

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN KAKU  
PADA RUAS JALAN MAUR – BATAS JAMBI  
PROVINSI SUMATERA SELATAN  
STA 10+400 – 15+300**



**TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan  
Pendidikan Diploma IV Alih Jenjang Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :**

**INDAH PERMATA SARI                    0614 4011 2051**

**INDAH WAHYU PRILAWATI            0614 4011 2052**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG**

**2016**

**LEMBAR PENGESAHAN JUDUL**  
**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN KAKU**  
**PADA RUAS JALAN MAUR – BATAS JAMBI**  
**PROVINSI SUMATERA SELATAN**  
**STA 10+400 – 15+300**

**TUGAS AKHIR**

**Palembang, Agustus 2016**  
**Disetujui Oleh Dosen**  
**Pembimbing Tugas Akhir**  
**Jurusan Teknik Sipil**  
**Politeknik Negeri Sriwijaya**

Pembimbing I,

Pembimbing II ,

**Ir. Kosim, M.T.**  
**NIP 196210181989031002**

**Ir. A.Latif , M.T.**  
**NIP 195608011985031002**

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi D IV PJJ**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**Drs. Raja Marpaung, S.T., M.T.**  
**NIP 195706061988031001**

**Drs.Arfan Hasan, M.T.**  
**NIP 19590808198631002**

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN KAKU  
PADA RUAS JALAN MAUR – BATAS JAMBI  
PROVINSI SUMATERA SELATAN  
STA 10+400 – 15+300**

**TUGAS AKHIR**

**Disetujui Oleh Penguji  
Laporan Akhir Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

<b>Nama Penguji</b>	<b>Tanda Tangan</b>
<b>1. Ir. Kosim, M.T.</b> NIP. 196210181989031002	1.....
<b>2. Ir. Yusri Bermawi, M.T</b> NIP. 195812181989031001	2.....
<b>3. Soegeng Harijadi, S.T, M.T</b> NIP. 196103181985031002	3.....
<b>4. Drs. A. Fuad Z , S.T</b> NIP. 195801201986031001	4.....
<b>5. Amirudin, S.T, M.Eng, SC</b> NIP. 197005201993031003	5.....
<b>6. Lina Flaviana Tilik,S.T, M.T</b> NIP. 1972022719980223003	6.....

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN KAKU  
PADA RUAS JALAN MAUR – BATAS JAMBI  
PROVINSI SUMATERA SELATAN  
STA 10+400 – 15+300**

**TUGAS AKHIR**

**Disetujui Oleh Penguji  
Laporan Akhir Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Nama Penguji	Tanda Tangan
1. <b>Drs. Raja Marpaung, S.T, M.T</b> NIP. 195706061988031001	1.....
2. <b>Drs. Arfan Hasan, M.T</b> NIP. 19590808198631002	2.....
3. <b>Hj.Indrayani, S.T, M.T</b> NIP. 197402101997022001	3.....
4. <b>Bastoni Hassasi , S.T, M.Eng</b> NIP. 196104071985031002	4.....
5. <b>Hamdi, B.Sc. E, M.T</b> NIP. 196202151992011001	5.....
6. <b>Ir. A. Latif, M.T</b> NIP. 195608011985031002	6.....
7. <b>Ibrahim, S.T, M.T</b> NIP. 196905092000031001	7.....

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini dibuat sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Alih Jenjang pada Jurusan Teknik Sipil Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan pengarahan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Drs. Arfan Hasan, M.T. , selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Drs. Raja Marpaung S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi DIV Perencanaan Jalan dan Jembatan
4. Bapak Ir. Kosim, M.T. , selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Bapak Ir. A. Latif , M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
6. Bapak dan ibu dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu kami.
7. Dinas PU Bina Marga yang telah memberikan data-data pendukung yang kami butuhkan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang,    Agustus 2016

Penulis

**ABSTRAK**  
**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN KAKU**  
**PADA RUAS JALAN MAUR – BATAS JAMBI**  
**PROVINSI SUMATERA SELATAN**  
**STA 10+400 – 15+300**

Tugas Akhir ini adalah perencanaan desain geometrik dan perkerasan kaku Jalan Maur-Batas Jambi Provinsi Sumatera Selatan STA 10+400 sampai STA 15+300. Pembangunan jalan merupakan kebutuhan yang sangat penting sebagai pendukung utama aktivitas ekonomi baik di pusat maupun di daerah. Salah satunya adalah daerah Maur-Batas Jambi karena kedua daerah ini adalah kawasan yang potensial untuk agrobisnis dan agroindustri. Didalam pembuatan tugas akhir ini, penulis ingin mengetahui bagaimana perencanaan yang baik dalam merencanakan desain geometrik dan tebal perkerasan pada Jalan, sehingga jalan yang akan dilalui dapat memberikan rasa aman, nyaman, dan ekonomis bagi pengguna jalan.

Dalam perencanaan jalan Maur-Batas Jambi penulis mendesain perencanaan berdasarkan kelas jalan, klarifikasi tingkat daerah jalan, beban lalu lintas. Dari perhitungan didapat LHR 449548,08 smp jalan ini digolongkan dalam kelas Arteri Kelas I. Beban tanah dasar kapasitas 7,50 % dengan delapan tikungan yaitu jenis 3 *Full Circle* (FC), 2 *Spiral – Spiral* (SS), 2 *Spiral Circle Spiral* (SCS).

Berdasarkan perhitungan didapat biaya yang dikeluarkan pada perencanaan jalan Maur-Batas Jambi yaitu Rp 64,632,785,000 (Enam Puluh Empat Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Dua Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Lima Ribu Rupiah). Didalam merencanakan desain geometrik jalan raya, hal-hal yang menjadi acuan dalam perencanaan meliputi perhitungan alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, LHR, kelas jalan, pertumbuhan lalulintas, serta menetapkan perkerasan apa yang akan digunakan.

Kata kunci : Jalan, Desain Geometrik, Tebal perkerasan kaku.

**ABSTRACT**  
**GEOMETRIC AND THICKNESS OF RIGID PAVEMENT DESIGN**  
**ON THE ROAD MAUR-BATAS JAMBI**  
**SOUTH SUMATERA PROVINCE**  
**STA 10+400 – 15+300**

This is the project design of geometric and rigid pavement Tugu Nanas – Sp.Meo Prabumulih South Sumatera Province sta. 10+400 to sta. 15+300. Road construction is a very important requirement as the main supporter of economic activity both at central and regional levels. One is the area of road Tugu Nanas – Sp.Meo because these two areas are potential areas for agribusiness and agro-industries. In the making of this thesis, the writer wants to know how good planning in the planning and design of geometric rigid pavement thickness on road, so the path to be traversed can provide safety, comfort, and economical for road users.

In planning Street Maur – Batas Jambi author designed the plan based on road class, the classification level of the road, the traffic load. Obtained from the calculation of ADT 449548,08 smp road is classified in class Arteri Ist Class. Base load capacity of 7,50 % of land with eight corners which is kind of 3 *Full Circle* (FC), 2 *Spiral – Spiral* (SS), 3 *Spiral Circle Spiral* (SCS).

Based on the calculation of the cost obtained in the planning of road Tugu Nanas – Sp.Meo Rp 64,632,785,000 (Sixty Four Billion Sixty Hundred Thirty Two Million Seven Hundred Eighty-Five Thousand Rupiah). In the geometric design of highway planning, things are reference in planning include the calculation of horizontal alignment, vertical alignment, ADT, grade roads, traffic growth and define what to use pavement.

Key word : The road, geometric design, thickness of rigid pavement.

## ***MOTTO***

*“Kemenangan yang seindah-indahnya sesukar-sukarnya yang boleh di rebut manusia ialah menundukan dirinya sendiri” (ibu kartini)*

*“Memulai dengan penuh keyakinan Menjalankan dengan penuh keikhlasan Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan”*

”Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu  
maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”. (HR. Turmudzi)

\*\*\*

Decided To :  
Kami Persembahkan Karya Ini kepada Kedua Orang Tua Kami,  
Adik-Kakak kami dan semua yang telah Mendukung,  
Terima Kasih Atas Dukungan dan Doa Kalian.  
*(Indah PS & Indah WP)*



## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Pengesahan.....</b>	<b>ii</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>iv</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>x</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Alasan Pemilihan Judul .....	2
1.3 Tujuan Dan Manfaat .....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1 Klasifikasi Jalan .....	5
2.1.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Pelayanan .....	5
2.4.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Pengawasan dan Pendanaan.....	5
2.4.3 Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan.....	7
2.4.4 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi .....	7
2.4.5 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan.....	7
2.4.6 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan.....	8
2.2 Kecepatan Rencana.....	9
2.3 Bagian-bagian Jalan .....	9
2.4 Alinyemen Horizontal .....	11
2.4.1 Panjang Bagian Lurus.....	11
2.4.2 Jenis-jenis Tikungan .....	12
2.4.3 Diagram superelevasi.....	16
2.4.4 Jarak Pandang .....	18

2.4.5 Daerah Bebas Samping Tikungan.....	22
2.4.6 Pelebaran Perkerasan .....	24
2.4.7 Perhitungan <i>stasioning</i> .....	26
2.5 Alinyemen Vertikal .....	26
2.6 Perhitungan Galian dan Timbunan .....	32
2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan .....	33
2.7.1 Jenis perkerasan .....	33
2.7.2 Umur Rencana .....	34
2.7.3 Perkerasan kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ).....	34
2.7.4 Jenis dan sifat perkerasan kaku.....	36
2.7.5 Persyaratan teknis perencanaan perkerasan kaku .....	38
2.7.6 Bahu Jalan.....	45
2.7.7 Sambungan.....	45
2.7.8 Perencanaan Tebal Pelat .....	52
2.7.9 Perencanaan tulangan .....	52
2.8 Bangunan Pelengkap .....	57
2.8.1 Drainase .....	57
2.8.2 Prinsip dan pertimbangan perencanaan drainase .....	58
2.8.3 Persyaratan teknis perencanaan drainase.....	59
2.8.4 Kriteria perencanaan saluran samping dan gorong-gorong .....	68
2.8.5 Desain saluran samping dan gorong-gorong .....	71
2.8.6 Marka dan rambu jalan .....	75
2.9 Rencana Anggaran Biaya dan Manajemen Proyek .....	75
2.9.1 Daftar harga satuan bahan dan upah .....	75
2.9.2 Analisa satuan harga pekerjaan.....	76
2.9.3 Perhitungan volume pekerjaan.....	76
2.9.4 Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) .....	77
2.9.5 Rekapitulasi biaya.....	78
2.9.6 Manajemen proyek .....	78
2.9.7 <i>Barchart</i> .....	80
2.9.8 Kurva S .....	81

### **BAB III PERHITUNGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN**

3.1 Perhitungan Trase Jalan.....	82
3.2 Penentuan Parameter Perencanaan .....	82
3.2.1 Menentukan klasifikasi kelas jalan .....	82
3.2.2 Menentukan titik koordinat .....	85
3.2.3 Menentukan Panjang Garis Tangen.....	86
3.2.4 Menentukan Sudut antara dua tangen .....	88
3.2.5 Menentukan Golongan Medan Jalan .....	91
3.3 Perhitungan Alinyemen Horizontal.....	93
3.3.1 Perhitungan Tikungan .....	93
3.3.2 Perhitungan Kontrol <i>Overlapping</i> .....	111
3.3.3 Kebebasan samping pada tikungan .....	114
3.3.4 Pelebaran Perkerasan pada Tikungan .....	120
3.3.5 Penentuan titik ( <i>Stationing</i> ) .....	129
3.3.6 Perhitungan Alinyemen Vertikal .....	131
3.4 Saluran <i>Drainase</i> Jalan.....	141
3.4.1 Perhitungan dimensi <i>drainase</i> .....	141
3.4.2 Merencanakan Dimensi Gorong-gorong .....	147
3.4.3 Penulangan <i>Box Culvert</i> .....	151
3.5 Perhitungan Tebal Perkerasan kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ) .....	153
3.6 Perhitungan Galian dan Timbunan .....	159

### **BAB IV MANAJEMEN PROYEK**

4.1 Rencana Kerja dan Syarat (RKS) .....	163
4.2 Perhitungan Kuantitas Pekerjaan .....	187
4.3 Perhitungan Produksi Sewa Alat Per jam .....	190
4.4 Perhitungan Jumlah Kerja Alat .....	202
4.5 Analisa Harga satuan Pekerjaan .....	209
4.6 Rencana Anggaran Biaya .....	263
4.7 Rekapitulasi Biaya .....	265

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....266

5.2 Saran .....267

**DAFTAR PUSTAKA .....**

**LAMPIRAN.....**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Klasifikasi Kelas Jalan dalam MST .....	8
2.2 Klasifikasi Jalan berdasarkan Medan Jalan.....	7
2.3 Kecepatan Rencana sesuai Klasifikasi Medan .....	9
2.4 Panjang Bagian Lurus Maximum .....	11
2.5 Jari-Jari Tikungan Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan.....	13
2.6 Jarak Pandang Henti.....	19
2.7 Panjang Jarak Mendahului .....	20
2.8 Landai Maksimum .....	27
2.9 Panjang Landai Kritis.....	28
2.10 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen.....	39
2.11 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi.....	43
2.12 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) .....	44
2.13 Faktor Keamanan Beban ( $F_{kb}$ ) .....	45
2.14 Diameter Ruji .....	49
2.15 Koefisien Gesek Plat Beton dengan Lapis Pondasi Bawah .....	53
2.16 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Angka Ekuivalen Baja/Beton (n) .....	54
2.17 Koefisien Penngaliran (C) dan Faktor Limpasan (fk).....	61
2.18 Kemiringan Saluran Memanjang ( $i_s$ ) .....	63
2.19 Koefisien Hambatan (nd) .....	63
2.20 <i>Reduced Variete (Yt) sebagai fungsi kata ulang</i> .....	65
2.21 <i>Radius Standar Deviation (Sn)</i> .....	66
2.22 <i>Reduced Mean (Yn)</i> .....	66
2.23 Koefisien Bazin.....	68
2.24 Aliran Air yang Diizinkan .....	68
2.25 Kemiringan Saluran Air Berdasarkan jenis Material .....	69
2.26 Ukuran Dimensi Gorong-gorong ( <i>Box Culvert</i> ) .....	70
3.1 Pembacaan Titik Koordinat .....	85
3.2 Perhitungan Jarak Trase Jalan .....	88

3.3 Sudut Alpha ( $\alpha$ ).....	91
3.4 Sudut antara dua tangen ( $\Delta$ ).....	91
3.5 Hasil Perhitungan Medan Jalan.....	91
3.6 Data Lengkung Horizontal <i>Full Circle</i> .....	94
3.7 Data Lengkung Horizontal <i>Spiral-Circle-Spiral</i> .....	97
3.8 Data Lengkung Horizontal <i>Full Circle</i> .....	99
3.9 Data Lengkung Horizontal <i>Spiral-Spiral</i> .....	102
3.10 Data Lengkung Horizontal <i>Full Circle</i> .....	104
3.11 Data Lengkung Horizontal <i>Spiral-Circle-Spiral</i> .....	107
3.12 Data Lengkung Horizontal <i>Spiral -Spiral</i> .....	110
3.13 Hasil Perhitungan Tikungan .....	113
3.14 Kebebasan Samping Tikungan .....	120
3.15 Pelebaran Perkerasan Tikungan .....	128
3.16 Data Lengkung Vertikal Cekung 1/8 LV .....	133
3.17 Data Lengkung Vertikal Cembung 1/8 LV .....	135
3.18 Data Lengkung Vertikal Cekung 1/8 LV .....	136
3.19 Data Lengkung Vertikal Cembung 1/8 LV .....	137
3.20 Data Lengkung Vertikal Cekung 1/8 LV .....	138
3.21 Data Lengkung Vertikal Cembung 1/8 LV .....	139
3.22 Data Lengkung Vertikal Cekung 1/8 LV .....	140
3.23 Curah Hujan Maksimum jln. Maur-Bts.Jambi .....	141
3.24 Perhitungan Curah Hujan Harian Dengan Metode Gumbel .....	141
3.25 Volume dan komposisi lalu lintas, pada tahun pembukaan .....	153
3.26 Data CBR tanah dasar dari STA 10+400 – STA 15+300 .....	154
3.27 Jumlah Repetisi Beban Selama Umur Rencana .....	155
3.28 Tabel Perhitungan untuk Tebal Plat 18 cm .....	156
3.29 Tabel Volume Galian dan Timbunan .....	159

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Rumaja, Rumija, Ruwasja.....	10
2.2 Komponen <i>Full-Circle</i> .....	12
2.3 Komponen <i>Spiral-Circle-Spiral</i> .....	14
2.4 Komponen <i>Spiral-Spiral</i> .....	15
2.5 Metoda Pencapaian Superelevasi pada tikungan F-C .....	17
2.6 Metoda Pencapaian Superelevasi pada tikungan S-C-S.....	17
2.7 Metoda Pencapaian Superelevasi pada tikungan S-S.....	18
2.8 Proses Gerakan Mendaului (2/2 TB).....	21
2.9 Daerah Bebas Samping $J_h < L_t$ .....	23
2.10 Daerah Bebas Samping $J_h > L_t$ .....	24
2.11 Lengkung Vertikal Cembung .....	30
2.12 Grafik Harga LV Vertikal Cembung.....	30
2.13 Lengkung Vertikal Cekung .....	31
2.14 Grafik Harga LV Vertikal Cekung.....	31
2.15 Perkerasan Kaku.....	33
2.16 Perkerasan Lentur.....	34
2.16 Susunan Lapis Perkerasan Kaku .....	35
2.17 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Beton Semen .....	41
2.18 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....	41
2.19 Tipikal Sambungan Memanjang .....	47
2.20 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang .....	47
2.21 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji.....	48
2.22 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji .....	48
2.23 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur .....	49
2.24 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan .....	50
2.25 Sambungan Isolasi .....	50

2.26 Detail Potongan Melintang sambungan Perkerasan.....	51
2.27 Sketsa dengan Bentuk Persegi .....	70
2.28 Saluran dengan Bentuk Trapesium .....	71
2.29 Sketsa dengan Bentuk Persegi .....	72
2.30 Penyebaran Beban dan Tekanan Tanah akibat Pembebanan .....	74
2.31 Sketsa <i>Network Planning</i> .....	78
2.32 Simbol Kejadian.....	80
3.1 Trase Jalan.....	86
3.2 Sudut A .....	88
3.3 Sudut 1 .....	89
3.4 Sudut 2 .....	89
3.5 Sudut 3 .....	89
3.6 Sudut 4 .....	89
3.7 Sudut 5 .....	89
3.8 Sudut 6 .....	90
3.9 Sudut 7 .....	90
3.10 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Full-Circle</i> .....	94
3.11 Perhitungan Penampang <i>Full-Circle</i> .....	94
3.12 Diagram superelevasi Tikungan <i>Full Circle</i> .....	95
3.13 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i> .....	98
3.14 Diagram superelevasi Tikungan <i>Spiral-Circle -Spiral</i> .....	98
3.15 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Full-Circle</i> .....	99
3.16 Perhitungan Penampang <i>Full-Circle</i> .....	99
3.17 Diagram superelevasi Tikungan <i>Full Circle</i> .....	100
3.18 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Spiral-Spiral</i> .....	102
3.19 Diagram superelevasi Tikungan <i>Spiral-Spiral</i> .....	103
3.20 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Full-Circle</i> .....	104
3.21 Perhitungan Penampang <i>Full-Circle</i> .....	104
3.22 Diagram superelevasi Tikungan <i>Full Circle</i> .....	105
3.23 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i> .....	108
3.24 Diagram superelevasi Tikungan <i>Spiral-Circle -Spiral</i> .....	108



3.25 Hasil Perhitungan Tikungan <i>Spiral-Spiral</i> .....	110
3.26 Diagram superelevasi Tikungan <i>Spiral-Spiral</i> .....	111
3.27 Gambar Desain Drainase.....	146
3.30 Dimensi Penampang <i>Box Culvert</i> .....	152
3.31 Dimensi Penulangan <i>Box Culvert</i> .....	153
3.32 Sambungan susut Melintang dengan Ruji.....	157
3.33 Sambungan susut Memanjang dengan Ruji .....	158
3.34 Desain Perkerasan kaku yang direncanakan .....	158