

PERPUSTAKAAN FISIP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 04-08-2003
NO. JUBUL : 000574
NO. INV. : 512000074001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN ANALISA BIAYA JALAN LINGKAR
UII TERPADU ANTARA PERKERASAN *FLEXIBEL* DAN
PERKERASAN *PAVING BLOCK*



Disusun oleh :

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Nama : **Lukman**
No. Mhs. : **95 310 296**
NIRM : **950051013114120293**

Nama : **Eko Harnoto**
No. Mhs. : **95 310 305**
NIRM : **950051013114120302**

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

2002



Lembar Pengesahan

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN ANALISA BIAYA JALAN LINGKAR
UII TERPADU ANTARA PERKERASAN *FLEXIBEL* DAN
PERKERASAN *PAVING BLOCK***

Disusun Oleh :

Nama : LUKMAN
No. Mhs : 95 310 296
NIRM : 950051013114120293

Nama : EKO HARNOTO
No. Mhs : 95 310 305
NIRM : 950051013114120302

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Iskandar S, MT

Dosen Pembimbing I

Ir. Fitri Nugraheni, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 7 Juli 2003



Tanggal : 7/7/03

HALAMAN PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN ANALISA BIAYA JALAN LINGKAR
UII TERPADU ANTARA METODE FLEKSIBEL DAN
SEMI FLEKSIBEL**

Nama : Lukman
No. Mhs : 95 310 296
Nirm. : 950051013114120293

Nama : Eko Harnoto
No. Mhs : 95 310 305
Nirm. : 950051013114120302

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Iskandar S, MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal :

Ir. Fitri Nugraheni, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Illahi Robbi, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi Strata 1 (S 1)yang berjudul Perbandingan Analisa Biaya Jalan Lingkar dalam Kampus UII Terpadu antara Metode Fleksibel dan Semifleksibel.

Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis akan dengan senang hati dan terbuka untuk menerima saran dan masukan dari semua pihak.

Banyak sekali bantuan dan dukungan yang penulis peroleh dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka dengan segala hormat, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penyusunan laporan ini kepada :

- 1) Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- 2) Bapak Ir. H. Munadhir, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia .
- 3) Bapak Ir. Iskandar S, M1 selaku Dosen Pembimbing I.
- 4) Ibu Ir. Fitri Nugraheni, MT selaku Dosen Pembimbing II.
- 5) Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT selaku Dosen Penguji Tamu

- 6) Seluruh staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil dan Segenap karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- 7) Ibunda dan Ayahanda tercinta, yang selalu memberi dukungan, baik moril maupun materiil, serta Kakak dan Adikku yang telah banyak berdoa untuk penulis.
- 8) Sahabat-sahabat penulis di kelas E angkatan 1995, serta seseorang yang selalu memberi dukungan di setiap langkahku “Istri dan Anakku”.
- 9) Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhirnya, semoga bantuan dan kebaikan yang telah diberikan oleh pihak-pihak diatas mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT, dan penulis mengharapkan penyusunan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan mahasiswa UII dimasa yang akan datang pada umumnya, Amien.

Yogyakarta, Maret 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAKSI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Batasan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Lalu lintas.....	5
3.1.1. Jumlah jalur dan koefisien distribusi kendaraan (c).....	5
3.1.2. Angka ekivalen (e) beban sumbu kendaraan.....	6
3.1.3. Lalu lintas harian rata-rata dan rumus lintas ekivalen.....	8

a. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR).....	8
b. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP).....	8
c. Lintas Ekivalen Akhir (LEA).....	8
d. Lintas Ekivalen Tengah (LET).....	9
e. Lintas Ekivalen Rencana (LER).....	9
3.2. Daya dukung tanah dasar (DDT) dan CBR.....	9
3.3. Faktor Regional (FR).....	11
3.4. Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	11
3.5. Koefisien kekuatan relatif (a).....	14
3.6. Pelapisan Tambahan.....	16
3.7. Perkerasan jalan.....	17
3.7.1. Tanah Dasar.....	18
3.7.2. Lapis Pondasi Bawah.....	18
3.7.3. Lapis Pondasi.....	19
3.7.4. Lapis Permukaan.....	19
3.8. Pemeliharaan.....	20
3.9. Rekayasa Nilai.....	21
3.9.1. Umum.....	21
3.9.2. Definisi Rekayasa Nilai.....	21
3.9.3. Tujuan Rekayasa Nilai.....	22
3.9.4. Waktu Penerapan Rekayasa Nilai.....	23
3.9.5. Tahapan Rekayasa Nilai.....	23

BAB IV	STUDI KASUS PENERAPAN METODE REKAYASA NILAI PADA PEMBANGUNAN JALAN LINGKAR DALAM KAMPUS UII TERPADU YOGYAKARTA.	
4.1.	Konsep Penerapan Rekayasa Nilai pada pembangunan jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu.....	25
4.2.	Tahap informasi.....	26
4.2.1.	Pengumpulan data.....	26
4.2.2.	Struktur fungsi jalan.....	27
4.3.	Tahap kreasi.....	29
4.4.	Tahap penilaian / analisis.....	30
4.4.1.	Biaya awal.....	31
4.4.2.	Biaya pemeliharaan dan siklus hidup.....	33
	a. Biaya pemeliharaan alternatif I.....	33
	b. Biaya pemeliharaan alternatif II.....	34
4.4.3.	Lembar kerja analisis keuntungan – kerugian.....	37
4.4.4.	Lembar kerja analisis kelayakan.....	39
4.5.	Tahap presentasi.....	40
BAB V	PEMBAHASAN	
5.1.	Analisis biaya.....	42
5.2.	Biaya siklus hidup.....	42
5.3.	Analisis keuntungan –kerugian.....	43
5.4.	Analisis kelayakan.....	43

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....45

6.2. Saran.....45

DAFTAR PUSTAKA.....47

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

3.1 Jumlah jalur berdasarkan lebar perkerasan	6
3.2 Koefisien distribusi kendaraan (C).....	7
3.3 Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan.....	8
3.4 Faktor regional (FR).....	12
3.5 Tebal minimum lapisan perkerasan.....	14
3.6 Tebal minimum block terkunci	14
3.7 Tebal minimum lapis pondasi	14
3.8 Nilai koefisien kekuatan relatif bahan	15
4.1 Data tentang proyek.....	25
4.2 Identifikasi fungsi.....	26
4.3 tahap kreatif.....	28
4.4.1.1 Rencana anggaran biaya awal alternatif desain I	31
4.4.1.2 Rencana anggaran biaya awal alternatif desain II	32
4.4.2 Biaya siklus hidup	35
4.4.3 Analisa keuntungan-kerugian.....	37
4.4.4 Analisis kelayakan.....	38

DAFTAR GAMBAR

1.1 Peta lokasi proyek	2
3.1 Korelasi DDT dan CBR	11
3.2 Nomogram	13
3.3 Susunan lapis perkerasan.....	17
4.1 Struktur fungsi sistem jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu.....	27
4.2 Detail potongan jalan aspal	29
4.3 Detail potongan jalan paving block.....	29
4.4 Perkerasan paving block.....	39
4.5 Perkerasan aspal	40

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 : Gambar Diagram Alir Konsep Penerapan Metode Rekayasa Nilai pada pembangunan jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu
- LAMPIRAN 2 : Perancangan Tebal Perkerasan
- LAMPIRAN 3 : Gambar Galian dan Timbunan jalan dalam potongan melintang
- LAMPIRAN 4 : Hitungan galian dan timbunan
- LAMPIRAN 5 : Perhitungan Volume Pekerjaan
- LAMPIRAN 6 : Rekapitulasi harga satuan pekerjaan dan daftar upah tenaga kerja

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan sebagai suatu lintasan yang bertujuan untuk melewati lalu lintas baik berupa manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Jalan merupakan prasarana transportasi yang bertujuan untuk menghubungkan suatu tempat dengan tempat yang lainnya melalui jalan darat. Dengan adanya jalan akan membantu memperlancar kegiatan / mobilitas masyarakat daerah sekitar.

Dengan demikian jalan raya merupakan suatu kebutuhan yang cukup esensial bagi suatu daerah dalam rangka peningkatan pertumbuhan masyarakat, baik itu di bidang ekonomi, politik, sosial, budaya ataupun hankam.

Melihat begitu besarnya arti penting jalan, maka dari itu pembangunan jalan lingkar dalam kampus UII Terpadu dibutuhkan oleh semua civitas akademis baik itu mahasiswa, dosen, staff pengajaran, serta masyarakat sekitarnya, dimana jalan tersebut untuk mengakses ke luar dan ke dalam lingkungan kampus UII Terpadu dan proses perkuliahan diharapkan dapat berjalan dengan efektif dan lancar sehingga dapat menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas.

Dalam pembangunan jalan lingkar kampus UII Terpadu ini tim Perencana belum melakukan studi Rekayasa Nilai pada proyek tersebut, sehingga peneliti

mencoba mengadakan studi Rekayasa Nilai pada proyek jalan lingkaran kampus UII Terpadu, untuk menentukan jenis lapis perkerasan yang akan dipakai dalam proyek itu nantinya.

1.2 Tujuan Tugas Akhir

Memilih alternatif terbaik dalam pemilihan bahan lapis perkerasan yang dapat mengoptimalkan efisiensi, keamanan serta kenyamanan yang optimal antara perkerasan *flexibel* dengan perkerasan *semiflexibel*

1.3 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi tim Perencana proyek agar dalam merencanakan suatu proyek hendaknya melakukan Rekayasa Nilai agar didapat penghematan biaya yang optimal tanpa menghilangkan kualitas dari proyek tersebut.

1.4 Batasan Penelitian

1. Pada penelitian Tugas Akhir ini yang ditinjau adalah biaya perancangan konstruksi dengan jenis konstruksi *flexibel pavement* dan *semiflexibel pavement*.
2. Penelitian dilakukan berdasarkan data perancangan jalan di kampus UII Terpadu.
3. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan perubahan geometrik jalan (geometrik jalan dianggap tetap).

4. Metode pemilihan alternatif terbaik yang digunakan dalam analisis adalah Rekrayasa Nilai.
5. Konstruksi *flexibel pavement* menggunakan bahan konstruksi lapis permukaan jenis AC (*Asphalt Concrete*).
6. Konstruksi *semiflexibel pavement* menggunakan *Paving block* sebagai bahan lapis permukaan.
7. Data LHR adalah sebagai berikut :

Kendaraan ringan 2 ton.....	10000
Bus 8 ton.....	100
Truck 2 as 10 ton.....	1000
Trailer 3 as 18.5 ton.....	500

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Kuiper (1984) mengatakan bahwa perkerasan *paving block* didacrah industri berat adalah bentuk yang paling cocok dibanding bentuk segi banyak atau bergerigi.

Miura dan kawan-kawan (1984) menyatakan bahwa *interlock* bentuk segi enam mempunyai daya dukung yang lebih rendah dan tingkat *rutting* (baik pada keadaan awal maupun dalam perkembangannya) yang lebih tinggi dibanding bentuk segi empat .

Sastrowiyoto (1984) menyatakan bahwa bentuk *paving block* segi empat pada perkerasan yang digunakan pada lalu lintas berat, sedangkan pada perkerasan untuk lalu lintas sedang dan ringan dapat menggunakan bentuk *paving block* segi empat atau yang lainnya yang sesuai.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Lalu Lintas

Kebutuhan manusia akan perpindahan dalam suatu masyarakat menimbulkan transportasi / pengangkutan. Untuk mengangkut orang atau barang diperlukan alat angkut dan pergerakan alat angkut tersebut secara keseluruhan menimbulkan lalu lintas atau kata lain lalu lintas adalah turunan kedua dari transportasi .

3.1.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C).

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak mempunyai tanda batas jalur, maka jumlah jalur di tentukan dari lebar perkerasan menurut tabel di bawah ini :

Tabel 3.1 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar perkerasan. (L) m	Jumlah jalur
$L < 5,5$ m	1 jalur
$5,5 \leq L \leq 8,25$ m	2 jalur
$8,25 \leq L \leq 11,25$	3 jalur
$11,25 \leq L \leq 15,00$ m	4 jalur
$15,00 \leq L \leq 18,75$ m	5 jalur
$18,75 \leq L \leq 22,00$ m	6 jalur

Sumber : SKBI, 1988

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur	Kendaraan ringan		Kendaraan berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,000	1,000	1,000	1,000
2 jalur	0,600	0,500	0,700	0,500
3 jalur	0,400	0,400	0,500	0,475
4 jalur		0,300		0,450
5 jalur		0,250		0,425
6 jalur		0,200		0,400

Sumber : SKBI, 1988

3.1.2 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan.

Angka Ekuivalen (E) masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus tabel di bawah ini :

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left\{ \frac{\text{bebansatusumbutunggal, kg}}{8160} \right\}^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda} = 0,086 \left\{ \frac{\text{bebansatusumbuganda, kg}}{8160} \right\}^4$$

Tabel 3.3 Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

Beban satu sumbu		Angka ekuivalen	
Kg	Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	0,0053
2000	4409	0,0036	0,0852
3000	6613	0,0183	0,4314
4000	8817	0,0577	1,3631
5000	11021	0,1410	3,3275
6000	13225	0,2923	6,8996
7000	15429	0,5415	12,7818
8000	17633	0,9238	21,8044
9000	19837	1,4798	34,9256
10000	22041	2,2555	53,2310
11000	24245	3,3023	77,9342
12000	26449	4,6770	110,3764
13000	28653	6,4419	152,0267
14000	30857	8,6647	204,4816
15000	33061	11,4184	269,4656
16000	35265	14,7815	348,8309

Sumber:SKBI, 1988

3.13 Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus –rumus Lintas Ekivalen.

a. Lalu lintas Harian Rata – rata (LHR)

Lalu lintas Harian Rata – Rata (LHR) adalah volume lalu lintas rata – rata dalam satu hari. Ditinjau dari cara memperoleh datanya, dalam LHR ini dikenal ada 2 jenis yaitu Lalu lintas Harian Rata – rata dan Lalu lintas Harian Rata – rata Tahunan (LHRT). LHRT diperoleh dari volume lalu lintas dalam satu tahun dibagi 365 hari dengan satuan smp/hari/2 arah atau kendaraan/hari/2 arah.

b. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Catatan : j = jenis kendaraan.

c. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{J=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Catatan : j = jenis kendaraan

i = perkembangan lalu lintas

d. Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

Dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LET = \frac{LET + LEA}{2}$$

e. Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

Dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$LER = LET \times FP$$

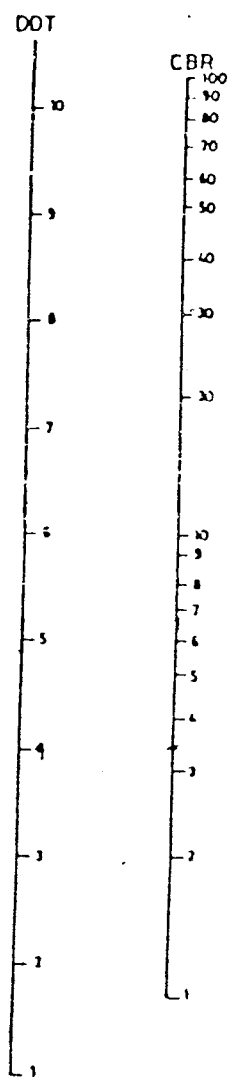
Faktor Penyesuaian (FP) tersebut di atas ditentukan dengan rumus:

$$FP = UR/10$$

3.2 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi (gambar 1). Yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- a. Tentukan harga CBR terendah
- b. Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan prosentase dari 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah tadi.
- e. Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka prosentase 90%.



Gambar 3.1 Grafik Korelasi DDT dan CBR

Sumber : SKBI, 1987

3.3 Faktor Regional.

Faktor regional adalah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan daya dukung tanah dan perkerasan. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai berikut :

Tabel 3.4 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I <6 %		Kelandaian II 6 – 10 %		Kelandaian III >10 %	
	% kend berat		% kend berat		% kend berat	
	< 30 %	> 30 %	< 30 %	>30 %	< 30 %	>30 %
Iklim I < 900 mm/th	0.5	1.0-1.5	1.0	1.5-2.0	1.5	2.0-2.5
Iklim II > 900 mm/th	1.5	2.0-2.5	2.0	2.5-3.0	2.5	3.0-3.5

Sumber : SKBI, 1988

3.4 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks tebal perkerasan adalah angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan. Nilai ITP didapat dari nomogram dengan masukan data LER, DDT dan FR. Dalam menentukan tebal perkerasan yang akan dihitung adalah ITP.

Rumus umum untuk menentukan tebal perkerasan adalah :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + a_4 D_4$$

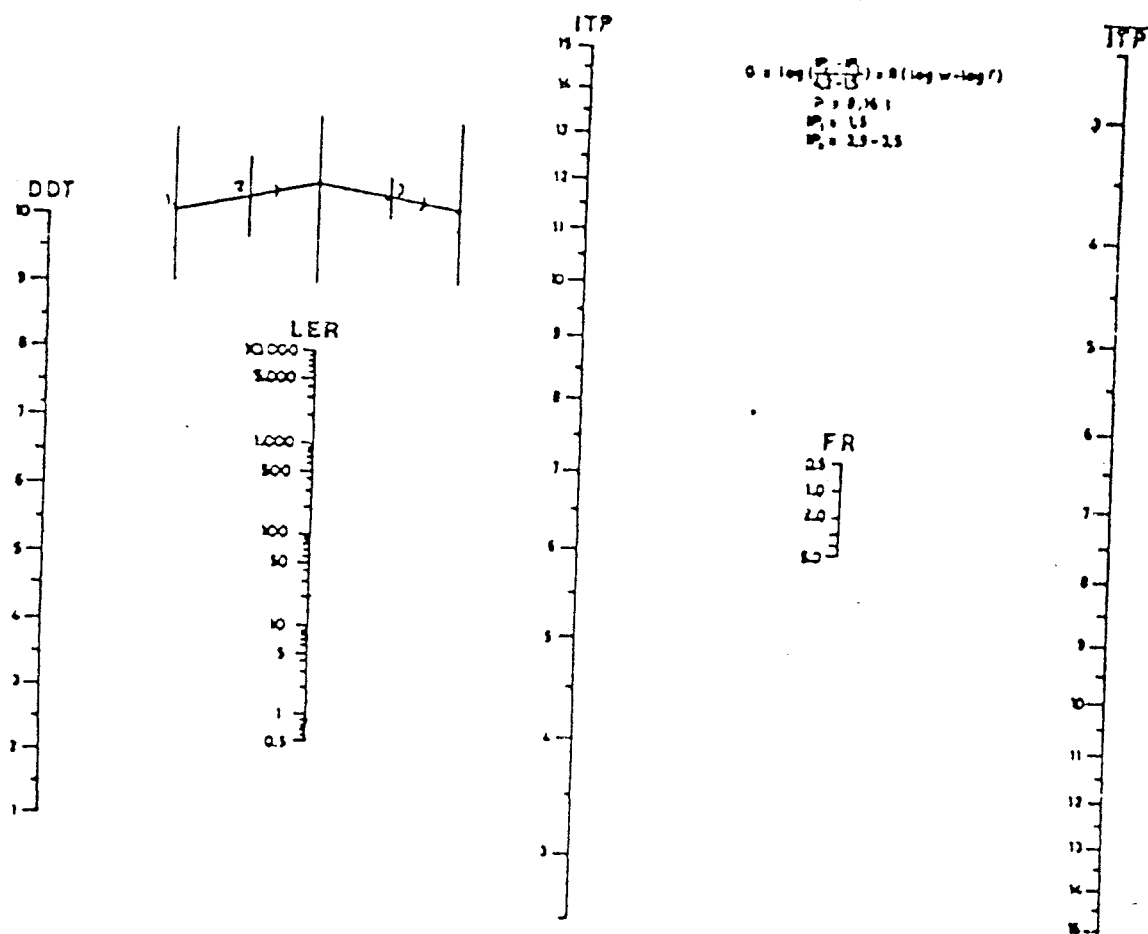
Dengan :

ITP = indeks tebal perkerasan

a_1, a_2, a_3, a_4 = nilai koefisien kekuatan relatif lapisan

d_1, d_2, d_3, d_4 = tebal perkerasan tiap lapisan

Tiap-tiap lapisan memiliki batas minimal ketebalan sebagaimana tercantum dalam SKBI 1998.



Gambar 3.2 Grafik Nomogram IPT

Sumber : SKBI, 1987

3.5. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

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

Tabel 3.8 Nilai Koefisien Kekuatan Relatif Bahan *Flexibel dan Semiflexibel* (a)

Koefisien kekuatan relatif				Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	a4	Kt Kg/cm ²	MS Kg	CBR %	
0,44				450			Block beton
0,40				350			Block beton
0,35					500		Block Asbuton
	0,40						Pasir alas
0,40					744		Laston
0,35					590		
0,32					454		
0,30					340		
0,35					744		Lasbutag
0,31					590		
0,28					454		
0,26					340		
0,30					340		HRA
0,26					340		Aspal Macadam
0,25					-		Lapen (mekanis)

Tabel 3.5 Tebal minimum Lapisan perkerasan

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 3.00	5	Lapis pelindung (buras/burtu/burda)
3.00 – 6.70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6.71 - 7.49	7.5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7.50 – 9.99	7.5	Lasbutag, Laston
≥ 10.00	10	Laston

Sumber : SKBI 1988

Tabel 3.6 Tebal Minimum Block terkunci

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 5.0	6	Beton, Asbuton
5.0 – 10.0	8	Beton
10.0 – 12.0	10	Beton
>12.0	12	Beton

Sumber: SKBI, 1988

Tabel 3.7 Tebal Minimum Lapis Pondasi.

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 5.0	10	Batu pecah, stab. Tanah dgn semen, kapur
5.0 – 10.0	15	Batu pecah, stab. Tanah dgn semen, kapur
	10	Laston atas/ATB
10.0 – 12.0	20	Batu pecah, stab. Tanah dgn semen, kapur
	20	Pondasi Macadam
	15	Laston atas/ATB
> 12.0	25	Batu pecah, stab. Tanah dgn semen, kapur
	25	Pondasi Macadam
	25	Penetrasi Macadam, Laston atas

Sumber : SKBI, 1988

Lanjutan Tabel 3.8 Nilai Koefisien Kekuatan Bahan (a)

Koefisien kekuatan Relatif				Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	a4	Kt (kg/cm ²)	MS Kg	CBR %	
0,20					-		Lapen (manual)
		0,28					Laston atas/ATB
		0,26			500		
		0,24			450		
		0,15			350		Stabilisasi tanah dengan semen/kapur
		0,13					
		0,14				100	Batu pecah klas A
		0,13				80	Batu pecah klas B
		0,12				60	Batu pecah klas C
		0,14				100	Makadam basah
		0,12				60	Makadam kering
			0,13			70	Sirtu/pitrun klas A
			0,12			50	Sirtu/pitrun klas B
			0,11			30	Sirtu/pitrun klas C
			0,10			20	Tanah/lempung pasiran

Sumber : SKBI, 1988

3.6 Pelapisan Tambahan

Untuk perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*), kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai tabel dibawah ini.:

Tabel 3.9 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

No	Jenis Lapisan	Keterangan	Kondisi (%)
1	Lapis Permukaan		
		Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda	90 - 100
		Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil	70 - 90
		Retak sedang, beberapa defomasi pada jalur roda, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 - 70
		Retak banyak, deformai pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 - 50
2	Lapis Pondasi		
	a. Pondasi Aspai Beton atau Penetrasi Macadam		
		Umumnya tidak retak	90 - 100
		Terlihat retak halus, namun masih tetap stabil	70 - 90
		Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 - 70
		Retak banyak, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 - 50
	b. Stabilisasi Tanah dengan Semen atau kapur		
		Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) \leq 10	70 - 100
	c. Pondasi Macadam atau batu Pecah		
		Indek Plastisitas (Plasticitas Index = PI) \leq 6	80 - 100
3	Lapis Pondasi		
		Indek Plastisitas (Plasticitas Index = PI) \leq 6	90 - 100
		Indek Plastisitas (Plasticitas Index = PI) $>$ 6	70 - 90

Sumber: SKBI, 1987

Macam perkerasan.

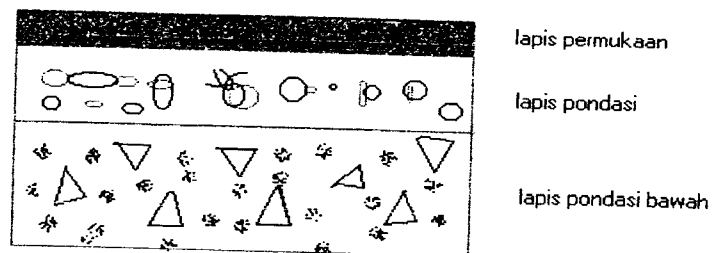
Berdasarkan bahan penyusun perkerasan ada tiga macam kelompok perkerasan yaitu:

1. *Fleksibel Pavement* (perkerasan lentur) yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal.
2. *Rigid Pavement* (perkerasan kaku/tegar); yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen
3. *Semi Fleksibel Pavement* ; yaitu konstruksi ini menggabungkan dua macam konstruksi diatas.

3.7 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan/*pavement* yang sering disebut hanya disebut "perkerasan" adalah suatu lapisan yang terdiri dari satu ataupun beberapa lapisan material yang diletakkan pada tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk melindungi *subgrade* dari kerusakan yang diakibatkan baik oleh lalu lintas maupun pengaruh alam.

Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi: lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*).



Gambar 3.3 Susunan lapis perkerasan jalan

3.7.1 Tanah Dasar

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

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) dari macam tanah tertentu akibat lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sangat sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaannya.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada pelaksanaan.

3.7.2 Lapis Pondasi Bawah

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan meyebarkan beban roda.
- b. Mencari efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).

- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

3.7.3 Lapis Pondasi

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebaagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

3.7.4 Lapis Permukaan

Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan lapis pondasi, dengan persyaratan lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan

dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalulintas. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

Dalam Tugas Akhir ini penulis akan membahas jenis lapis permukaan *flexibel* yaitu *AC (Asphalt Concrete)* dan lapis permukaan *semiflexibel* yaitu paving block.

1. AC (Asphalt Concrete)

Asphalt concrete (AC) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu .

2. Paving Block.

Paving block adalah lapis penutup yang terdiri dari suatu komposisi bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah lainnya, yang tidak mengurangi mutu paving block tersebut.

3.8. Pemeliharaan (Maintenance)

Selama perkerasan itu dipakai, seperti halnya bangunan yang lain perlu pemeliharaan atau perbaikan guna memberikan keawetan pada konstruksi maupun kenyamanan para pengguna perkerasan tersebut. Dalam perencanaan suatu

perkerasan hendaknya perencanaan pemeliharaannya pun sudah dipikirkan juga. Karena waktu diadakan perbaikan-perbaikan akan berakibat gangguan terhadap arus lalu lintas, untuk itu diadakan usaha supaya gangguannya sekecil mungkin.

3.9. Rekayasa Nilai.

3.9.1 Umum

Dalam konsep pembiayaan suatu proyek pembangunan haruslah berdasarkan teori ekonomi yang mempertimbangkan untung rugi suatu pembiayaan proyek, namun demikian pada saat ini pertimbangan itu tidaklah mutlak, karena pertimbangan harus lebih diutamakan lagi. Hal ini berkaitan dengan pelaksanaan proyek serta umur dan kualitas proyek pembangunan. Untuk mendapatkan suatu model system pendekatan manajerial yang baik.

Suatu manajerial yang baik dalam perencanaan suatu proyek pekerjaan akan memberikan suatu nilai tambah tersendiri didalam perencanaan tahap selanjutnya. Hal ini akan berkaitan dengan fungsi, biaya, mutu dan nilai estetis suatu produk, sehingga perlu rekayasa perencanaan untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

3.9.2 Definisi Rekayasa Nilai

Usaha pendekatan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang tidak perlu dan menghilangkan biaya-biaya yang kurang bermanfaat, tanpa harus mengurangi kualitas, keamanan, keindahan dan lain-lain disebut rekayasa nilai.

Identifikasi tersebut dilaksanakan pada proyek yang ditinjau dengan cara :

1. Pemilihan bagian yang akan direkayasa, yang memungkinkan terjadinya untuk penghematan biaya.
2. Harus mengetahui fungsi dari bagian yang dianalisis.
3. Hirarki keuntungan yang sedang dianalisis
4. Alternatif yang ditinjau perlu dianalisis, untuk meyakinkan bahwa alternatif yang dipilih dapat dilaksanakan.

Dalam rekayasa nilai ada beberapa istilah yang sering dipakai yang sebenarnya mempunyai pengertian yang tidak jauh berbeda.

1. Rekayasa nilai adalah suatu studi nilai pada proyek yang sedang dikembangkan dan biasanya desainnya belum selesai.
2. Analisis nilai adalah studi nilai pada suatu proyek yang sudah dibangun atau desainnya sudah selesai
3. Manajemen nilai adalah studi nilai yang meneliti dan menempatkan metodologi dan teknik yang sedang dipakai pada pekerjaan rekayasa nilai

3.9.3 Tujuan Rekayasa Nilai

Tujuan dari rekayasa nilai adalah untuk memperoleh suatu produk atau bangunan yang seimbang antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan *cost* yang dikeluarkan dengan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa mengorbankan mutu, keandalan dan performance dari produk atau bangunan.

3.9.4 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai

Secara teoritis, studi rekayasa nilai dapat diterapkan pada setiap tahap sepanjang waktu proyek. Dari tahap konsep awal proyek hingga tahap pelaksanaan (*construction*), bahkan sampai tahap penggantian (*replacement*).

Studi rekayasa nilai akan lebih menguntungkan jika diterapkan sejak awal proyek atau sedini mungkin pada tahap konsep dan perencanaan, karena pada tahap ini fleksibilitas untuk mengadakan perubahan-perubahan lebih besar tanpa menimbulkan biaya-biaya tambahan untuk desain ulang.

Dengan perkembangan proses perencanaan, disain hingga tahap pelelangan, maka biaya-biaya yang dikeluarkan dan biaya-biaya untuk mengadakan perubahan-perubahan akan semakin bertambah, hingga akhirnya akan mencapai suatu titik keseimbangan dimana penghematan yang diperoleh dari studi rekayasa nilai = 0

3.9.5 Tahapan Rekayasa Nilai

Dalam melaksanakan rekayasa nilai mengikuti suatu metodologi yang tersusun secara sistematis, urutannya adalah sebagai berikut :

1. Tahap informasi, meliputi pengumpulan data sebanyak mungkin, pengenalan objek dan pengkajian serta pencatatan biaya.
2. Tahap kreatif, bertujuan untuk memotivasi orang untuk berfikir dan membangkitkan segala alternatif untuk memenuhi segala fungsi penghematan. Hasil dari tahap kreatif ini akan dibahas dan dievaluasi pada tahap penelitian.

3. Tahap penilaian, bertujuan untuk mengevaluasi semua alternatif hasil dari tahap kreatif. Evaluasi ini dilaksanakan untuk menentukan sejumlah pilihan yang terbaik untuk dipelajari lebih lanjut, dan yang mempunyai potensi besar untuk penghematan. Tahap ini terdiri dari: hitungan biaya awal, biaya pemeliharaan dan siklus hidup, analisa untung – rugi serta analisa tingkat kelayakan.
4. Tahap presentasi, merupakan tahap yang melaporkan secara lengkap hasil studi rekayasa nilai, merekomendasikan alternatif yang terpilih dengan segala keuntungan. Pada tahap ini untuk meyakinkan *owner* atau mengambil keputusan, bahwa alternatif yang direkomendasikan merupakan pilihan yang terbaik dan menguntungkan.

BAB IV

**STUDI KASUS PENERAPAN METODE REKAYASA NILAI PADA
PEMBANGUNAN JALAN LINGKAR DALAM KAMPUS UII TERPADU
YOGYAKARTA**

**4.1. Konsep Penerapan Rekayasa Nilai Pada Pembangunan Jalan Lingkar
dalam Kampus UII Terpadu**

Penerapan metode Rekayasa Nilai pada pembangunan jalan lingkar dalam kampus UII terpadu dilakukan dengan menggunakan tahap-tahap dalam rencana kerja (*Job Plan*). Pada tugas akhir ini, analisa yang dilakukan hanya terbatas pada pembangunan jalan yang berada dikampus UII Terpadu, Yogyakarta, dimana perkerasan yang dipakai yaitu perkerasan *Flexibel* dan perkerasan dengan *Paving block*.

Untuk menerapkan metode rekayasa ini, pertama-tama dianalisa semua informasi yang berhubungan dengan proyek pembangunan jalan lingkar dalam kampus tersebut. Kemudian dianalisa dari masing-masing komponen sistem transportasi tersebut, sehingga dapat diidentifikasi fungsinya. Pada tahap selanjutnya dicari ide dan alternatif dari komponen tersebut untuk kemudian dianalisa pada tahap penilaian, setelah itu dua ide dan alternatif yang terbaik dikembangkan lagi pada

pengembangan pemilik proyek. Pada tahap terakhir diajukan usulan mengenai dua alternatif dan ide terbaik pada tahap

Pada tahap-tahap rencana kerja terdapat keterkaitan satu dengan yang lainnya, misalnya bila pada tahap kreatif terjadi kekurangan data atau informasi, maka tim rekayasa nilai harus melengkapi kekurangan tersebut pada tahap informasi terlebih dahulu. Untuk gambar diagram alir konsep penerapan metode Rekayasa Nilai pada jalan lingkar dalam kampus UII Terpadu dapat dilihat dalam lampiran.

4.2 Tahap Informasi

4.2.1 Pengumpulan Data

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang jalan lingkar dalam kampus UII Terpadu dan hal-hal yang lain yang berhubungan dengan proyek tersebut.

Adapun yang menjadi permasalahan di sini adalah apakah perencanaan jalan tersebut merupakan alternatif yang terbaik. Sehingga diharapkan nantinya ditemukan alternatif perencanaan jalan yang terbaik dari segi biaya, fungsi dan parameter – parameter lainnya.

Tabel 4.1 Data tentang Proyek

TAHAP INFORMASI	CATATAN-CATATAN
1. Proyek	Jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu sepanjang 616 m
2. Lokasi proyek	Kampus Terpadu UII Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta
3. Fungsi	Melewatkan kendaraan
4. Luas area	8008 m ²

4.2.2 Struktur fungsi jalan

Fungsi jalan adalah melewati kendaraan. Fungsi utama dari jalan dapat diuraikan menjadi suatu fungsi operasional. Untuk mendapatkan fungsi dari komponen jalan dengan mengumpulkan dua kata, yaitu : satu kata kerja dan satu kata benda

Tabel 4.2 Identifikasi fungsi

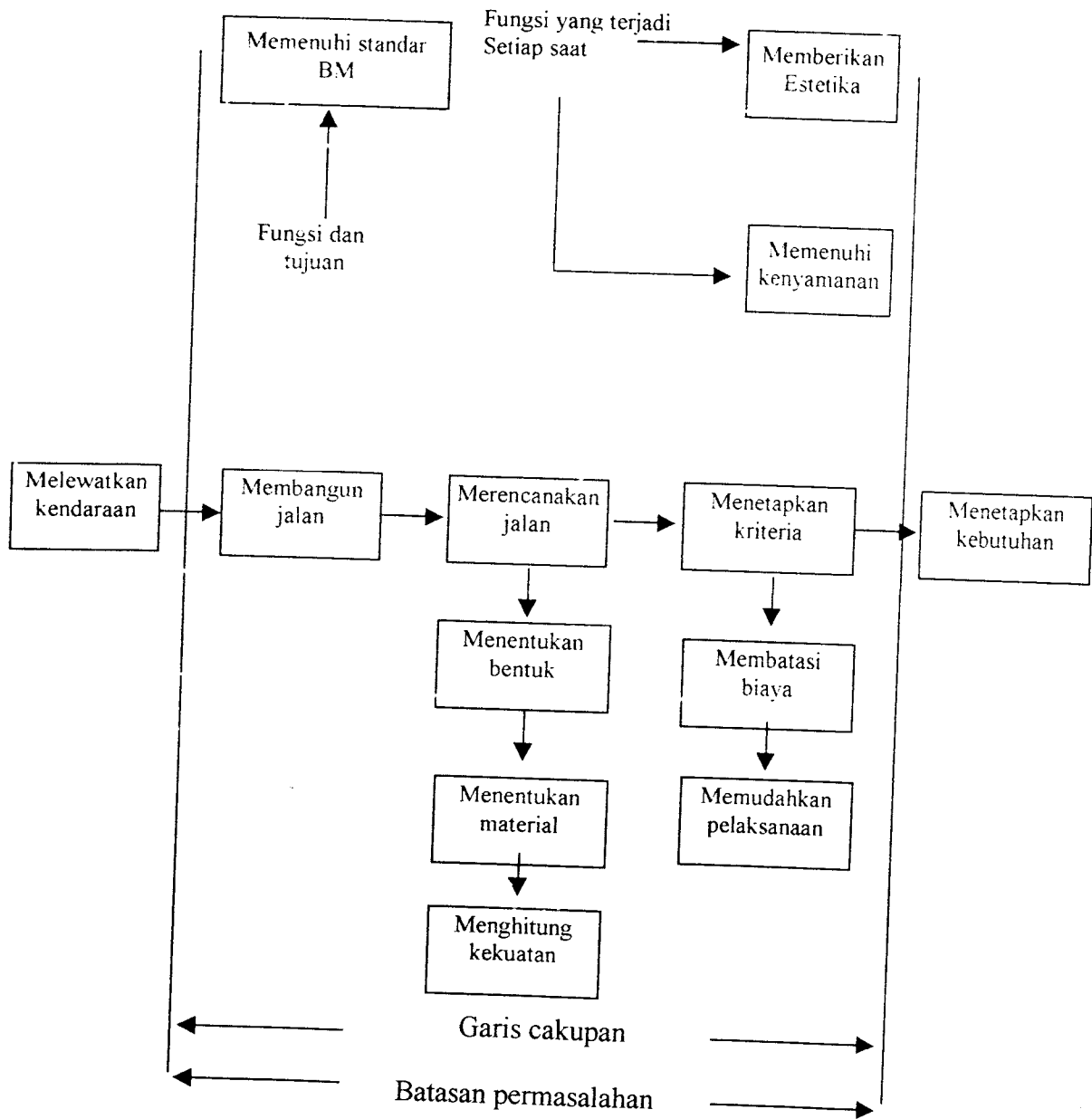
IDENTIFIKASI FUNGSI 1 kata kerja +1 kata benda	TAHAP INFORMASI
(jalan lingkar dalam Kampus UII) menerima beban meneruskan beban menahan beban	APAKAH SALAH SATU FUNGSI YANG DAPAT DIHILANGKAN ? Tidak ada fungsi yang dapat dihilangkan ?
APA YANG HARUS DILAKUKAN ? (Jalan lingkar dalam Kampus UII) menerima beban meneruskan beban menahan beban	APA SEMUA SYARAT REALISTIK ? Ya, semua syarat harus realistik

Keterangan : Beban pada tabel diatas adalah beban dari kendaraan yang melewati diatasnya

Untuk mendapatkan fungsi elemen sistem jalan dilakukan analisis fungsi, yang struktur fungsinya disesuaikan dari fungsi sistem jalan tersebut. Untuk mendapatkan struktur fungsi dari sistem jalan lingkar dalam kampus UII Terpadu digunakan metode *FAST* sebagai berikut :

Bagaimana ?

Mengapa ?



Gambar 4.1 Struktur fungsi sistem jalan lingkar dalam kampus UII Terpadu

Dari identifikasi fungsi didapat komponen-komponen yang mempunyai fungsi sama atau fungsi sekunder atau pendukung. Fungsi-fungsi yang tidak memberikan kualitas atau kegunaan atau tidak menghidupkan penampilan dapat dihilangkan, sehingga biaya-biaya yang tidak perlu bisa dikurangi.

4.3 Tahap Kreatif

Tahapan ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin, yang diharapkan dengan makin banyaknya ide –ide semakin banyak pula kemungkinan suksesnya studi rekayasa nilai.

Ide-ide kreatif bagi jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu usulan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3

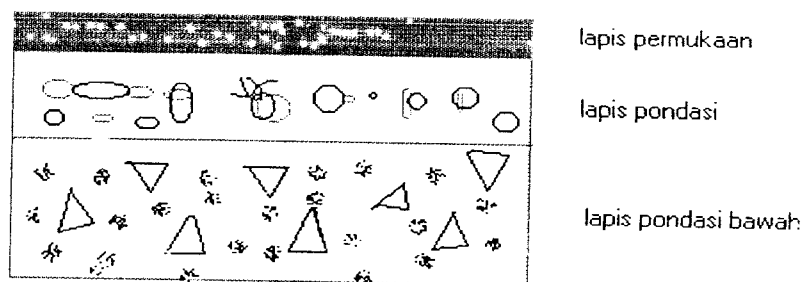
Tabel 4.3. Tabel tahap kreatif

IDE - IDE KREATIF	
Ini adalah tahap kreatif dari studi rekayasa nilai yang menghasilkan sebanyak mungkin ide-ide dalam menyelesaikan fungsi, tetapi tidak mengevaluasi ide-ide dalam tahapan ini	
No	Ide-ide kreatif
1	Perkerasan <i>Flexsibel</i> a. Aspal Beton b. Lapis Penetrasi Macadam c. HRA (<i>Hot Roller Asphalt</i>)
2	Perkerasan <i>Semiflexsibel</i> a. <i>Paving Block</i> b. Plester Semen

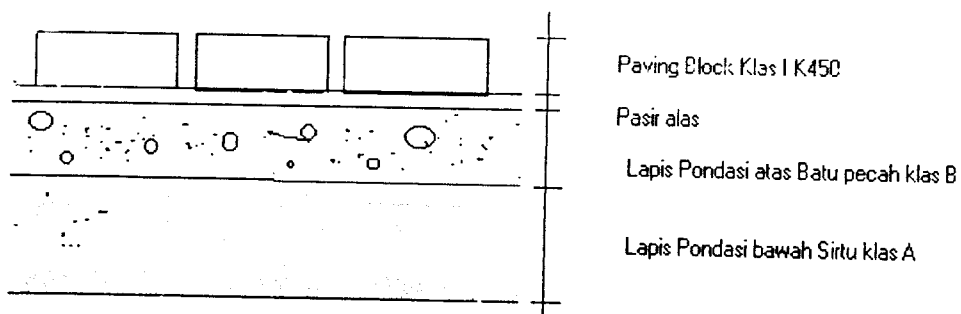
Pada pembangunan jalan lingkar kampus UII Terpadu, dilihat dari data-data perancangan yang sudah ada, ide-ide kreatif yang tersebut diatas yang mungkin untuk dipakai sebagai lapis perkerasan jalan tersebut adalah untuk perkerasan *flexsibel*

menggunakan bahan lapis perkerasan AC (*Asphalt Concrete*) dan untuk perkerasan *semiflexibel* menggunakan *Paving Block* sebagai lapis perkerasan.

Ide kreatif yang tersebut di atas, kemudian dianalisa pada tahap penilaian/analisis keuntungan kerugian untuk mendapatkan alternatif-alternatif yang akan digunakan. Berikut contoh gambar alternatif desain jalan perkerasan *flexibel* dan perkerasan *semiflexibel* :



Gambar 4.2 Detail potongan jalan aspal



Gambar 4.3 Detail potongan jalan *Paving block*

4.4 Tahap Penilaian/Analisis

Pada tahap ini semua alternatif-alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif dianalisis. Lembar kerja dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

4.4.1 Biaya awal

Analisis teknis terhadap alternatif desain jalan bertujuan untuk mengetahui segi teknis dari desain jalan.

Tahap-tahap dari analisis adalah sebagai berikut :

1. Analisis data jalan
2. Perancangan geometrik jalan
3. Menghitung galian dan timbunan
4. Menghitung tebal perkerasan jalan
5. Detail potongan melintang
6. Menghitung biaya konstruksi

Secara umum spesifikasi jalan tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) LHR dalam SMP Terdiri dari :

Kendaraan ringan 2 ton.....	10000
Bus 8 ton.....	100
Truck 2 as 10 ton.....	1000
Trailer 3 as 18.5 ton.....	500

- 2) Kecepatan Rencana : 30 km/jam

- 3) Lebar perkerasan : 9 m

Terdiri atas 2 X 2,5 untuk lalulintas 2 arah dan 2 X 2 m untuk parkir kendaraan

- 4) Panjang jalan : 616 m
- 5) Lebar Trotoar : 2 X 2 m
- 6) Lereng melintang perkerasan : 2,5 %
- 7) Lereng melintang Trotoar : 1 %

- 8) Titik A terletak pada tangen dengan Azimut : 190⁰
- 9) Landai maksimum : 8 %
- 10) Perlebaran pada tikungan : 1 m/lajur
- 11) Umur Rencana : 15 tahun
- 12) CBR : 14 %
- 13) Faktor Regional sesuai SKBI 1988 : 1,5

Biaya awal untuk melaksanakan pembangunan dari kedua desain dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.4.Rencana Anggaran Biaya Awal Alternatif desain I

No	Jenis pekerjaan	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga satuan (Rupiah)	Harga (Rupiah)
I	PEK. TANAH				
1	Pembersihan lahan	M ²	11704	706.47	8,268,524.88
2	Pekerjaan striping	M ²	4520	1015.4	4,691,148.00
3	Galian tanah	M ³	9090.928	13200.00	120,000,249.60
4	Urugan tanah	M ³	825.59	48479.63	40,024,297.73
II	PEK. JALAN				
1	Persiapan subgrade	M ²	8008	577.45	4,624,219.60
2	Pekerjaan lapis sub base	M ³	1829.52	202185.17	369,901,812.22
3	Pekerjaan lapis base	M ³	1524.6	109804.25	167,407,559.55
III	PEK. PAVING BLOCK				
1	Pekerjaan pasir alas	M ³	243.94	51230.57	12,497,185.25
2	Pasir pengisi	M ³	146.36	35000	5,122,600.00
3	Paving block K400	M ²	6098	52608	320,803,584.00
4	Beton Kanstein	M	1388.2	36593	50,798,402.60
5	Beton penyangga	M ³	54.21	351269.94	19,042,343.45
				Jumlah =	1,123,181,926.87
				PPN 10% =	112,318,192.69
				Total =	1,235,500,119.56
				Dibulatkan =	1,235,500,000.00

Tabel 4.5 Rencana Anggaran Biaya Awal Alternatif desain II

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan (Rupiah)	Harga (Rupiah)
PEKERJAAN JALAN					
1	Pembersihan lahan	M ²	11704	706.47	8.268.524.88
2	Pekerjaan striping	M ³	4620	1015.40	4.691.148.00
3	Galian tanah	M ³	9090.928	13200.00	120.000.249.60
4	Urugan tanah	M ³	825.59	48479.63	40.024.297.73
5	Persiapan subgrade	M ²	8008	577.45	4.624.219.60
6	Pekerjaan lapis sub base	M ³	1829.52	202185.17	369.901.812.22
7	Pekerjaan lapis base	M ³	1524.6	109804.25	167.407.559.55
8	Lapis aspal pelekats (<i>Tack coat</i>)	Ltr	2439.36	4072.87	9.935.196.16
9	Lapis aspal resap pengikat (<i>Prime Coat</i>)	Ltr	6098.4	3274.26	19.967.747.18
10	AC tebal 5 cm	M ³	6098	29784.78	181.627.588.40
11	Lapis aspal pelekats (<i>Tack coat</i>)	Ltr	2439.36	4072.87	9.935.196.16
12	AC tebal 5 cm	M ³	6098	29784.78	181.627.588.40
13	DCP-CBR	Jam	2	27500.00	55.000.00
				Jumlah =	1.102.533.875,27
				PPN 10 % =	110.253.387,53
				Biaya Total =	1.212.787.262,80
				Dibulatkan =	1.213.000.000,00

Dari data kedua tabel hitungan di atas maka dapat disimpulkan, pada tahapan ini alternatif I (jalan dengan perkerasan *Paving block*) lebih mahal daripada alternatif II (jalan dengan perkerasan Aspal).

4.4.2 Biaya pemeliharaan dan biaya siklus hidup

a. Biaya pemeliharaan alternatif I (*Paving block*)

Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk biaya operasional dan perawatan selama umur teknis. Untuk jalan paving block biaya pemeliharaan hanya terdapat biaya pemeliharaan secara rutin tiap bulannya yang meliputi biaya pembersihan jalan dari sampah dan pembersihan saluran drainase jalan dari sampah, tidak ada biaya operasional. Dengan mengasumsikan bahwa biaya penggantian pada

jalan adalah sama, serta dibutuhkan 5 pekerja untuk memperbaiki kerusakan. Berdasarkan standar harga di Sleman, upah pekerja Rp.14.500,00. Jika diasumsikan juga waktu perbaikan untuk jalan per tahunnya adalah sebagai berikut :

$$5 \times 12 \times \text{Rp } 14.500,00 = \text{Rp } 870.000,00 / \text{tahun.}$$

Jika umur teknis jalan direncanakan 15 tahun, upah pekerja setiap tahun naik 10 %, dengan suku bunga di asumsikan sebesar 12 % per tahun dan inflasi diasumsikan sebesar 10 % per tahun, maka dapat dicari nilai pada waktu yang akan datang (*Future Worth*).

b. Biaya pemeliharaan alternatif II (Jalan aspal)

Biaya pemeliharaan jalan aspal ada dua yaitu biaya pemeliharaan rutin dan biaya pemeliharaan periodik. Dimana biaya pemeliharaan rutin jalan aspal sama dengan biaya pemeliharaan rutin jalan *paving block* sebesar Rp 870.000,00.

Untuk biaya pemeliharaan periodik jalan aspal adalah biaya Overlay, yang diasumsikan dilakukan tiap 3 tahun sekali sehingga Overlay dilakukan sebanyak 4 kali dimana harga AC diasumsikan naik 10% per tahun. Dengan asumsi kondisi jalan menunjukkan bahwa pada lapis permukaan AC (*Asphalt Concrete*) terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil (kondisi 90 %).

Menghitung tebal lapis tambahan:

- Kekuatan jalan lama :

AC tebal 10 cm	= 90 % x 10 x 0,35	= 3,15
Batu pecah (CBR 80) tebal 25 cm	= 100% x 25 x 0,13	= 3,25
Sirtu (CBR 70) tebal 30 cm	= 100% x 30 x 0,13	= 3,90
	<hr/>	
	ITP ada	= 10,30

- UR 15 tahun :

$$\Delta ITP = ITP_{15} - ITP_{ada} = 10,5 - 10,3 = 0,20$$

$$0,20 = 0,35 \times D_1 \dots\dots\dots D_1 = 0,6 \approx 1,00 \text{ cm AC}$$

untuk perhitungan biaya pemeliharaan periodik dihitung dari biaya *Overlay* + biaya *Tack Coat* :

biaya *Overlay* :

$$0,01 \times 6098,4 = 60,984 \text{ m}^3 \text{ @ Rp } 595.695,6 = \text{Rp } 36.327.900,47$$

biaya *Tack Coat* :

$$0,4 \text{ lt/m}^2 \times 616 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 1,1 = 2439,36 \text{ lt @ Rp } 4072,87 = \text{Rp } 9.935.196,19$$

Jadi biaya pemeliharaan periodik sebesar =

$$\text{Rp. } 36.327.900,47 + \text{Rp } 9.935.196,19 = \text{Rp } 46.263.096,66$$

BIAYA PEMELIHARAAN PERIODIK I = 10 % / tahun	Rp 46.263.096,66
Th 3 (F/P, 10,3) = 1.331 PW	Rp 61.576.181,65 Rp 46.262.185,27
Th 6 (F/P, 10,6) = 1.772 PW	Rp 81.978.207,28 Rp 46.276.698,01
Th 9 (F/P, 10,9) = 2.358 PW	Rp 109.088.381,90 Rp 46.264.382,77
Th 12 (F/P, 10,12) = 3.138 PW	Rp 145.173.597,30 Rp 46.266.825,46
Jumlah	Rp 397.816.368,10 Rp 185.070.091,50

Berikut tabel perhitungan Biaya siklus hidup:

Tabel 4.6 Tabel biaya siklus hidup

Proyek : Jalan lingkaran dalam Kampus UII Terpadu Lokasi : Jln Kaliurang Km 13,5 Yogyakarta	TAHAP PENILAIAN	
	BIAYA SIKLUS HIDUP	
NILAI SEKARANG (<i>PRESENT VALUE</i>)	Alternatif I	Alternatif II
BIAYA AWAL	Rp 1.235.500.000,00	Rp 1.213.000.000,00
BIAYA PEMELIHARAAN ($i = 10\%$) / Th	Rp 870.000,00	Rp 870.000,00
Th 1 (F/P, 10, 1) = 1,100 PW ₂₀₀₃	Rp 957.000,00 Rp 870.008,70	Rp 957.000,00 Rp 870.008,70
Th 2 (F/P, 10, 2) = 1,210 PW ₂₀₀₄	Rp 1.052.700,00 Rp 869.951,28	Rp 1.052.700,00 Rp 869.951,28
Th 3 (F/P, 10, 3) = 1,331 PW ₂₀₀₅	Rp 1.157.970,00 Rp 869.982,86	Rp 1.157.970,00 Rp 869.982,86
Th 4 (F/P, 10, 4) = 1,464 PW ₂₀₀₆	Rp 1.273.680,00 Rp 869.923,44	Rp 1.273.680,00 Rp 869.923,44
Th 5 (F/P, 10, 5) = 1,610 PW ₂₀₀₇	Rp 1.400.700,00 Rp 869.694,63	Rp 1.400.700,00 Rp 869.694,63
Th 6 (F/P, 10, 6) = 1,772 PW ₂₀₀₈	Rp 1.541.640,00 Rp 870.255,78	Rp 1.541.640,00 Rp 870.255,78
Th 7 (F/P, 10, 7) = 1,948 PW ₂₀₀₉	Rp 1.694.760,00 Rp 869.750,83	Rp 1.694.760,00 Rp 869.750,83
Th 8 (F/P, 10, 8) = 2,144 PW ₂₀₁₀	Rp 1.865.280,00 Rp 870.153,12	Rp 1.865.280,00 Rp 870.153,12
Th 9 (F/P, 10, 9) = 2,358 PW ₂₀₁₁	Rp 2.051.460,00 Rp 870.024,19	Rp 2.051.460,00 Rp 870.024,19
Th 10 (F/P, 10, 10) = 2,593 PW ₂₀₁₂	Rp 2.255.910,00 Rp 869.653,31	Rp 2.255.910,00 Rp 869.653,31
Th 11 (F/P, 10, 11) = 2,853 PW ₂₀₁₃	Rp 2.482.110,00 Rp 869.979,56	Rp 2.482.110,00 Rp 869.979,56
Th 12 (F/P, 10, 12) = 3,138 PW ₂₀₁₄	Rp 2.730.060,00 Rp 869.797,12	Rp 2.730.060,00 Rp 869.797,12
Th 13 (F/P, 10, 13) = 3,452 PW ₂₀₁₅	Rp 3.003.240,00 Rp 870.038,86	Rp 3.003.240,00 Rp 870.038,86
Th 14 (F/P, 10, 14) = 3,797 PW ₂₀₁₆	Rp 3.303.390,00 Rp 869.782,59	Rp 3.303.390,00 Rp 869.782,59
Th 15 (F/P, 10, 15) = 4,177 PW ₂₀₁₇	Rp 3.633.990,00 Rp 869.997,72	Rp 3.633.990,00 Rp 869.997,72
BIAYA PEMELIHARAAN RUTIN	Rp 27.051.780,00 Rp 13.048.993,99	Rp 27.051.780,00 Rp 13.048.993,99
BIAYA PEMELIHARAAN PERIODIK		Rp 397.816.368,10 Rp 185.070.091,50
Σ Biaya awal + O & M PW AW	Rp 1.248.548.994,99 Rp 181.398.131,43	Rp 1.411.119.085,00 Rp 178.094.644,60
Penghematan tahunan (selisih biaya tahunan alternatif II dengan alternatif I)		Rp 3.303.486,80
Penghematan siklus hidup (selisih biaya awal + O & M alternatif II dengan alternatif I)	Rp 162.570.090,01	

Dari tabel siklus hidup diatas dapat dilihat bahwa alternatif desain I (jalan dengan perkerasan *Paving Block*) dapat menghemat lebih besar jika dibandingkan dengan alternatif desain II (jalan dengan perkerasan AC), dengan selisih pengematan sebesar Rp 162.570.090,01, akan tetapi alternatif II ada pegghematan tahunan sebesar Rp 3.303.486,80

4.4.3 Lembar kerja analisis keuntungan-kerugian

Lembar kerja ini digunakan untuk membandingkan alternatif-alternatif ide kreatif dari segi keuntungan dan kerugiannya terhadap beberapa kriteria. Penilaian tim didasarkan atas tingkat pengaruhnya terhadap biaya sistem secara keseluruhan. Dalam memberikan nilai pada kriteria yang ditinjau, tentukan nilai salah satu kriteria, kemudian tentukan kriteria yang lainnya secara relatif terhadap kriteria tersebut. Untuk kriteria biaya murah Peneliti memberi nilai maksimum 3, kemudian untuk kriteria lainnya, secara relatif Peneliti memberi nilai maksimum sebagai berikut :

- | | |
|--------------------------|-----|
| a. Biaya awal | = 3 |
| b. Daya dukung | = 2 |
| c. Biaya pemeliharaan | = 2 |
| d. Waktu pelaksanaan | = 1 |
| e. Kemudahan pelaksanaan | = 1 |
| f. Estetika | = 1 |

Total= 10

Tabel 4.7 Tabel Analisa keuntungan - kerugian

ANALISA IDE-IDE KREATIF				
Item : Jalan				
Fungsi : Melewatkan kendaraan				
No	Tahap kreatif Ide kreatif	Tahap Analisis		Nilai
		Keuntungan	Kerugian	
1.	Paving Block	Daya dukung (+2) Kemudahan pelaksanaan (+1) Estetika (+1) Biaya pemeliharaan (+2)	Biaya awal (-3) Waktu pelaksanaan (-1)	+2
2.	AC	Biaya awal (+3) Daya dukung (+2) Estetika (+1) Waktu pelaksanaan (+1)	Kemudahan pelaksanaan (-1) Biaya pemeliharaan (-2)	+4

Keterangan : untuk biaya awal bila murah (+) dan sebaliknya bila mahal (-), biaya pemeliharaan bila murah (+) dan sebaliknya bila mahal (-), waktu pelaksanaan bila sebentar (+) dan sebaliknya bila lama (-), dan kemudahan pelaksanaan bila mudah (+) dan sebaliknya bila sulit (-).

Pada tabel 4.7 tersebut ide-ide ini dievaluasi dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan tertinggi. Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahapan ini yang terpilih sebagai alternatif adalah (diurutkan berdasarkan nilai tertinggi)

1. AC (*Asphalt Concrete*)
2. *Paving block*

kemudian alternatif-alternatif tersebut diatas, diseleksi lagi pada analisis tingkat kelayakkan.

4.4.4 Lembar kerja analisis Tingkat Kelayakan

Salah satu bentuk dari analisis ide-ide kreatif ini akan membahas penilaian kriteria dengan sangat subyektif, karena sulit untuk mendapatkan nilai yang sangat ideal, sebaiknya diperlukan suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin yang berpengalaman dibidangnya masing-masing. Analisis tingkat kelayakan untuk jalan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.8 Tabel Analisis Kelayakan

Anaiisis Kelayakan							
Item : jalan							
Fungsi : melewati kendaraan							
Nilai masing – masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 1-9							
A = Penggunaan teknologi (P.T) (1 = P.T.mutakhir, 3 = banyak P.T,5 = agak banyak P.T,7 =sedikit P.T,9 = tanpa P.T)							
B = Biaya Pengembangan (B.P) (1=B.P sangat mahal, 3 = B.P mahal, 5 = B.P agak mahal, 7 = B.P agak murah, 9 = B.P murah)							
C = Kemungkinan diterapkan (K.D) (1 = K.D sangat sulit, 3 = K.D sulit, 5 = K.D agak sulit, 7 = K.D agak mudah, 9 = K.D mudah)							
D = Waktu pelaksanaan (W.P) (1 = W.P sangat lama, 3 = W.P lama, 5 = W.P agak lama, 7 = W.P agak cepat, 9 = W.P cepat)							
E = Keuntungan biaya pelaksanaan (Kbp) (1 = Kbp. sangat kecil, 3 = Kbp. Kecil, 5 = Kbp.agak besar, 7 = Kbp.besar, 9 = Kbp.besar sekali)							
F = Sarana alat kerja (Sak) (1 = Sak.sangat rumit, 3 = Sak. Rumit, 5 = Sak.agak rumit, 7 = Sak. agak mudah, 9 = Sak. mudah)							
Ide kreatif / analisis	A	B	C	D	E	F	Total
<i>Paving Block</i>	7	7	7	5	7	7	40
<i>AC (Asphalt Concrete)</i>	3	5	7	7	5	3	30

Dari analisis tingkat kelayakan dapat dibuat kesimpulan :

1. *Paving block* memiliki nilai tertinggi yaitu 40
2. *AC (Asphalt Concrete)* memiliki nilai yaitu 30

4.5 TAHAP PRESENTASI

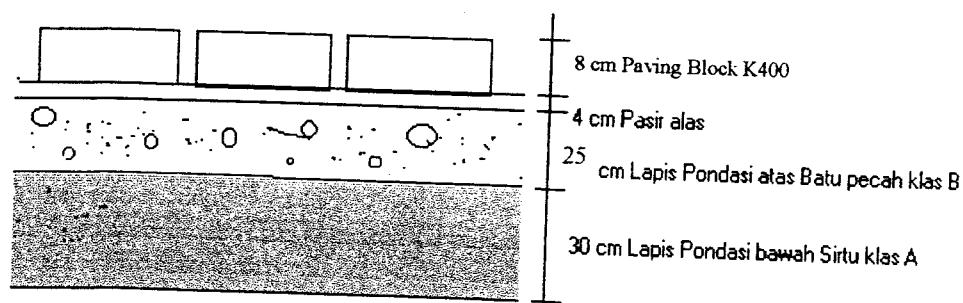
Tahap ini merupakan tahap terakhir dari langkah kerja metode Rekayasa Nilai.

Tahap yang harus mempresentasikan hasil desain dalam bentuk nyata, yang meliputi :

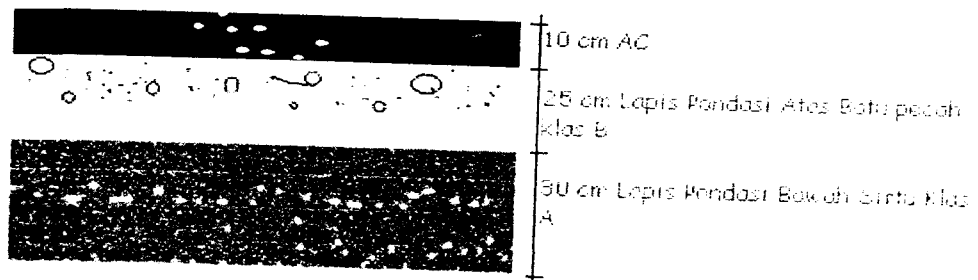
1. Memilih desain alternatif yang terbaik untuk diusulkan
2. Membuat kesimpulan dan rekomendasi
3. Membuat gambar-gambar atau sketsa dari desain yang dipilih
4. Membuat biaya-biaya awal, pemeliharaan dan siklus hidup
5. Menjelaskan tentang biaya penghematan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka diusulkan alternatif desain I (jalan dengan perkerasan paving block) sebagai desain utama jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu dengan biaya penghematan Rp 162.570.090,01 sedangkan alternatif kedua (Jalan perkerasan aspal) sebagai cadangan.

Berikut gambar-gambar alternatif desain utama (jalan dengan perkerasan (*paving block*) dan desain cadangan (jalan dengan perkerasan AC)



Gambar. 4.4 Perkerasan Paving Block



Gambar 4.5 Perkerasan Aspal

BAB V

PEMBAHASAN

Dari Tahapan - tahapan yang ditentukan pada proyek jalan lingkaran dalam kampus UII Terpadu, membahas mengenai sistem penilaian pada analisis biaya awal, biaya siklus hidup, analisis keuntungan dan kerugian, serta analisis kelayakan.

5.1 Analisis Biaya Awal

Hasil analisis biaya awal dari kedua alternatif adalah sebagai berikut :

- a. Alternatif I Rp 1.235.500.000,00
- b. Alternatif II Rp 1.213.000.000,00

Hasil itu menunjukkan bahwa alternatif II (jalan dengan perkerasan aspal) lebih murah dari pada alternatif I (jalan dengan perkerasan *Paving block*)

5.2 Biaya Siklus Hidup

Pada tahap penilaian hanya dua alternatif yang dikembangkan lebih lanjut dalam bentuk perhitungan jalan dan perhitungan harga, yaitu jalan dengan perkerasan *paving block* dan jalan dengan perkerasan aspal. Biaya ini dihitung dengan asumsi tingkat suku bunga 12 % tingkat inflasi 10 %

Jalan dengan perkerasan *paving block* sebagai desain utama membutuhkan biaya pemeliharaan sebesar Rp 870.000,00 dan biaya selama siklus hidup sebesar Rp 27.051.780,00 (*present worth*), lebih hemat dari jalan dengan perkerasan AC

Dari segi operasional dan biaya pemeliharaan jalan dengan perkerasan *paving block* ada penghematan biaya sebesar Rp 162.570.090,01 selama siklus hidup (PW) sedangkan penghematan biaya siklus hidup 15 tahun yang akan datang sebesar $F_n = P(1+I)^n$; $F_{15} = \text{Rp } 162.570.090,01 (1+0,12)^{15} = \text{Rp } 889.838.078,10$

5.3 Analisis Keuntungan dan Kerugian

Sistem penilaian dengan analisis keuntungan-kerugian sangat kurang tepat, karena perbedaan nilai yang didapat oleh ide kreatif terhadap semua kriteria sangat besar. Ide kreatif yang mempunyai kriteria biaya murah akan mendapat nilai (+3), sedangkan ide kreatif lain yang mempunyai biaya lebih mahal mendapat nilai (-3). Dalam kasus ini, jumlah nilai yang didapat ide kreatif antara -10 sampai +10.

Hasil dari analisis keuntungan dan kerugian dari masing-masing ide kreatif berdasarkan urutan ranking tertinggi didapat total nilai masing-masing adalah nilai +4 untuk jalan dengan perkerasan AC dan nilai +2 untuk jalan dengan perkerasan *paving block*.

5.4 Analisis Kelayakan

Hasil analisis tingkat kelayakan adalah jalan dengan perkerasan *paving block* mendapat nilai 40 dan jalan dengan perkerasan aspal aspal mendapat nilai 30. Nilai total tersebut adalah merupakan hasil penilaian jalan tersebut terhadap parameter yang ada.

Pada analisis tingkat kelayakan setiap kriteria dipengaruhi lebih dari satu faktor sehingga sistem penilaian saling mempengaruhi antara faktor satu dengan faktor lainnya. Misalnya waktu pelaksanaan terhadap salah satu ide kreatif dipengaruhi oleh waktu perancangan kembali, waktu pemesanan kembali, dan waktu pelaksanaan dilapangan. Penilaian ini meliputi parameter : penggunaan teknologi, biaya pengembangan, kemungkinan diterapkan, waktu pelaksanaan, keuntungan biaya potensial, dan sarana alat kerja.

Dari hasil analisis kelayakan dapat disimpulkan bahwa jalan alternatif yang mempunyai ranking tertinggi adalah jalan dengan perkerasan *paving block* sebagai alternatif pertama dan jalan dengan perkerasan aspal sebagai alternatif kedua

Jadi jalan dengan perkerasan *paving block* lebih hemat daripada dengan perkerasan aspal sehingga jalan dengan perkerasan *paving block* diajukan sebagai perencanaan yang akan dikerjakan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dalam penerapan analisa Rekayasa Nilai terhadap proyek jalan lingkaran dalam UII Terpadu Yogyakarta didapat kesimpulan sebagai berikut ini

Alternatif terbaik yang terpilih untuk lapis perkerasan jalan lingkaran dalam kampus UII Terpadu yang menghasilkan efisiensi keamanan serta kenyamanan yang optimal adalah jalan dengan perkerasan *paving block*

6.2 Saran

Dari studi Rekayasa Nilai ini diberikan beberapa saran antara lain :

1. Sebaiknya setiap proyek melakukan Rekayasa Nilai pada tahapan awal proyek (tahap perancangan/desain), sehingga akan didapat penghematan biaya yang optimal.
2. Hendaknya konsultan perencana mengerti tentang ilmu Rekayasa Nilai, sehingga dari awal perencanaan sudah ditetapkan Rekayasa Nilai



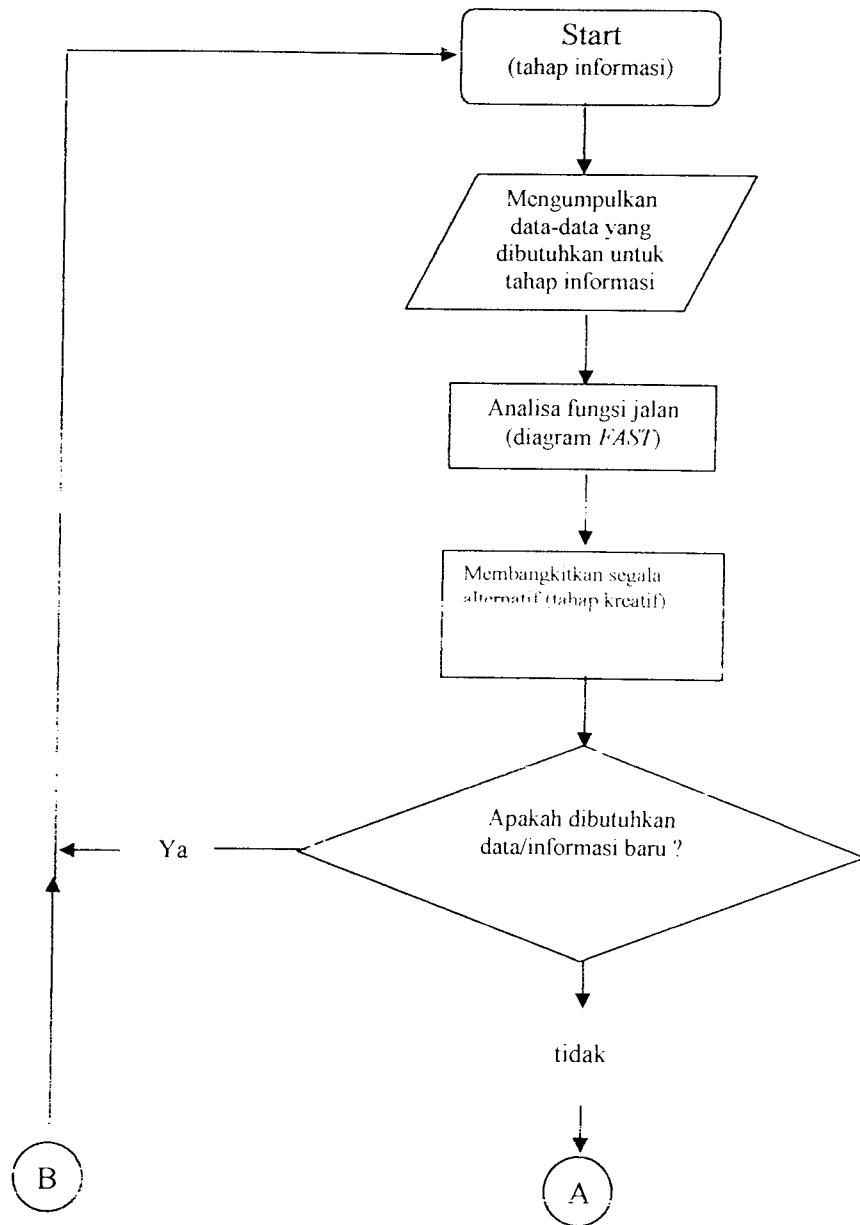
3. Diperlukan suatu tim Rekayasa Nilai yang penuh kreatif, sehingga akan bermunculkan ide-ide yang kreatif dalam pengajuan alternatif-alternatif yang bisa diterapkan pada satu masalah.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Perkotaan*, Jakarta. 1. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1988, *Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan*, Jakarta.
2. Sukarno, 1988, *Jalan Raya*, Diktat Kuliah Fakultas Teknik Sipil UII, Yogyakarta.
3. Sukirman, Silvia, 1994, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
4. LKSM FTS, 1985, *Soal dan Penyelesaian Jalan Raya II*, LKSM FTS UII, Yogyakarta.
5. Robert J Kodoatie, 1997, *Analisis Ekonomi Teknik*, Andi Offset, Yogyakarta.
6. Imam Soeharto, 1995, *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta.
7. O' Brien, James. J, P. E, 1976, *Value Analysis in Design and Construction*, McGraw- Hill Book Company, New York
8. Sudinarto, 1987, *Manajemen Konstruksi Profesional (terjemahan)*, Erlangga, Jakarta.
9. SKBI, 1988, *Petunjuk Perencanaan Tebal perkerasan lentur Jalan Raya dengan metode Analisa Komponen*, Jakarta.
10. Tadjuddin, 1995, *Rewrite tesis Penerapan Rekayasa Nilai pada Desain Jembatan Kampus UII Yogyakarta*, Jurusan Teknik Sipil Program Pasca Sarjana ITB, Bandung.

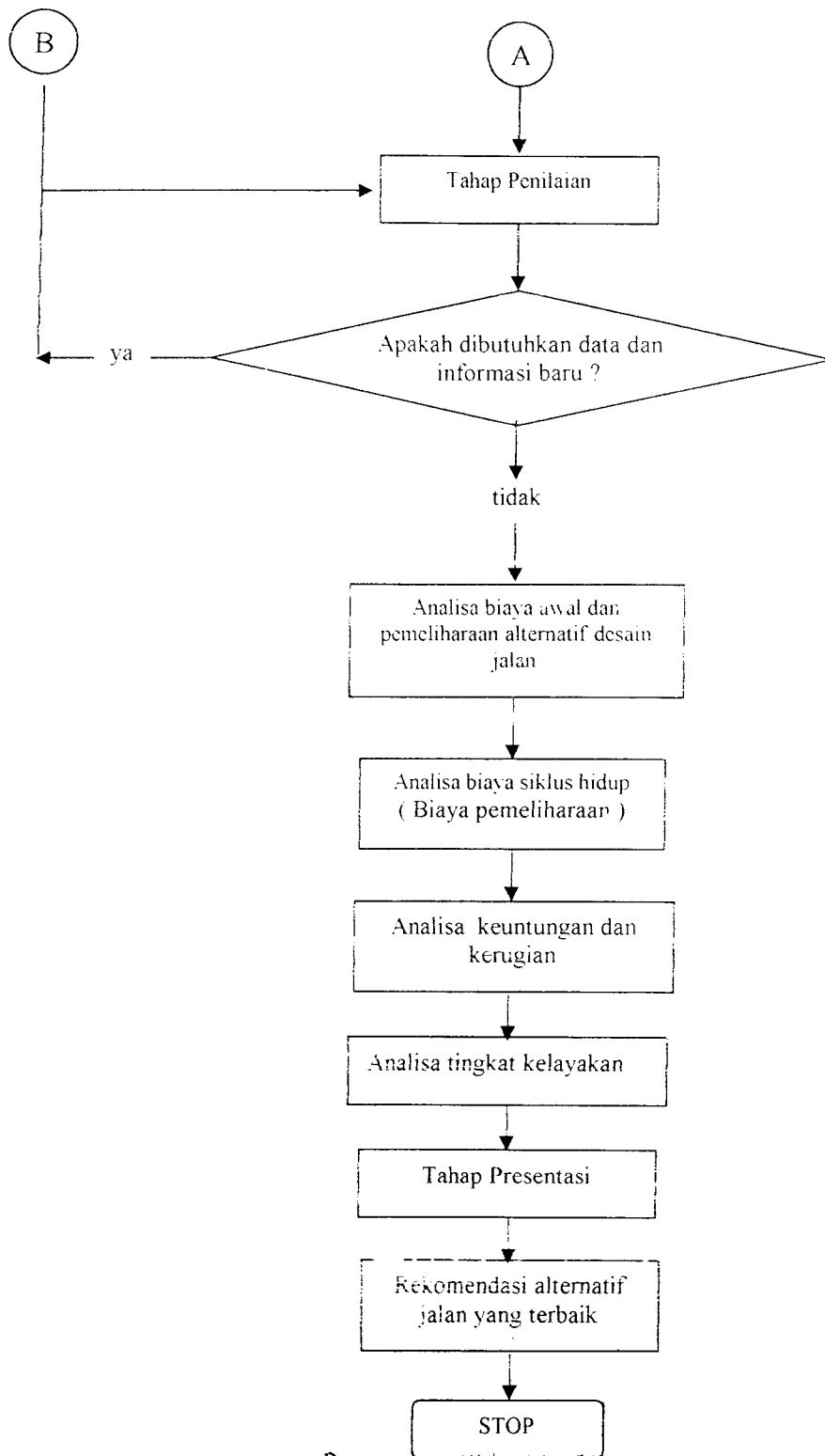
11. Kuiper, G., 1984, THE CHOICE OF AN APPROPRIATE BLOCK SHAPE FOR HEAVY INDUSTRIAL FLEXIBLE PAVEMENTS, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving Delft, pp 69-71
12. Miura, Y., M., Takaura, and T., Tsuda, 1984, STRUCTURAL DESIGN OF CONCRETE BLOCK PAVEMENT BY CBR METHOD AND ITS EVALUATION, Proceeding 2nd International Conference on Concrete Block Paving, Delft, pp 152-157
13. Sastrowiyoto, S, 11984, THE USE OF CONCRETE BLOCK PAVEMENTS IN INDONESIA, Master Thesis, Institut Teknologi Bandung (unpublished), Bandung.

LAMPIRAN I



Gambar 4.1 Diagram Alir Konsep Penerapan Metode Rekayasa Nilai pada pembangunan jalan lingkar dalam Kampus UII Terpadu

lanjutan gambar diagram alir



LAMPIRAN 2

PERANCANGAN TEBAL PERKERASAN

I. Kriteria perancangan perkerasan jalan

1. Kecepatan rencana : 30 km/jam
2. Lebar perkerasan : 9 m
3. Pelaksanaan pekerjaan selasai tahun : 2003
4. Umur rencana : 15 th
5. Faktor pertumbuhan lalulintas : 10 % per tahun
6. CBR tanah dasar yang mewakili : 14 %
7. Faktor regional sesuai Tabel. 5 SKBI 1988 : 1,5

II. Perhitungan Tebal perkerasan

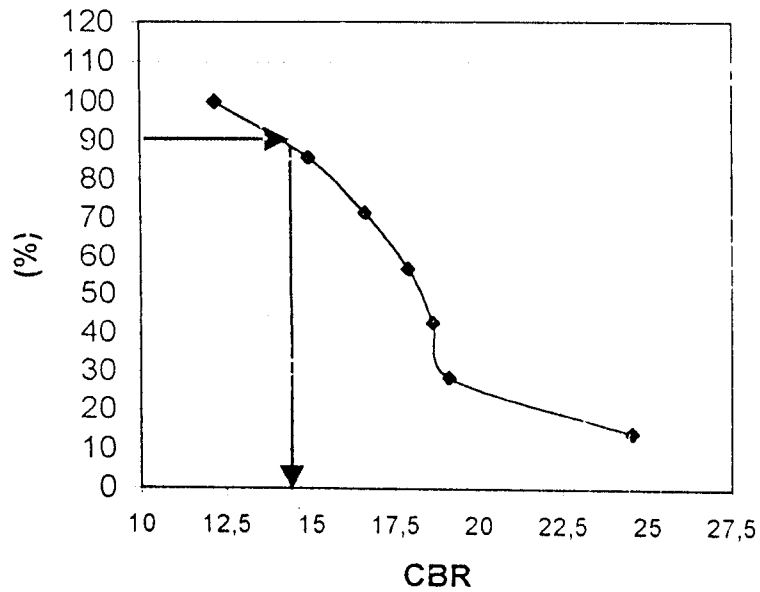
1. Perhitungan CBR yang mewakili

Bersdasarkan hasil pengujian pada tujuh titik sepanjang trase jalan diperoleh data nilai CBR sebagai berikut: 18,63 ; 16,61 ; 17,90 ; 19,11 dan 12,17. perhitungan untuk CBR yang mewakili dihitung dengan Tabel.3

Tabel.3. Perhitungan CBR yang mewakili

Nilai CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Prosentase yang sama atau lebih besar
12,17	7	100 %
14,95	6	85,714 %
16,61	5	71,429 %
17,9	4	57,143 %
18,63	3	42,857 %
19,11	2	28,571 %
24,54	1	14,286 %

Berdasarkan tabel diatas dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Berdasarkan grafik diatas CBR yang mewakili adalah sebesar 14 %. Nilai CBR yang mewakili ini direncanakan sebesar 90 % dari nilai CBR 100 %.

2. Perhitungan lalulintas

a. Lalu lintas harian direncanakan pada awal umur rencana yang diperhitungkan setelah pekerjaan konstruksi (2003)

b. Lintas Ekuivalen permulaan (LEP) dihitung dengan rumus berikut :

$$LEP = \sum_{mobilpenumpang}^{trailer} LHR.C.E$$

Dengan :

C: koefisien distribusi kendaraan

E: faktor ekuivalen dengan beban standar 8160 kg

c. Lintas Ekuivalen akhir (LEA) dihitung dengan rumus berikut :

$$LEA = \sum_{mobilpenumpang}^{trailer} LHR(1+i)^{UR}.C.E$$

d. Lintas Ekuivalen tengah (LET) dihitung dengan rumus berikut :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

e. Lintas Ekuivalen rencana (LER) dihitung dengan rumus berikut :

$$LER = LET \times FP$$

f. Faktor penyesuaian (FP) diatas dihitung dengan rumus berikut :

$$FP = \frac{UR}{10}$$

g. Koefisien distribusi kendaraan dihitung sesuai Tabel 4 dan tabel 5 SKBI

1988 berikut :

Tabel 4. Lebar perkerasan dan jumlah jalur

(L) m Lebar perkerasan	Jumlah jalur
$L < 5,5$ m	1 jalur
$5,5 \leq L \leq 8,25$ m	2 jalur
$8,25 \leq L \leq 11,25$ m	3 jalur
$11,25 \leq L \leq 15,00$ m	4 jalur
$15,00 \leq L \leq 18,75$ m	5 jalur
$18,75 \leq L \leq 22,00$ m	6 jalur

Sumber : SKBI, 1988

Tabel 5. koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Jalur	Kendaraan ringan		Kendaraan berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,000	1,000	1,000	1,000
2 jalur	0,600	0,500	0,700	0,500
3 jalur	0,400	0,400	0,500	0,475
4 jalur		0,300		0,450
5 jalur		0,250		0,425
6 jalur		0,200		0,400

Sumber : SKBI, 1988

h. Angka ekivalen beban (Damage faktor, E)

Angka ekivalen beban diperhitungkan sesuai rumus berikut :

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left\{ \frac{\text{bebansatusumbutunggal,kg}}{8160} \right\}$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = 0,086 \left\{ \frac{\text{bebansatusumbuganda,kg}}{8160} \right\}$$

Adapun angka ekivalen dapat dilihat pada Tabel.6 berikut :

Tabel.6. Angka ekivalen beban

Beban satu sumbu		Angka ekivalen	
Kg	Lbs	Kg	Lbs
1000	2205	0,0002	0,0053
2000	4409	0,0036	0,0852
3000	6613	0,0183	0,4314
4000	8817	0,0577	1,3631
5000	11021	0,1410	3,3275
6000	13225	0,2923	6,8996
7000	15429	0,5415	12,7818
8000	17633	0,9238	21,8044
9000	19837	1,4798	34,9256
10000	22041	2,2555	53,2310
11000	24245	3,3023	77,9342
12000	26449	4,6770	110,3764
13000	28653	6,4419	152,0267
14000	30857	8,6647	204,4816
15000	33061	11,4184	269,4656
16000	35265	14,7815	348,8309

3. Adapun hasil perhitungan lintasan dan beban sesuai beban standar selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7. berikut :

Tabel 7. Hasil perhitungan lalulintas dan beban sesuai
Ekivalen beban standar 8160 kg

Jenis Kendaraan	Ekivalen standar	Beban	Volume	LEP	LHRt	LEA
MP (1+1)	0,0004		10.000	4	41,772	16,7089927
Bus (3+5)	0,1593		100	15,93	417,72	66,5435633
Truck 2 as (4+6)	0,3500		1.000	350	4177,25	1462,03685
Trailer 3 as (5+8+5,5)	1,1890		500	594,5	2088,62	2483,37403
Jumlah				964,43		4028,6634252
Lintas Ekivalen tengah = $LET = (LEA + LAP)/2$						2496,54726
Lintas Ekivalen rencana = $LER = LET \times FP$ $FP = 15/10 = 1,5$						3744,82

4. Faktor Regional

Besarnya faktor kelandaian diambil sesuai Tabel.8. berikut :

Tabel .8. Faktor Regional

	Kelandaian I		Kelandaian II		Kelandaian III	
	<6 %		6 – 10 %		>10 %	
	% kend berat		% kend berat		% kend berat	
	< 30 %	> 30 %	< 30 %	>30 %	< 30 %	>30 %
Iklm I < 900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklm II > 900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber : SKBI, 1988

Faktor regional diperhitungkan sesuai diatas untuk kelandaian < 6 % dan prosentasi kendaraan berat < 30 % dengan iklim II > 900 mm/th maka Faktor regional adalah sebesar 1,5

5. Nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) diperoleh dengan menggunakan nomogram yang menggambarkan korelasi CBR dan DDT seperti pada Gambar berikut. Dengan data :

$$\text{CBR} = 14 \% \text{ diperoleh DDT} = 6,5$$

6. Nilai Konstruksi perkerasan dinyatakan dalam nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Nilai ITP diperoleh dengan menggunakan nomogram dengan masukan data

$$\text{DDT} = 6,5$$

$$\text{L.F.R} = 3744$$

$$\text{FR} = 1,5$$

$$\text{Diperoleh ITP} = 10,5$$

7. Tebal masing-masing lapisan

Rumus umum untuk menentukan tebal perkerasan adalah :

$$\text{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + a_4 D_4$$

Dengan :

$$\text{ITP} = \text{indeks tebal perkerasan}$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4 = \text{nilai koefisien kekuatan relatif lapisan}$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4 = \text{tebal perkerasan tiap lapisan}$$

Tiap-tiap lapisan memiliki batas minimal ketebalan sebagaimana tercantum dalam SKBI 1998, seperti pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut.

a. Paving Block, tebal minimum lapis paving block seperti pada Tabel 9

0,35					500		Block Asbuton
	0,40						Pasir alas
		0,28					Laston atas/ATB
		0,26			500		Laston atas/ATB
		0,24			450		Laston atas/ATB
		0,15			350		Stabilisasi tanah dengan semén/kapur
		0,13					
		0,14				100	Batu pecah klas A
		0,13				80	Batu pecah klas B
		0,12				60	Batu pecah klas C
		0,14				100	Makadam basah
		0,12				60	Makadam kering
			0,13			70	Sirtu/pitrun klas A
			0,12			50	Sirtu/pitrun klas B
			0,11			30	Sirtu/pitrun klas C
			0,10			20	Tanah/lempung pasiran

Sumber : SKBI, 1988

8. Perhitungan Tebal masing-masing lapisan

Sesuai ITP yang telah didapatkan dari Nomogram diatas, yaitu ITP = 10.

a). Maka untuk jalan dengan perkerasan paving block direncanakan susunan

perkerasan sebagai berikut :

$$\text{Block terkunci klas I} = 0,44 \times 8 = 3,52$$

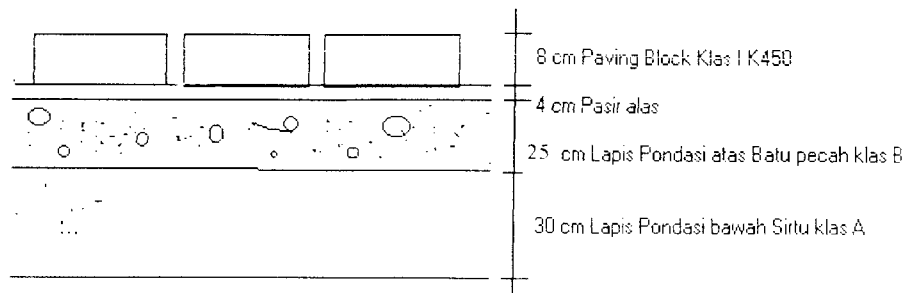
$$\text{Pasir alas 4 cm} = 0,04 \times 4 = 0,16$$

$$\text{Base Batu Pecah klas B 25 cm} = 0,13 \times 25 = 3,25$$

$$\text{Sub Base Sirtu klas A 30 cm} = 0,13 \times 30 = 3,90$$

$$\text{ITP} = 10,83 > 10,5 \text{ OK !}$$

Jadi susunannya sebagai berikut :



b). Untuk jalan dengan perkerasan AC (Asphalt Concrete) direncanakan susunan perkerasannya sebagai berikut :

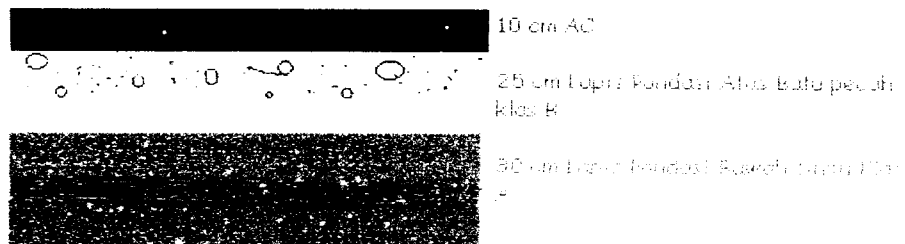
$$\text{AC (Asphalt Concrete) } 10 \text{ cm} = 0,35 \times 10 = 3,50$$

$$\text{Base Batu Pecah klas B } 25 \text{ cm} = 0,13 \times 25 = 3,25$$

$$\text{Sub Base Sirtu klas A } 30 \text{ cm} = 0,13 \times 30 = 3,90$$

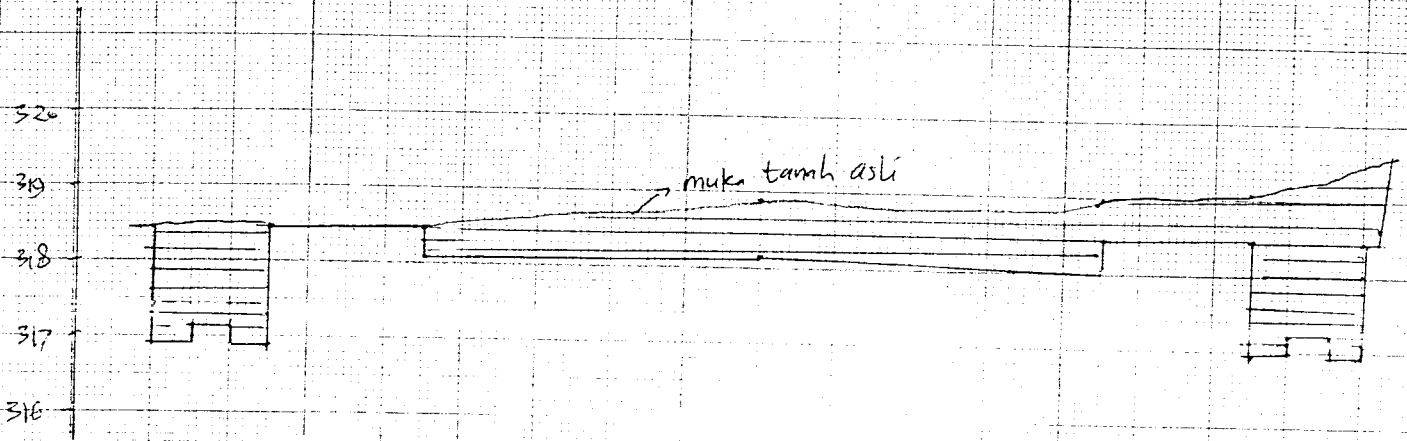
$$\text{ITP} = 10,65 > 10,5 \text{ OK !}$$

Jadi susunannya sebagai berikut :



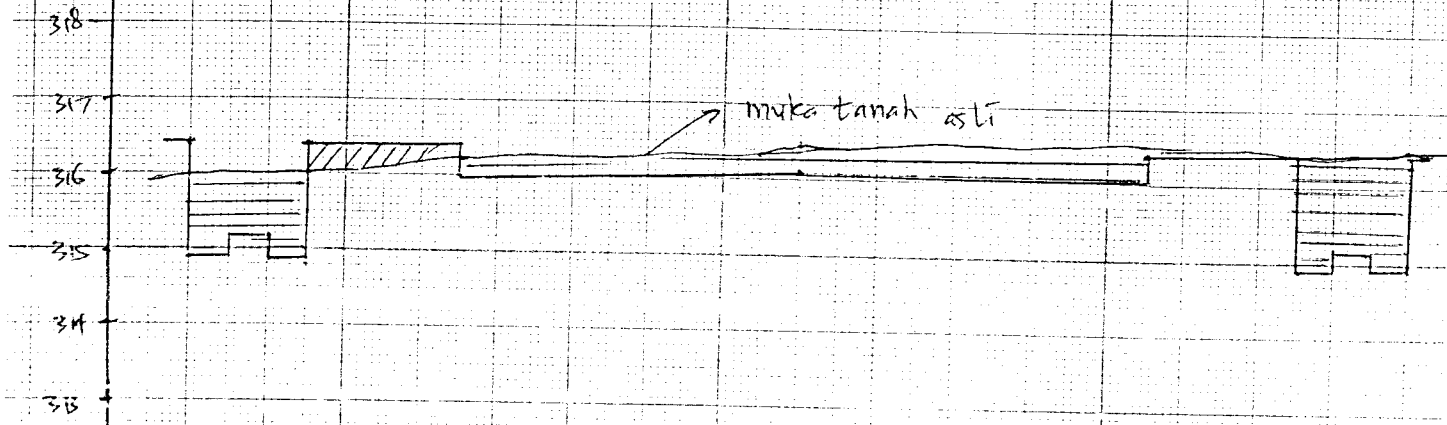
LAMPIRAN 3

STA. 0 + 000,00



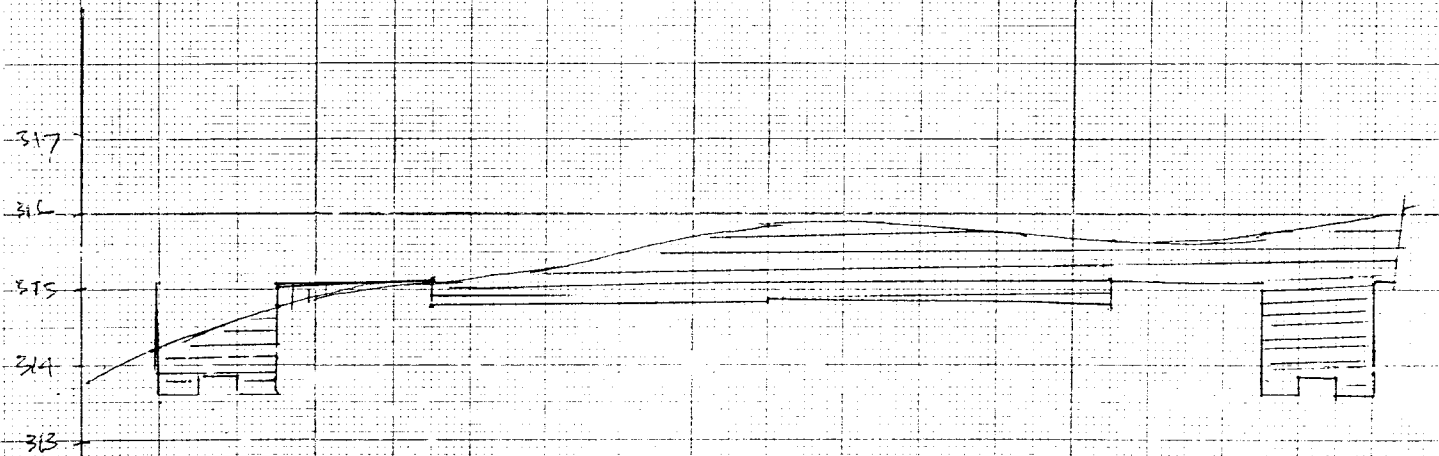
Elevasi Rencana (m)		318,43	318,47		318,18	318,47	318,43
Elevasi tanah asli (m)		318,41	318,50		318,90	319,00	319,05
I (%)		1,0	2,5		2,5	1,0	
Jarak (m)		2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 040,00



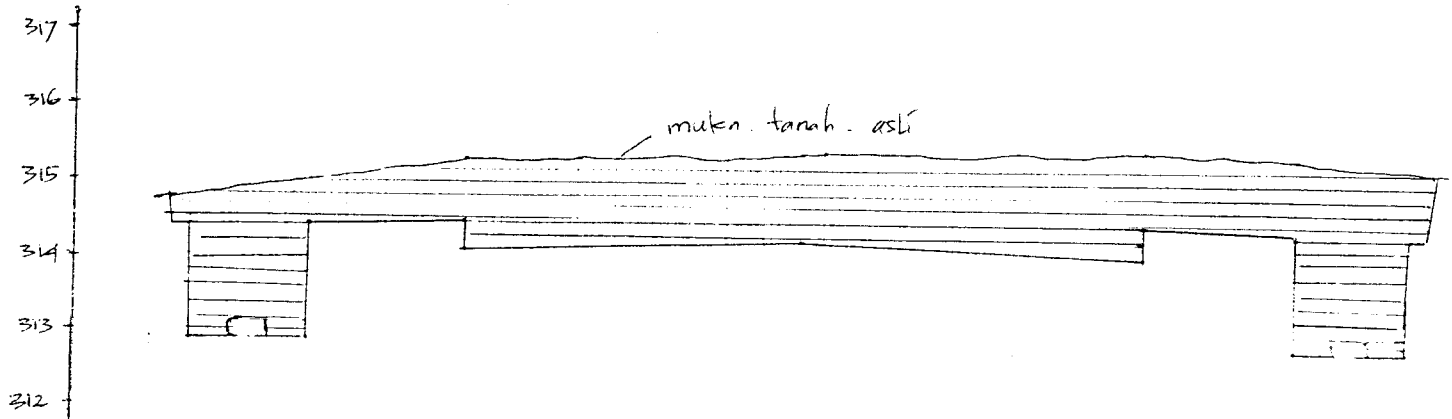
Elevasi Rencana (m)		316,37	316,41		316,12	316,41	316,37
Elevasi tanah asli (m)		316,00	316,20		316,44	316,42	316,43
(%)		1,0	2,5		2,5		1,0
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 081,60



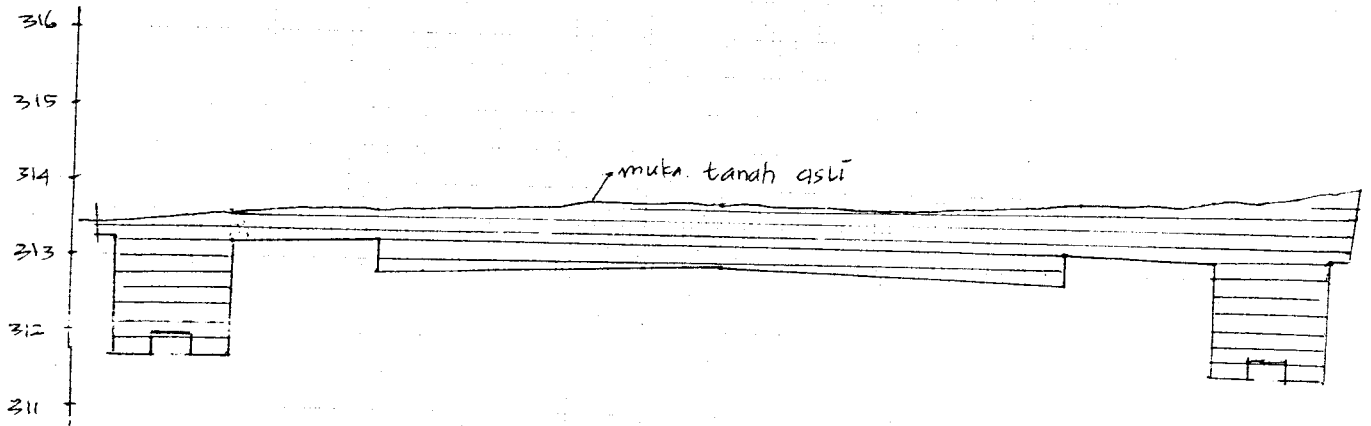
Elevasi Rencana (m)		315,12	315,17		314,87	315,17	315,12
Elevasi tanah asli (m)		314,81	315,50		315,86	315,68	315,83
I (%)		1,0	2,5		2,5		1,0
Jarak (m)		2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 120,80



Elevasi Rencana (m)		314,39	314,43 314,13		314,24	314,43 314,13	314,39
Elevasi tanah asli (m)		315,01	315,32		314,40	315,51	315,40
i (%)		1,0	2,5		2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

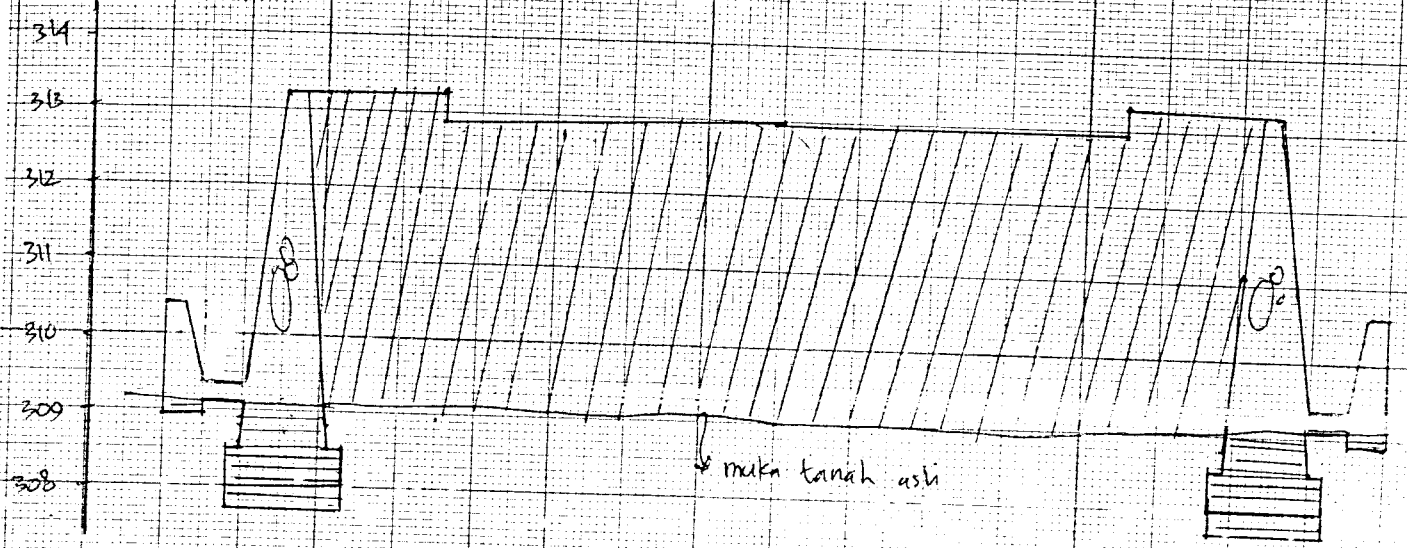
STA. 0+160,00



Elevasi Rencana (m)		313,23	313,27 312,87	312,98	313,27 312,87	313,23	
Elevasi tanah asli (m)		313,60	313,65	313,80	313,91	314,01	
i (%)		1,0	2,5	2,5	2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	4,5	2,0	1,5

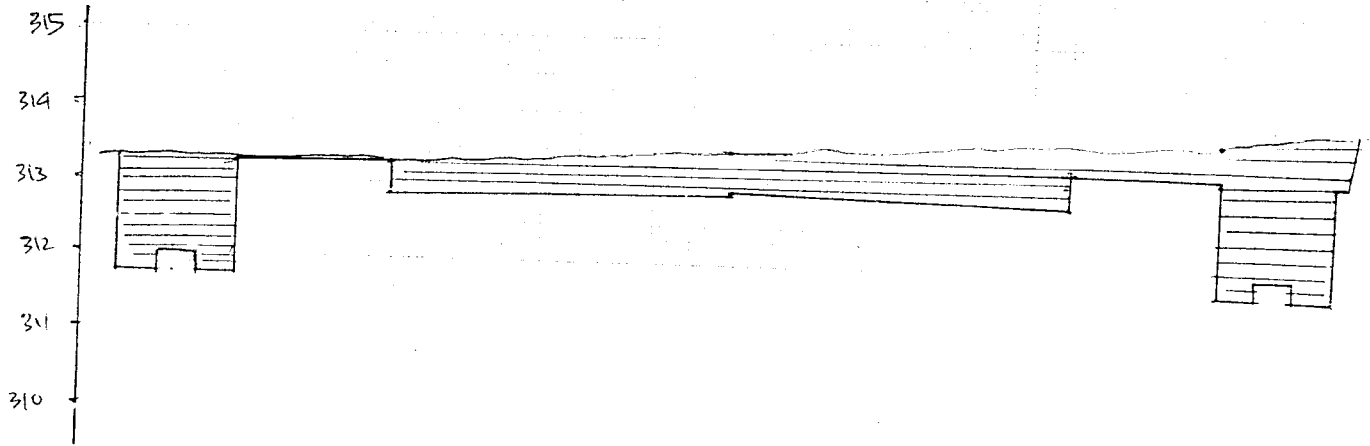
$$\begin{array}{r} 41,15 \\ 31,23 \\ \hline 9,2 \end{array}$$

STA. 0+180,00



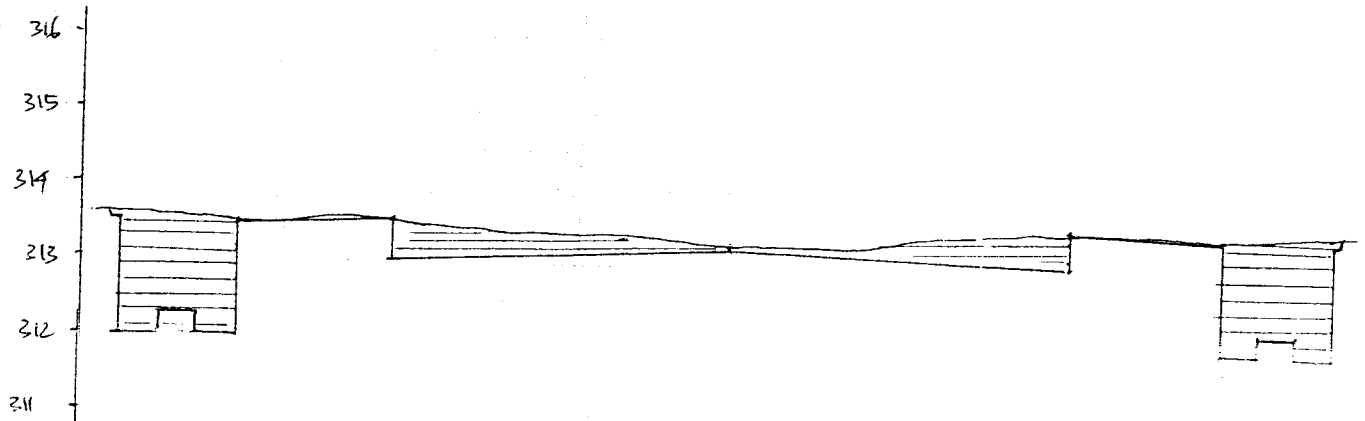
Elevasi Rencana (m)		313,23	313,27		312,98	313,17	313,23
Elevasi tanah asli (m)		309,10	309,06		309,00	309,05	309,10
i (%)		1,0	2,5		2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 200,00



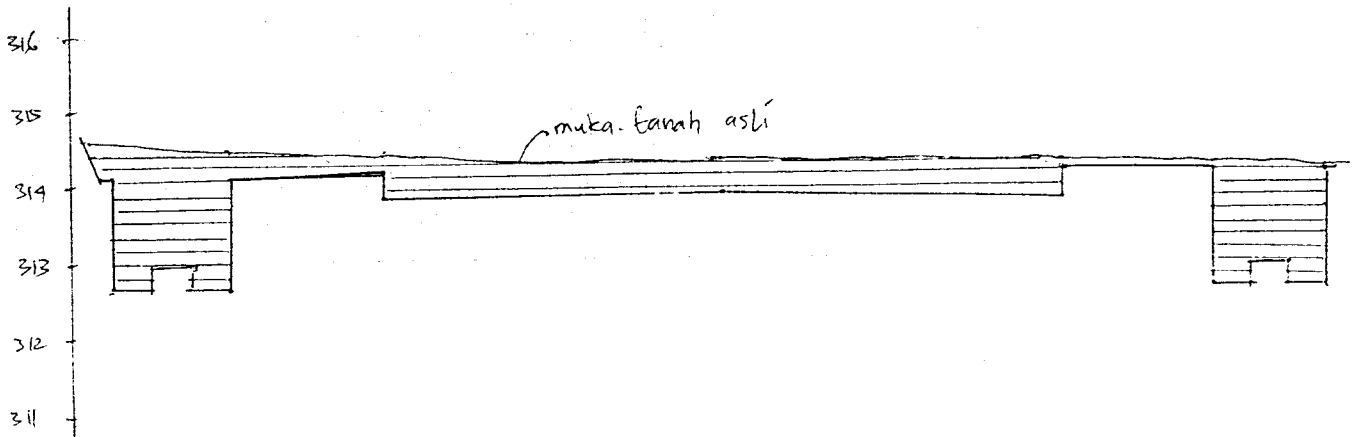
Elevasi Rencana (m)		313,23	313,27 312,87	312,98	313,27 312,87	313,23	
Elevasi tanah asli (m)		313,25	313,30	313,50	313,71	313,75	
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 240,00



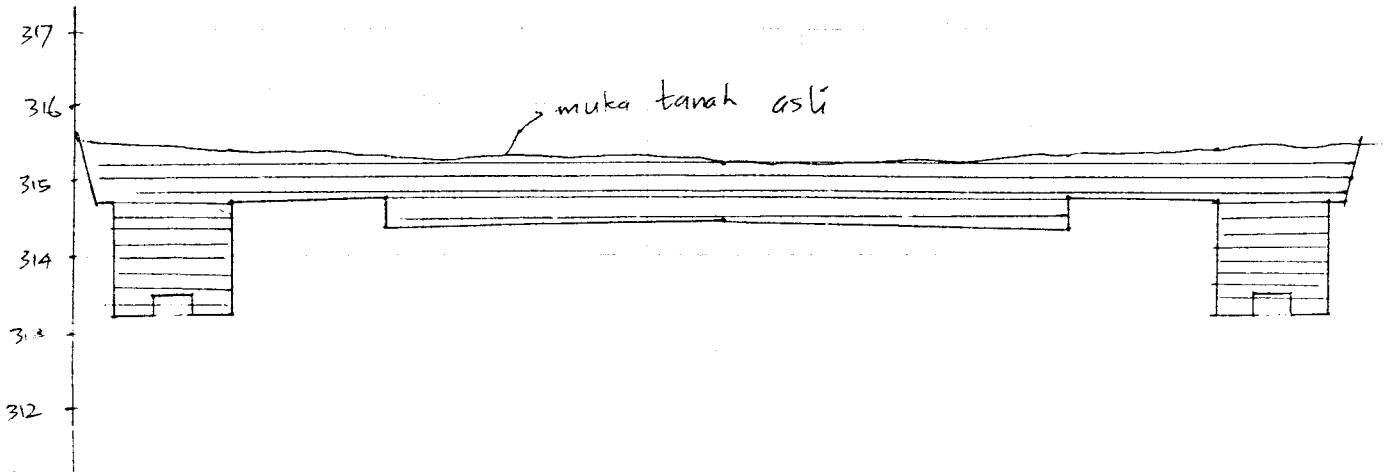
Elevasi Rencana (m)		313,53	313,57 313,17	313,28	313,57 313,17	313,53	
Elevasi tanah asli (m)		313,56	313,50	313,30	313,56	313,60	
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 280,00



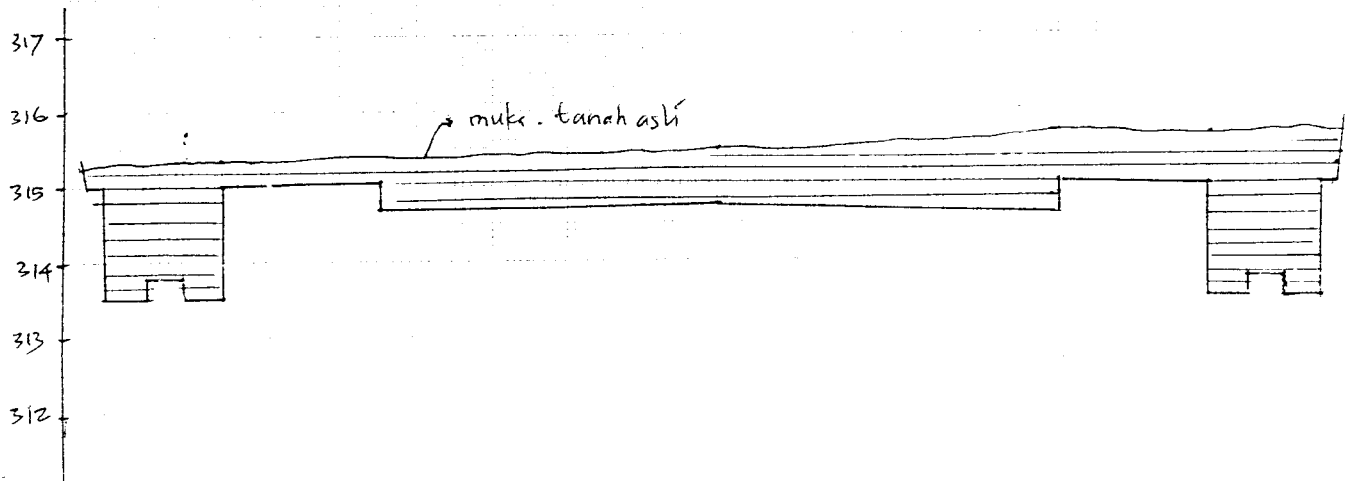
Elevasi Rencana (m)		314,12	314,16	313,87	314,16	314,12	
Elevasi tanah asli (m)		314,48	314,45	314,30	314,25	314,20	
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 320,00



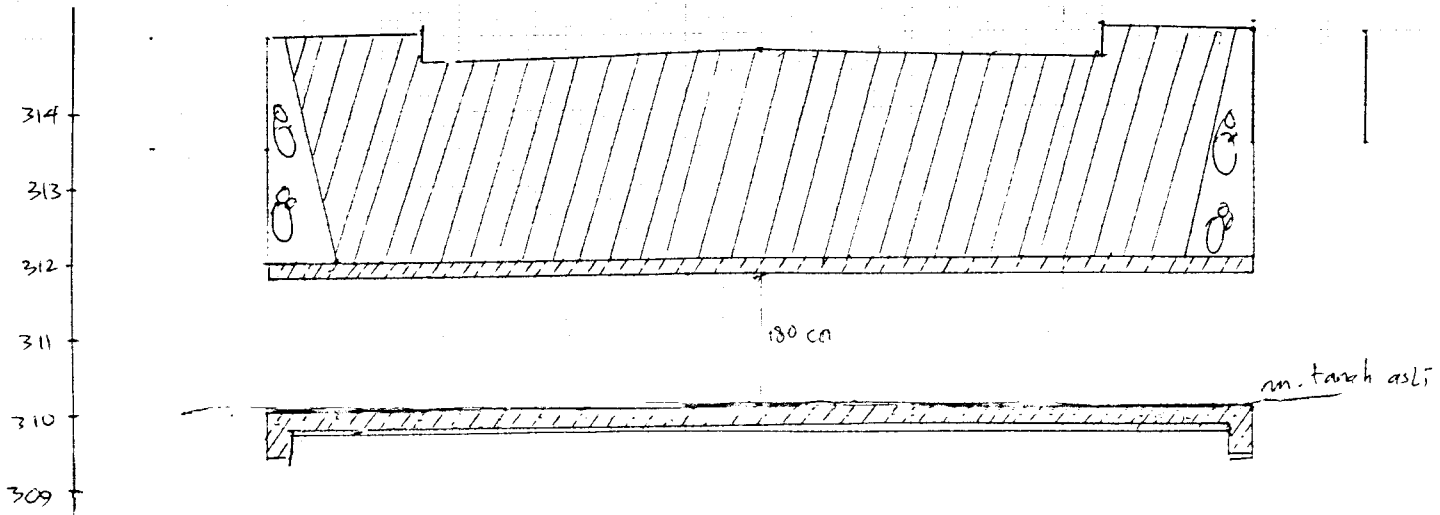
Elevasi Rencana (m)		314,71	314,75 314,35	314,46	314,75 314,35	314,71	
Elevasi tanah asli (m)		315,40	315,32	315,20	315,31	315,41	
i (%)		1,0	2,5	2,5	2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 340,00



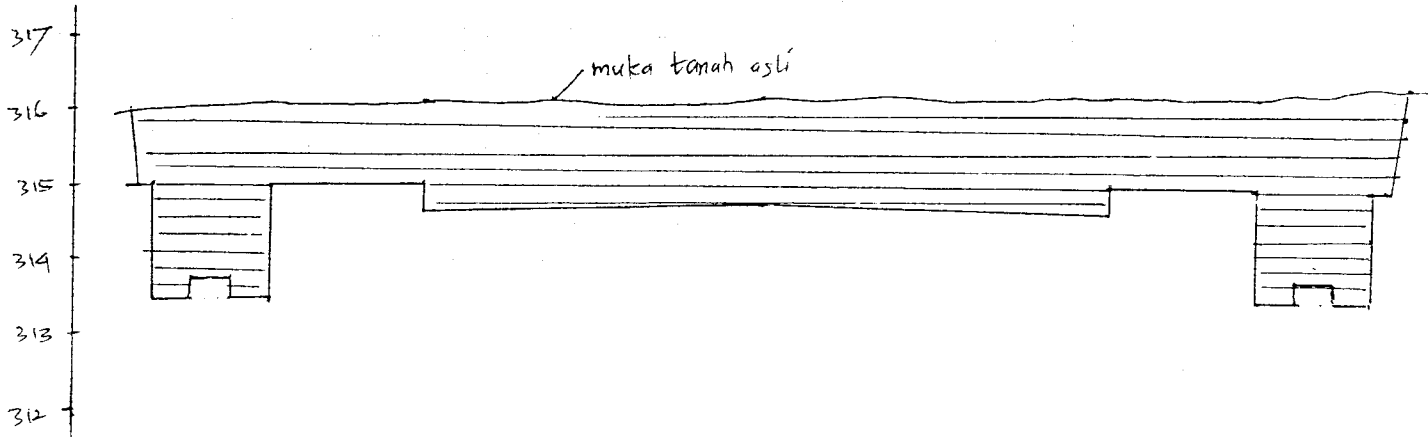
Elevasi Rencana (m)		315,00	315,04		314,75	315,04	315,00
			314,64			314,64	
Elevasi tanah asli (m)		315,35	315,37		315,50	315,70	315,65
i (%)		1,0	2,5		2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 360,00



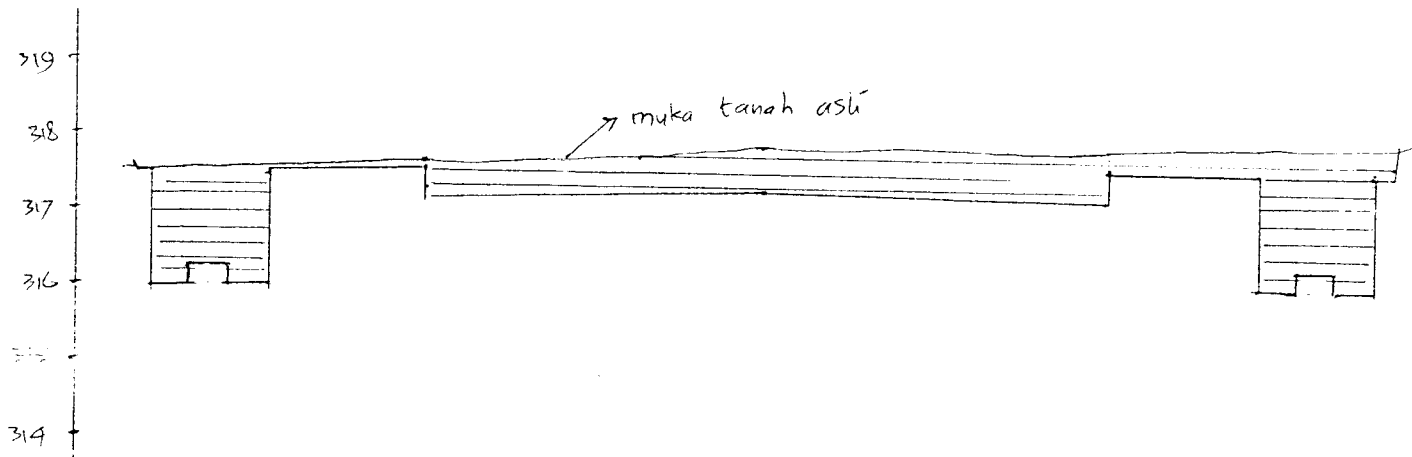
Elevasi Rencana (m)		315,00	315,04 314,64	314,75	315,04 314,64	315,00	
Elevasi tanah asli (m)		310,10	310,00	310,20	310,20	310,20	
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 400,00



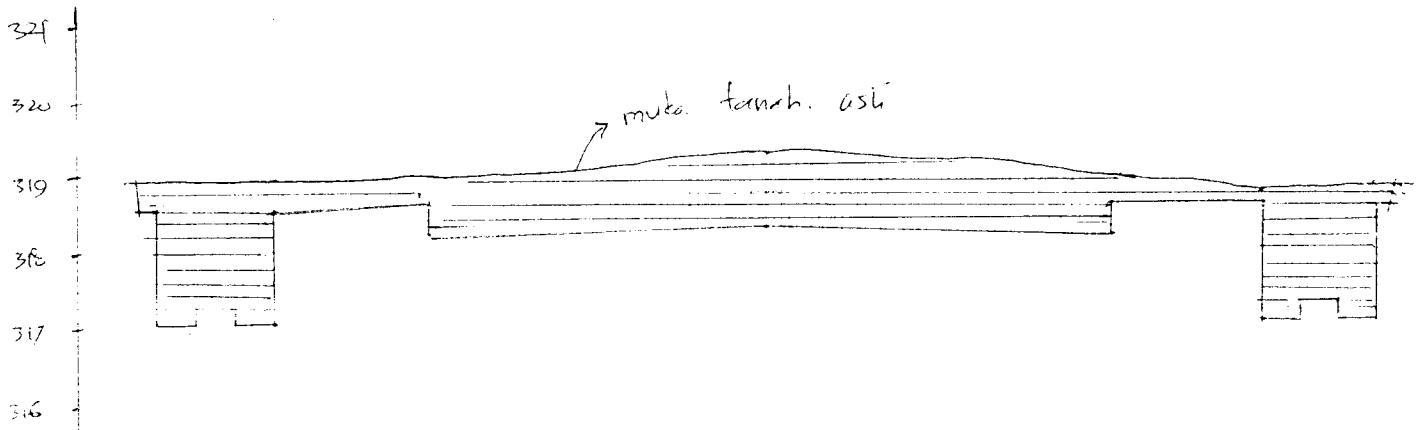
Elevasi Rencana (m)		315,00	315,04 314,64	314,75	315,04 314,64	315,00
Elevasi tanah asli (m)		316,10	316,15	316,20	316,21	316,20
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 486,50



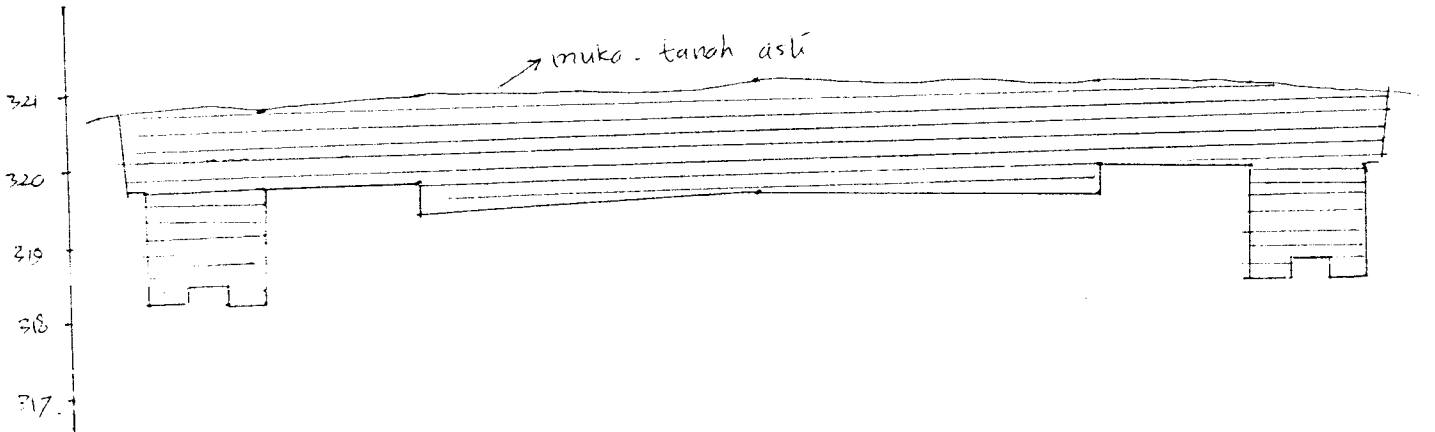
Elevasi Rencana (m)		317,49	317,53 317,13	317,24	317,53 317,13	317,49	
Elevasi tanah asli (m)		317,50	317,66	317,80	317,81	317,85	
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 524,00



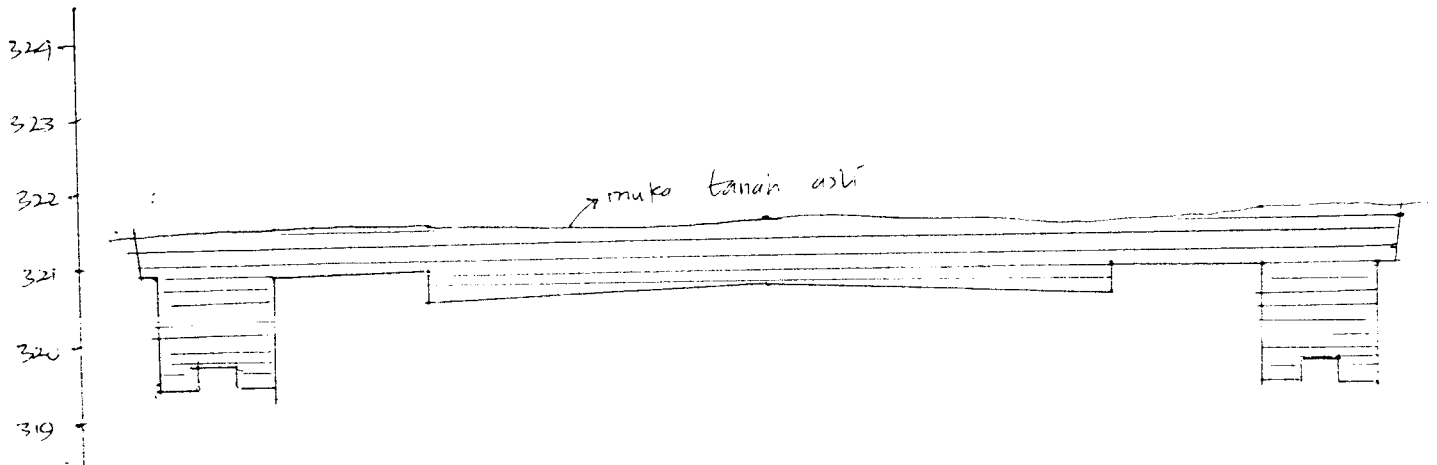
Elevasi Rencana (m)		318,58	318,62 318,22		318,33	318,62 318,22	318,58	
Elevasi tanah asli (m)		318,95	319,00		319,26	318,94	318,85	
i (%)		1,0	2,5		2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5		4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 564,00



Elevasi Rencana (m)		319,73	319,77 319,37	319,48	319,77 319,37	319,73	
Elevasi tanah asli (m)		320,71	320,86	320,96	320,85	320,80	
i (%)		1,0	2,5	2,5	1,0		
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5	4,5	2,0	1,5	

STA. 0 + 604,00



Elevasi Rencana (m)		320,88	320,92 320,52	320,65	320,92 320,52	320,88	
Elevasi tanah asli (m)		321,50	321,53	321,55	321,58	321,60	
i (%)		1,0	2,5		2,5	1,0	
Jarak (m)	1,5	2,0	4,5		4,5	2,0	1,5

STA. 0 + 616,00



Elevasi Rencana (m)			320,87	320,98	320,87		
Elevasi tanah asli (m)			321,70	321,66	321,70		
I (%)			2,5	2,5			
Jarak (m)			4,5	4,5			

LAMPIRAN 4

HITUNGAN GALIAN DAN TIMBUNAN

STASIUN		TIMBUNAN			GALIAN		
Potongan	Jarak (m)	Luas (m ²)	Luas Rata-rata	Volume (m ³)	Luas (m ²)	Luas Rata-rata	Volume (m ³)
0+000.00		-			12,9741		
	40.00		0,290	11,600		9,84705	393,882
0+040.00		0,580			6,720		
	41.60		0,150	6,240		10,1265	421,262
0+081.60		0,300			13,533		
	39.20					16,218	635,746
0+120.80		-			18,903		
	39.20					17,7115	694,291
0+160.00		-			16,520		
	20.00		24,085	479,700		10,255	205,100
0+180.00		47,970			3,990		
	20.00					10,255	205,100
0+200.00		-			16,520		
	10.00					11,24	449,660
0+240.00		-			5,960		
	40.00					8,281	331,240
0+280.00		-			10,602		
	40.00					13,856	554,240
0+320.00		-			17,110		
	20.00					16,2475	324,950
0+340.00		-			15,385		
	20.00		16,4025	328,050		9,9675	199,350
0+360.00		32,805			4,550		
	40.00					15,5225	620,900
0+400.00		-			26,495		
	46.50					24,2195	1126,207
0+446.50		-			21,944		
	40.00					16,427	657,080
0+486.50		-			10,910		
	37.50					12,493	468,488
0+524.00		-			14,176		
	40.00					19,729	789,160
0+564.00		-			25,282		
	40.00					21,6395	865,580
0+604.00		-			17,997		
	12.00					12,346	48,762
0+616.00		-			6,795		
JUMLAH				825,590		JUMLAH	9090,928

Hitungan galian dan timbunan

STA. 0 + 000.00

$$\begin{aligned}
 L_{\text{galian}} &= [1,5 \times 1,5] - 0,125 + \left[\frac{(318,50 - 318,07) + (318,9 - 318,18)}{2} \times 4,5 \right] \\
 &+ \left[\frac{(318,9 - 318,18) + (319,00 - 318,07)}{2} \times 4,5 \right] \\
 &+ \left[\frac{(319,00 - 318,47) + (319,05 - 318,43)}{2} \times 2 \right] \\
 &+ \left[\frac{(319,05 - 316,93) + (319,2 - 316,93)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,4 + 0,2}{2} \times 0,77 \right] \\
 &= 2,125 + 2,5875 + 3,7125 + 1,15 + 3,1675 + 0,231 = 12,9735 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

STA. 0 + 040.00

$$\begin{aligned}
 L_{\text{galian}} &= \left[\frac{(316,00 - 314,87) + (316,03 - 314,87)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
 &+ \left[\frac{(316,20 - 316,01) + (316,44 - 316,12)}{2} \times 4,5 \right] \\
 &+ \left[\frac{(316,44 - 316,12) + (316,42 - 316,01)}{2} \times 4,5 \right] \\
 &+ \left[\frac{(316,42 - 316,41) + (316,43 - 316,37)}{2} \times 2 \right] \\
 &+ \left[\frac{(316,43 - 314,87) + (316,50 - 314,87)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
 &= 1,5925 + 1,1475 + 1,6425 + 0,07 + 2,2675 = 6,72 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{timbunan}} &= \left[\frac{(316,37 - 316,00) + (316,41 - 316,20)}{2} \times 2 \right] \\
 &= 0,58 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

STA. 0 + 081.60

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{(314,15 - 313,62) + (314,80 - 313,62)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(315,15 - 314,76) + (315,86 - 314,87)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,86 - 314,87) + (315,68 - 314,76)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,68 - 315,16) + (315,83 - 315,12)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,83 - 313,62) + (316,10 - 313,62)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,5 + 0,2}{2} \times 1,00 \right] \\
&= 1,1575 + 3,105 - 4,2975 + 1,23 + 3,3925 - 0,35 = 13,5325 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{\text{tumbuhan}} &= \left[\frac{(315,12 - 314,84) + (315,17 - 315,15)}{2} \times 2 \right] \\
&= 0,30 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 120.60

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,25 + 0,2}{2} \times 0,40 \right] + \left[\frac{(314,80 - 312,89) + (315,01 - 312,89)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(315,01 - 314,39) + (315,32 - 314,13)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,32 - 314,13) + (314,80 - 314,24)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(314,80 - 314,24) + (315,51 - 314,13)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,51 - 314,53) + (315,40 - 314,39)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,40 - 312,89) + (315,30 - 312,89)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,35 + 0,2}{2} \times 0,9 \right] \\
&= 0,09 + 2,8975 + 1,81 + 3,9375 + 4,365 + 1,99 + 3,565 + 0,2475 = 18,9025 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 160.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,25 + 0,2}{2} \times 0,20 \right] + \left[\frac{(313,43 - 311,73) + (313,60 - 311,73)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(313,60 - 313,23) + (313,65 - 313,27)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,65 - 312,87) + (313,80 - 312,98)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,80 - 312,98) + (313,91 - 312,87)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,91 - 313,27) + (314,01 - 313,23)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(314,01 - 311,73) + (314,18 - 311,73)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 - \left[\frac{0,4 + 0,2}{2} \times 0,95 \right] \\
&= 0,045 + 2,5525 + 1,01 + 3,6 + 4,185 + 1,42 + 3,4225 - 0,285 = 16,52 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 180.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= 2 \times \left((1,4 \times 0,8) + \left(\frac{1,0 + 1,5}{2} \times 0,6 \right) \right) + 2 \times (0,5 \times 0,25) \\
&= 3,74 + 0,25 = 3,99 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{\text{timbunan}} &= 2 \times \left[\frac{(2 - 0,25) + (1,4)}{2} \times 4,1 \right] \\
&+ 2 \times \left[\frac{(312,87 - 309,06) + (312,98 - 309,00)}{2} \times 4,5 \right] \\
&= 12,915 + 35,055 = 47,97 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 200.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= [1,5 \times 1,5] - 0,125 + \left[\frac{(313,25 - 313,23) + (313,30 - 313,27)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,30 - 312,87) + (313,50 - 312,98)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,50 - 312,98) + (313,71 - 312,87)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,71 - 313,27) + (313,75 - 313,23)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,75 - 311,73) + (313,98 - 311,73)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,3 + 0,2}{2} \times 0,75 \right] \\
&= 2,125 - 0,05 + 2,1375 + 3,06 - 0,96 + 3,0775 + 0,1875 = 16,52 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 240.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= [1,5 \times 1,5] - 0,125 + \left[\frac{(313,50 - 313,17) + (313,30 - 313,28)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(313,30 - 313,28) + (313,56 - 313,17)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ [1,5 \times 1,5] - 0,125 \\
&= 2,125 + 0,7875 + 0,9225 + 2,125 = 5,96 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 280.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,35 + 0,2}{2} \times 0,48 \right] + \left[\frac{(314,60 - 312,62) + (314,48 - 312,62)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(314,48 - 314,12) + (314,45 - 314,16)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(314,45 - 313,76) + (314,30 - 313,87)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(314,30 - 313,87) + (314,25 - 313,76)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(314,25 - 314,16) + (314,20 - 314,12)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(314,20 - 312,62) + (314,18 - 312,62)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&= 0,132 + 2,83 + 0,65 + 2,52 + 2,07 + 0,17 + 2,23 = 10,602 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 320.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,45 + 0,2}{2} \times 0,79 \right] + \left[\frac{(315,50 - 313,21) + (315,40 - 313,21)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(315,40 - 314,71) + (315,32 - 314,75)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,32 - 314,35) + (315,20 - 314,46)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,20 - 314,46) + (315,31 - 314,35)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,31 - 314,75) + (315,41 - 314,71)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,41 - 313,21) + (315,45 - 313,21)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,4 + 0,2}{2} \times 0,74 \right] \\
&= 0,25675 + 3,235 - 1,26 + 3,8475 + 3,825 + 1,26 + 3,205 - 0,222 = 17,11 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 340.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,25 + 0,2}{2} \times 0,30 \right] + \left[\frac{(315,30 - 313,50) + (315,35 - 313,50)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(315,35 - 315,00) + (315,37 - 315,04)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,37 - 314,64) + (315,50 - 314,75)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,50 - 314,75) + (315,70 - 314,64)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,70 - 315,04) + (315,65 - 315,00)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(315,65 - 313,50) + (315,70 - 313,50)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,3 + 0,2}{2} \times 0,70 \right] \\
&= 0,0675 - 2,6125 - 0,68 + 3,33 - 4,0725 + 1,31 + 3,1375 - 0,175 = 15,385 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 360.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{(316,10 - 314,80) + (316,20 - 314,80)}{2} \times 1,5 \right] \\
&= 4,55 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{\text{timbunan}} &= 2 \times \left[\frac{(1,75 - 1,1)}{2} \times [315,00 - 312,00] \right] \\
&\quad + 2 \times \left[\frac{(314,64 - 312,00) + (314,75 - 312,00)}{2} \times 4,5 \right] \\
&= 8,55 + 24,255 = 32,805 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 400.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,3 + 0,2}{2} \times 1,0 \right] + \left[\frac{(316,06 - 313,50) + (316,10 - 313,50)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&\quad + \left[\frac{(316,10 - 315,00) + (316,15 - 315,04)}{2} \times 2 \right] \\
&\quad - \left[\frac{(316,15 - 314,64) + (316,20 - 314,75)}{2} \times 4,5 \right] \\
&\quad - \left[\frac{(316,20 - 314,75) + (316,21 - 314,64)}{2} \times 4,5 \right] \\
&\quad + \left[\frac{(316,21 - 315,04) + (316,20 - 315,00)}{2} \times 2 \right] \\
&\quad + \left[\frac{(316,20 - 313,50) + (316,30 - 313,50)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,4 + 0,2}{2} \times 1,30 \right] \\
&= 0,25 + 3,83 + 2,21 + 6,66 + 6,795 + 2,37 + 4,00 + 0,39 = 26,495 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 446.50

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,45 + 0,2}{2} \times 1,26 \right] + \left[\frac{(317,6 - 314,84) + (317,28 - 314,84)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&\quad + \left[\frac{(317,35 - 316,34) + (317,28 - 316,38)}{2} \times 2 \right] \\
&\quad - \left[\frac{(317,28 - 315,98) + (317,08 - 316,09)}{2} \times 4,5 \right] \\
&\quad + \left[\frac{(317,08 - 316,09) + (317,18 - 315,98)}{2} \times 4,5 \right] \\
&\quad + \left[\frac{(317,18 - 316,38) + (317,30 - 316,34)}{2} \times 2 \right] \\
&\quad + \left[\frac{(317,30 - 314,84) + (317,50 - 314,84)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,45 + 0,2}{2} \times 1,16 \right] \\
&= 0,4095 + 3,775 + 1,91 + 5,1525 + 4,905 + 1,7 + 3,715 + 0,377 = 21,944 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 486.50

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{(317,49 - 315,99) + (317,5 - 315,99)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(317,5 - 317,49) + (317,66 - 317,53)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(317,66 - 317,13) + (317,8 - 317,24)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(317,8 - 317,24) + (317,81 - 317,13)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(317,81 - 317,53) + (317,85 - 317,49)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(317,85 - 315,99) + (317,85 - 315,99)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,3 + 0,2}{2} \times 0,36 \right] \\
&= 2,1325 + 0,14 + 2,4525 + 2,79 + 0,64 + 2,665 - 0,09 = 10,91 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 524.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,25 + 0,2}{2} \times 0,27 \right] + \left[\frac{(318,85 - 317,08) + (318,95 - 317,08)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(318,95 - 318,58) + (319,0 - 318,62)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(319,00 - 318,22) + (319,26 - 318,33)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(319,26 - 318,33) + (319,26 - 318,33)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(318,94 - 318,62) + (318,85 - 318,58)}{2} \times 2 \right] \\
&+ \left[\frac{(318,85 - 317,08) + (318,87 - 317,08)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,25 + 0,2}{2} \times 0,29 \right] \\
&= 0,06075 + 2,605 - 0,75 + 3,8475 - 3,7125 - 0,59 + 2,545 + 0,06525 \\
&= 14,176 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 564.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,35 + 0,2}{2} \times 1,07 \right] + \left[\frac{(320,8 - 318,23) + (320,71 - 318,23)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&+ \left[\frac{(320,71 - 319,73) + (320,86 - 319,77)}{2} \times 2 \right] \\
&- \left[\frac{(320,86 - 319,37) + (320,96 - 319,48)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(320,96 - 319,48) + (320,85 - 319,37)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(320,85 - 319,77) + (320,80 - 319,73)}{2} \times 2 \right] \\
&- \left[\frac{(320,80 - 318,23) + (320,70 - 318,23)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,3 + 0,2}{2} \times 0,97 \right] \\
&= 0,29425 + 3,6625 + 2,07 - 6,5475 - 6,66 - 2,15 - 3,655 + 0,2425 \\
&= 25,28175 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 604.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= \left[\frac{0,25 + 0,2}{2} \times 0,55 \right] + \left[\frac{(321,43 - 319,38) + (321,50 - 319,38)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 \\
&- \left[\frac{(321,50 - 320,88) + (321,53 - 320,92)}{2} \times 2 \right] \\
&- \left[\frac{(321,53 - 320,52) + (321,55 - 320,63)}{2} \times 4,5 \right] \\
&- \left[\frac{(321,55 - 320,63) + (321,58 - 320,52)}{2} \times 4,5 \right] \\
&+ \left[\frac{(321,58 - 320,92) + (321,60 - 320,88)}{2} \times 2 \right] \\
&- \left[\frac{(321,60 - 319,38) + (321,60 - 319,38)}{2} \times 1,5 \right] - 0,125 + \left[\frac{0,35 + 0,2}{2} \times 0,72 \right] \\
&= 0,12375 + 3,0025 + 1,29 - 4,3425 - 4,455 + 1,38 + 3,205 + 0,198 \\
&= 17,99675 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

STA. 0 + 616.00

$$\begin{aligned}
L_{\text{galian}} &= 2 \times \left[\frac{(321,70 - 320,87) + (321,66 - 320,98)}{2} \times 4,5 \right] \\
&= 6,795 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

LAMPIRAN 5

PERHITUNGAN VOLUME PEKERJAAN

Alternatif I (jalan paving block)

I. Rekapitulasi hasil perancangan :

- | | |
|----------------------------------|---------|
| 1. Lebar jalan/paving block K400 | : 9 m |
| 2. Panjang jalan | : 616 m |
| 3. Tebal Paving Block | : 8 cm |
| 4. Tabal pasir atas | : 4 cm |
| 5. Tebal Base klas B | : 25 cm |
| 6. Tebal Sub base klas A | : 30 cm |
| 7. Kemiringan perkerasan | : 2,5 % |
| 8. Kemiringan trotoar | : 1 % |
| 9. Lebar saluran drainasi | : 1 m |

II. Perhitungan Volume pekerjaan :

1. Pemebersihan lahan/land clearing, seluas :

$$= \text{panjang jalan} \times (\text{lebar jalan} + \text{trotoar} + \text{darinasi} + \text{taman})$$

$$= 616 \times (9 + 2 \times 2 + 2 \times 1 + 2 \times 2) = 11.704 \text{ m}^2$$

2. Pekerjaan striping setebal 50 cm, Volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{lebar} + \text{trotoar} + \text{saluran drainasi})$$

$$= 0,5 \times 616 \times (9 + 2 \times 2 + 2 \times 1) = 4620 \text{ m}^2$$

3. Persiapan sub grade, seluas

$$= \text{panjang jalan} \times (\text{lebar jalan} + \text{trotoar})$$

$$= 616 \times (9 + 2 \times 2) = 8008$$

4. Pekerjaan lapis sub base, tebal 30 cm, kemiringan melintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, Volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{lebar jalan}) \times 1,1$$

$$= 0,3 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 1829,52 \text{ m}^3$$

5. Pekerjaan lapis base, tebal 25 m, kemiringan melintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{Lebar jalan}) \times 1,1$$

$$= 0,25 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 1524,6 \text{ m}^3$$

6. Pekerjaan pasir alas, tebal 4 cm, kemiringan melintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, Volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{Lebar jalan}) \times 1,1$$

$$= 0,04 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 243,94 \text{ m}^3$$

7. Pasir pengisi, tebal 8 cm, 30 % luasan, pelebaran pada tikungan, Volume:

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times \text{Lebar jalan} \times 0,3 \times 1,1$$

$$= 0,08 \times 616 \times 9 \times 0,3 \times 1,1 = 146,36 \text{ m}^3$$

8. Paving Block K400, kemiringan lintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, luas :

$$= \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar jalan} \times 1,1$$

$$= 616 \times 9 \times 1,1 = 6098 \text{ m}^2$$

9. Kanstein, panjang =

$$= 2 \times (\text{panjang jalan} + 15) \times 1,1$$

$$= 2 \times (616 + 15) \times 1,1 = 1388,2 \text{ m}^1$$

10. Beton Penyangga kanstein ukuran 20 x 20 cm, Volume :

$$= 2 \times \text{dimensi beton} \times \text{panjang jalan} \times 1,1$$

$$= 2 \times 0,2 \times 0,2 \times 616 \times 1,1 = 54,21 \text{ m}^3$$

Alternatif II (jalan aspal)

I. Rekapitulasi hasil perancangan :

1. Lebar jalan	: 9 m
1. Panjang jalan	: 616 m
2. Tebal AC (Asphalt Concrete)	: 10 cm
3. Tebal Base klas B	: 25 cm
4. Tebal Sub base klas A	: 30 cm
5. Kemiringan perkerasan	: 2,5 %
6. Kemiringan trotoar	: 1 %
7. Lebar saluran drainasi	: 1 m

II. Perhitungan Volume pekerjaan :

1. Pemebersihan lahan/land clearing, seluas :

$$= \text{panjang jalan} \times (\text{lebar jalan} + \text{trotoar} + \text{darinasi} + \text{taman})$$

$$= 616 \times (9 + 2.2 + 2 \times 1 + 2 \times 2) = 11.704 \text{ m}^2$$

2. Pekerjaan striping setebal 50 cm, Volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{lebar} + \text{trotoar} + \text{saluran drainasi})$$

$$= 0,5 \times 616 \times (9 + 2 \times 2 + 2 \times 1) = 4620 \text{ m}^2$$

3. Persiapan sub grade, seluas

$$= \text{panjang jalan} \times (\text{lebar jalan} + \text{trotoar})$$

$$= 616 \times (9 + 2 \times 2) = 8008$$

4. Pekerjaan lapis sub base, tebal 30 cm, kemiringan melintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, Volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{lebar jalan}) \times 1,1$$

$$= 0,3 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 1829,52 \text{ m}^3$$

5. Pekerjaan lapis base, tebal 25 cm, kemiringan melintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, volume :

$$= \text{Tebal} \times \text{panjang jalan} \times (\text{Lebar jalan}) \times 1,1$$

$$= 0,25 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 1524,6 \text{ m}^3$$

6. Pekerjaan Tack coat, 0,4 l/m², kemiringan melintang 2,5 %, pelebaran pada tikungan, Volume :

$$= 0,4 \text{ l/m}^2 \times \text{panjang jalan} \times (\text{Lebar jalan}) \times 1,1$$

$$= 0,4 \text{ l/m}^2 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 2439,36 \text{ ltr}$$

7. Pekerjaan Prime coat 0,5 l/m², pelebaran pada tikungan, Volume:

$$= 0,5 \text{ l/m}^2 \times \text{panjang jalan} \times \text{Lebar jalan} \times 1,1$$

$$= 0,5 \text{ l/m}^2 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 6098,4 \text{ ltr}$$

8. Penghamparan AC tebal = 10 cm, kemiringan lintang 2,5 %, pelebaran pada

tikungan, volume :

$$= 0,1 \times \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar jalan} \times 1,1$$

$$= 0,1 \times 616 \times 9 \times 1,1 = 609,84 \text{ m}^3$$

9. Kanstein, panjang =

$$= 2 \times (\text{panjang jalan} + 15) \times 1,1$$

$$= 2 \times (616 + 15) \times 1,1 = 1388,2 \text{ m}^1$$

10. Beton Penyangga kanstein ukuran 20 x 20 cm, Volume :

$$= 2 \times \text{dimensi beton} \times \text{panjang jalan} \times 1,1$$

$$= 2 \times 0,2 \times 0,2 \times 616 \times 1,1 = 54,21 \text{ m}^3$$

LAMPIRAN 6

REKAPITULASI HARGA SATUAN PEKERJAAN

(UNTUK HARGA SUB DINAS BINA MARGA KONDISI TANGGAL 16 JANUARI 2003)

No	Pekerjaan	Satuan	Harga Sat
1	Galian Tanah Biasa	M ³	Rp 13200
2	Urugan Tanah Biasa	M ³	Rp 48479.63
3	Penyiapan Tanah Dasar	M ²	Rp 577.45
4	Pembersihan Semak dll Pada Bahu Jalan	M ²	Rp 706.47
5	Lapis Pondasi Bawah kelas A Sirtu	M ³	Rp 52955.41
6	Lapis Pondasi Atas Kelas B	M ³	Rp 109804.25
7	Lapis Aspal Resap Pengikat (Prime Coat)	Liter	Rp 3274.26
8	Lapis Aspal Perekat (Tack Coat)	Liter	Rp 4072.87
9	Beton Kelas K225	M ³	Rp 351269.94
10	Pasang Paving/Conblock	M ²	Rp 52608
Sumber PU Sub Dinas Bina Marga Sleman			
11	Kanstein	M'	Rp 36593
12	AC	M ³	RP 595695.6
Sumber PU Sub Dinas Bina Marga Yogyakarta			

DAFTAR HARGA SATUAN UPAH TERTINGGI
KABUPATEN SLEMAN TAHUN 2003
JAM KERJA :08.00-15.00 WIB

No	Tenaga	Satuan	Harga Satuan (Rp)	KETERANGAN
1	Tenaga	hr	14500.00	Harga tersebut belum termasuk PPN 10 % dan Jasa
2	Pemb. Tk. Batu	hr	14500.00	
3	Tk. Batu	hr	21000.00	
4	Kep. Tk. Batu	hr	23000.00	
5	Pemb. Tk. Kayu	hr	14500.00	
6	Tk. Kayu Kasar	hr	21000.00	
7	Tk. Kayu Halus	hr	22000.00	
8	Kep. Tk. Kayu	hr	23000.00	
9	Pemb. Tk. Besi	hr	14500.00	
10	Tk. Besi	hr	23000.00	
11	Kep. Tk. Besi	hr	24000.00	
12	Tk. Aspal/Juru Godog	hr	21000.00	
13	Pemb. Tk. Aspal	hr	17500.00	
14	Mekanik	hr	23000.00	
15	Pemb. Mekanik	hr	17500.00	
16	Masinis	hr	23000.00	
17	Pemb. Masinis	Hr	23000.00	
18	Tk. Semprot Aspal	Hr	21000.00	
19	Operator	Hr	23000.00	
20	Mandor	Hr	24000.00	
21	Kernet	Hr	17500.00	
22	Penyemprot	Hr	21000.00	
23	Jaga malam	Hr	14500.00	
24	Tukang Cat	Hr	23000.00	
25	Kep. Tk. Cat	Hr	24000.00	
26	Tk. Listrik	hr	24000.00	

FM UI/VA/198/19

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	BID. STUDI
1	Lukman	95310296	Manajemen Konstruksi
2	Eko Hernoto	95310305	Transportasi

JUDUL TUGAS AKHIR :

Perbandingan analisa biaya jalan lingkar dalam UII terpadu antara metode fleksibel dan semi fleksibel.

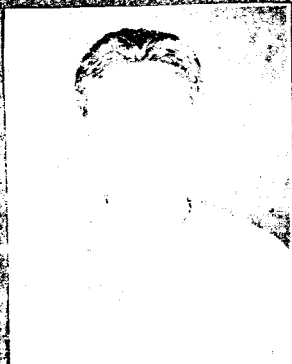
PERIODE IV : JUNI - NOPEMBER

TAHUN : 2002/2002

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

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

Ir. Iskandar S., MT
Ir. Fitri Nugrahenti, MT



Yogyakarta, 6 Juni 2002
a.n. Dekan,
(Signature)
(..... Ir. H. Muradhir, MS)

Catatan:

Seminar
Sidang
Pendadaran

