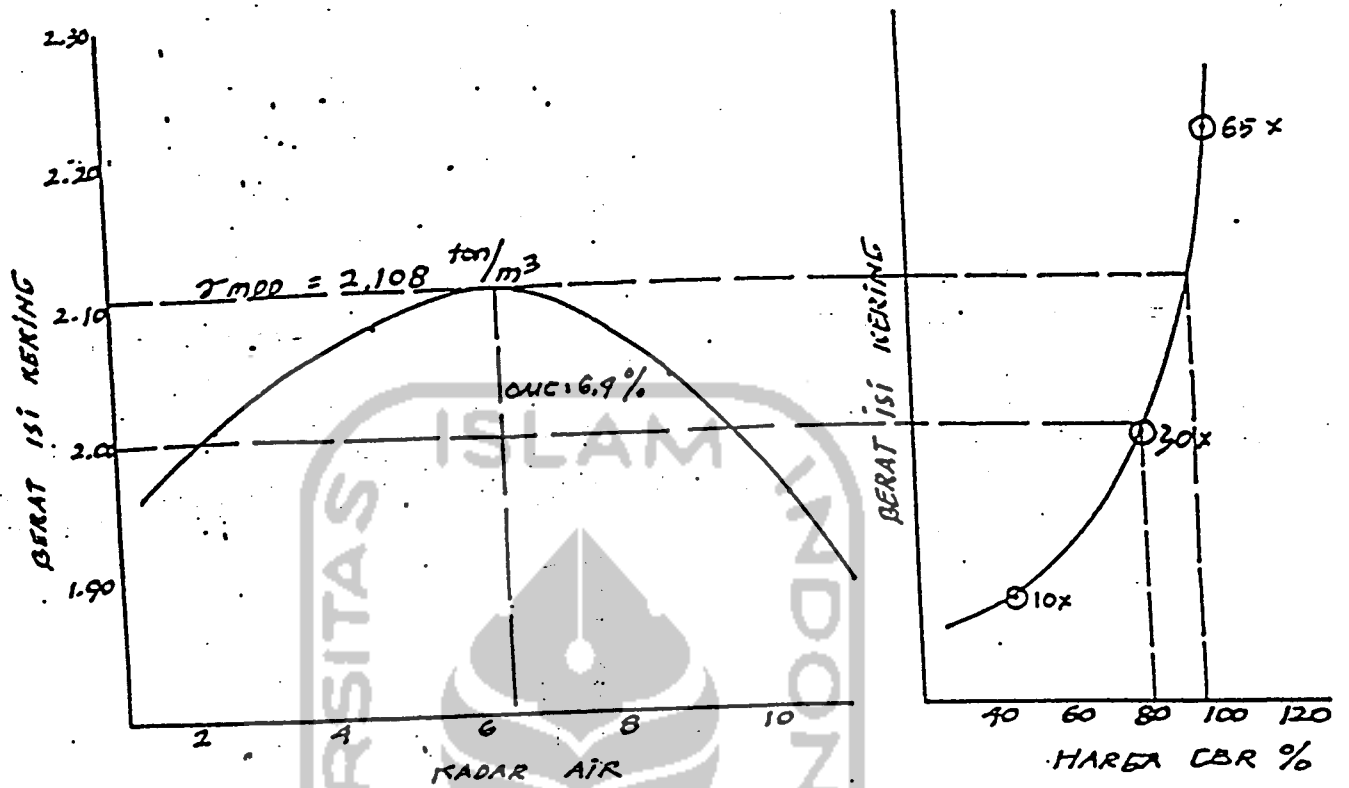
\_\_\_\_\_  
Pengawas Lab.

mengetahui/menyetujui :

\_\_\_\_\_  
Quality Control

PEHENTUAN NILAI KEPADATAN DAN CBR.

2/ BASE CLASS. A



URAIAN	HASIL TEST	SPEKIFIKASI
CARA PEMADATAN	MODIFIED . D	-
$\gamma_{MDD}$ maximum	2,108 ton/m <sup>3</sup>	-
KADAR AIR OPTIMUM	6,9 %	-
CBR 100 %	97 %	80 min
CBR 95 %	82 %	.

DIKERJAKAN

Tommas  
FX. RABIMAN  
KONTRAKTOR

DI PERIKSA

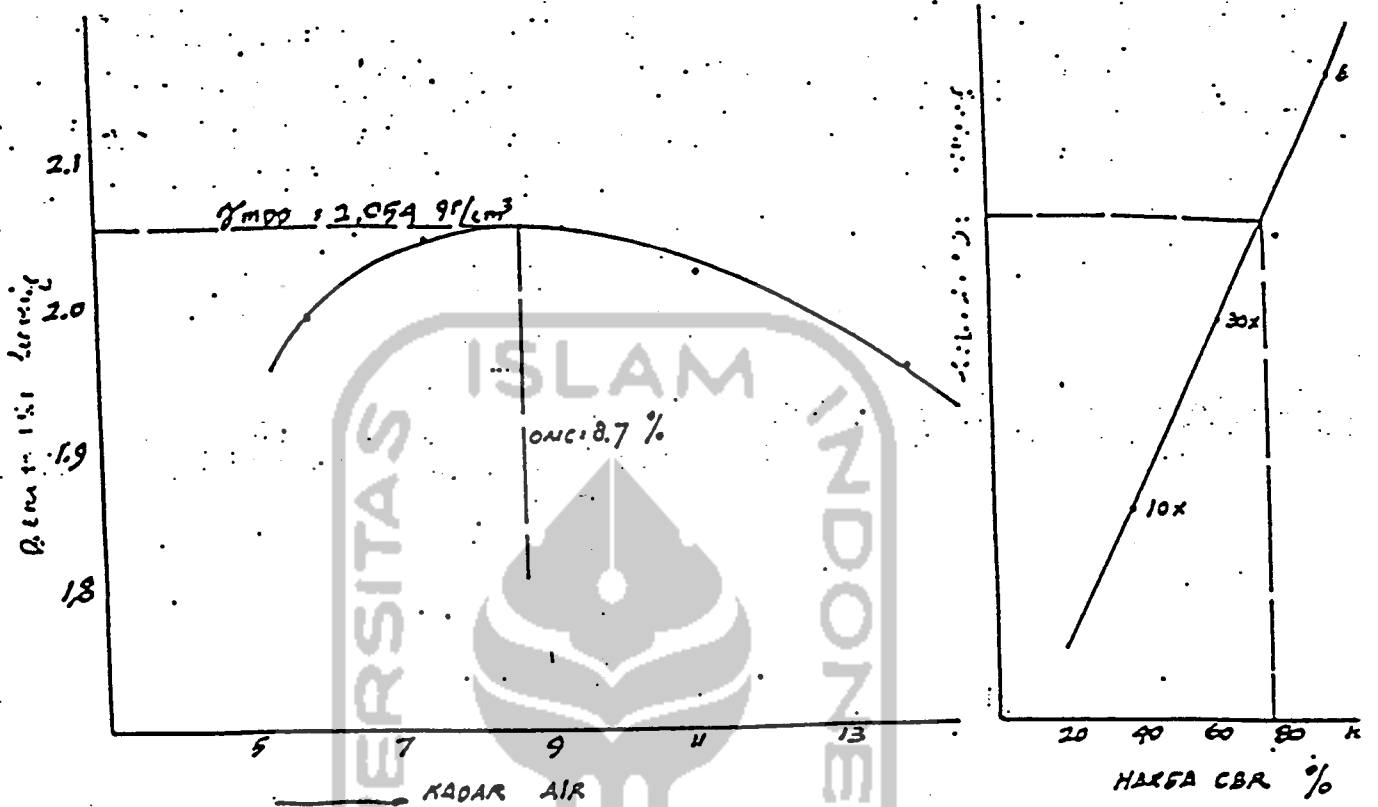
Witnoyo  
LAB. TEHNIKI

DISETUJUI

IR. Neni S.  
QUALITY CONTROL

PENENTUAN NILAI KEPADATAN DAN CBR

AGGREGATE BASE CLASS. B.



CARA PEMADATAN	MODIFIED . P
$\gamma_{\text{MAXIMUM}}$	$2.059 \text{ g/cm}^3$
KADAR AIR OPTIMUM	$8.7 \%$
CBR 100 %	$77 \%$

DI KERJAKAN

[Signature]  
IR. RAHMAT  
 KONTRAKTOR

DIPERIKSA

[Signature]  
WACORO  
 LAB. TEKNISI

DI SETUJUI

[Signature]  
IR. NEMIS  
 QUALITY CONTROL

MIX DESIGN : ASB 5:1:1 100:100:100 100:100:100  
 TUJUAN : 100:100:100 100:100:100 100:100:100

HIGHWAY MAINTENANCE AND IMPROVEMENT PROJECT  
**SIFAT-SIFAT CAMPURAN ASPAL HIGH - DURABILITY DENGAN METODE MARSHALL**

KONTRAK ARTEK LINEKAR SOLATAN  
 KONTRAKTOR P. RAHWITA KARYA  
 CAMPURAN DIHAMPAR DI \_\_\_\_\_

AGREGAT	100 DRY	100 WET
a. <u>ACERBIC KASAR</u> %	2.697	2.717
b. <u>ACERBIC KASAR</u>	2.650	2.726
c. <u>FINE ACERBIC</u>	2.667	2.772
d. <u>PASIR</u>	2.639	2.805

ANCA PERKASA ASPAL 80 - 100  
 BERAT JEMIS ASPAL (t) 1.0288  
 DHUJ OLEN \_\_\_\_\_ TANGGAL 28/12/1992

TINGGI BENDA UJI	PROPORSI CAMPURAN (% Berat agregat gabungan)				KADAR ASPAL	BO BULK DARI TOTAL AGREGAT	BO EFEKTIF DARI TOTAL AGREGAT	BO MAKSUDHARI CAMPURAN	BERAT (gram)			ISI BENDA UJI	DO BULK CAMPURAN	RONGGA UDARA	STABILITAS - K9		KELELEHAN PLASTIS (mm)	MASR BACA MARSHALL (kg/mm)	TUAS PERUMBAHAN AGREGAT (mm <sup>2</sup> /mm)	KONTRAKTAS ASPAL (N/BS/BS) PERMANEN	TEBAL LANSAN ASPAL (mm)
	a	b	c	d					D	E	F				G	H					
6.3	32	17	12	49	6.10	2.696	2.707	2.962	1190.9	678.9	1197.2	515.3	2.311	328	930	2.7	19.211	10.075	1100-A	1000 (A-R)	
6.3									1193.7	687.3	1197.2	509.9	2.341	338	958	3.1					
6.3									1189.8	674.0	1192.9	518.9	2.293	740	964	2.9					
													2.315	951	951	2.9					10.510

DI PERIKSA

[Signature]  
 PENGAWAS LAB.

DI KERJAKAN  
[Signature]  
 KONTRAKTOR

MENGETAHUI

[Signature]

QUALITY ENGINEER

MIX DESIGN : AC.  
PURPOSE :

CONTRACT PACKAGE NO. :  
SECTION :  
CONTRACTOR : PT. PERSIJA KARYA  
CONTRACT NO. :  
MIX TO BE LAID AT : RT. 121/101 CILAMPUR.

PROPERTIES OF HIGH - DURABILITY ASPHALT MIXES  
BY THE MARSHALL METHOD

AGGREGATE	γ (OV. DRY)	γ (APP)
a. HOT DIM I + II	2.646	2.723
b. HOT DIM III	2.647	2.730
c. HOT DIM IV	2.631	2.816
d. FILLER	2.651	2.798

PENETRATION GRADE OF BITUMEN 80 - 100  
SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN (T) 1.031  
EST BY : DATE : 20 / 9 / 21.

T/C NO	MIX PROPORTIONS (% by wt of combined aggregate)				EFFECTIVE SG OF TOTAL AGG	BULK SG OF TOTAL AGG	BULK SP CONC OF BLENDED MIX	VOLUME OF SPECIMEN	BULK SP GR COMB MIX	% AIR VOLS	STABILITY - Kg		FLOW	MARSHALL QUOTIENT	ACC SURFACE AREA	ASSORBED BITUMEN % BY WT of the mix	BITUMEN FILM THICKNESS
	a	b	c	d							MEAS	ADJUST					
1.	40	9	48	3	2.704	2.639	2.427	516.4	2.327	100	1134	2.8	102.5	0	1100.2	100.4	976.0
2.								515.5	2.325	398	1128	2.8		44			14.61
1.	40	9	48	3	2.704	2.639	2.427	515.7	2.328	397	1125	2.9					
2.								516.5	2.326	386	1094	2.7					
								AVP	2.327	1110	1110	2.8	3.807	1.1	0.877		14.61

PREPARED BY: F. X. RAHMANTO  
CONTRACTOR: F. X. RAHMANTO

CHECKED BY: [Signature]  
LAB SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

APPROVED BY: \_\_\_\_\_  
QUALITY CONTROL: \_\_\_\_\_

TES: D = (a.b.c.d) / a . b . c . d (Tuv) a (Tov) b (Tov) c (Tov) d  
C = a . b . c . d / (TAPP) a . (TAPP) b . (TAPP) c . (TAPP) d . %  
> O D then the formula for D shall not be used and D  
It be retained instead using AASHTO T 209 - 74.



Recommended bituminous surfacings for newly constructed flexible pavements (see Note 1)

Relative number of standard axles	2.5-11 millions (1)	0.5-2.5 millions (2)	Less than 0.5 million (3)
Wearing course (crushed rock or slag coarse aggregate only) Minimum thickness 40 mm Rolled asphalt to BS 594 (pitch-bitumen binder may be used) (Clause 907)	<p>Basecourse Minimum thickness 60 mm Rolled asphalt to BS 594 (Clause 902) (see Note 2)</p> <p>Dense bitumen macadam or dense tarmacadam Crushed rock or slag (Clause 903 or 904)</p>	<p>Wearing course Minimum thickness 20 mm Rolled asphalt to BS 594 (pitch-bitumen binder may be used) (Clause 907)</p> <p>Dense tar surfacing to BTIA Specification (Clause 909)</p> <p>Cold asphalt to BS 1690 (Clause 910) (see note 4)</p> <p>Medium-textured tarmacadam to BS 802 (Clause 913) (to be surface-dressed immediately or as soon as possible—see Note 4)</p> <p>Dense bitumen macadam to BS 1621 (Clause 908) (see Note 4)</p> <p>Open-textured bitumen macadam to BS 1621 (Clause 912) (see Note 4)</p> <p>Basecourse Rolled asphalt to BS 594 (Clause 902) (see Note 2)</p> <p>Dense bitumen macadam or dense tarmacadam (Clause 903 or 904) (see Note 3)</p> <p>Single-course tarmacadam to BS 802 (Clause 906) or BS 1241 (see Notes 2 and 5)</p> <p>Single-course bitumen macadam to BS 1621 (Clause 905) or BS 2040 (see Notes 2 and 5)</p>	<p>Two-course (a) Wearing course— Minimum thickness 20 mm Cold asphalt to BS 1690 (Clause 910) (see Note 4) Coated macadam to BS 802, BS 1621, BS 1241 or BS 2040 (Clause 913, 912 or 908) (see Notes 2 and 4)</p> <p>(b) Basecourse Coated macadam to BS 802, BS 1621, BS 1241 or BS 2040 (Clause 906 or 905) (see Note 2)</p> <p>Single course Rolled asphalt to BS 594 (pitch-bitumen binder may be used)</p> <p>Dense tar surfacing to BTIA Specification (Clause 909)</p> <p>Medium-textured tarmacadam to BS 802 (Clause 913) (to be surface-dressed immediately or as soon as possible—see Note 4)</p> <p>Dense bitumen macadam to BS 1621 (Clause 908) (see Note 4)</p> <p>60 mm of single course tarmacadam to BS 802 (Clause 906) or BS 1241 (to be surface-dressed immediately or as soon as possible—see Note 4)</p> <p>60 mm of single course bitumen macadam to BS 1621 (Clause 905) or BS 2040 (see Note 4)</p>



- Notes
- The thicknesses of all layers of bituminous surfacings should be consistent with the appropriate British Standard Specification.
  - When gravel, other than limestone, is used, 2 per cent of Portland cement should be added to the mix and the percentage of fine aggregate accordingly.
  - Gravel tarmacadam is not recommended as a basecourse for roads designed to carry more than 2.5 million standard axles.
  - When the wearing course is neither rolled asphalt nor dense tar surfacing and where it is not intended to apply a surface dressing, it is essential to seal the construction against the ingress of water by applying a surface dressing either to the wearing course or to the basecourse.
  - Under a wearing course of rolled asphalt or dense tar surfacing the basecourse should consist of rolled asphalt to BS 594 (Clause 902) or of coated macadam (Clause 903 or 904).