

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	13-3-03
NO. JUDUL :	00039
NO. BIV. :	5120000350001
NO. STAMP :	

**TUGAS AKHIR  
ANALISA PERBANDINGAN BIAYA  
PEMBUATAN JALAN BARU  
ANTARA PERKERASAN KAKU DENGAN LENTUR**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
derajat Sarjana Teknik Sipil



KOLEKSI PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Oleh :

Nama : SAFARLI  
No. Mhs. : 87310166  
NIRM : 875014330151

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2003**

**TUGAS AKHIR  
ANALISA PERBANDINGAN BIAYA  
PEMBUATAN JALAN BARU  
ANTARA PERKERASAN KAKU DENGAN LENTUR**

Nama : SAFARLI  
No. Mhs. : 87310166  
NIRM : 875014330151


Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Bachnas Msc.  
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 03-02-03

Ir. Subarkah, MT.  
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 31-01-2003

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin penulis panjatkan segala puji dan syukur kehadirat Allah s.w.t, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga tersusunlah Tugas Akhir ini. Adapun Tugas Akhir ini kami beri judul "Analisa Perbandingan Biaya Pembuatan Jalan Baru antara Perkerasan Kaku dengan Lentur" sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana jenjang Strata satu (S-1), program studi Transportasi pada Fakultas Teknik Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan tanpa mengurangi rasa hormat, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan FTSP. Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan FTSP. Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Moch. Sigit, MT, selaku Dosen Penguji.
6. Bapak Ir. H. Tadjudin BMA, MT, selaku Dosen wali.
7. Bapak/Ibu Dosen, Asisten, serta seluruh staf karyawan FTSP Universitas Islam Indonesia.

Semoga Allah membalas semua amalan yang telah dilakukan dan mendapatkan pahala yang sesuai. Aamiin.

# *Persembahkan*

Tugas Akhir ini kupersembahkan buat :

*Ayah (A. Latief NS)  
Ibu (Magdalena)  
D' Mar (Istri)  
Uni Leni (Kakak)  
Uda Apil, (Alm. Kakak)  
Elis (Adik)  
Apung (Adik)  
Suci (Adik)  
Ijal (Adik)  
Uda Adam (Ipar)  
Tijan (Ipar)  
Iis (Ipar)  
Pak e' (Mertua)  
Bu e' (Mertua)  
Lek Sum Et Pak Irin*

---

Atas segala apa yang telah dilakukan sangatlah membantu saya  
dalam menyelesaikan Tugas akhir ini  
semoga Allah selalu mempersatukan kita, mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya  
serta selalu melimpahkan rizki yang banyak kepada kita semua  
Aaamiin.....

SABAR DAN TAWAKAL PADA ALLAH  
DALAM MENCAI REBAHAGIAAN  
DUNIA DAN AKHIRAT

*Motto*

## INTISARI

Sejalan dengan pertumbuhan industri yang sangat pesat serta semakin meningkatnya jumlah kepemilikan kendaraan bermotor akhir-akhir ini akan semakin berpengaruh pada besarnya beban yang diterima oleh suatu perkerasan jalan terutama pada daerah-daerah industri dan perkantoran, maka pada jalan tersebut sangat dituntut adanya struktur perkerasan jalan yang mampu untuk menerima beban berat dan padat/ramai.

Untuk membangun sebuah ruas jalan baru diperlukan beberapa pertimbangan antara lain jenis tanah dasar dimana konstruksi akan diletakkan, pemilihan jenis perkerasan, bahan yang akan digunakan sebagai perkerasan, alat-alat yang digunakan, besarnya biaya pekerjaan, serta kemampuan perkerasan dalam menerima beban. Banyak faktor yang mempengaruhi digunakannya suatu jenis perkerasan antara lain : besarnya biaya pekerjaan, kemudahan dalam pelaksanaan, ketersediaan bahan yang digunakan, ketersediaan peralatan, efisiensi waktu pelaksanaan, dan lain-lain.

Analisa yang dilakukan dalam mencari nilai banding biaya perkerasan antara perkerasan lentur dengan kaku adalah dengan memperhitungkan ketebalan yang kemudian dilakukan perhitungan biaya perkerasan pada masing-masing jenis perkerasan. Tata cara perhitungan ketebalan untuk perkerasan lentur menggunakan metode "Analisa Komponen" sedangkan untuk perkerasan kaku menggunakan metode "NAASRA".

Dalam tulisan ini perhitungan besarnya biaya perkerasan dilakukan pada tiap jenis lapis perkerasan tanpa memperhitungkan biaya pada pekerjaan diluar pekerjaan struktur perkerasan seperti : mobilisasi, pengaturan dan pengendalian lalu-lintas, marka jalan, drainase, kerb, dan lain-lain. Dari hasil analisa yang dilakukan biaya awal perkerasan kaku lebih mahal 25% dari perkerasan lentur hal ini sesuai dengan analisa yang telah dilakukan di beberapa negara seperti Thailand dan Filipina biaya awal (*Initial Cost*) perkerasan kaku lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur yaitu diatas 10%.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	I
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Halaman Persembahan	iv
Motto	v
Intisari	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
<b>BAB I : Pendahuluan</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Manfaat	3
1.4. Rumusan Masalah	3
1.5. Batasan Masalah	3
<b>BAB II : Tinjauan Pustaka</b>	
2.1. Tinjauan Umum	5
2.2. Metodologi	7
2.3. Landasan Teori	8
2.3.1. Perkerasan Jalan	8

2.3.2. Parameter Perhitungan Ketebalan	12
2.4. Bahan Perkerasan	18
2.4.1. Agregat (Batu Pecah)	20
2.4.2. Aspal	21
2.4.3. Semen	21
2.4.4. Besi Tulangan	21
2.4.5. Air	22
2.5. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan	23
2.5.1. Asumsi	23
2.5.2. Komposisi Campuran	23
2.5.3. Rumus-Rumus Kebutuhan Bahan	24
2.6. Peralatan	24
2.7. Tenaga Pekerja	27
2.8. Estimasi Biaya	29
2.8.1. Harga Satuan Setiap Mata Pembayaran	29
2.8.2. Volume Pekerjaan	29
2.8.3. Harga Pekerjaan Setiap Mata Pembayaran	30
2.8.4. Harga Total Setiap Mata Pembayaran	30
2.8.5. PPN	30
2.8.6. Biaya Umum dan Keuntungan	30
2.9. Tata Cara Perhitungan Struktur Perkerasan	30
2.9.1. Perkerasan Lentur	30
2.9.2. Perkerasan Kaku	31



2.10.	Perbandingan Biaya Perkerasan	35
<b>BAB III</b>	<b>: Perhitungan Tebal dan Biaya Perkerasan</b>	
3.1.	Perhitungan Ketebalan	36
3.1.1.	Data Perhitungan	36
3.1.2.	Perhitungan CBR Tanah Dasar	37
3.1.3.	Perkerasan Lentur	38
3.1.4.	Perkerasan Kaku	40
3.2.	Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Perkerasan	42
3.2.1.	Lapis Pondasi	42
3.2.2.	Lapis Permukaan	45
3.3.	Perhitungan Biaya Pekerjaan Struktur	46
3.3.1.	Perkerasan Lentur	47
3.3.2.	Perkerasan Kaku	50
3.3.3.	Resume Hasil Perhitungan Biaya	52
<b>BAB IV</b>	<b>: Pembahasan</b>	
4.1.	Perencanaan Jalan Baru	53
4.2.	Tebal Perkerasan	54
4.3.	Bahan Perkerasan	55
4.4.	Tenaga Kerja	56
4.5.	Peralatan	57
4.6.	Kebutuhan Alat, Bahan dan Tenaga Kerja	58
<b>BAB V</b>	<b>: Kesimpulan</b>	
5.1.	Kesimpulan	61

5.2. Saran-saran

BAB VI : Penutup

Daftar Pustaka

Lampiran

62  
63  
64

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. : Gradasi Agregat	20
Tabel 2.2. : Koefisien Gesekan antara Pelat Beton dengan Lapis Pondasi dibawahnya	22
Tabel 2.3. : Perhitungan Tebal Lapis Permukaan pada Perkerasan Kaku	32
Tabel 3.1. : Data CBR Lapangan	36
Tabel 3.2. : Volume dan Komposisi Lalu Lintas Harian pada Awal Umur Rencana	36
Tabel 3.3. : Perhitungan Nilai CBR yang sama atau lebih besar	37
Tabel 3.4. : Jumlah Repetisi Beban	42
Tabel 3.5. : Pemeriksaan Jumlah Fatigue	42
Tabel 3.6. : Analisa Biaya Pekerjaan ATB	47
Tabel 3.7. : Analisa Biaya Pekerjaan Lapis Pengikat	48
Tabel 3.8. : Analisa Biaya Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah (Agregat Kelas A)	48
Tabel 3.9. : Analisa Biaya Pekerjaan Lapis Resap Pengikat	49
Tabel 3.10. : Analisa Biaya Pekerjaan Laston AC	49
Tabel 3.11. : Analisa Biaya Pekerjaan CTSB	50
Tabel 3.12. : Analisa Biaya Pekerjaan Prime Coat	51
Tabel 3.13. : Analisa Biaya Pekerjaan Beton Semen	51
Tabel 3.14. : Total Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku	52
Tabel 3.15. : Total Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur	52

Tabel 4.1.	:	Kebutuhan Bahan Pada Perkerasan Lentur	55
Tabel 4.2.	:	Kebutuhan Bahan Pada Perkerasan Kaku	56
Tabel 4.3.	:	Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Perkerasan Lentur	56
Tabel 4.4.	:	Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Perkerasan Kaku	57
Tabel 4.5.	:	Kebutuhan Alat Pada Perkerasan Lentur	57
Tabel 4.6.	:	Kebutuhan Alat Pada Perkerasan Kaku	58
Tabel 4.7.	:	Kebutuhan Bahan, Alat dan Tenaga Kerja	58

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. : Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur	33
Gambar 2.2. : Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Kaku	34
Gambar 2.3. : Analisa Biaya Perkerasan	35
Gambar 3.1. : Grafik Nilai CBR	37
Gambar 3.2. : Perkerasan Lentur Hasil Hitungan	41
Gambar 3.3. : Tebal Lapisan Perkerasan Kaku Hasil Hitungan	43
Gambar 4.1. : Bagan Alir Sistem Perencanaan Perkerasan Untuk Jalan Baru	53

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan pertumbuhan Industri di Indonesia yang sangat pesat akhir-akhir ini, maka akan sangat berpengaruh pada bertambahnya frekwensi dan beban kendaraan khususnya pada sentra-sentra industri dan pelabuhan. Dengan meningkatnya frekwensi jumlah kendaraan pada suatu jalan tertentu, terutama pada daerah-daerah dimana selalu dilewati oleh kendaraan berat, maka pada jalan tersebut sangat dituntut adanya struktur perkerasan jalan yang mampu untuk menerima beban berat dan dapat bertahan cukup lama sesuai dengan usia rencana.

✓ Perkembangan kapasitas maupun kuantitas kendaraan yang menghubungkan kota-kota antar propinsi dan terbatasnya sumber dana untuk pembangunan jalan raya serta belum optimalnya pengoperasian prasarana lalu-lintas yang ada, merupakan persoalan utama di Indonesia dan dibanyak negara, terutama negara-negara yang sedang berkembang.

Untuk membangun ruas jalan baru maupun peningkatan yang diperlukan sehubungan dengan perubahan kapasitas jalan raya, tentu akan memerlukan metoda efektif dalam perancangan maupun perencanaan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, tetapi memenuhi unsur keselamatan pengguna jalan dan tidak mengganggu ekosistem.

Dalam merencanakan suatu proyek pembangunan (jalan atau gedung), kiranya perlu diadakan penelitian (*survey*) dan penilaian (*appraisal*) sebelum

meningkat kepada pelaksanaan. Aspek yang perlu sekali dipelajari dalam penelitian dan penilaian suatu proyek adalah aspek manfaat dan biaya disamping aspek teknis.

Pada saat ini pemanfaatan semen dibidang jalan masih terbatas pada konstruksi jembatan, sedangkan pada konstruksi perkerasan jalan boleh dikatakan belum cukup berarti. Hal-hal yang menyebabkan masih sangat terbatasnya penggunaan semen pada konstruksi perkerasan jalan antara lain adalah harga semen yang relatif tinggi, pengalaman yang masih terbatas baik dalam perencanaan maupun pelaksanaan, biaya investasi pertama yang tinggi dalam konstruksi dan peralatannya, serta faktor-faktor penghambat lainnya.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas saya mengambil judul “Analisa Perbandingan Biaya Pembuatan Jalan Baru antara Perkerasan Kaku (Beton Semen) dengan Perkerasan Lentur”, sebagai bahan penyusunan Tugas Akhir.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan dari penulisan antara lain :

1. Dapat menghitung ketebalan tiap lapis dari masing-masing jenis perkerasan (kaku/beton semen dan lentur),
2. Dapat menghitung besarnya biaya perkerasan, serta
3. Dapat mengetahui besarnya selisih harga/biaya yang dibutuhkan antara perkerasan kaku (beton semen) dengan perkerasan lentur.

### **1.3. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penulisan antara lain :

1. Sebagai bahan acuan untuk menghitung ketebalan struktur perkerasan.
2. Sebagai bahan acuan untuk menghitung biaya struktur perkerasan.
3. Sebagai tambahan informasi kepada pihak terkait seperti mahasiswa, konsultan serta kontraktor khususnya bagi mereka yang bergerak dalam bidang teknik sipil tentang jenis perkerasan kaku (beton semen) dimana jenis ini mendapat porsi sangat sedikit dalam bangku perkuliahan.

### **1.4. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan diuraikan dalam penulisan antara lain :

1. Bagaimana cara untuk mendapatkan tebal tiap lapisan perkerasan yang pada umumnya terdiri dari lapisan tanah dasar, lapis pondasi bawah dan atas serta lapis permukaan.
2. Bagaimana cara menghitung besarnya biaya pekerjaan pada suatu pembuatan jalan baru.
3. Berapa besarnya perbandingan biaya perkerasan antara perkerasan kaku dengan lentur.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penulisan antara lain :

1. Perhitungan ketebalan menggunakan data dari proyek pembangunan jalan Cakung Cilincing seksi VI, Jakarta.



2. Untuk perhitungan tebal lapis permukaan pada perkerasan kaku digunakan metode NAASRA (*National association of Australian State Road Authorities*), "*Interm Guide to Pavement Thickness Design*" (1979) yang disesuaikan dengan kondisi Indonesia oleh Bina Marga dalam SKBI : 2.3.28.1988 dan "*Pavement design*" (*A Guide to the Strutral Design of Road Pavement*), NAASRA, 1987. Perhitungan tebal lapis permukaan pada perkerasan kaku didasarkan pada total fatigue mendekati atau sama dengan 100 % ( $\leq 100\%$ ).
  3. Untuk perhitungan tebal lapis perkerasan lentur digunakan cara Bina Marga, dengan "Metoda Analisa Komponen" SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989.
  4. Perhitungan biaya perkerasan menggunakan metode "Analisa Harga Satuan" yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, no, 028/T/BM/1995.
-

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Umum

Secara umum berkurangnya masa pelayanan pada hampir seluruh jalan dapat disebabkan antara lain oleh spesifikasi bahan atau perkerasan yang tidak sesuai, pelaksanaan yang menyimpang, pemeliharaan yang buruk, muatan berlebih, arah jejak roda kendaraan yang menyalur atau kondisi lapisan tanah dasar yang lemah.<sup>1</sup>

Pemadatan campuran aspal akibat lalu lintas berat dilapangan dapat mengurangi kadar rongga campuran sampai kurang dari 3 %, serta berakibat mengurangi kontak antara butir-butir agregat, sehingga aspal cenderung berfungsi sebagai pelumas diantara butir-butir agregat. Sedangkan kadar rongga campuran lebih besar atau sama dengan 3 % setelah beberapa tahun mengalami pemadatan akibat lalu lintas berat, yang diasumsikan telah mencapai kepadatan tertinggi (refusal) dapat memberikan kinerja perkerasan yang memuaskan.

Penelitian terhadap hasil peningkatan dan pemeliharaan jalan ini dilakukan sejak 1988 oleh pusat penelitian dan pengembangan jalan bekerja sama dengan *Transport Research Laboratory* (TRL)<sup>2</sup>. Dari pengalaman TRL di beberapa negara lain dengan iklim tropis yang sama dengan di Indonesia, perbaikan prosedur perencanaan campuran aspal telah dikembangkan.

---

<sup>1</sup> Majalah Teknik, no. 034, Jakarta, 1986

<sup>2</sup> A. Tatang Dahlan, Ir. Msc, *Teknologi Perkerasan Jalan untuk Lalu lintas Berat dan Padat*, Jakarta, 1988

Spesifikasi campuran aspal yang saat ini banyak digunakan untuk peningkatan atau pemeliharaan jalan dikenal dengan Lapis Beton Aspal (LASTON), *Asphalt Concrete* (AC), Lapis Tipis Beton Aspal (LATASTON), *Hot Rolled Sheet* (HRS), dan Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) campuran panas atau ), *Hot Rolled Sand Sheet* (HRSS).

Seluruh campuran aspal ini diharapkan harus mempunyai kemampuan sebagai berikut : cukup kuat dan lentur, cukup awet ( *durable*), cukup tahan terhadap terjadinya alur plastis (*plastic rutting*) serta cukup aman terhadap kelicinan permukaan.

Konstruksi jalan raya pada hakekatnya adalah konstruksi yang banyak sekali diliputi oleh faktor-faktor ketidak pastian (*uncertainties*). Lain sama sekali halnya dengan struktur yang serba pasti. Ketidak pastian terdapat pada segi lalu lintas, segi material yang digunakan dan tanah dasar yang mendukungnya.

Biaya pembangunan jalan dengan kontruksi beton semen, Ir Parlindungan Harahap mengatakan relatif tidak mahal<sup>3</sup>. Berdasarkan data pada tender untuk jalan lingkar selatan, perbedaan harga antara *fleksible pavement* (aspal beton) dengan *rigid pavement* (beton semen) sekitar 25 % lebih tinggi *rigid pavement*.

Keuntungan-keuntungan pembangunan jalan dengan konstruksi *rigid pavement* antara lain *life time* (umur) yang lebih panjang  $\pm$  20 tahun, biaya pemeliharaan relatif kecil karena tidak setiap saat *dioverlay*, dan pelaksanaannya lebih mudah dengan peralatan produksi dalam negeri.

---

<sup>3</sup> Majalah Teknik, no. 034, Jakarta, 1986.

Beberapa hasil evaluasi biaya pelaksanaan pembuatan suatu perkerasan dari negara lain, didapat perbandingan antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur sebagai berikut<sup>4</sup> :

A. Thailand (1982, 8 juta EAL)

Biaya awal (*Initial Cost*) : *Fleksibel* = 90% *Rigid*

Biaya total selama 20 tahun : *Fleksibel* = 130% *Rigid*

B. Philipina (1985, *Expressway*)

Biaya awal (*Initial Cost*) : *Fleksibel* = 87% *Rigid*

Biaya total selama 20 tahun : *Fleksibel* = 128% *Rigid*.

## 2.2. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini berupa metode P-D-K (Pendapat-Dukungan-Kesimpulan), yaitu metode yang mendukung beberapa pendapat yang dibuktikan dengan menggunakan analisa perbandingan antara perkerasan beton semen dengan perkerasan lentur.

Bahan yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini berasal dari beberapa buku/literatur berupa buku panduan, laporan hasil praktek kerja, koran, majalah serta bahan-bahan yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan.

Data yang digunakan sebagai acuan awal dalam analisa ini menggunakan data pembangunan jalan Cakung Cilincing seksi VI, Jakarta<sup>5</sup>. Data-data yang akan

---

<sup>4</sup> Ibid

<sup>5</sup> \_\_\_\_, Laporan Praktek Kerja, Jakarta, 1997

digunakan sebagai dasar perhitungan ketebalan tiap lapisan pada struktur perkerasan antara lain :

1. Jalan yang direncanakan merupakan jalan arteri
2. Angka pertumbuhan lalu-lintas sebesar 4%
3. Curah hujan rata-rata > 900 mm/tahun
4. Kelandaian < 6%
5. Persentase kendaraan berat < 30%
6. Tipe Jalan 2 lajur 1 arah
7. Unsur rencana : 10 tahun.
8. Data/daftar Harga Satuan Bahan
9. Data/daftar Harga Satuan Sewa Alat
10. Data/daftar Harga Satuan Tenaga Kerja
11. Data CBR hasil pengujian lapangan
12. Data LHR pada awal umur rencana

## **2.3. Landasan Teori**

### **2.3.1. Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas<sup>6</sup>. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada tiga jenis, yaitu : perkerasan kaku, perkerasan lentur dan perkerasan jenis komposit.

#### **1. Perkerasan Lentur**

---

<sup>6</sup> Shirley L.H, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Bandung, 2000

Perkerasan lentur (*fleksible pavement*), adalah lapis perkerasan yang pada umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai bahan pengikat sehingga mempunyai sifat lentur (*fleksibel*) yang cukup besar.

Karakteristik jenis perkerasan lentur diantaranya sebagai berikut :

- a. Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan.
- b. Pada umumnya menggunakan bahan pengikat aspal.
- c. Seluruh lapisan ikut menanggung beban.
- d. Umur rencana biasanya kurang dari 20 tahun.
- e. Selama usia rencana diperlukan pemeliharaan secara berkala.

Beberapa sifat tentang perkerasan lentur diantaranya<sup>7</sup> :

- a. Terdiri dari banyak lapis atau *multi layer system*, yaitu terdiri dari lapis pondasi bawah, lapis pondasi (atas), serta lapis permukaan.
- b. Penyebaran beban oleh perkerasan pada tanah dasar (*sub grade*) relatif tidak begitu luas sehingga kekuatan tanah dasar relatif memegang peranan cukup penting. Peranan kekuatan tanah dasar

(CBR) dapat dilihat pada angka-angka berikut :

Untuk nilai CBR = 2% ; total repetisi =  $1,8 \times 10^6 \rightarrow ITP = 11$

Untuk nilai CBR = 5% ; total repetisi =  $1,8 \times 10^6 \rightarrow ITP = 8,4$ ,

ini berarti bahwa CBR tanah dasar dari 2% ke 5 % akan menurunkan harga ITP sebesar 2,6 atau mengurangi tebal aspal beton setebal 6,5 cm. Untuk kasus yang sama seperti diatas pada

<sup>7</sup> Anas Ali, *Kursus Manajemen Proyek IBRD Jabotabek*, Jakarta, 1988

jenis perkerasan beton semen pengaruh penurunan tebal pelat beton hanya 0,8 cm.

- c. Relatif agak peka terhadap deviasi jumlah atau berat beban (lalu lintas yang dipikul).
- d. Pekerjaan dan biaya perawatan selama umur pelayanan cukup besar karena perkerasan lentur cepat mengalami keausan, kegetasan dan jenis penurunan mutu lainnya.
- e. Pelaksanaan dan *quality control* lebih sulit karena terdiri dari banyak lapis dimana tiap lapis mempunyai sifat, cara pelaksanaan dan *quality control* yang berbeda-beda. Keadaan cuaca sangat mempengaruhi pelaksanaan.
- f. Mudah untuk dilapisi ulang (*overlay*), baik untuk maksud perawatan maupun perkuatan.

## 2. Perkerasan Kaku (beton semen)

Perkerasan kaku (beton semen), adalah struktur bangunan jalan yang terdiri dari plat beton semen yang bersambung (tidak menerus), atau menerus, tanpa atau dengan tulangan terletak diatas lapis pondasi bawah, tanpa atau dengan lapis aspalan sebagai lapis permukaan. Menurut NAASRA ada 5 jenis perkerasan kaku (beton semen), yaitu<sup>8</sup> :

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan

---

<sup>8</sup> Shirley L.H, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Bandung, 2000

- d. Perkerasan beton semen dengan tulangan serat baja
- e. Perkerasan beton semen pratekan.

Beberapa faktor untuk menentukan ketebalan pada perkerasan kaku antara lain<sup>9</sup>:

- a. Kekuatan lapisan tanah dasar
- b. Kekuatan beton
- c. Lalu lintas rencana
- d. Lapis pondasi bawah (*sub base*)

Beberapa sifat tentang perkerasan kaku diantaranya :

- a. Secara struktural terdiri dari satu lapis atau *single layer system* yang berupa pelat beton. Lapis sub base dibawah plat beton tidak berfungsi sebagai “struktural” tetapi berfungsi sebagai rantai kerja, pencegah pumpling, pengontrol jika terjadi adanya perubahan volume, dan lain sebagainya. Beberapa alasan digunakannya lapisan pondasi bawah (*sub base*) di bawah perkerasan kaku, adalah sebagai berikut<sup>10</sup> :
  - 1). Menambah daya dukung lapisan tanah dasar.
  - 2). Menyediakan rantai kerja yang stabil untuk peralatan konstruksi.
  - 3). Untuk mendapatkan permukaan daya dukung yang seragam.
  - 4). Untuk mengurangi lendutan pada sambungan-sambungan.
  - 5). Untuk membantu menjaga perubahan volume lapisan tanah dasar yang besar akibat pemuaiian atau penyusutan.
  - 6). Untuk mencegah keluarnya air pada sambungan.

---

<sup>9</sup> Anas Ali, *Kursus Manajemen Proyek IBRD Jabotabek*, Jakarta, 1988

<sup>10</sup> Ibid



- b. Pada perkerasan kaku, lapis pondasi bawah tidak dianggap sebagai lapis yang menopang (mendukung), namun tetap harus diperhitungkan menurut ketentuan yang disarankan. Untuk mendapatkan ketebalan lapis pondasi bawah pada perkerasan kaku dapat menggunakan grafik NAASRA. (lihat lampiran 11)
- c. Penyebaran beban oleh perkerasan relatif lebih luas sehingga tanah dasar relatif kecil dalam menerima beban.
- d. Variasi mutu/kekuatan tidak begitu luas karena adanya batasan mutu dan tebal beton yang disarankan, dengan demikian perkerasan beton semen pada umumnya dipergunakan pada jalan-jalan dengan lalu lintas tinggi/berat serta masa pelayanan yang panjang. Tebal pelat beton yang disarankan berkisar antara 15 cm sampai 30 cm.
- e. Pekerjaan dan biaya perawatan selama umur pelayanan relatif murah karena perkerasan beton semen lebih tahan terhadap proses keausan maupun pelapukan baik mekanis maupun kimiawi.
- f. Pelaksanaan dan *quality control* lebih mudah karena secara struktural perkerasan beton hanya terdiri dari satu lapis.
- g. Tidak memerlukan pelapisan ulang (*overlay*) dalam jangka waktu yang cukup lama.

### **2.3.2. Parameter Perhitungan Ketebalan**

#### **1. Tanah Dasar**

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Pengukuran daya dukung

lapisan tanah dasar dapat dilakukan dengan california bearing ratio (CBR), parameter elastis, serta modulus reaksi tanah dasar ( $k$ ). Untuk mendapatkan nilai CBR yang mewakili dilakukan cara-cara sebagai berikut :

- a. Lihat data nilai CBR hasil percobaan lapangan.
- b. Urutkan harga CBR mulai dari yang terendah sampai yang tertinggi pada kolom 2, serta frekwensi masing-masing harga CBR ke kolom 3.
- c. Tentukan jumlah harga CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR masukkan ke kolom 4.
- d. Angka jumlah terbanyak pada kolom 4 dinyatakan sebagai 100% dan yang lainnya merupakan persentase dari harga tersebut.
- e. Buat grafik hubungan nilai CBR dengan persentase jumlah yang sama atau lebih besar dari nilai CBR tersebut.
- f. Nilai CBR rata-rata adalah nilai yang didapat dari angka 90 % pada grafik hubungan CBR.
- g. Daya dukung tanah dasar (DDT) didapat dari grafik korelasi, dengan menarik garis secara horisontal kesebelah kiri pada nilai CBR yang mewakili. (lihat lampiran hal. 12)

## 2. Kekuatan beton

Prinsip parameter perencanaan untuk perencanaan beton didasarkan pada kuat lentur 90 hari. Kuat lentur rencana 90 hari dianggap estimasi paling baik digunakan untuk menentukan tebal perkerasan. Dalam

praktek, kuat lentur rencana beton 90 hari cukup memadai untuk konstruksi perkerasan jalan jika diambil antara 3,5 – 4,0 Mpa.

Tipikal hubungan untuk mengubah kuat tekan beton 28 hari ke kuat lentur 90 hari untuk beton yang menggunakan agregat pecah, menurut NAASRA adalah sebagai berikut <sup>11</sup>:

$$F_{28} = 0.75 \sqrt{C_{28}} \quad (2.1.)$$

$$F_{90} = 1,1 F_{28} = 0.83 \sqrt{C_{28}} \quad (2.2.)$$

$F_{90}$  = Kuat lentur beton 90 hari, (Mpa)

$F_{28}$  = Kuat lentur beton 28 hari, (Mpa)

Menurut SNI T-15-1991-03, besarnya modulus keruntuhan beton ( $f_r$ ) untuk beton normal yaitu :

$$f_r = 0.70 \sqrt{f'_c} \quad (\text{Mpa}) \quad (2.3.)$$

Untuk setiap kombinasi konfigurasi dan beban sumbu serta harga  $k$  tertentu, maka :

- a. Tegangan lentur yang terjadi pada pelat beton ditentukan dari grafik pada (lampiran)
- b. Perbandingan tegangan dihitung dengan membagi tegangan lentur yang terjadi pada pelat dengan modulus keruntuhan lentur beton ( $f_r$ )
- c. Jumlah pengulangan beban yang diijinkan ditentukan berdasarkan harga perbandingan tegangan.

### 3. Lalu lintas

<sup>11</sup> Shirley L.H, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Bandung, 2000

Perhitungan Lalu lintas rencana untuk perkerasan kaku adalah sebagai berikut<sup>12</sup> :

- a. Volume lalu lintas (LHR) yang diperkirakan pada akhir usia rencana, yang disesuaikan dengan kapasitas jalan.
- b. Jenis kendaraan yang diperhitungkan hanya kendaraan niaga dengan berat total minimum 5 ton.
- c. Mengubah beban trisumbu ke beban sumbu tandem didasarkan bahwa trisumbu setara dengan dua sumbu tandem.
- d. Konfigurasi sumbu yang diperhitungkan ada 3 macam, yaitu :
  - Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
  - Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
  - Sumbu tandem/ganda roda ganda (SGRG)
- e. Untuk masing-masing jenis kelompok sumbu kendaraan niaga, diestimasi angka LHR awal dari kelompok sumbu dengan beban masing-masing kelipatan 0,5 ton.
- f. Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama usia rencana

dihitung menggunakan rumus :

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \quad (2.4.)$$

untuk (  $i \neq 0$  )

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i \text{Log}(1+i)} \quad (2.5.)$$

<sup>12</sup> Ibid

Jika selama  $m$  tahun pertumbuhan lalu lintas tidak terjadi lagi, maka untuk ( $i \neq 0$ )

$$R = \frac{(1+i)^m - 1}{\text{Log}(1+i)} + (n-m)(1+i)^{m-1} \quad (2.6.)$$

JSKN = Jumlah Sumbu Kendaraan Maksimum

JSKNH = Jumlah Sumbu Kendaraan Maksimum Harian, pada saat tahun ke-0.

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas yang besarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan ( $i$ ) dan usia rencana ( $n$ ).

- g. Jumlah repetisi kumulatif tiap kombinasi konfigurasi/beban sumbu pada lajur rencana dihitung dengan rumus :

$$\text{JSKN} \times \% \text{ kombinasi terhadap JSKNH} \times \text{Cd} \quad (2.7.)$$

Lalu lintas rencana untuk jenis perkerasan lentur :

- a. Jalur Rencana

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan menurut daftar I SKBI 2.3.26.1987, sedangkan untuk koefisien distribusi kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel II SKBI 2.3.26.1987.

- b. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus di bawah ini :

$$(E)_{\text{tunggal}} = \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}^4}{(8160)^4} \quad (2.8.)$$

$$(E)_{\text{ganda}} = 0,086 \times \frac{(\text{beban sumbu ganda(kg)})^4}{(8160)^4} \quad (2.9.)$$

c. LHR dan rumus-rumus Lintas Ekuivalen

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

2). Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.10.)$$

3). Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (2.11.)$$

4). Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (2.12)$$

5). Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times FP \quad \text{dengan : } FP = UR/10 \quad (2.13)$$

keterangan :

- i = perkembangan lalu lintas
- LHR = lalu lintas harian rata-rata
- UR = umur rencana
- j = jenis kendaraan
- FP = faktor penyesuaian

4. Indeks Permukaan (IP)

Index Permukaan adalah nilai kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

### 5. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP dengan rumus :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \quad (2.14.)$$

dengan :

$a_1, a_2$  dan  $a_3$  = Koefisien relatif bahan perkerasan

$D_1, D_2$  dan  $D_3$  = Tebal masing-masing lapis perkerasan

### 6. Faktor Regional

Faktor Regional adalah faktor koreksi sehubungan dengan adanya perbedaan kondisi dengan kondisi percobaan AASHTO Road Test dan disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. FR ini dipengaruhi oleh bentuk alinemen, persentase kendaraan berat serta iklim.

## 2.4. Bahan Perkerasan

Salah satu faktor yang mempengaruhi/ menentukan mutu dari hasil suatu pekerjaan adalah bahan/material yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut. Bahan-bahan yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat atau spesifikasi yang telah ditentukan dan juga harus memperhatikan atau memperhitungkan apakah sudah memenuhi kualitas dan kuantitasnya serta bagaimana nilai ekonominya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pelaksanaan suatu proyek dapat dikelompokkan ke dalam 2 (dua) macam, yaitu :

1. Bahan yang berujud bahan mentah. Sebelum digunakan diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu agar dapat memenuhi standart dan spesifikasi yang telah ditentukan.

2. Bahan bangunan yang berwujud setengah jadi. Bahan ini merupakan hasil pengolahan dari pabrik, dimana masalah kualitas sudah dijamin oleh produsen.

Pertimbangan pada saat memilih bahan bangunan, selain harus mempertimbangkan mutu/kualitas dari bahan tersebut yang juga yang harus diperhatikan adalah masalah pengadaannya, jarak angkut, serta bagaimana cara menanganinya (pembuatan, penyimpanan, penempatan serta pengantaran ke tempat/lokasi dimana bahan-bahan tersebut akan digunakan).

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan suatu perkerasan harus memenuhi syarat-syarat atau spesifikasi yang telah ditentukan, serta harus memperhatikan atau memperhitungkan apakah sudah memenuhi kualitas dan kuantitasnya serta bagaimana nilai ekonominya.

Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan kuantitas komponen bahan dalam satuannya masing-masing, misalnya aspal dalam Kg, semen dalam Kg Atau zak, dan sebagainya untuk memperoleh satu satuan produk/hasil pekerjaan yang bersangkutan.

Untuk mata pembayaran yang mempunyai produk terdiri atas beberapa macam bahan/material seperti *Asphalt treated Base (ATB)*, *Hot Rolled Sheet (HRS)*, *Asphalt Concrete (AC)* dan lain-lain, komposisi campuran bahan-bahan tersebut mengikuti ketentuan yang tercantum dalam Spesifikasi teknis.

Kwantitas bahan adalah volume setiap jenis bahan dalam satuannya masing-masing yang diperlukan dalam suatu mata pembayaran dengan



memperhatikan satuan produk mata pembayaran yang bersangkutan, misalkan ATB dalam satuan  $m^3$ , HRS dan AC dalam satuan  $m^2$ , dan lain-lain.

Masukan /input bahan/material yang dibutuhkan dalam proses perhitungan harga satuan suatu jenis pekerjaan adalah harga satuan dasar bahan/material, yaitu harga komponen bahan/material per satu satuan tertentu yang diperlukan dalam mata pembayaran pekerjaan tersebut. Satuan bahan/material tersebut misalnya m,  $m^2$ ,  $m^3$ , kg, ton, zak, dan sebagainya.

#### 2.4.1. Agregat (Batu Pecah)

Agregat merupakan salah satu bahan utama perkerasan jalan selain aspal. Berdasarkan besaran partikel, agregat di bedakan atas, agregat kasar, agrgat halus, dan abu-abu batu/mineral filler. Berdasarkan mutu, Agregat dikelompokkan menjadi kelas A, B dan C (lihat tabel 2.1.).

Tabel 2.1. : Gradasi Agregat

Susunan Ayakan		Persentase lolos (dalam berat)		
No	Bukaan	Kelas A	Kelas B	Kelas C
2 ½	63.000	100	100	-
1 ½	38.100	100	67 – 100	-
¾	19.000	65 – 81	40 – 100	100
3/8	9.500	42 – 60	25 – 80	-
4	4.750	27 – 45	16 – 66	51 – 77
8	2.360	18 – 33	10 – 55	-
16	1.180	11 – 25	6 – 45	-
40	0.425	6 – 16	3 – 33	18 – 36
200	0.075	0 – 8	0 – 20	10 – 22

Dari : SKBI 2.3.28.1988

#### 2.4.2. Aspal

Aspal adalah material utama pada konst. Lapis perkerasan lentur jalan raya, yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena

mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air dan mudah dikerjakan. Aspal yang digunakan sebagai bahan jalan terbagi kedalam beberapa jenis, diantaranya : Aspal alam, Aspal hasil kilang minyak (bitumen) dan Ter.

#### **2.4.3. Semen**

Semen Portland / PC merupakan bahan ikat Hidrolis, yaitu apabila dicampur dengan air akan terjadi reaksi dari senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya sehingga ikatan yang kuat akibat pengerasan.

Mengingat sifatnya yang sangat peka, maka semen yang akan digunakan harus memperhatikan hal-hal berikut :

1. Masih dalam keadaan baru
2. Tidak ada tanda-tanda membatu/mengeras
3. Masih berada di dalam bungkus yang asli dan diusahakan semen yang akan dipakai tidak lebih dari 3 (tiga) bulan dari waktu pengeluarannya.
4. Tempat penyimpanan semen harus diatur sedemikian baik, sehingga semen aman dari keadaan-keadaan yang dapat menyebabkan semen tidak dapat dipakai lagi.
5. Penempatan semen dalam gudang penyimpanan haruslah diatur rapi, sehingga semen yang datang lewat dapat dipakai lebih dahulu.

#### **2.4.4. Besi Tulangan**

Pada perkerasan bersambung tanpa tulangan (pada perkerasan kaku), penulangan tetap dibutuhkan untuk mengantisipasi atau meminimalkan retak pada tempat-tempat dimana dimungkinkan terjadi konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari.

Tujuan dasar distribusi penulangan baja, menurut Shirley L.H, bukan untuk membatasi lebar retakan yang timbul pada daerah dimana beban terkonsentrasi agar tidak terjadi pembelahan plat beton pada daerah retak tersebut, sehingga kekuatan beton dapat dipertahankan. Pada perkerasan bersambung dengan tulangan luas tulangan dihitung dari persamaan :

$$A_s = \frac{11,76 (F.L.h)}{f_s} \quad (2.15.)$$

keterangan :

$A_s$  = Luas tulangan yang diperlukan, ( $\text{mm}^2/\text{m}$  lebar)

$F$  = Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapisan di bawahnya (tabel 2)

$L$  = Jarak antara sambungan, (m)

$h$  = Tebal pelat, (mm)

$f_s$  = Tegangan tarik baja ijin, (Mpa)

Catatan :  $A_s$  minimum menurut SNI'91, untuk segala keadaan 0,14 % dari luas penampang beton.

Tabel 2.2 : Koefisien gesekan antara pelat beton semen dengan lapisan pondasi di bawahnya

Jenis Pondasi	Faktor Gesekan (F)
BURTU, LAPEN dan konstruksi sejenis	2.2
Aspal beton, LATASTON	1.8
Stabilisasi kapur	1.8
Stabilisasi aspal	1.8
Stabilisasi semen	1.8
Koral sungai	1.5
Batu pecah	1.5
Sirtu	1.2
Tanah	0.9

Dari : SKBI 2.3.28.1988

#### 2.4.5. Air

Air sebagai bahan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia juga merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan ini. Selain digunakan sebagai bahan untuk pencampur air juga berfungsi

sebagai bahan untuk perawatan konstruksi. Dalam pelaksanaannya air digunakan pada setiap lapis perkerasan.

## **2.5. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan**

### **2.5.1. Asumsi**

Jam kerja efektif per – hari ( $T_k$ ) = 7 jam

Faktor pengembangan bahan ( $F_k$ ) = fh

Faktor kehilangan bahan ( $F_h$ ) = 1,10

Jarak rata-rata quarry ke lapangan ( $L$ ) = 20 km

Tebal hamparan padat ( $t$ ) = disesuaikan jenis perkerasan

Berat jenis bahan/material ( $D$ ) = disesuaikan jenis bahan/material

### **2.5.2. Komposisi campuran**

#### **1. Komposisi campuran AC**

Coarse Agregat = 61,15 %

Fine Agregat = 27,00 %

Fraksi Filler = 4,85 %

Asphalt = 7,00 %

#### **2. Komposisi campuran ATB :**

Coarse Agregat = 50,00 %

Fine Agregat = 38,00 %

Fraksi Filler = 5,50 %

Asphalt = 6,50 %

### 3. Komposisi campuran Beton Semen :

Semen : Pasir : Agregat = 1 : 2,5 : 3

#### 2.5.3. Rumus-rumus Kebutuhan Bahan

$$1. \text{ Agregat kasar} = (CA \times D1 \times t \times Fh1) / D2 \quad (2.16.)$$

$$2. \text{ Agregat halus} = (FA \times D1 \times t \times Fh1) / D2 \quad (2.17.)$$

$$3. \text{ Filler} = FF \times D1 \times t \times Fh1 \quad (2.18.)$$

$$4. \text{ Aspal} = AS \times D1 \times t \times Fh2 \quad (2.19.)$$

$$5. \text{ Semen} = (Sm \times D1 \times 1000) \times 1.05 \quad (2.20.)$$

$$6. \text{ Pasir} = ((Ps \times D1) : D3) \times 1.05 \quad (2.21.)$$

$$7. \text{ Agregat} = ((Kr \times D1) : D4) \times 1.10 \quad (2.22.)$$

keterangan :

CA = Persentase komposisi bahan Course Agregat

FA = Persentase komposisi bahan Fine Agregat

FF = Persentase komposisi bahan Fraksi Filler

AS = Persentase komposisi bahan Ashpal

Sm = Persentase komposisi bahan Semen

Ps = Persentase komposisi bahan Pasir

Kr = Persentase komposisi bahan Kerikil

## 2.6. Peralatan

Dalam pelaksanaan suatu proyek, salah satu faktor penunjang dalam pelaksanaan pekerjaan adalah peralatan yang digunakan. Dengan adanya peralatan tersebut maka kelangsungan dan kelancaran suatu kegiatan dapat dilaksanakan/diwujudkan, sehingga semua jenis pekerjaan dapat dilaksanakan sesuai dengan jadwal rencana pekerjaan (*time schedule*).

Menurut cara pelaksanaannya peralatan dibagi kedalam dua jenis yaitu peralatan yang bersifat manual dan peralatan yang bersifat mekanis. Tujuan dari

penggunaan peralatan yang bersifat mekanis adalah untuk mengerjakan pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan secara manual.

Untuk menentukan peralatan yang digunakan harus disesuaikan dengan macam dan jenis pekerjaan yang akan dikerjakan, antara lain :

1. Volume pekerjaan
2. Produktifitas/kapasitas proyek
3. Jadwal pelaksanaan pekerjaan proyek (*time schedule*)
4. Jenis pekerjaan
5. Jenis bahan
6. Lokasi/tempat serta medan (keadaan lokasi) pekerjaan.

Perhitungan komponen alat pada umumnya berdasarkan pada : Jenis, Kapasitas, Faktor Efisiensi Produksi, Waktu Siklus Kerja (*Cycle Time*), Hasil Produksi per Satuan Waktu, Kwantitas Jam Kerja, serta Harga Satuan Dasar Alat. Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan kwantitas jam kerja suatu jenis alat, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh alat tersebut untuk menghasilkan satu satuan produk mata pembayaran yang bersangkutan.

Jenis alat yang diperlukan dalam suatu mata pembayaran disesuaikan dengan ketentuan yang tercantum dalam spesifikasi teknis, misalnya dalam mata pembayaran Hot Rolled Sheet dalam spesifikasi diharuskan menggunakan Tandem roller untuk penggilasan awal dan Pneumatic Tyre Roller untuk penggilasan antara. Kapasitas alat yang akan digunakan harus sesuai dengan besarnya pekerjaan yang akan dilaksanakan dan ketentuan yang tercantum dalam

spesifikasi (bila ada). Satuan Alat biasanya terdiri dari unit, jam, hari, dan sebagainya. Besarnya harga kebutuhan tiap alat dipakai rumus :

$$\text{Koefisien alat} = 1 : Q \quad (2.23.)$$

Beberapa rumus kebutuhan alat antara lain <sup>13</sup>:

1. Concrete Mixer

$$Q = (V \times Fa \times 60) / (Ts \times 1000) \quad (2.24.)$$

$$Ts = T1 + T2 + T3 + T4 \quad (2.25.)$$

Dengan :

$$\begin{array}{ll} T1 = \text{Memuat} & T3 = \text{Menuang} \\ T2 = \text{Mengaduk} & T4 = \text{Menunggu} \end{array}$$

2. Water Tank Truck

$$Q = (V \times Fa \times tn) / Wc \quad (2.26.)$$

3. Dump Truck

$$Q = (V \times Fa \times 60) / (D \times Ts) \quad (2.27.)$$

$$Ts = T1 + T2 + T3 + T4 \quad (2.28.)$$

dengan :

$$\begin{array}{ll} T1 = \text{mengisi bak} & T3 = \text{tunggu + dump + putar} \\ T2 = \text{angkut} & T4 = \text{kembali} \end{array}$$

4. Motor Graider

$$Q = (Lh \times b \times t \times Fa \times 60) / (n \times Ts) \quad (2.29.)$$

$$Ts = T1 + T2 \quad (2.30.)$$

dengan :

$$T1 (\text{Perataan 1 kali}) = Lh : (V \times 1000) \times 60$$

T2 = Lain-lain

5. Exavator

<sup>13</sup> DPU, DirJen Bina Marga, *Analisa Harga Satuan*, Jakarta, 1990

$$Q = (F \times F_b \times F_a \times 60) / (T_s \times F_h) \quad (2.31.)$$

$$T_s = \text{Menggali} + \text{Lain-lain} \quad (2.32.)$$

#### 6. Wheel Loader

$$Q = (V \times F_b \times F_a \times 60) / (T_s \times F_k) \quad (2.33.)$$

$$T_s = \text{Memuat} + \text{lain-lain} \quad (2.34.)$$

#### 7. Vibrator Roller

$$Q = (b \times t \times F_a \times 60) / n \quad (2.35.)$$

#### 8. Asphalt Sprayer

$$Q = (V \times F_a) / T_s \quad (2.36.)$$

#### 9. Air Compressor

$$Q = V \times A_p \quad (2.37.)$$

#### 10. Pneumatic Tire Roller

$$Q = \frac{(v \times 1000) \times b \times F_a}{n} \quad (2.38.)$$

#### 11. Asphalt Finisher

$$Q = V \times F_a \quad (2.39.)$$

#### 12. Asphalt Mixing Plant (AMP)

$$Q = (V \times F_a) / (D \times t) \quad (2.40.)$$

Keterangan :

Q	= Kapasitas Produksi/jam	tn	= Waktu pengisian tangki/jam
Ts	= Waktu siklus	D	= Berat jenis bahan
V	= Kapasitas alat	Lh	= Panjang hamparan
Fa	= Faktor efisiensi alat	b	= Lebar efektif kerja blade
Fb	= Faktor Bucket	Ap	= Aplikasi bahan lapisan
N	= Jumlah lintasan		



Catatan : Kebutuhan alat penggetar seperti Concrete Vibrator disesuaikan dengan kapasitas produksi alat pencampur (concrete mixer).

## 2.7. Tenaga Pekerja

Yang dimaksud dengan tenaga pekerja disini adalah tenaga kerja yang dikualifikasikan ke dalam suatu jenis mata pembayaran pekerjaan, antara lain: Mandor, Pekerja, Tukang, Sopir, Operator dan lain-lain.

Perhitungan upah tenaga kerja adalah berdasarkan : Kualifikasi, Jumlah, Kwantitas Jam Kerja, serta Harga Satuan Dasar Tenaga Kerja. Beberapa kualifikasi tenaga kerja yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu jenis mata pembayaran pekerjaan antara lain : mandor, pekerja, tukang, sopir, operator dan lain-lain.

Jumlah tenaga kerja yang digunakan sebagai faktor utama dalam proses produksi dihitung dengan cara di taksir, sedangkan jumlah tenaga kerja yang digunakan sebagai pendukung peralatan dihitung atas dasar produktifitas peralatan yang paling menentukan dibagi dengan jumlah dan klasifikasi tenaga kerja yang digunakan sesuai dengan uraian metode kerja.

Kuantitas jam kerja adalah angka yang menunjukkan lamanya pemakaian tenaga kerja dalam mengerjakan satu satuan produk suatu mata pembayaran. Harga satuan dasar tenaga kerja yang diperlukan dalam proses perhitungan analisa harga satuan pekerjaan yaitu berupa resume Harga Satuan Dasar tenaga kerja yang dibutuhkan dalam mata pembayaran pekerjaan tersebut berdasarkan data otentik yang tersedia.

Beberapa rumus kebutuhan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

$$\text{Pekerja} = (\text{Tk} \times \text{P})/\text{Qt} \quad (2.41.)$$

$$\text{Mandor} = (\text{Tk} \times \text{M})/\text{Qt} \quad (2.42.)$$

$$\text{Tukang} = (\text{Tk} \times \text{Tb})/\text{Qt} \quad (2.43.)$$

Keterangan :

P = Jumlah kebutuhan Pekerja (orang)

M = Jumlah kebutuhan Mandor (orang)

Tb = Jumlah kebutuhan Tukang (orang)

Tk = Jam kerja efektif/hari (jam)

Qt = Produksi kerja 1 hari (kg)

## 2.8. Estimasi Biaya

Perkiraan (Estimasi) Biaya Proyek, merupakan jumlah dari harga total seluruh mata pembayaran ditambah dengan Pajak Pertambahan Nilai (PPN).

Estimasi biaya proyek terdiri dari :

### 2.8.1. Harga Satuan Setiap Mata Pembayaran

Harga Satuan setiap mata pembayaran adalah harga suatu jenis pekerjaan tertentu persatuan tertentu berdasarkan rincian metode pelaksanaan yang memuat jenis, kuantitas dan harga satuan dasar dari komponen tenaga kerja, bahan dan peralatan yang diperlukan didalamnya sudah termasuk biaya umum dan keuntungan.

### 2.8.2. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan untuk setiap mata pembayaran disesuaikan dengan kebutuhan per proyek yang dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga.

2. Harga Faktor regional dan Index Permukaan (awal dan akhir) untuk mendapatkan tebal minimum dan koefisien kekuatan relatif.
3. Gunakan daftar IV SKBI 2.3.26.1987 untuk mencari besarnya nilai Index Tebal Perkerasan dengan menggunakan nomogram.
4. Rencanakan ketebalan tiap lapis perkerasan.
5. Hitung nilai ITP-nya dengan menggunakan rumus (2.14.).
6. Kontrol apakah harga ITP pada nomor 5 sudah sesuai dengan harga ITP pada nomor 3, jika belum ulangi dengan menambahkan ketebalan rencana.

Untuk selanjutnya bagan alir (*flow chart*) tata cara perhitungan ketebalan untuk perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 2.1.

### **2.9.2. Perkerasan Kaku**

Perhitungan tebal lapis permukaan pada perkerasan kaku didasarkan pada total fatigue  $\leq 100\%$ . Tata cara perhitungan tebal lapis permukaan untuk jenis perkerasan kaku (beton semen), adalah sebagai berikut :

1. Klasifikasikan setiap jenis kendaraan kedalam konfigurasi sumbu
2. Hitung jumlah beban sumbu kendaraan niaga dari data lalu lintas harian pada awal umur rencana.
3. Hitung repetisi beban tiap konfigurasi beban sumbu pada jalur rencana.
4. Hitung besarnya modulus keruntuhan beton yang terjadi ( $f_r$ )
5. Rencanakan ketebalan, kemudian hitung jumlah persen fatigue dengan menggunakan tabel seperti tabel 2.3. jika lebih besar dari 100%, maka

hitungannya diulang dengan menambahkan ketebalan rencana sampai jumlah persen fatiguenya  $\leq 100\%$ .

Tabel 2.3. : Perhitungan Tebal lapis permukaan pada perkerasan kaku

Konfigurasi sumbu	Beban sumbu (ton)	Beban Rencana (FK)	Repetisi Beban ( $10^5$ )	Tegangan yang terjadi (MPa)	Perbandingan tegangan	Jumlah Repetisi beban ijin	Persen Fatigue (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
STRT	-	-	-	-	-	-	-
STRT	-	-	-	-	-	-	-
STRG	-	-	-	-	-	-	-
STRT	-	-	-	-	-	-	-
STRG	-	-	-	-	-	-	-
STRG	-	-	-	-	-	-	-
<b>JUMLAH</b>							<b>&lt; 100 %</b>

Sumber : Shirley L.H., Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya

Tata cara pengisian kolom tabel 2.3. :

Kolom 1 : Klasifikasikan tiap konfigurasi beban sumbu (STRT, STRG atau SGRG).

Kolom 2 : Masukkan jumlah beban sumbu masing-masing.

Kolom 3 : Hasil perkalian antara faktor keamanan dengan kolom 2.

Kolom 4 : Hasil perkalian kolom 2 & 3.

Kolom 5 : Didapat dari Grafik NAASRA pada lampiran 8, 9 dan 10.

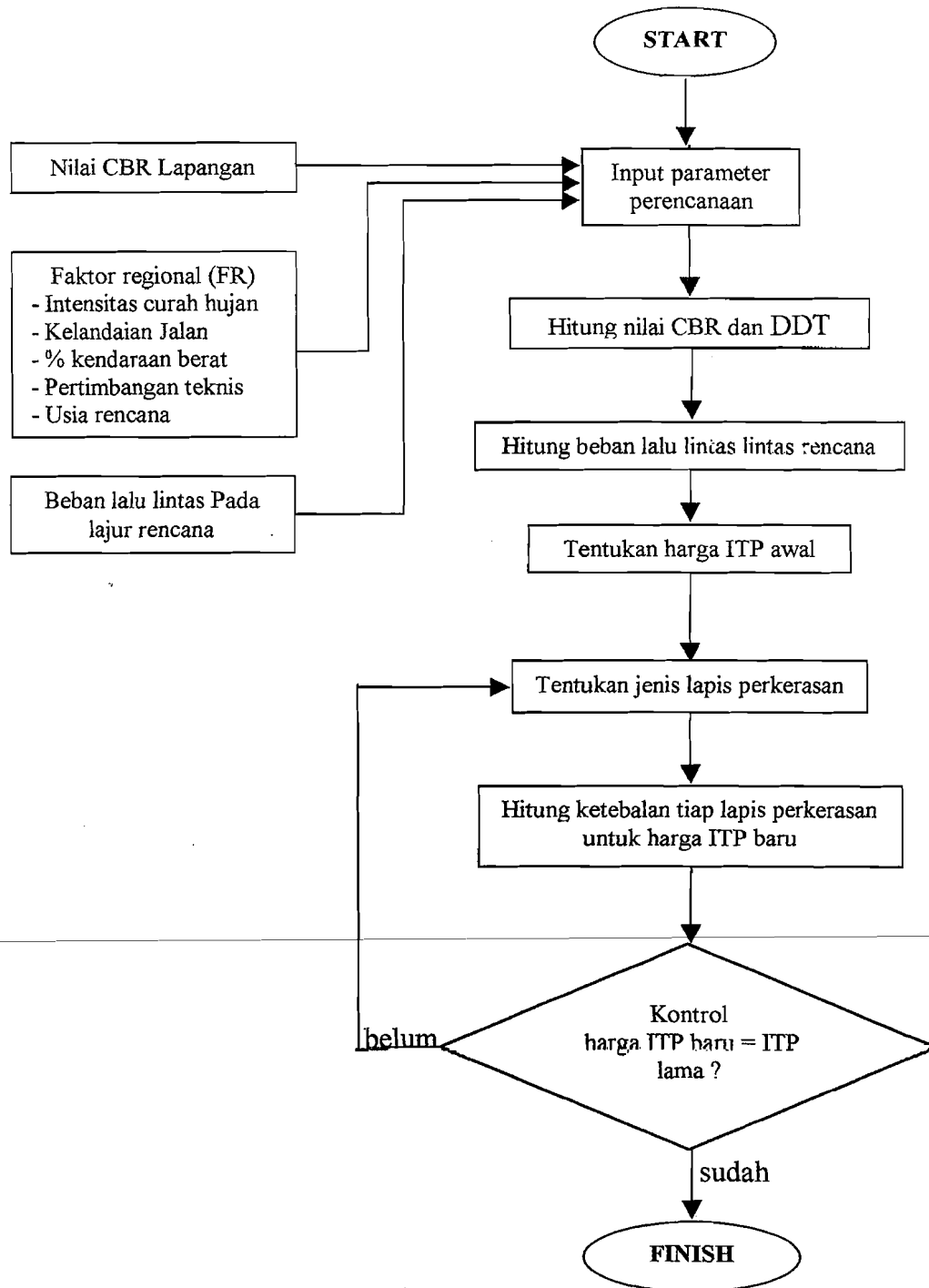
Kolom 6 : Kolom 5 dibagi dengan  $f_r \rightarrow f_r =$  modulus keruntuhan beton.

Kolom 7 : Dari tabel perbandingan tegangan dan jumlah pengulangan beban yang diijinkan (lampiran 13).

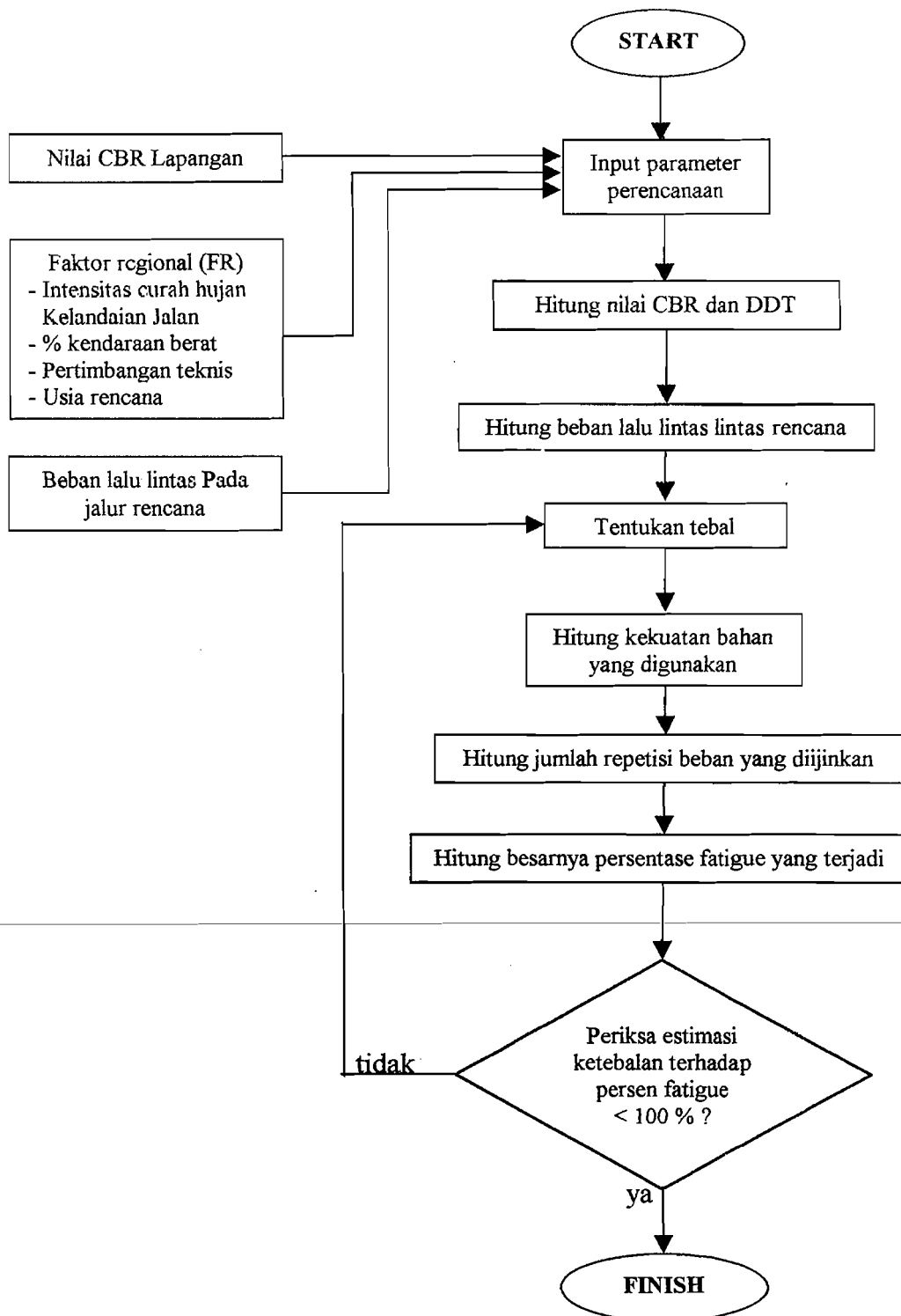
Kolom 8 : Kolom 4 dibagi dengan kolom 7.

Untuk selanjutnya bagan alir (*flow chart*) tata cara perhitungan ketebalan

untuk perkerasan kaku beton semen dapat dilihat pada gambar 2.2.



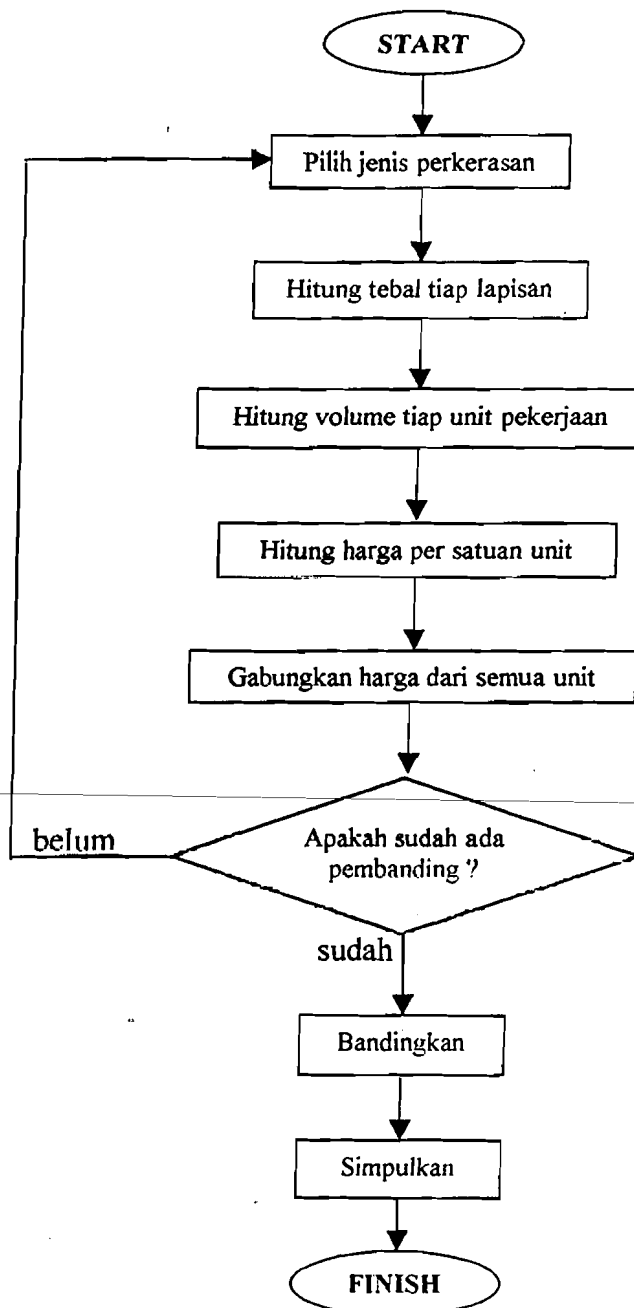
Gambar 2.1. : Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur



Gambar 2.2. : Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan kaku (beton semen)

## 2.10. Perbandingan Biaya Perkerasan

Besarnya biaya pekerjaan adalah biaya pembuatan struktur jalan yang dihitung pada tiap lapisan. Selanjutnya akan dicari besarnya nilai banding antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur. (lihat gambar 2.3.)



Gambar 2.3. : Analisa Biaya Perkerasan

### BAB III

#### PERHITUNGAN TEBAL DAN BIAYA PERKERASAN

##### 3.1. Perhitungan Ketebalan

Perhitungan ketebalan merupakan dasar untuk dapat menghitung besarnya biaya perkerasan.

##### 3.1.1. Data Perhitungan

Jalan yang direncanakan merupakan jalan arteri dengan angka pertumbuhan lalu-lintas sebesar 4%, curah hujan rata-rata > 900 mm/tahun, kelandaian < 6%, prosentase kendaraan berat < 30%, tipe Jalan 2 lajur 1 arah, umur rencana : 10 tahun.

Tabel 3.1. : Data CBR lapangan

No.	STASIONING	NILAI CBR	No.	STASIONIG	NILAI CBR
1	0+000	3,50	11	5+000	13,50
2	0+500	2,50	12	5+500	13,50
3	1+000	3,40	13	6+000	14,00
4	1+500	2,70	14	6+500	2,70
5	2+000	2,60	15	7+000	2,80
6	2+500	2,50	16	7+500	2,70
7	3+000	2,60	17	8+000	6,00
8	3+500	2,60	18	8+500	4,20
9	4+000	2,80	19	9+000	5,50
10	4+500	2,50	20	9+500	3,30

Sumber : Laporan Kerja Praktek, 1997

Tabel 3.2. : LHR pada awal umur rencana

JENIS KENDARAAN	BEBAN SUMBU (ton)		JUMLAH	
	Depan	Belakang	KENDARAAN	SUMBU
Mobil Penumpang	1 (STRT)	1 (STRT)	6.095	-
Bus	3 (STRT)	5 (STRG)	417	834
Truk ringan	4 (STRT)	6 (STRG)	2.078	4.155
Truk berat	6 (STRT)	14 (STRG)	2.686	5.371
	JUMLAH		5.181	10.361

Sumber : Laporan Kerja Praktek, 1997



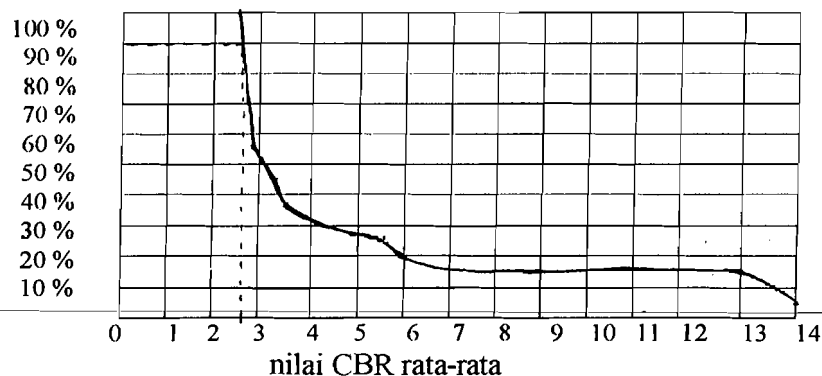
### 3.1.2. Perhitungan CBR Tanah Dasar

Dari data hasil uji lapangan seperti yang tersebut diatas, maka besarnya nilai CBR rata-rata dapat dicari dengan menggunakan tabel 3.3. dan gambar 3.1.

Tabel 3.3. : Perhitungan nilai CBR yang sama atau lebih besar

No. Urut	Nilai CBR	Frekwensi	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase yang sama atau lebih besar (%)
1	2,50	3	20	100
2	2,60	3	17	85
3	2,70	3	14	70
4	2,80	2	11	55
5	3,30	1	9	45
6	3,40	1	8	40
7	3,50	1	7	35
8	4,20	1	6	30
9	5,50	1	5	25
10	6,00	1	4	20
11	13,50	2	3	15
12	14,00	1	1	5

Sumber : Laporan Kerja Praktek, 1997



Gambar 3.1. : Grafik nilai CBR

Dari grafik didapat nilai CBR yang mewakili adalah 2,57 %, maka akan diketahui nilai DDT tanah dasar dengan menarik garis horizontal pada gambar 2.1. (korelasi nilai DDT dan CBR). Dari gambar tersebut didapat nilai DDT sebesar 3,45.

### 3.1.3. Perkerasan Lentur

#### 1. Lintas Ekivalen Rencana

##### a. Angka Ekivalen (E)

$$\text{STRT 1 ton} = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,0002$$

$$\text{STRT 3 ton} = \left(\frac{3000}{8160}\right)^4 = 0,0183$$

$$\text{STRT 4 ton} = \left(\frac{4000}{8160}\right)^4 = 0,0577$$

$$\text{STRT 6 ton} = \left(\frac{6000}{8160}\right)^4 = 0,2923$$

$$\text{STRG 5 ton} = 0,086 \left(\frac{5000}{8160}\right)^4 = 0,1410$$

$$\text{STRG 6 ton} = 0,086 \left(\frac{6000}{8160}\right)^4 = 0,0251$$

$$\text{STRG 14 ton} = 0,086 \left(\frac{14000}{8160}\right)^4 = 0,7452$$

$$\text{Mobil Penumpang (1+1)} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

$$\text{Bus (3+5)} = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$$

$$\text{Truk ringan (10 ton) (4+6)} = 0,0577 + 0,0251 = 0,0828$$

$$\text{Truk berat (20 ton) (6+14)} = 0,2923 + 0,7452 = 1,0375$$

## b. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

$$\text{Mobil Penumpang} = 4.163 \times 0,45 \times 0,0004 = 0,500$$

$$\text{Bus} = 285 \times 0,45 \times 0,1593 = 20,430$$

$$\text{Truk ringan (10 ton)} = 1.419 \times 0,45 \times 0,0828 = 52,872$$

$$\text{Truk berat (20 ton)} = 1.834 \times 0,45 \times 1,0375 = 856,249$$

$$LEP = 930,051$$

## c. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = LEP \times (1 + i)^{UR} = 930,051 \times (1 + 0,04)^{10} = 1376,703$$

## d. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} = \frac{930,051 + 1376,703}{2} = 1153,377$$

## e. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times (UR / 10) = 1153,377 \times (10/10) = 1153,377$$

## 2. Faktor Regional

Dari data : jalan arteri dengan curah hujan rata-rata/tahun  $> 900\text{mm}$ ,

kelandaian rata-rata = 6%.

$$\text{Persen kendaraan berat} = \frac{285 + 1419 + 1834}{4163 + 285 + 1419 + 1834} \times 100\% = 46\%$$

Dari daftar IV, SKBI 2.3.26.1987 : Faktor Regional (FR) = 1,5 – 2,0

dipakai FR = 1,5

## 3. Index Permukaan

Direncanakan lapis permukaan menggunakan jenis lapis perkerasan

LASTON, dari daftar VI, SKBI 2.3.26.1987, didapat Index Permukaan

pada awal umur rencana ( $IP_0$ )  $\geq 4$ . Dari tabel daftar V, Index Permukaan pada akhir umur rencana ( $IP_t$ ) pada nilai LER sebesar  $1153,377 > 1000$ , dengan klasifikasi jalan merupakan jalan arteri didapat nilai ( $IP_t$ ) = 2,5

#### 4. Index Tebal Permukaan

Dari lampiran SKBI 2.3.26.1987 hal. 1 dengan harga DDT = 3,45 serta FR = 1,50 maka didapat nilai ITP = 13.

#### 5. Tebal Lapis Perkerasan

Dari daftar VII SKBI 2.3.26.1987 Koefisien kekuatan relatif (a) jika yang digunakan jenis perkerasan berupa :

Lapis Permukaan (Laston)  $a_1 = 0,40$  .

Lapis Pondasi atas (ATB)  $a_2 = 0,28$

Lapis Pondasi bawah (batu pecah kelas A)  $a_3 = 0,14$

Dari daftar VIII SKBI 2.3.26.1987 batas-batas minimum tebal lapis perkerasan, didapat tebal tiap lapisan sebagai berikut :

Lapis permukaan,  $D_1$  (minimum) = 10 cm

Lapis Pondasi Atas,  $D_2$  (minimum) = 15 cm

Lapis Pondasi Bawah,  $D_3$  (minimum) = 10 cm

Didapat nilai ITP baru sebesar  $\rightarrow ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$

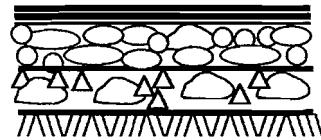
$ITP = (0,40 \times 10) + (0,28 \times 15) + (0,14 \times 10) = 9,50$  tidak sama

dengan ( $\neq$ ) nilai ITP yang didapat dari nomogram yaitu sebesar 13, maka ketebalan pada salah satu atau setiap lapisan harus ditambah.

Digunakan :  $D_1 = 15$ ,  $D_2 = 17,5$  maka untuk  $D_3$  dapat dicari dengan

rumus :  $ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \rightarrow ITP \text{ (nomogram)} = 13$

$13 = (0,40 \times 15) + (0,28 \times 17,5) + (0,14 \times D_3) \rightarrow \text{didapat } D_3 = 15 \text{ cm.}$



Laston AC = 15 cm  
 ATB = 17,5 cm  
 Agregat kelas A = 15 cm  
 Tanah asli

Gambar 3.2. : Perkerasan Lentur Hasil Hitungan

### 3.1.4. Perkerasan Kaku

#### A. Beton Rencana

Direncanakan beton yang digunakan adalah beton dengan kuat tekan 28 hari sebesar  $340 \text{ kg/cm}^2$ .

$$f_c' = 340/10,2 = 33 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0,70 \sqrt{f_c'} = 0,70 \sqrt{33} = 4,021 > 3,50 \text{ Mpa}$$

#### B. Beban Lalu Lintas

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH) = 10.361

Faktor Pertumbuhan lalu-lintas.

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i \log(1+i)} = \frac{(1+0,04)^{10} - 1}{0,04 \log(1+0,04)} = 12,245$$

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R = 46.307.712,43$$

#### C. Jumlah Repetisi Beban

Tipe jalan, 2 lajur 1 arah  $\rightarrow$  didapat  $C_d = 0,70$ .

Jumlah repetisi beban = JSKN x % kombinasi terhadap JSKNH x  $C_d$

Tabel 3.4. : Jumlah Repetisi Beban

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Persen Konfigurasi beban sumbu (%)	Jumlah repetisi beban
STRT	1	$6.095 : 10.361 = 58,82$	$190,67 \times 10^5$
STRT	1	$6.095 : 10.361 = 58,82$	$190,67 \times 10^5$
STRT	3	$417 : 10.361 = 4,03$	$13,06 \times 10^5$
STRT	4	$2.078 : 10.361 = 20,05$	$64,99 \times 10^5$
STRG	5	$417 : 10.361 = 4,03$	$13,06 \times 10^5$
STRT	6	$2.686 : 10.361 = 25,92$	$84,02 \times 10^5$
STRG	6	$2.078 : 10.361 = 20,05$	$64,99 \times 10^5$
STRG	14	$2.686 : 10.361 = 25,92$	$84,02 \times 10^5$

#### D. Tebal Pelat Beton

Tata cara perhitungan dapat dilihat pada halaman 32. Direncanakan tebal lapis beton semen yang digunakan = 26 cm atau 260 mm.

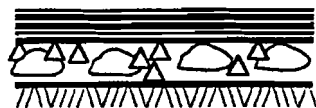
Tabel 3.5. : Pemeriksaan Jumlah Persen Fatigue

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana (FK = 1,1)	Repetisi Beban ( $10^5$ )	Tegangan yang terjadi (Mpa)	Perbandingan tegangan	Jumlah Repetisi beban ijin	Persentase Fatigue (%)	
1	2	3	4	5	6	7	8	
STRT	2	2,2	190,678	-	-	-	-	
STRT	3	3,3	13,049	-	-	-	-	
STRT	4	4,4	65,004	-	-	-	-	
STRG	5	5,5	13,049	-	-	-	-	
STRT	6	6,6	84,025	-	-	-	-	
STRG	6	6,6	65,004	-	-	-	-	
STRG	14	15,4	84,025	2,2	0,55	130.000	64,63	
<b>Jumlah = 64,63%</b>								

Jumlah persentase fatigue = 64,63% < 100%, berarti beton semen dengan ketebalan 26 cm dapat digunakan.

#### E. Pondasi Bawah

Ketebalan minimum untuk lapis pondasi bawah dapat dilihat pada lampiran hal. 11, dengan ketentuan nilai CBR dan besarnya jumlah repetisi beban maksimum yang melewati jalan tersebut. Dari perhitungan sebelumnya, nilai CBR = 2,5%, Jumlah repetisi beban maksimum =  $190,67 \times 10^5 \approx 2 \times 10^7$ . Dari lampiran 11, didapat tebal minimum lapis pondasi bawah adalah sebesar 140 mm atau 14 cm. Tebal pondasi bawah digunakan setebal 15 cm, jenis CTSB.



Beton Semen = 26 cm  
 CTSB = 15 cm  
 Tanah asli

Gambar 3.3. : Tebal Lapisan Perkerasan Kaku Hasil Hitungan

#### F. Penulangan

Untuk penulangannya digunakan :

1. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 meter.
2. Ruji digunakan dengan ukuran diameter  $\phi = 20$  mm ; panjang 500 mm ; dengan jarak sepanjang 400 mm.
3. *Tie Bars* digunakan baja profil  $\phi = 16$  mm ; panjang 800 mm ; dengan jarak sepanjang 720 mm.

### 3.2. Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Perkerasan

Pelaksanaan pekerjaan struktur perkerasan secara umum dilaksanakan menurut ketentuan yang sudah ditulis dalam spesifikasi pekerjaan.

#### 3.2.1. Perkerasan Lentur

1. Agregat kelas A
  - a. *Wheel loader* memuat agregat ke dalam *Dump Truck* di Base Camp.
  - b. *Dump Truck* mengangkut agregat ke lokasi.
  - c. Hambaran material dipadatkan menggunakan *Pneumatic Tire Roller*.
2. *Asphalt Treated Base/ATB*
  - a. *Whell Loader* memuat agregat dan Asphal ke dalam *Cold Bin AMP*.

- b. Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan dengan AMP untuk dimuat langsung ke dalam *Dump Truck* dan di angkut ke lokasi pekerjaan.
- c. Campuran panas AC dihampar dengan *finisher* dan diadatkan dengan *Tandem* dan *PneumaticTire Roller*.

### 3. Lapis resap pengikat

- a. Lapis ini digunakan pada pekerjaan lapis pondasi bawah pada perkerasan lentur, sebagai pengikat antara lapis pondasi bawah dengan lapis pondasi atas.
- b. Aspal dan minyak flux dicampur dan dipanaskan sehingga menjadi campuran aspal cair.
- c. Permukaan yang akan dilapisi dibersihkan dari debu dan kotoran dengan *Air Compressor*.
- d. Campuran aspal cair disemprotkan dengan *Asphalt Sprayer* ke atas permukaan yang akan dilapisi.

e. Angkutan Aspal dan minyak Flux menggunakan *Dump Truck*.

### 4. Lapis Pengikat

Pekerjaan untuk jenis ini sama dengan pekerjaan lapis resap pengikat, yang membedakan adalah pada jumlah kebutuhan bahan serta pada jenis ini digunakan untuk pekerjaan lapis pondasi atas pada perkerasan lentur, sebagai pengikat antara lapis pondasi atas dengan lapis permukaan.



- a. Aspal dan minyak flux dicampur dan dipanaskan sehingga menjadi campuran aspal cair.
  - b. Permukaan yang akan dilapisi dibersihkan dari debu dan kotoran dengan *Air Compressor*.
  - c. Campuran aspal cair disemprotkan dengan *Asphalt Sprayer* ke atas permukaan yang akan dilapisi.
  - d. Angkutan Aspal dan minyak Flux menggunakan *Dump Truck*.
5. Laston AC (Perkerasan Lentur)
- a. *Whell Loader* memuat agregat dan Aspal ke dalam Cold Bin AMP.
  - b. Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan dengan AMP untuk dimuat langsung ke dalam *Dump Truck* dan di angkut ke lokasi pekerjaan.
  - c. Campuran panas AC dihampar dengan finisher dan diadatkan dengan *Tandem* dan *PneumaticTire Roller*.

### 3.2.2. Perkerasan Kaku

1. *Cement Treated Sub Base* (Pondasi Bawah Perkerasan kaku)
  - a. Material diangkut dengan menggunakan alat *Dump Truck* yang kemudian dipindahkan ke alat *Hight Density Finisher* untk dihamparkan.
  - b. Pemadatan dengan menggunakan alat *Vibrator Roller*.
  - c. Perataan dengan menggunakan alat *Motor Graider*.
  - d. Kemudian disiram air dengan menggunakan alat *Water Tanker*.



- e. Selanjutnya untuk mendapatkan permukaan yang rata dan licin dilakukan pekerjaan Prime Coat.

## 2. Prime Coat

- a. Pekerjaan ini dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata dan licin pada lapis perkerasan CTSB.
- b. Aspal dan minyak flux dicampur dan dipanaskan sehingga menjadi campuran aspal cair.
- c. Permukaan yang akan dilapisi dibersihkan dari debu dan kotoran dengan *Air Compressor*.
- d. Campuran aspal cair disemprotkan dengan *Asphalt Sprayer* ke atas permukaan yang akan dilapisi.
- e. Angkutan Aspal dan minyak Flux menggunakan *Dump Truck*.

## 3. Beton Semen (Perkerasan Kaku)

- a. Pemasangan bekesting dan pemasangan tulangan.
- b. Penghamparan beton semen.
- c. Pemadatan dengan menggunakan *concrete vibrator*.
- d. Perapihan termasuk pembentukan texture.

### 3.3. Perhitungan Biaya Pekerjaan Struktur

Sebagai dasar perhitungan pekerjaan struktur daftar yang digunakan berasal dari Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta pada tahun 1995. Daftar tersebut antara lain terdiri dari : daftar harga satuan bahan, daftar harga satuan sewa alat serta daftar harga satuan upah pekerja lapangan.

### 3.3.1. Perkerasan Lentur

Dari hasil perhitungan ketebalan didapat tebal masing-masing lapisan dengan jenis bahan perkerasan yang digunakan antara lain : lapis pondasi bawah menggunakan jenis Agregat Kelas A, lapis pondasi atas menggunakan jenis ATB, sedangkan permukaannya menggunakan jenis Laston AC. Beberapa pekerjaan tambahan terdiri dari pekerjaan lapis perekat/pengikat dan pekerjaan lapis resap pengikat.

#### 1. ATB

Analisa perhitungan biaya pekerjaan lapis ATB, dapat dilihat pada tabel

3.6. berikut :

Tabel 3.6. : Analisa Biaya Pekerjaan ATB

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
<b>A.</b>	<b>Bahan</b>				
1.	Agregat kasar (M03)	m <sup>3</sup>	0.7028	21.523,46	15.126,21
2.	Agregat halus (M04)	m <sup>3</sup>	0.5341	22.128,02	11.818,82
3.	Filler (M05)	kg	139.1499	136,35	18.973,10
4.	Aspal (M10)	kg	156.9750	600,00	94.185,00
<b>B.</b>	<b>Alat</b>				
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0380	45.664,01	1.735,79
2.	AMP (E01)	Jam	0.0554	324.026,62	17.958,10
3.	Genset (E12)	Jam	0.0554	37.375,02	2.071,39
4.	Dump Truck (E09)	Jam	0.4906	34.033,85	16.696,19
5.	Asphalt finisher (E02)	Jam	0.0767	46.116,93	3.535,63
6.	Tandem Roller (E17)	Jam	0.0430	25.598,55	1.101,49
7.	P. Tyre Roller (E18)	jam	0.0321	34.701,99	1.114,92
8.	Alat Bantu	Ls	1.0000	3500,00	3500,00
<b>C.</b>	<b>Tenaga</b>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.3880	900,00	349,16
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0554	1.250,00	69,28
<b>D.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)</b>				<b>75.520,48</b>
<b>E.</b>	<b>OVER HEAD &amp; PROFIT (10 % x D)</b>				<b>7.552,05</b>
<b>F.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)</b>				<b>83.072,53</b>

## 2. Lapis Perekat/Pengikat

Analisa perhitungan biaya pekerjaan lapis perekat/pengikat, dapat dilihat pada tabel 3.7. berikut :

Tabel 3.7. : Analisa Biaya Pekerjaan Lapis Pengikat

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A.	<u>Bahan</u>				
1.	Aspal (M10)	kg	0.8880	600,00	532,00
2.	Kerosene (M11)	liter	0.2530	275,00	69,58
B.	<u>Alat</u>				
1.	Asphalt Sprayer (E03)	Jam	0.0030	10.164,71	30,62
2.	Compressor (E05)	Jam	0.0063	18.958,83	118,49
3.	Dump Truck (E09)	Jam	0.0030	22.948,54	69,12
C.	<u>Tenaga</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.0301	900,00	27,11
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0060	1.250,00	7,53
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)				855,24
E.	OVER HEAD & PROFIT (10 % x D)				85,52
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				940,77

## 3. Agregat Kelas A

Analisa perhitungan biaya pekerjaan lapis pondasi bawah jenis agregat kelas A, dapat dilihat pada tabel 3.8. berikut :

Tabel 3.8. : Analisa Biaya Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah (Agregat Kelas A)

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A.	<u>Bahan</u>				
	Agregat kelas A (M26)	M <sup>3</sup>	1.0000	20.989,98	20.989,98
B.	<u>Alat</u>				
1.	Whell loader (E15)	Jam	0.0051	45.664,01	232,89
2.	Dump truck (E08)	Jam	0.0094	22.948,54	215,72
3.	P. Tire roller(E18)	Jam	0.0001	34.701,99	38,18
4.	Alat Bantu	Ls	1.0000	300,00	300,00
C.	<u>Tenaga</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.0214	900,00	19,26
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0011	1.250,00	1,38
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)				21.797,41
E.	OVER HEAD & PROFIT (10 % x D)				2.179,70
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				23.977,11

#### 4. Pekerjaan Lapis Resap Pengikat

Analisa perhitungan biaya pekerjaan lapis resap pengikat, dapat dilihat pada tabel 3.9. berikut :

Tabel 3.9. : Analisa Biaya Pekerjaan Lapis Resap Pengikat

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A.	<u>Bahan</u>				
1.	Aspal (M10)	kg	0.6417	600,00	385,00
2.	Kerosene (M11)	liter	0.4889	275,00	134,44
B.	<u>Alat</u>				
1.	Asphalt Sprayer (E03)	Jam	0.0030	10.164,71	30,62
2.	Compressor (E05)	Jam	0.0031	18.958,83	59,25
3.	Dump Truck (E09)	Jam	0.0030	22.948,54	69,12
C.	<u>Tenaga</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.0301	900,00	27,11
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0060	1.250,00	7,53
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)				713,07
E.	OVER HEAD & PROFIT (10 % x D)				71,31
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				784,37

#### 3. Laston AC

Analisa perhitungan biaya pekerjaan Laston AC, dapat dilihat pada tabel

3.10. berikut :

Tabel 3.10. : Analisa Biaya Pekerjaan Laston AC

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A.	<u>Bahan</u>				
1.	Agregat kasar (M03)	m <sup>3</sup>	0.0336	21.523,46	723,89
2.	Agregat halus (M04)	m <sup>3</sup>	0.0149	22.128,02	328,60
3.	Filler (M05)	kg	4.8015	136,35	654,68
4.	Aspal (M10)	kg	6.6150	600,00	3.969,00
B.	<u>Peralatan</u>				
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0015	45.664,01	67,92
2.	AMP (E01)	Jam	0.0022	324.026,62	702,71
3.	Genset (E12)	Jam	0.0022	37.375,02	81,05
4.	Dump Truck (E09)	Jam	0.0348	34.033,85	1.183,64
5.	Asphalt finisher (E02)	Jam	0.0027	46.116,93	125,02
6.	Tandem Roller (E17)	Jam	0.0016	25.598,55	41,12
7.	P. Tyre Roller (E18)	jam	0.0023	34.701,99	79,64
8.	Alat Bantu	Ls	1.0000	250,00	250,00

lanjutan tabel 3.10

1	2	3	4	5	6
C.	<u>Tenaga</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0,0217	900,00	19,52
2.	Mandor (L03)	Jam	0,0022	1.250,00	2,71
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)				8.229,51
E.	OVER HEAD & PROFIT (10 % x D)				922,95
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				9.052,46

### 3.3.2. Perkerasan Kaku

#### 1. CTSB

Analisa perhitungan biaya pekerjaan CTSB, dapat dilihat pada tabel

3.11. berikut :

Tabel 3.11. : Analisa Biaya Pekerjaan CTSB

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A.	<u>Tenaga</u>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0,9638	900,00	867,42
2.	Mandor (L03)	Jam	0,4819	1.250,00	602,38
B.	<u>Bahan</u>				
1.	Agregat kasar (M03)	m <sup>3</sup>	0,6769	21.523,46	14.569,72
2.	Pasir (M01)	m <sup>3</sup>	0,5804	12.500,00	7.254,72
3.	Semen (M12)	kg	387,6923	175,00	67.846,15
C.	<u>Peralatan</u>				
1.	Concrete mixer (E06)	Jam	0,2289	22.948,54	5.253,28
2.	Dump Truck (E09)	Jam	0,0061	53.719,17	327,60
3.	Motor graider (E13)	Jam	0,4819	5.016,72	2.417,56
4.	Concrete vibratory (E20)	Jam	0,0572	19.952,95	1.142,13
5.	Water tanker (E23)	Jam	0,4819	9.608,76	4.630,63
6.	Alat Bantu	Ls	1,0000	300,00	300,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)				111.862,27
E.	OVER HEAD & PROFIT (10 % x D)				11.186,23
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				123.048,50

#### 2. Prime Coat

Analisa perhitungan biaya pekerjaan Prime Coat, dapat dilihat pada

tabel 3.12. berikut :

Tabel 3.12. : Analisa Biaya Pekerjaan Prime Coat

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
<b>A.</b>	<b>Tenaga</b>				
1.	Pekerja (L01)	Jam	0,0333	900,00	30,00
2.	Mandor (L03)	Jam	0,0067	1.250,00	8,33
<b>B.</b>	<b>Bahan</b>				
1.	Aspal (M10)	kg	0,6417	600,00	385,00
2.	Kerosene (M11)	liter	0,4889	275,00	134,44
<b>C.</b>	<b>Peralatan</b>				
1.	Asphalt Sprayer (E03)	Jam	0,0033	8.651,64	28,84
2.	Compressor (E05)	Jam	0,0063	15.641,14	97,76
3.	Dump Truck (E09)	Jam	0,0033	18.801,42	62,67
<b>D.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)</b>				<b>747,05</b>
<b>E.</b>	<b>OVER HEAD &amp; PROFIT (10 % x D)</b>				<b>74,71</b>
<b>F.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)</b>				<b>821,76</b>

## 3. Beton Semen

Analisa perhitungan biaya pekerjaan Beton Semen, dapat dilihat pada tabel 3.13. berikut :

Tabel 3.13. : Analisa Biaya Pekerjaan Beton Semen

No.	Komponen	Sat.	Perkiraan Kwantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
<b>A.</b>	<b>Bahan</b>				
1.	Kayu perancah (M19)	M <sup>3</sup>	0,1000	140.000,00	14.000,00
2.	Paku (M18)	Kg	0,8000	2.000,00	1.600,00
3.	Baja tulangan (M39)	Kg	1,1000	1.700,25	1.700,25
4.	Kawat beton (M14)	Kg	0,0200	2.500,00	500,00
5.	Plastik filter (M23)	M <sup>2</sup>	1,0000	2.500,00	2.500,00
6.	Semen (M12)	kg	497,8000	175,00	87.115,00
7.	Pasir (M01)	M <sup>3</sup>	0,8230	12.500,00	10.287,50
8.	Agregat kasar (M03)	M <sup>3</sup>	0,8814	21.523,46	18.970,78
<b>B.</b>	<b>Alat</b>				
1.	Concrete Mixer/Molen (E06)	jam	0.4819	9.608,76	4.630,73
2.	Concrete Vibrator (E20)	jam	0.4819	5.016,72	2.417,70
3.	Alat Bantu	Ls	1.0000	1.200,00	1.200,00
<b>C.</b>	<b>Tenaga</b>				
1.	Mandor (L03)	Jam	0.0400	1.250,00	50,00
2.	Tukang (L02)	Jam	0.0400	1.200,00	50,00
3.	Pekerja (L01)	Jam	1.1000	900,00	990,00
<b>D.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN ALAT (A + B + C)</b>				<b>163.013,50</b>
<b>E.</b>	<b>OVER HEAD &amp; PROFIT (10 % x D)</b>				<b>16.301,35</b>
<b>F.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)</b>				<b>179.314,85</b>

### 3.3.3. Resume Hasil Perhitungan Biaya Perkerasan

Resume/ringkasa hasil perhitungan biaya pekerjaan pada masing-masing jenis perkerasan dapat dilihat pada tabel 3.14 dan 3.15.

Tabel 3.14. : Total Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku

Jenis Lapisan	Harga Perkerasan Kaku (Rp.)
CTSB	123.048,50
Prime Coat	821,76
Beton Semen	179.314,85
Jumlah	<b>303.185,11</b>

Tabel 3.15. : Total Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur

Jenis Lapisan	Harga Perkerasan Lentur (Rp.)
Agregat kelas A	23.977,11
Lapis Pengikat	940,77
ATB	207.058,58
Lapis Resap Pengikat	784,37
Laston AC	9.052,46
jumlah	<b>241.777,29</b>

Dari hasil diatas maka dapat dihitung besarnya persentase perbandingan biaya antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur, yaitu:

$$\text{Biaya Perkerasan kaku} \frac{\text{Rp. } 303.185,11}{\text{Rp. } 241.777,29} \times 100 \% = 125,40 \% \text{ terhadap lentur.}$$

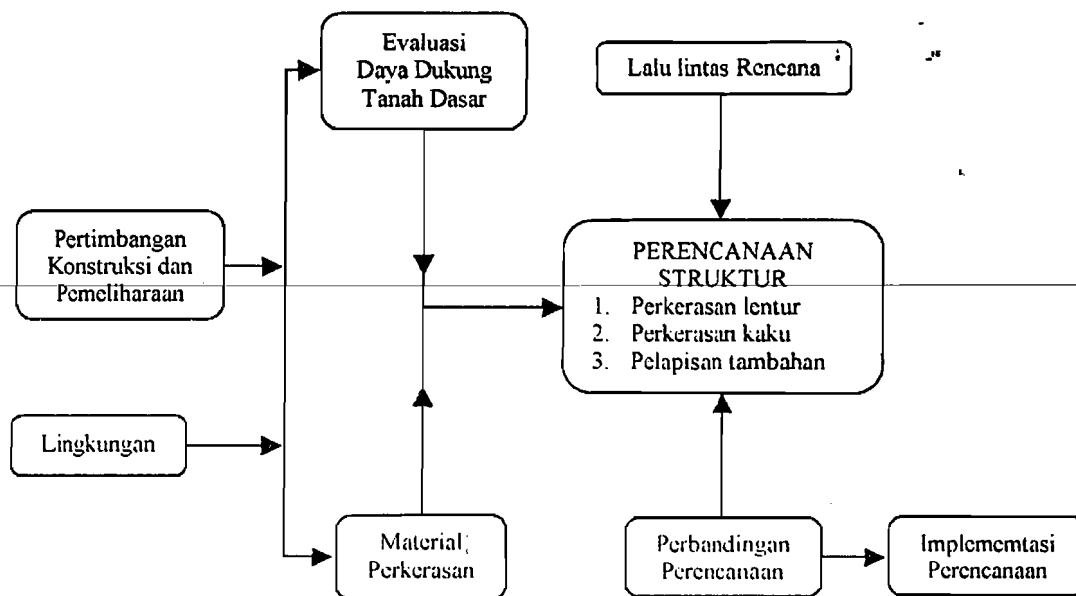
ini berarti bahwa perkerasan kaku lebih mahal  $\pm 25,40\%$  dari perkerasan lentur.



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1. Perencanaan Jalan Baru

Perencanaan konstruksi perkerasan dapat dibedakan antara perencanaan untuk jalan baru dan untuk peningkatan (jalan lama yang sudah pernah diperkeras). Tahapan atau sistem perencanaan tebal perkerasan untuk jalan baru secara ideal seperti gambar 4.1. (Shirley L.H., Bandung, 2000, hal. 209) Untuk pemilihan tebal perkerasan dilakukan secara ekonomis akan tetapi harus dapat mengantisipasi perkembangan lalu lintas dan dampak lingkungan disamping prediksi mengenai komposisi penampilannya.



Gambar 4.1. : Bagan Alir Sistem Perencanaan Perkerasan untuk Jalan Baru

Perencanaan perkerasan dapat dikelompokkan menjadi<sup>14</sup> :

1. *Struktural pavement design*, yaitu :

Menentukan tebal perkerasan dan bagian-bagiannya, misalnya tebal lapis permukaan, tebal slab dan lain-lain.

2. *Paving mixture design*, yaitu :

Menentukan jenis dan kualitas bahan yang akan digunakan untuk lapis-lapis perkerasan, misal persyaratan aspal, batu, kualitas beton, kualitas beton aspal dan lain-lain.

Untuk menyiapkan suatu perkerasan perlu pertimbangan sebagai berikut :

1. Kinerja/*performance* perkerasan. Hal ini berkaitan dengan lalu-lintas, yaitu volume lalu-lintas dan beban gandar kendaraan yang akan melewatinya.
2. Umur dari kinerja atau umur rencana perkerasan. Umur rencana adalah waktu dalam tahun dihitung sejak perkerasan (jalan) dibuka untuk lalu-lintas sampai saat diperlukan perbaikan berat.
3. Kondisi awal dan kondisi akhir perkerasan, yaitu berkaitan dengan kondisi perkerasan pada awal umur rencana dan tingkat perkerasan yang masih dapat diterima pada akhir umur rencana.

#### **4.2. Lapis Perkerasan**

Dalam pelaksanaan dilapangan pada lapis pondasi bawah dan pondasi atasnya dilakukan beberapa pekerjaan tambahan seperti lapis pengikat dan lapis resap pengikat sebagai pendukung kekuatan dari struktur perkerasan lentur. Untuk

---

<sup>14</sup> Soeprapto TM. Ir. Msc., Bahan dan Struktur Jalan Raya, Yogyakarta, 1994

lapis pondasi bawah pada perkerasan kaku digunakan jenis CTSB. Pada lapis ini dilakukan pekerjaan tambahan berupa pekerjaan 'Prime Coat', dimaksudkan agar permukaannya menjadi rata dan licin.

Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa perkerasan lentur lapisannya berupa *multy layer* (banyak lapis), sedangkan pada perkerasan kaku berupa *single layer* (satu lapis). Dari hasil perhitungan ketebalan perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan dan banyak jenis pekerjaan struktur.

#### 4.3. Bahan Perkerasan

Dalam hal ini bahan dimaksud adalah bahan yang dipergunakan pada pelaksanaan pekerjaan yang disesuaikan dengan jenis perkerasan yang digunakan. Beberapa jenis bahan yang digunakan serta besarnya harga kebutuhan bahan pada pelaksanaan pekerjaan antara lain :

##### 1. Perkerasan lentur

Bahan yang digunakan pada perkerasan lentur ada pada tabel 4.1. berikut :

Tabel 4.1. : Kebutuhan Bahan pada perkerasan Lentur

No.	Bahan	Harga Kebutuhan (Rp.)
1.	Agregat kelas A (M26)	20.989,98
2.	Aspal (M10)	99.071,80
3.	Kerosene (M11)	204,02
4.	Agregat kasar (M03)	15.850,10
5.	Agregat halus (M04)	12.147,42
6.	Filler (M05)	19.627,78
	<b>Jumlah</b>	<b>167.891,10</b>

## 2. Perkerasan Kaku

Bahan yang digunakan pada pekerjaan perkerasan kaku ada pada tabel 4.2.

berikut :

Tabel 4.2. : Kebutuhan Bahan pada perkerasan Kaku

No.	Bahan	Harga Kebutuhan (Rp.)
1.	Aspal (M10)	385,00
2.	Kerosene (M11)	134,44
3.	Kayu perancah (M19)	14.000,00
4.	Paku (M18)	1.600,00
5.	Baja Tulangan (M39)	1.700,25
6.	Kawat beton (M14)	500,06
7.	Plastik filter (M23)	2.500,00
8.	Semen (M12)	96.211,50
9.	Pasir (M01)	10.287,50
10.	Agregat kasar (M03)	18.970,78
	<b>Jumlah</b>	<b>251.235,31</b>

## 4.4. Tenaga Kerja

### 1. Perkerasan Lentur

Kebutuhan Tenaga Kerja yang digunakan pada pekerjaan perkerasan lentur dapat dilihat pada tabel 4.3. berikut ini :

Tabel 4.3. : Kebutuhan Tenaga Kerja pada perkerasan lentur

No.	Tenaga	Harga Kebutuhan (Rp.)
1.	Pekerja (L01)	442,16
2.	Mandor (L03)	88,43
	<b>Jumlah</b>	<b>530,59</b>

## 2. Perkerasan Kaku

Kebutuhan Tenaga Kerja yang digunakan pada pekerjaan perkerasan kaku dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut ini :

Tabel 4.4. : Kebutuhan Tenaga Kerja pada perkerasan Kaku

No.	Tenaga	Harga Kebutuhan (Rp.)
1.	Pekerja (L01)	1.887,42
2.	Tukang (L02)	50,00
3.	Mandor (L03)	660,71
	Jumlah	<b>2.598,13</b>

## 4.5. Peralatan

### 1. Perkerasan Lentur

Peralatan yang digunakan/dibutuhkan dalam pekerjaan struktur pada perkerasan lentur dapat dilihat pada tabel 4.3. berikut :

Tabel 4.5. : Kebutuhan Alat pada perkerasan Lentur

No.	Peralatan	Harga Kebutuhan (Rp.)
1.	Wheel loader (E15)	2.036,60
2.	Dump truck (E08)	18.233,79
3.	P. Tire roller(E18)	1.232,74
4.	Asphalt Sprayer (E03)	61,24
5.	Compressor (E05)	177,74
6.	AMP (E01)	18.666,81
7.	Genset (E12)	2.152,44
8.	Asphalt finisher (E02)	3.660,65
9.	Tandem Roller (E17)	1.142,61
10.	Alat Bantu	4.050,00
	Jumlah	<b>51.414,62</b>

## 2. Perkerasan Kaku

Peralatan yang digunakan/dibutuhkan dalam pekerjaan struktur pada perkerasan kaku dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut :

Tabel 4.6. : Kebutuhan Alat pada perkerasan Kaku

No.	Alat	Harga Kebutuhan (Rp.)
1.	Dump Truck (E09)	390,27
2.	Motor graider (E13)	2.417,56
3.	Water tanker (E23)	4.630,63
4.	Asphalt Sprayer (E03)	28.84
5.	Compressor (E05)	97,76
6.	Concrete Mixer (E06)	9.884,01
7.	Concrete Vibrator (E20)	3.559,83
8.	Alat Bantu	1.500,00
	Jumlah =	<b>22.508,90</b>

### 4.6. Kebutuhan Alat, Bahan dan Tenaga Kerja

Secara keseluruhan kebutuhan alat, bahan dan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 4.8. berikut ini :

Tabel 4.7. : Kebutuhan Bahan, Alat dan Tenaga kerja

Jenis	Harga (Rp)
I. Perkerasan Lentur	
A. Bahan	
1. Agregat kelas A (M26)	20.989,98
2. Aspal (M10)	99.071,80
3. Kerosene (M11)	204,02
4. Agregat kasar (M03)	15.850,10
5. Agregat halus (M04)	12.147,42
6. Filler (M05)	19.627,78

lanjutan tabel 4.7.

B. Alat	
1. Wheel loader (E15)	2.036,60
2. Dump truck (E08)	18.233,79
3. P. Tire roller(E18)	1.232,74
4. Asphalt Sprayer (E03)	61,24
5. Compressor (E05)	177,74
6. AMP (E01)	18.666,81
7. Genset (E12)	2.152,44
8. Asphalt finisher (E02)	3.660,65
9. Tandem Roller (E17)	1.142,61
10. Alat Bantu	4.050,00
C. Tenaga Kerja	
1. Pekerja (L01)	442,16
2. Mandor (L03)	88,43
<b>Jumlah Total Kebutuhan Bahan, Alat dan Tenaga Kerja perkerasan lentur</b>	<b>219.836,31</b>
II. Perkerasan Kaku	
A. Bahan	
1. Aspal (M10)	385,00
2. Kerosene (M11)	134,44
3. Kayu perancah (M19)	14.000,00
4. Paku (M18)	1.600,00
5. Baja Tulangan (M39)	1.700,25
6. Kawat beton (M14)	500,06
7. Plastik filter (M23)	2.500,00
8. Semen (M12)	96.211,50
9. Pasir (M01)	10.287,50
10. Agregat kasar (M03)	18.970,78

Lanjutan tabel 4.7.

B. Alat	
1. Dump Truck (E09)	390,27
2. Motor graider (E13)	2.417,56
3. Water tanker (E23)	4.630,63
4. Asphalt Sprayer (E03)	28,84
5. Compressor (E05)	97,76
6. Concrete Mixer (E06)	9.884,01
7. Concrete Vibrator (E20)	3.559,83
8. Alat Bantu	1.500,00
C. Tenaga Kerja	
1. Pekerja (L01)	1.887,42
2. Tukang (L02)	50,00
3. Mandor (L03)	660,71
<b>Jumlah Total Kebutuhan Bahan, Alat dan Tenaga Kerja perkerasan kaku</b>	<b>276.342,34</b>

Besarnya perbandingan biaya kebutuhan Bahan, Alat dan tenaga tenaga kerja antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur adalah :

$$\frac{276.342,34}{219.836,31} \times 100\% = 125,70\%, \text{ atau perkerasan kaku } 25,7\% \text{ lebih mahal.}$$



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisa perhitungan ketebalan serta perhitungan biaya pada jenis perkerasan lentur dan kaku, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Perkerasan lentur membutuhkan lebih banyak pekerjaan, karena terdiri dari banyak lapis dari pada perkerasan kaku, dalam hal ini perkerasan lentur terdiri dari pekerjaan-pekerjaan struktur :

- a. lapis pondasi bawah, yaitu agregat kelas A dan lapis pengikat
- b. lapis pondasi atas, yaitu ATB dan lapis resap pengikat
- c. lapis permukaan, yaitu laston AC.

Sedangkan perkerasan kaku terdiri dari pekerjaan-pekerjaan struktur :

- a. Lapis pondasi bawah, yaitu CTSB dan Prime Coat
- b. Lapis Permukaan, yaitu Beton Semen.

2. Bahan yang digunakan pada perkerasan lentur relatif lebih murah dari pada perkerasan kaku.
3. Peralatan yang digunakan pada perkerasan lentur lebih banyak, sehingga biaya yang dibutuhkan relatif lebih besar dibandingkan dengan biaya peralatan pada perkerasan kaku.
4. Personil atau tenaga pekerja yang dibutuhkan relatif lebih sedikit pada perkerasan lentur dibandingkan perkerasan kaku.

5. Besarnya biaya yang digunakan untuk bahan perkerasan relatif lebih besar dibandingkan dengan biaya sewa alat maupun tenaga kerja, baik pada perkerasan kaku maupun lentur.
6. Biaya Pekerjaan pembuatan jalan baru dalam hal ini biaya awal (*Initial Cost*) pada perkerasan kaku lebih mahal sekitar 25,40%. Dalam hal ini belum memperhitungkan biaya perawatan selama umur teknis  $\pm 20$  tahun.

## 5.2. Saran-saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam memilih suatu jenis perkerasan, hendaknya dipertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Mempertimbangkan besarnya biaya yang digunakan atau disesuaikan dengan anggaran pembangunan daerah setempat.
2. Jika pada daerah sekitar jalan yang akan dibangun merupakan daerah industri berat dan diprediksi akan dilalui oleh banyak kendaraan berat, maka sebaiknya digunakan jenis perkerasan kaku.
3. Pertimbangan bahan yang akan digunakan sebaiknya bahan-bahan yang cukup tersedia terutama lokasi tempat bahan tersedia.
4. Melihat semakin besarnya tingkat perkembangan lalu lintas di Indonesia terutama pada daerah-daerah industri, wisata dan kota-kota pelajar seperti Bandung, Yogyakarta, Semarang, Malang dan beberapa kota di Jawa ini, pemerintah daerah lebih memprioritaskan jenis perkerasan kaku (beton semen) untuk digunakan dalam pelaksanaan pembangunan, karena umumnya yang relatif lebih lama dibandingkan jenis perkerasan lentur.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah s.w.t. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Setelah penulis belajar tentang teknik sipil terutama tentang perkerasan jalan dimana perkembangan lalu lintas dinegeri ini berkembang dengan cepat, maka sangatlah dimungkinkan kalau jenis perkerasan kaku akan banyak digunakan di Indonesia terutama pada daerah-daerah yang padat lalu lintasnya seperti daerah-daerah industri, perkantoran, wisata dan lain-lain.

Demikian Tugas Akhir ini kami susun semoga dapat bermanfaat bagi kita semua terutama teman-teman yang juga berkecimpung dalam ilmu Teknik Sipil dan Perencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas Aly Moh., 1988, **PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)**, Kursus Manajemen Proyek IBRD Jabotabek, UDP 1 *Pre-Project Training Activities*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- A. Tatang Dachlan, 1997, **TEKNOLOGI PERKERASAN JALAN UNTUK LALU LINTAS BERAT DAN PADAT**, Pusat Litbang Jalan, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1990, **ANALISA HARGA SATUAN**, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- M. Hadi, 1986, Berita Organisasi, **Majalah Teknik**, no.034 (September), halaman 13 s/d 15.
- \_\_\_\_\_, 1995, **PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN**, Konferensi Tahunan Teknik Jalan ke-4, volume 3 dan 4, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1997, **PROYEK PEMBANGUNAN JALAN CAKUNG CILINCING SEKSI VI**, Laporan Praktek Kerja, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1987, **PETUNJUK PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, SKBI 2.3.26.1987, UDC.625.73 (02), Jakarta..
- \_\_\_\_\_, 1988, **PETUNJUK PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)**, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, SKBI 2.3.28.1988, UDC.625.84 (026), Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA**, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, SKBI 2.4.26.1987, UDC.625.75 (02), Jakarta.
- Rochman Hadi, 1982, **ALAT-ALAT BERAT DAN PENGGUNAANNYA**, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, Jakarta.
- Shirley L. Hendarsin, 2000, **PENUNTUN PRAKTIS PERENCANAAN TEKNIK JALAN RAYA**, cetakan pertama, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Soeprapto TM, 1994, **BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA**, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tabel 7.2.a : Perhitungan Tebal Perkerasan pada Ruas Cakung-Cilincing (Sisi Timur)

LHR pada Awal dan Akhir Umur Rencana

VOLUME LALU LINTAS	LHR 1992 pada JALAN LAMA	LHR Th. 1992 pada JALAN BARU dari pindaban		LHR Th. 1996 pada JALAN BARU (Awal Umur Rencana)		LHR Th. 2006 pada JALAN BARU (Akhir Umur Rencana)	
		%	JUMLAH	%	JUMLAH	%	JUMLAH
a	b	c	d = bxc	i	e = d.(1+i) <sup>n</sup>	i	f = e.(1+i) <sup>n</sup>
Mobil Penumpang	8.326	50	4.163	10	6.095	10	15.808
Bus	570	50	285	10	417	10	1.052
Truk Ringan	2.838	50	1.419	10	2.078	10	5.389
Truk Berat	3.669	50	1.834	10	2.686	10	6.966
JUMLAH	15.402		7.701		11.275		29.245

F. Volume dan Komposisi Lalu Lintas Harian

JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN Tahun 1992		JUMLAH KENDARAAN Tahun 1996	
	(Kend.)	(Sumbu)	(Kend.)	(Sumbu)
Mobil Penumpang (1 + 1)	4.163	8.326	6.095	-
Kendaraan Niaga : Bus (3 + 5)	285	570	417	834
Truk Ringan (4 + 6)	1.419	2.838	2.078	4.155
Truk Berat (6 + 14)	1.834	3.669	2.686	5.371
Jumlah Kendaraan Niaga Harian (JKNH)	3.538	7.077	5.181	10.361
Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas = $R = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot n}$ $i = 4\%$ $n = 10$ th.				12.245
Jumlah Kendaraan Niaga (JKN) = 365 x JKNH x R (Kend)				23.154.012
Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) = 365 x JS x R (Sumbu)				46.308.024

C. Prosentase masing-masing Kombinasi Konfigurasi/Beban Sumbu 123.676  
- Koefisien Distribusi Kendaraan pada Jalur Rencana =  $f_c = 0,7$  (1 arah, 2 jalur) 18.537

KONFIGURASI SUMBU	BEBAN SUMBU (ton)	PRESENTASE KONFIGURASI SUMBU	JUMLAH REPETISI SELAMA UMUR RENCANA
Sumbu Tunggal Roda Tunggal	2	6.095 : 10361 = 58,82%	$190,678 \times 10^5$
Sumbu Tunggal Roda Tunggal	3	417 : 10361 = 4,03%	$13,049 \times 10^5$
Sumbu Tunggal Roda Tunggal	4	2.078 : 10361 = 20,05%	$65,004 \times 10^5$
Sumbu Tunggal Roda Ganda	5	417 : 10361 = 4,03%	$13,049 \times 10^5$
Sumbu Tunggal Roda Tunggal	6	2.686 : 10361 = 25,92%	$84,025 \times 10^5$
Sumbu Tunggal Roda Ganda	6	2.078 : 10361 = 20,05%	$65,004 \times 10^5$
Sumbu Tunggal Roda Ganda	14	2.686 : 10361 = 25,92%	$84,025 \times 10^5$

## Daftar harga satuan bahan

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	KETERANGAN
1.	Pasir	M01	M <sup>3</sup>	12,500.00	Base Camp
2.	Batu Kali	M02	M <sup>3</sup>	14,900.00	Lokasi Pekerjaan
3.	Agregat Kasar	M03	M <sup>3</sup>	21,523.46	Base Camp
4.	Agregat Halus	M04	M <sup>3</sup>	22,128.02	Base Camp
5.	Filler	M05	Kg	136,35	Proses/Base Camp
6.	Batu Belah	M06	M <sup>3</sup>	15,600.00	Lokasi Pekerjaan
7.	Gravel	M07	M <sup>3</sup>	12,400.00	Base Camp
8.	Material Tanah Timbunan	M08	M <sup>3</sup>	2,500.00	Borrow Pit
9.	Material Pilihan	M09	M <sup>3</sup>	7,500.00	Quarry
10.	Aspal Cement	M10	Kg	600.00	Base Camp
11.	Minyak Tanah/Kerosin	M11	Liter	275.00	Base Camp
12.	Cement	M12	Zak	7,000.00	Base Camp
13.	Besi Beton	M13	Kg.	1,200.00	Lokasi Pekerjaan
14.	Kawat Beton	M14	Kg.	2,500.00	Lokasi Pekerjaan
15.	Kawat Bronjong	M15	Kg.	1,350.00	Lokasi Pekerjaan
16.	Sirtu	M16	M <sup>3</sup>	8,500.00	Lokasi Pekerjaan
17.	Cat Marka Jalan	M17	Kg.	10,000.00	Lokasi Pekerjaan
18.	Paku	M18	Kg.	2,000.00	Lokasi Pekerjaan
19.	Kayu Perancah	M19	M <sup>3</sup>	140,000.00	Lokasi Pekerjaan
20.	Bensin	M20	Liter	700.00	Pertamina
21.	Solar	M21	Liter	380.00	Pertamina
22.	Minyak Pelumas/Olic	M22	Liter	4,500.00	Pertamina
23.	Plastik Filter	M23	M <sup>2</sup>	2,500.00	Lokasi Pekerjaan
24.	Pipa Galvanis (D = 3")	M24	Batang	45,000.00	Lokasi Pekerjaan
25.	Pipa porous	M25	M <sup>1</sup>	4,500.00	Lokasi Pekerjaan
26.	Agregat Base Kelas A	M26	M <sup>3</sup>	20,989.98	Base Camp
27.	Agregat Base Kelas B	M27	M <sup>3</sup>	20,445.62	Base Camp
28.	Agregat Base Kelas C <sub>1</sub>	M28	M <sup>3</sup>	11,107.42	Base Camp
29.	Agregat Base Kelas C <sub>2</sub>	M29	M <sup>3</sup>	11,107.42	Base Camp
30.	Geotextile	M30	M <sup>2</sup>	4,000.00	Lokasi Pekerjaan
31.	Aspal Emulsi	M31	Kg.	800.00	Base Camp
32.	Gebalan rumput	M32	M <sup>2</sup>	1,250.00	Lokasi Pekerjaan
33.	Thinner	M33	Liter	3,000.00	Lokasi Pekerjaan
34.	Glass Bit	M34	Kg.	8,000.00	Lokasi Pekerjaan
35.	Pelat Rambu	M35	Bh.	60,000.00	Lokasi Pekerjaan
36.	Rel Pengaman	M36	M <sup>1</sup>	15,000.00	Lokasi Pekerjaan
37.	Beton Kelas K-275	M37	M <sup>3</sup>	122,504.51	Lokasi Pekerjaan
38.	Beton Kelas K-175	M38	M <sup>3</sup>	113,746.45	Lokasi Pekerjaan
39.	Baja Tulangan	M39	Kg.	1,700.25	Lokasi Pekerjaan
40.	Kapur sebagai Filler	M40	M <sup>3</sup>	22,500.00	Hasil Proses
41.	Chipping	M41	M <sup>3</sup>	21,523.46	Base Camp
			Kg.	11.42	Base Camp
42.	Cat	M42	Kg.	4,000.00	Base Camp
43.	Pemantul Cahaya (Reflektor)	M43	Bh.	1,500.00	Base Camp
44.	Pasir Urug	M44	M <sup>3</sup>	14,500.00	Base Camp
45.	Arbocell	M45	Kg.	10,000.00	Base Camp

Sumber : Dep. P.U., DirJen Bina Marga, "Panduan Analisa Harga Satuan", 1995.

## Daftar harga sewa alat

NO.	NAMA ALAT	KODE	HARGA SEWA ALAT PER JAM (diluar PPN) (Rp.)	KET.
1.	ASPHALT MIXING PLANT	E01	324,026.62	Baru
2.	ASPHALT FINISHER	E02	46,116.93	Baru
3.	ASPHALT SPRAYER	E03	10,164.71	Baru
4.	EILDOZE 100 - 150 HP	E04	67,730.95	Baru
5.	COMPRESSOR 4000 - 6500 L/M	E05	18,958.83	Baru
6.	CONCRETE MIXER 0,3 - 0,6 M <sup>3</sup>	E06	9,608.76	Baru
7.	CRANE 10 - 15 TON	E07	40,411.80	Baru
8.	DUMP TRUCK 3 - 4 M <sup>3</sup>	E08	22,948.54	Baru
9.	DUMP TRUCK	E09	34,032.85	Baru
10.	EXAVATOR 80 - 140 HP	E10	36,076.50	Baru
11.	FLAT BED TRUCK 3 - 4 M <sup>3</sup>	E11	40,708.13	Baru
12.	GENERATOR SET	E12	37,375.02	Baru
13.	MOTOR GRADER > 100 HP	E13	53,719.17	Baru
14.	TRACK LOADER 75 - 100 HP	E14	51,765.49	Baru
15.	WHELL LOADER 1.0 - 1.6 M <sup>3</sup>	E15	45,664.01	Baru
16.	THREE WHELL ROLLER 6 - 8 T	E16	20,069.87	Baru
17.	TANDEM ROLLER 6 - 8 T	E17	25,598.55	Baru
18.	TIRE ROLLER 8 - 10 T	E18	34,701.99	Baru
19.	VIBRATORI ROLLER 5 - 8 T	E19	37,942.45	Baru
20.	CONCRETE VIBRATOR	E20	5,016.72	Baru
21.	STONE CRUSHER	E21	129,516.68	Baru
22.	WATER PUMP 70 - 100 mm	E22	4,629.14	Baru
23.	WATER TANKER 3000 - 4500 L	E23	19,952.95	Baru
24.	PEDESTRIAN ROLLER	E24	8,408.11	Baru
25.	TAMPER	E25	4,886.48	Baru
26.	JACK HAMMER	E26	4,938.81	Baru
27.	FULVI MIXER	E27	19,780.16	Baru

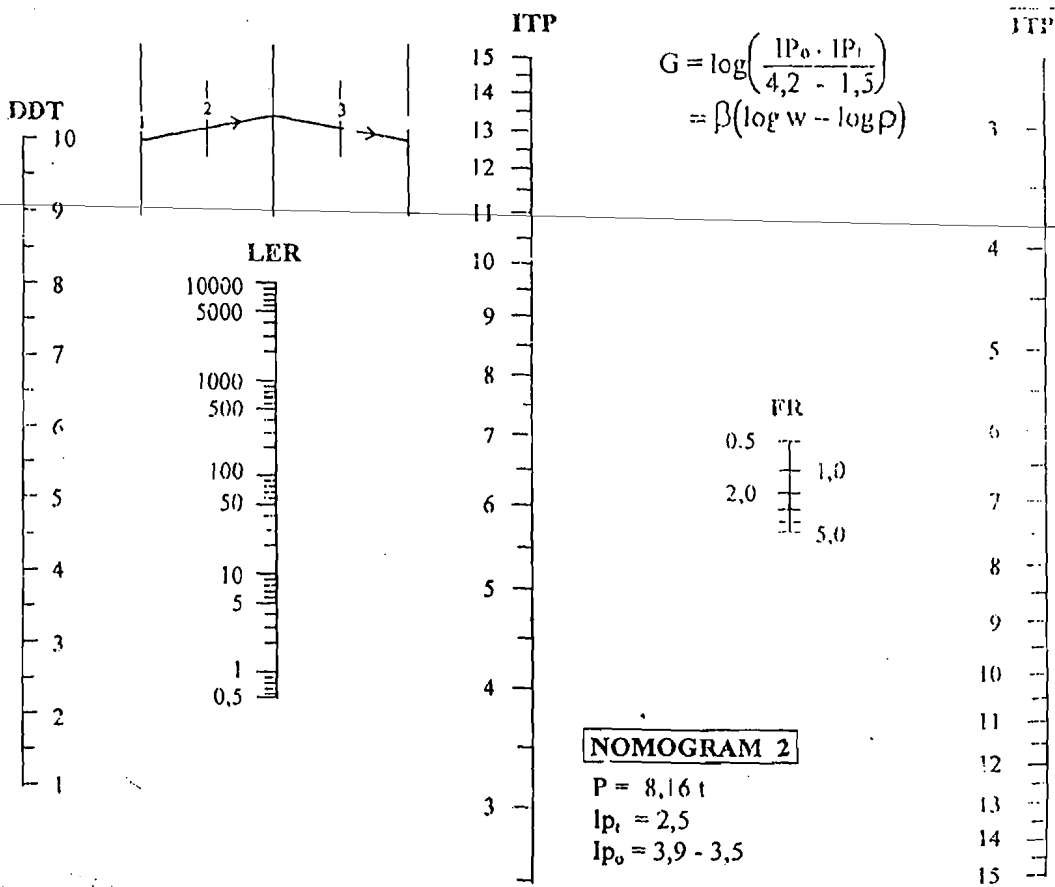
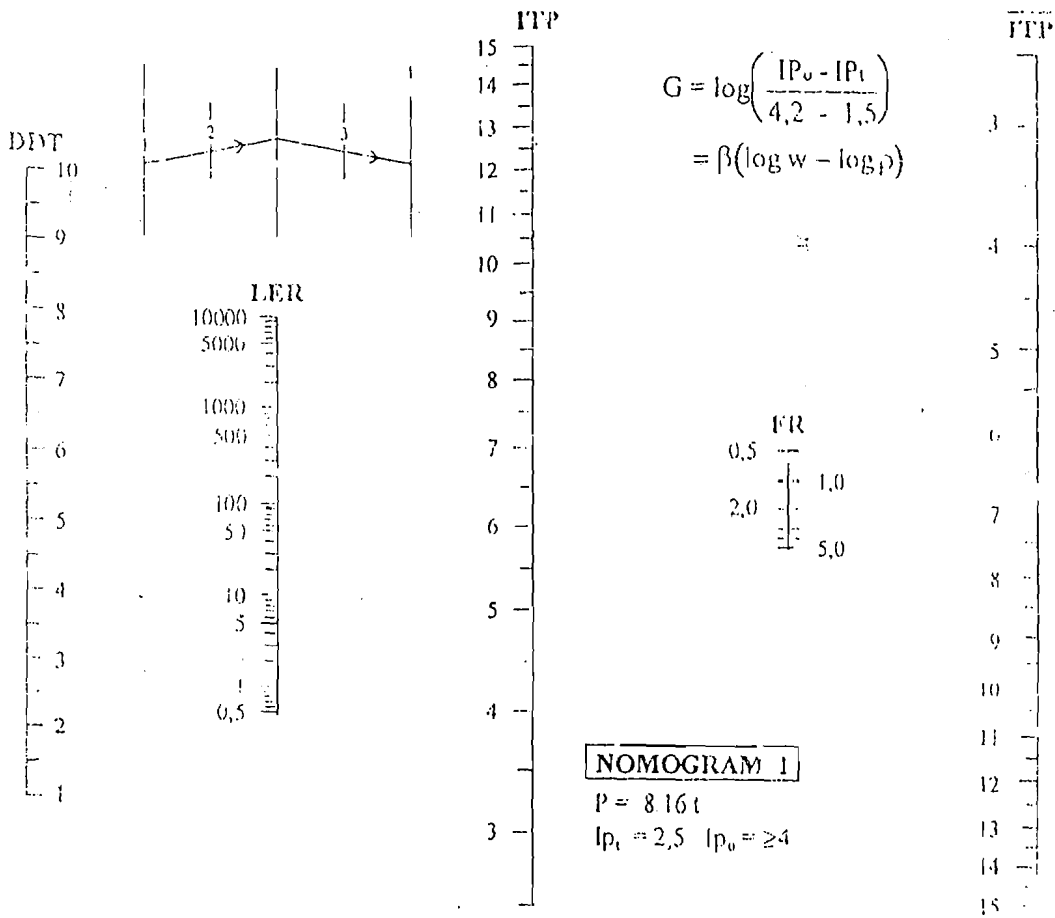
Sumber : Dep. P.U., DirJen Bina Marga, "Panduan Analisa Harga Satuan", 1995.

## Daftar harga satuan upah

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	KETERANGAN
1.	Pekerja	L01	Jam	900.00	
2.	Tukang	L02	Jam	1,200.00	
3.	Mandor	L03	Jam	1,250.00	
4.	Operator	L04	Jam	2,000.00	
5.	Pembantu Operator	L05	Jam	1,000.00	
6.	Sopir/Driver	L06	Jam	1,300.00	
7.	Pembantu sopir	L07	Jam	1,000.00	
8.	Mekanik	L08	Jam	1,500.00	
9.	Pembantu mekanik	L09	Jam	1,000.00	

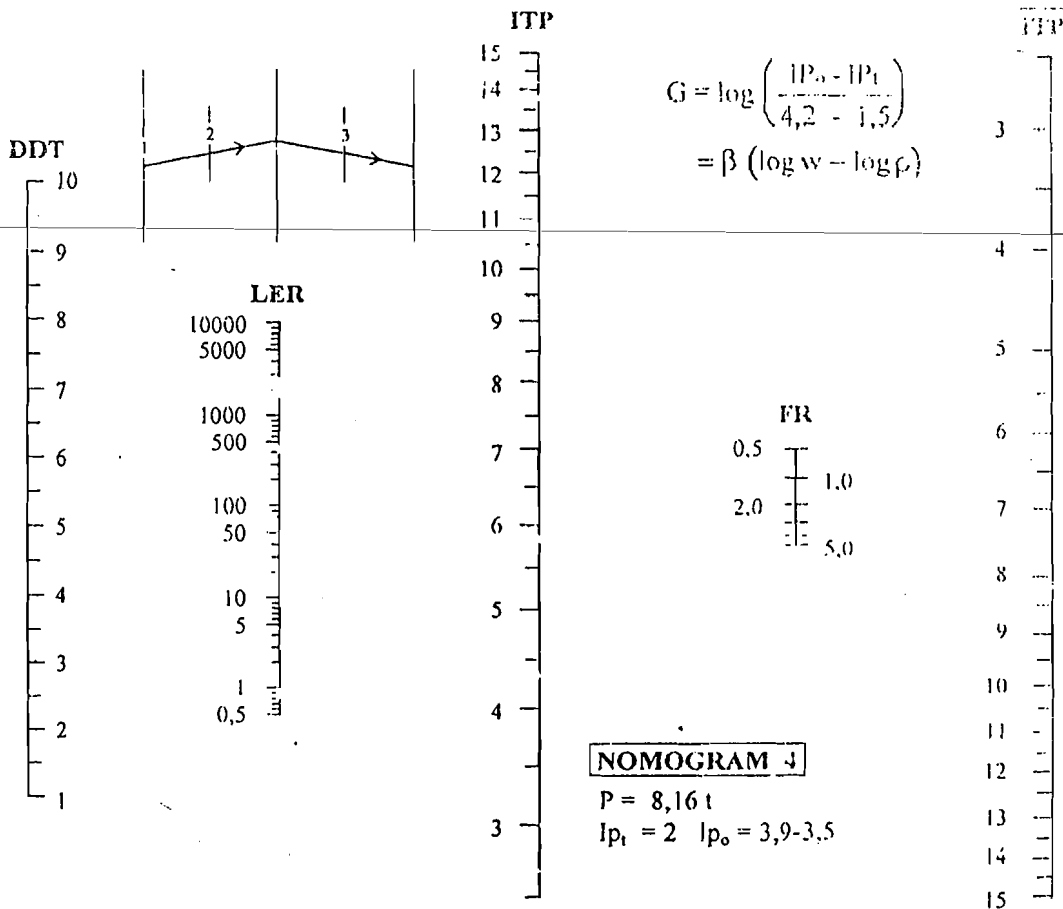
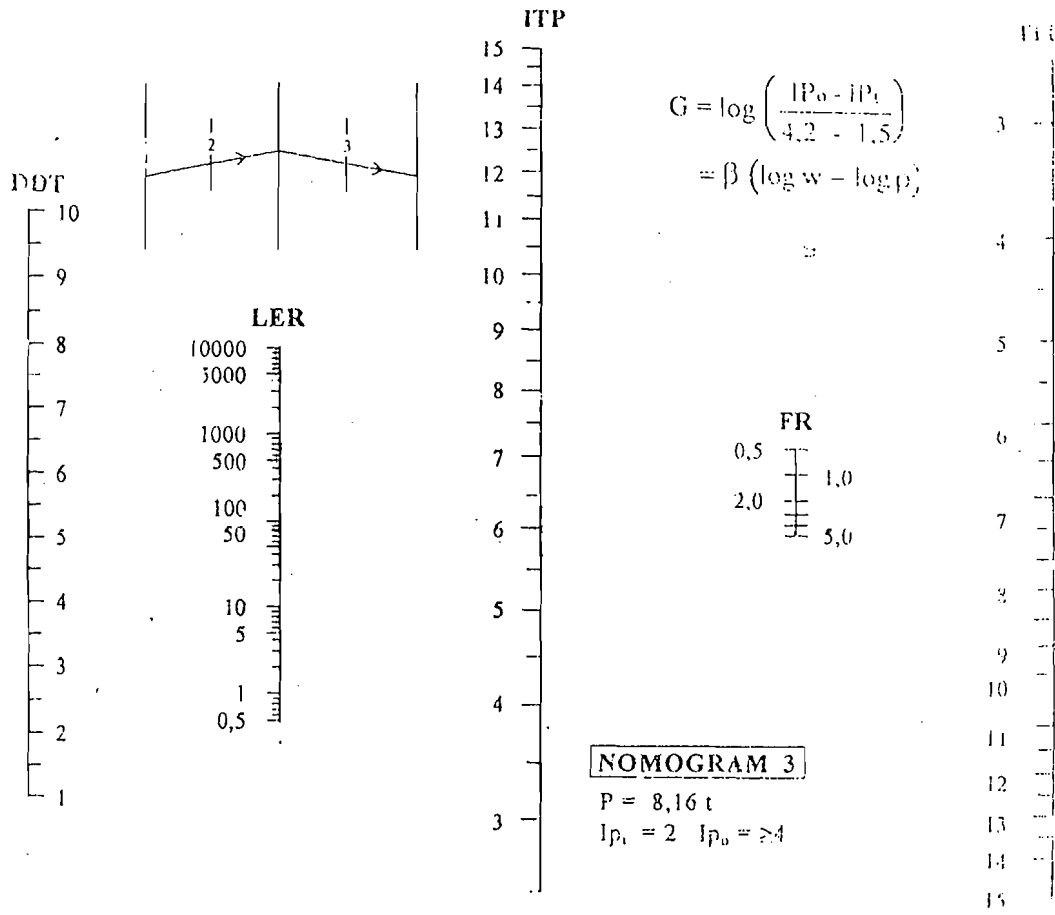
Sumber : Dep. P.U., DirJen Bina Marga, "Panduan Analisa Harga Satuan", 1995.

NOMOGRAM INDEKS TEBAL PERKERASAN (ITP)

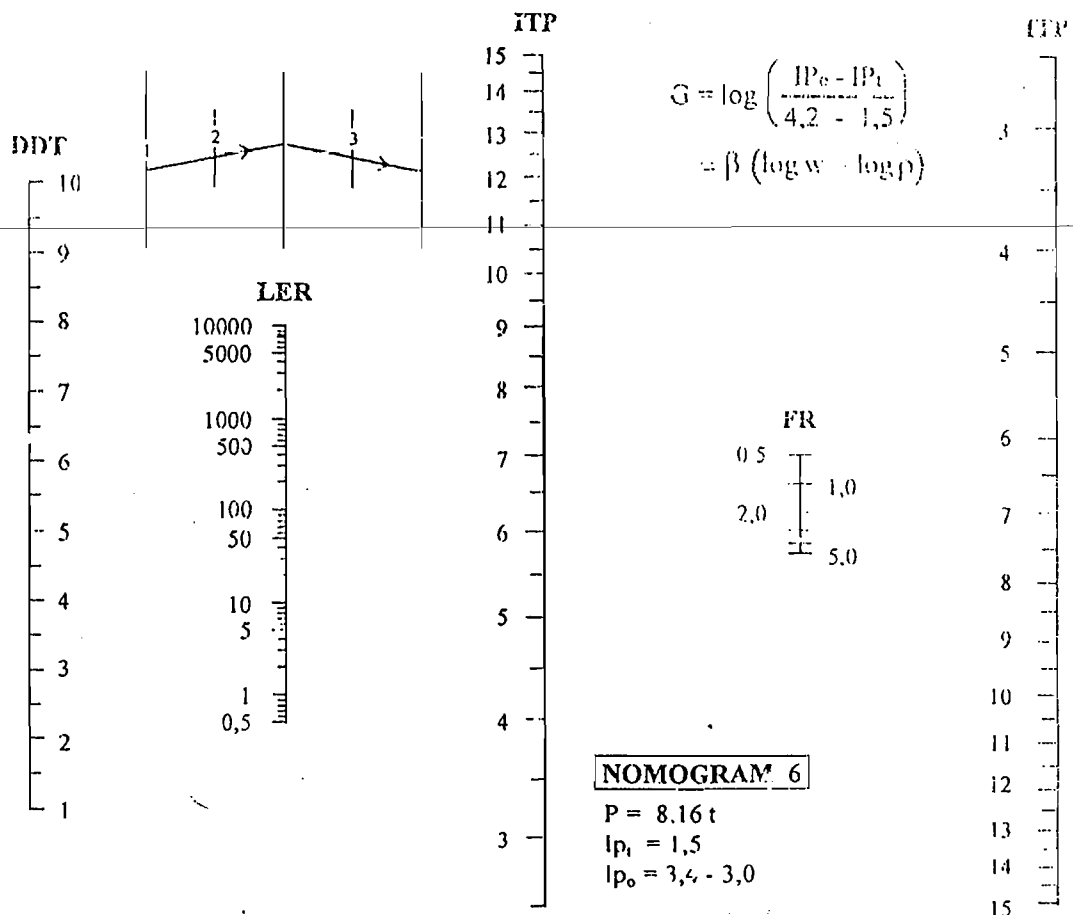
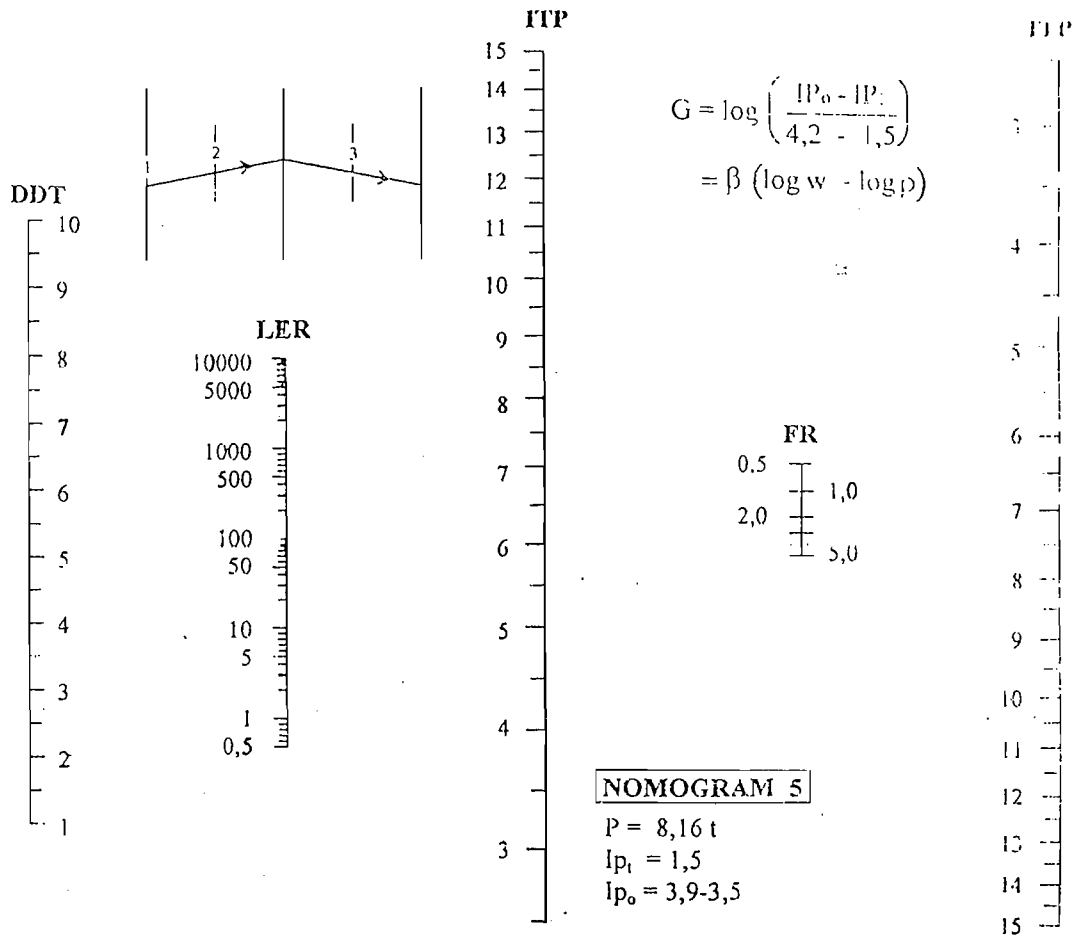


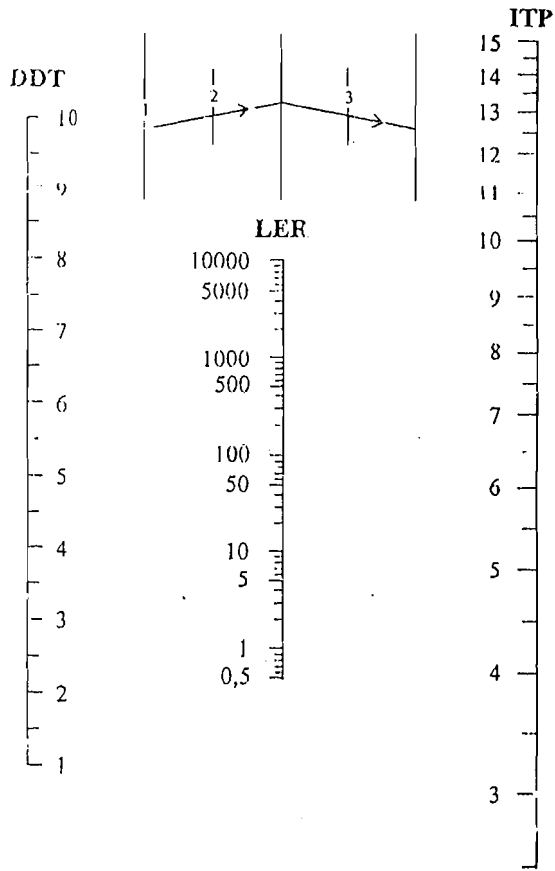


NOMOGRAM INDEKS TEBAL PERKERASAN (ITP)



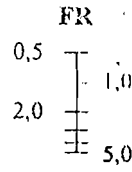
NOMOGRAM INDEKS TEBAL PERKERASAN (ITP)





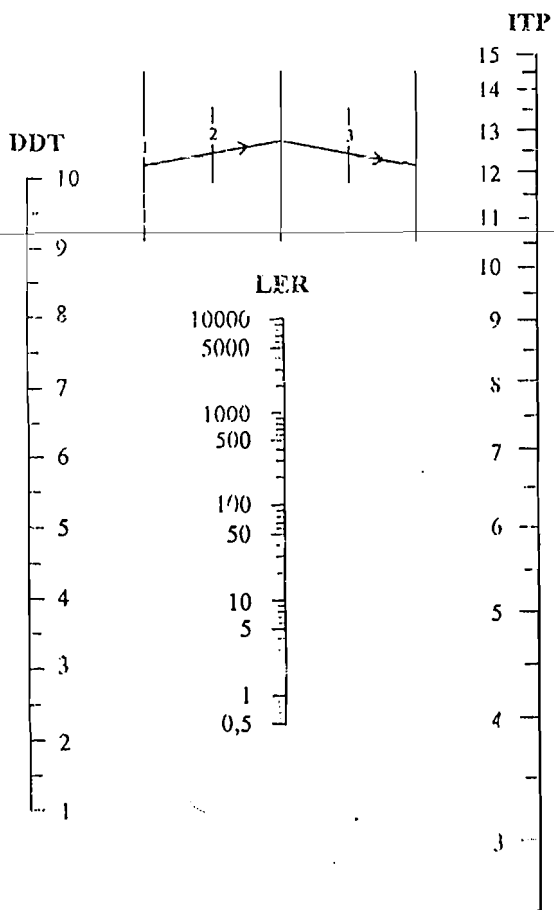
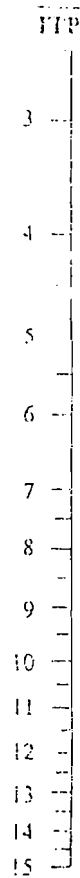
$$G = \log \left( \frac{IP_0 - IP_t}{4,2 - 1,5} \right)$$

$$= \beta (\log w - \log \rho)$$



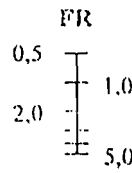
**NOMOGRAM 7**

$P = 8,16 \text{ t}$   
 $IP_t = 1,5$   
 $IP_0 = 2,9-2,5$



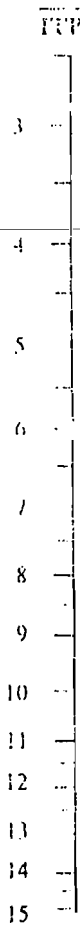
$$G = \log \left( \frac{IP_0 - IP_t}{4,2 - 1,5} \right)$$

$$= \beta (\log w - \log \rho)$$

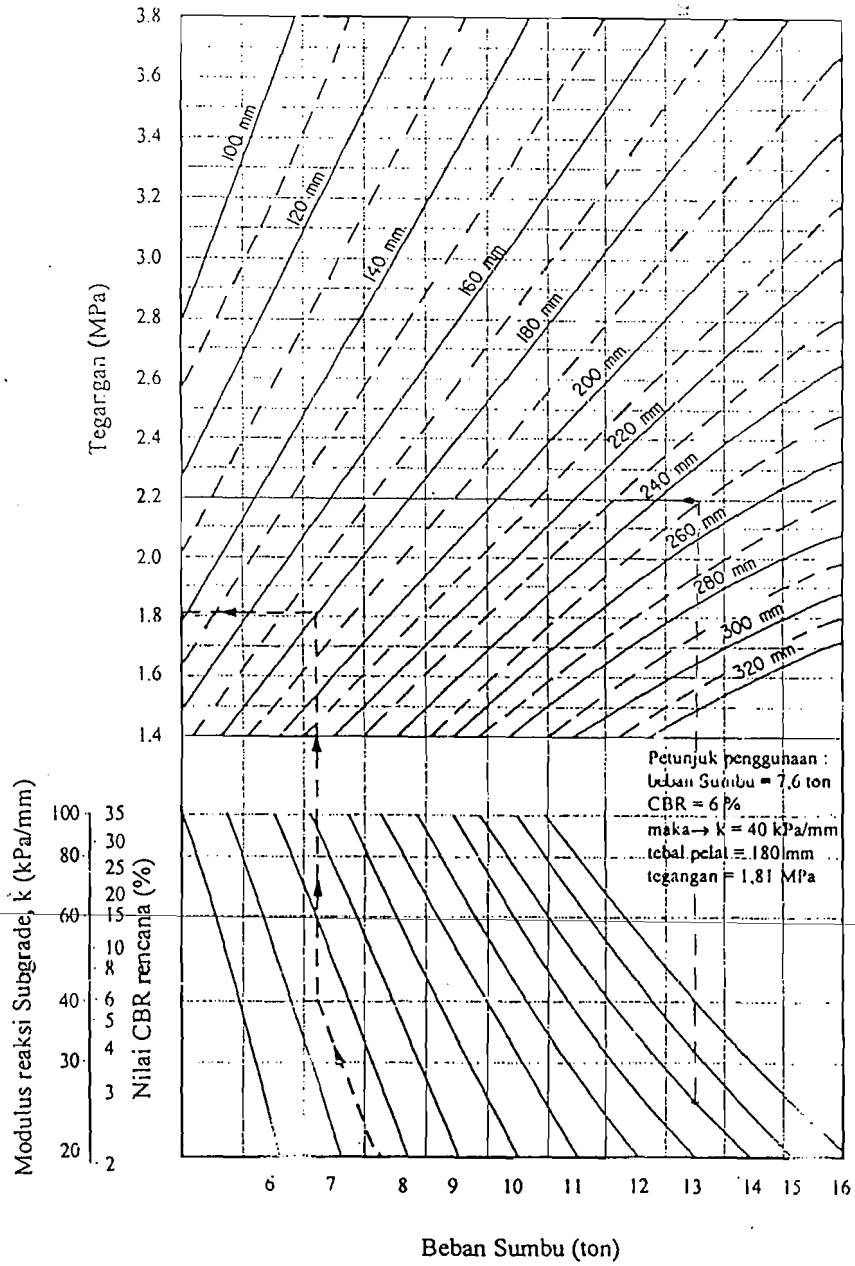


**NOMOGRAM 8**

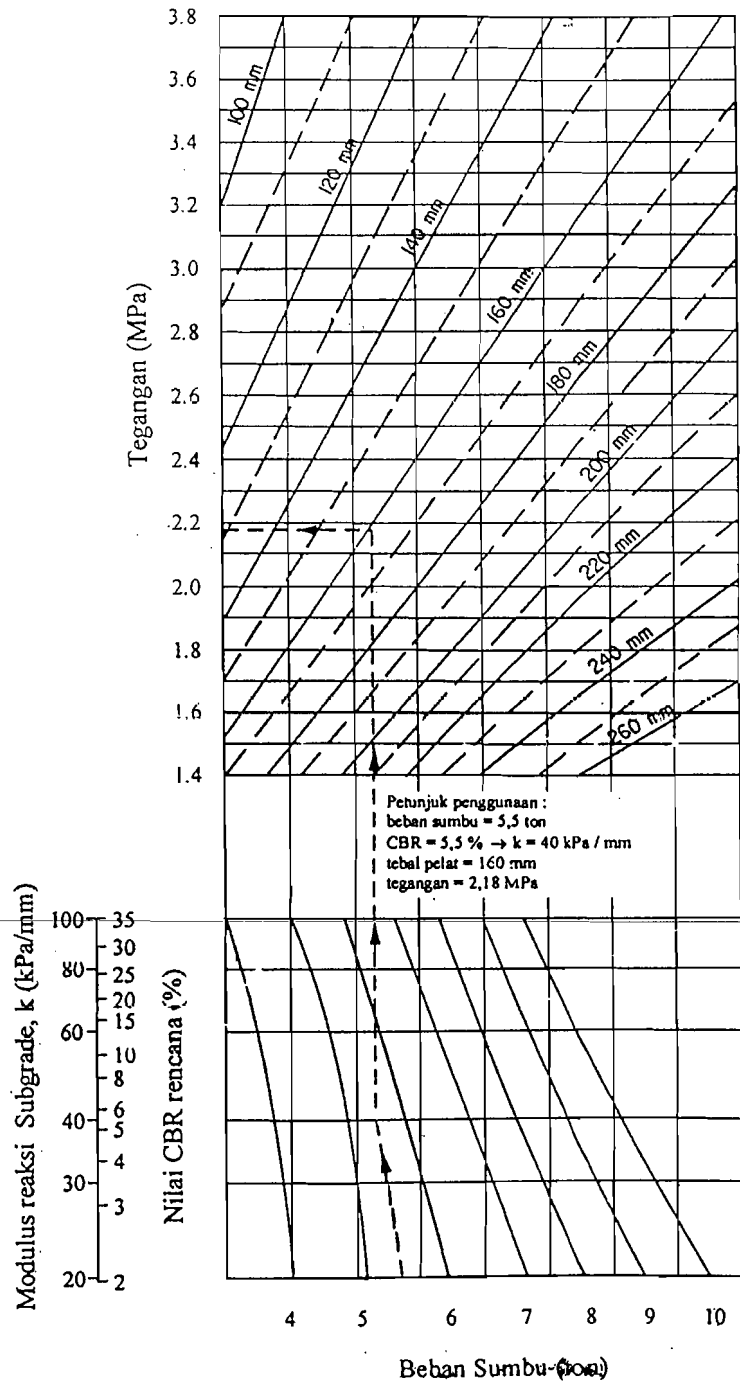
$P = 8,16 \text{ t}$   
 $IP_t = 1$   
 $IP_0 = 2,9 - 2,5$



GRAFIK PERENCANAAN UNTUK STRG

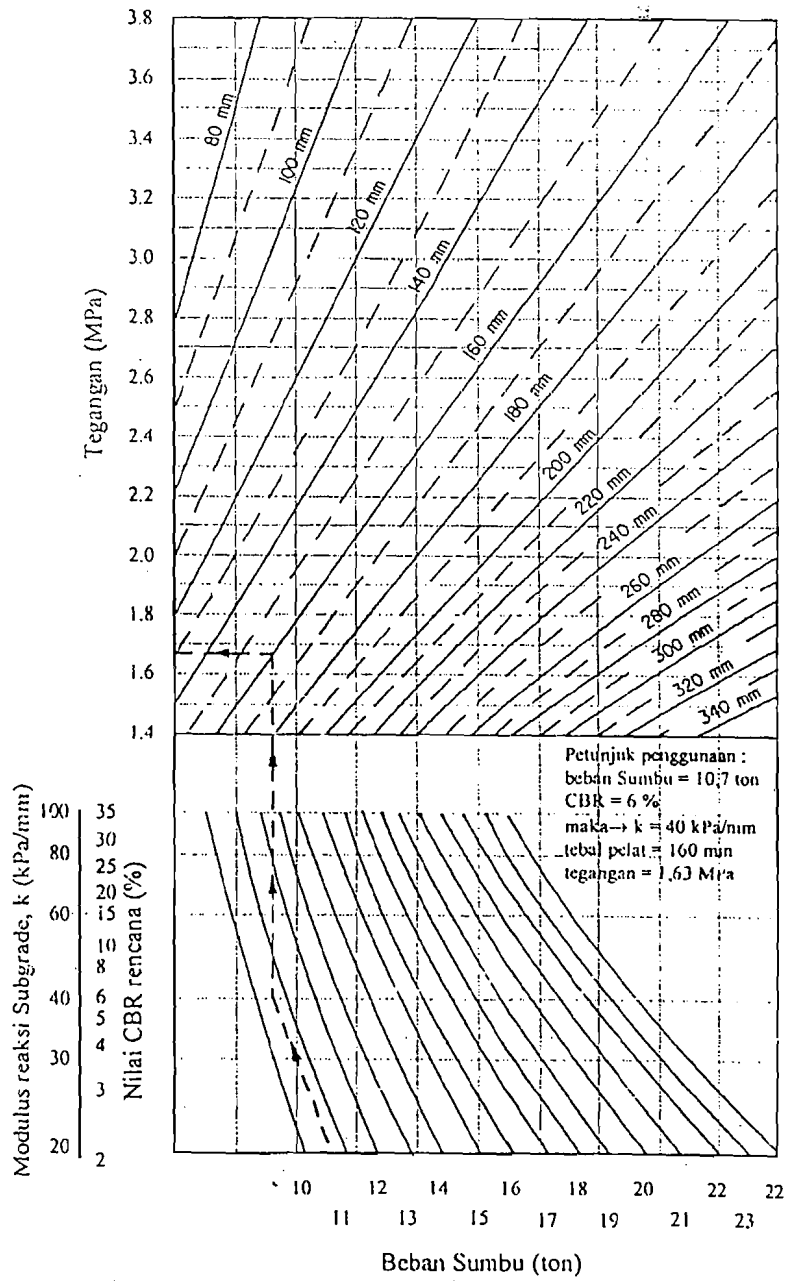


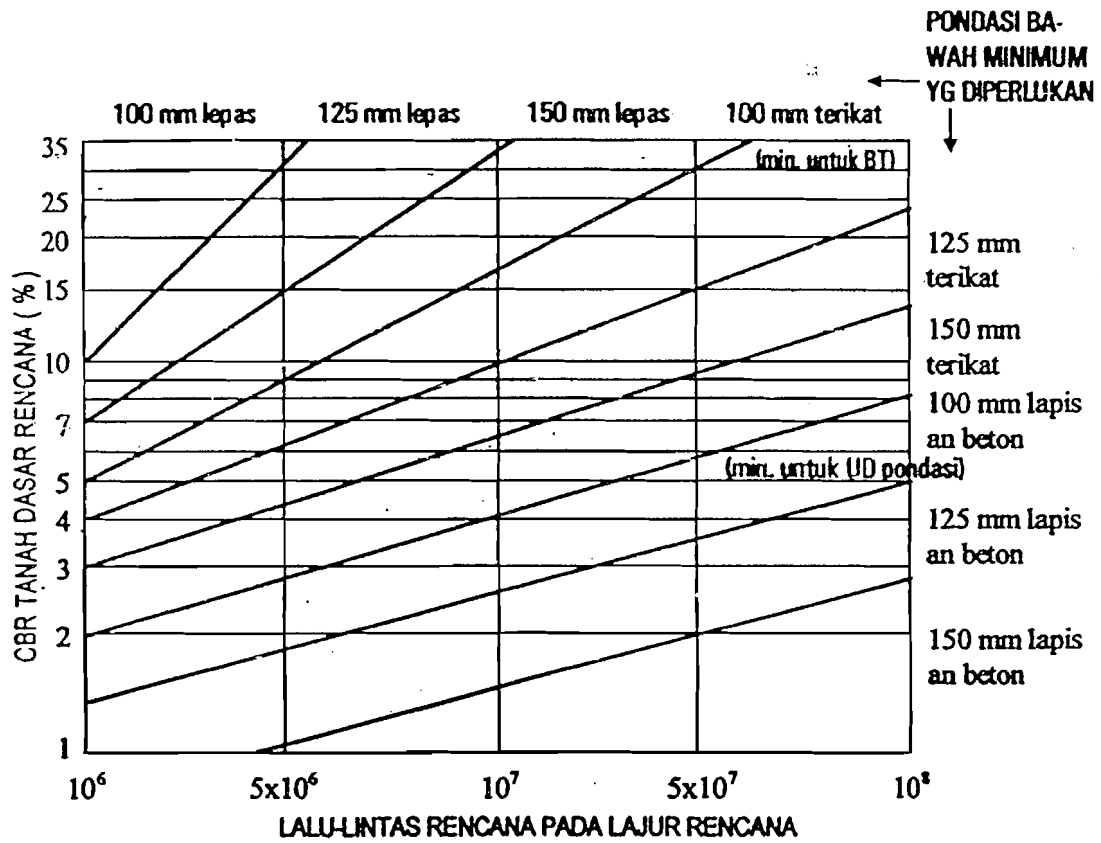
GRAFIK PERENCANAAN UNTUK STRT



Dari : Fig.9.6, Pavement Design, NAASRA, 1987

GRAFIK PERENCANAAN UNTUK SGRG



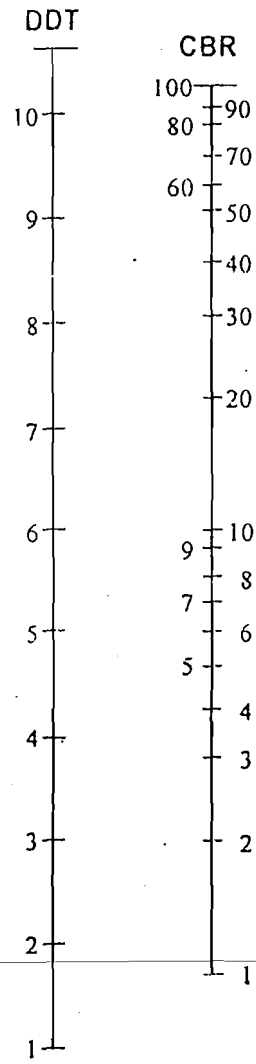


Keterangan : BT - Beton Bertulang UD - tanpa dowel (ruji) E - ekivalen beban sumbu standar

Gambar : Pondasi Bawah minimum yang diperlukan untuk Perkerasan Kaku

Dari : Fig. 9.1, Pavement Design NAASRA, 1987

Korelasi nilai DDT dan CBR



(SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989)



**Perbandingan Tegangan dan  
Jumlah Pengulangan Beban yang diijinkan**

Perbandingan Tegangan <sup>a</sup>	Jumlah Pengulangan Beban ijin	Perbandingan Tegangan	Jumlah Pengulangan Beban ijin
0.51 <sup>b</sup>	400.000	0.69	2500
0.52	300.000	0.70	2000
0.53	240.000	0.71	1500
0.54	180.000	0.72	1100
0.55	130.000	0.73	850
0.56	100.000	0.74	650
0.57	75.000	0.75	490
0.58	57.000	0.76	360
0.59	42.000	0.77	270
0.60	32.000	0.78	210
0.61	24.000	0.79	160
0.62	18.000	0.80	120
0.63	14.000	0.81	90
0.64	11.000	0.82	70
0.65	8.000	0.83	50
0.66	6.000	0.84	40
0.67	4.500	0.85	30
0.68	3.500		

<sup>a</sup> Tegangan akibat beban dibagi dengan kuat lentur tarik (modulus of Rupture)

<sup>b</sup> Untuk perbandingan tegangan  $\leq 0,50$  jumlah pengulangan beban adalah tak terhingga.

dari : *Pavement Design, NAASRA, 1987*

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Safarli	87310166	Transportasi
2			

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

Analisa perbandingan biaya pembuatan jalan dari analisa perkeraan waktu dengan  
 jenis: .....

**PERIODE IV : JUNI - NOPEMBER  
 TAHUN : 2001 / 2002**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nop.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal			■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I  
 DOSEN PEMBIMBING II

Ir. H. Bachnas, MSc  
 Ir. Subarkah, MT.

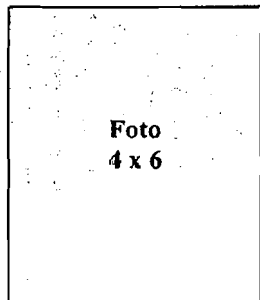


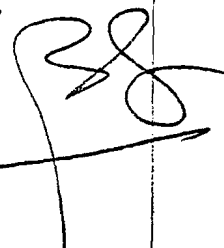
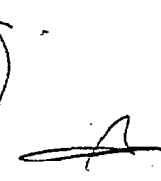

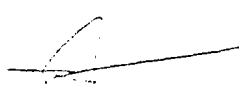

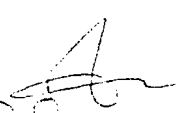

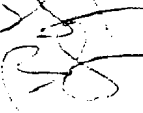
Foto  
 4 x 6

Yogyakarta, 12 Juni 2002  
 a.n. Dekan,  
 Ir. H. Munadhir, MS.

Catatan.

- Seminar : .....
- Sidang : .....
- Pendadaran : .....

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	24-06-02	Hasil penelitian di konsultasikan pd Pemb Dua (II), Setelah direvisi secara total kemudian baru ke Pemb I.	
	02-07-02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki - tulisan - ulat</li> <li>- buku petunjuk</li> <li>- Hitung - konstruksi tembok/dimensi</li> <li>- biaya               <ul style="list-style-type: none"> <li>← bahan</li> <li>← produksi</li> <li>← personel</li> <li>← adu</li> <li>← dll</li> </ul> </li> <li>- Pembaloran dari hasil</li> <li>Biaya → ditinjau dari ukuran? biaya</li> </ul>	 <div style="margin-left: 150px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>← Maint / demab</li> <li>← products</li> <li>← maintenance</li> </ul> </div>
	09/11/02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki yg dibarengi tanda</li> <li>- Kesimpulan harus relevan dg tujuan</li> <li>- Formasi lampir yg terkait dg aplikasi sesuai pembaloran</li> <li>- Hasil di resume dalam bentuk tabel</li> </ul>	
	15/11/02	Perbaiki tabel komposisi buat lampiran dg hitung	
	23/11/02	Dijelaskan hasil kutipan	
	29/11/02	dilanjutkan ke OP 7	
	23/12-02	Perbaiki yg dibarengi tanda	
	23/12-02	Perbaiki kutipan	
	24/12-02	Ace untuk sedang	