

**PENGUNAAN METODE CAKAR AYAM MODIFIKASI  
SEBAGAI SOLUSI PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS  
TANAH EKSPANSIF**

Laporan Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:  
R. HERBIAN AYUNG ABI PRATAMA  
NPM. : 07 02 12776



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, Agustus 2011**

# PENGESAHAN

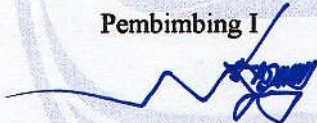
Laporan Tugas Akhir

## PENGGUNAAN METODE CAKAR AYAM MODIFIKASI SEBAGAI SOLUSI PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS TANAH EKSPANSIF

Oleh:  
**R. HERBIAN AYUNG ABI PRATAMA**  
No. Mahasiswa : 12776 / TST  
NPM. : 07 02 12776

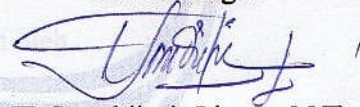
Telah disetujui oleh Pembimbing  
Yogyakarta, .....

Pembimbing I



(Ir. Y. Lulie, M.T.)

Pembimbing II



( Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T)

Disahkan oleh :  
Program Studi Teknik Sipil  
Ketua



(Ir. Junaedi Utomo, M.Eng)

**PENGESAHAN**




**Laporan Tugas Akhir**

**PENGGUNAAN METODE CAKAR AYAM MODIFIKASI SEBAGAI  
SOLUSI PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS TANAH EKSPANSIF**



Oleh:  
**R. HERBIAN AYUNG ABI PRATAMA**  
NPM. : 07 02 12776

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Ir. Y. Lulie, M.T.		18.8.2011
Anggota : Benidiktus Susanto, ST., MT.		18.08.2011
Anggota : Ir. Y. Hendra Suryadharma, MT.		19.08.2011

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyartakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

### PENGGUNAAN METODE CAKAR AYAM MODIFIKASI SEBAGAI SOLUSI PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS TANAH EKSPANSIF

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian, maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumbert dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rector Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 1 Agustus 2011

Yang membuat pernyataan



R. Herbian Ayung Abi Pratama

## **KATA HANTAR**

Puji syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan segala rahmat, bimbingan serta perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Penulisan Proposal Tugas Akhir dengan judul "PENGUNAAN METODE CAKAR AYAM MODIFIKASI SEBAGAI SEBAGAI SOLUSI PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS TANAH EKSPANSIF" disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui Proposal Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Soandrihanie Linggo, M.T, selaku Koordinator Tugas Akhir PKS Transportasi Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan mengajar penulis.
4. Keluarga tercinta Papa, Mama yang selalu memberi dukungan doa dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Stephanie Krisnawati, terima kasih atas dukungan melalui kasih dan doa serta bantuan yang senantiasa diberikan kepada penulis.

6. Teman – teman seperjuanganku dan sahabat-sahabatku Gimana, Dimen, Yoli, Cocot, Domi, Adit, Puspus, Leo, Abud dan teman-teman kampus lainnya. Terima kasih atas persahabatan dan kebersamaan yang telah kita jalani hingga saat ini.
7. Seluruh teman-teman di Universitas Atmajaya Yogyakarta. Terima kasih atas kebersamaannya.
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan proposal tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, Agustus 2011

R. Herbian Ayung Abi Pratama

NPM : 07 02 12776

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA HANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>INTISARI</b> .....	xiii
<b>Bab I. Pendahuluan</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	4
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>Bab II. Tinjauan Pustaka</b> .....	6
2.1. Umum.....	6
2.2. Perkerasan Lentur.....	9
2.3. Perkerasan Kaku.....	10
2.4. Perkerasan Komposit.....	11
2.5. Perkerasan Cakar Ayam.....	11
2.5.1. Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi 1 .....	16
2.2.2. Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi 2 .....	16
2.5.3. Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi 3 .....	17
2.6. Penelitian Sebelumnya.....	18
<b>Bab III. Landasan Teori</b> .....	20
3.1. Tanah Ekspansif.....	20
3.2. Perancangan Metode Cakar Ayam Modifikasi.....	21
3.3. Perancangan Metode Analisa Komponen .....	26
3.3.1. Lalu lintas rencana .....	26
3.3.2. Daya dukung tanah dasar.....	30
3.3.3. Faktor regional.....	31
3.3.4. Indeks permukaan.....	31
3.3.5. Indeks tebal perkerasan .....	33
3.4. Metode Pelaksanaan Cakar Ayam Modifikasi .....	37
3.4.1. Pekerjaan tanah.....	38
3.4.2. Pekerjaan perkerasan.....	41
3.5. Metode Pelaksanaan Perkerasan Lentur .....	61

3.5.1. Pekerjaan tanah.....	61
3.5.2. Pekerjaan <i>sub-base course</i> .....	64
3.5.3. Pekerjaan <i>base-course</i> .....	66
3.5.4. Pekerjaan <i>prime coat</i> .....	67
3.5.5. Pekerjaan aspal beton ( <i>asphalt concrete</i> ) .....	68
<b>Bab IV. Metodologi Penelitian</b> .....	72
4.1. Gambaran dan Lokasi Penelitian .....	72
4.2. Proses Pelaksanaan Tugas Akhir .....	73
4.3. Data.....	74
4.4. Waktu Pengumpulan Data.....	75
4.5. Asumsi Yang Digunakan .....	75
4.6. Cara Analisis Data.....	76
<b>Bab V. Analisis dan Pembahasan</b> .....	81
5.1. Perencanaan Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi.....	81
5.1.1. Perhitungan beban roda .....	82
5.1.2. Permodelan menggunakan Hardiyatmo <i>Charts</i> .....	84
5.1.3. Perhitungan penulangan <i>slab</i> .....	85
5.1.4. Kontrol lebar retak pada pelat beton.....	88
5.1.5. Kontrol jarak tulangan maksimum.....	90
5.1.6. Tegangan akibat perubahan temperatur.....	91
5.2. Perencanaan Perkerasan Lentur.....	92
5.2.1. Data lapangan.....	92
5.2.2. Perhitungan jumlah jalur dan koefisien distribusi kendaraan (C)...	93
5.2.3. Perhitungan angka ekivalensi (E).....	94
5.2.4. Perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR).....	94
5.2.5. Perhitungan lintas ekivalen permulaan (LEP).....	96
5.2.6. Perhitungan lintas ekivalen akhir (LEA).....	96
5.2.7. Perhitungan lintas ekivalen tengah (LET).....	97
5.2.8. Perhitungan lintas ekivalen rencana (LER).....	97
5.2.9. Perhitungan daya dukung tanah (DDT) dan CBR.....	97
5.2.10. Perhitungan faktor regional (FR).....	98
5.2.11. Data keadaan fisik lokasi.....	98
5.2.12. Analisis tebal komponen.....	100
5.2.13. Penentuan tebal komponen.....	100
5.2.14. Menetapkan lapis tambah.....	101
5.3. Analisa Biaya Tebal Perkerasan Lentur.....	102
5.3.1. Lapis permukaan laston.....	102
5.3.2. Lapis resap pengikat dan lapis perekat ( <i>prime coat</i> ).....	102
5.3.3. Lapis pondasi atas.....	103
5.3.4. Lapis pondasi bawah.....	103
5.3.5. Galian tanah.....	104
5.3.6. Timbunan.....	104
5.4. Perhitungan Analisa Biaya Tebal Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi.	104



5.4.1. Beton perkerasan jalan K-350.....	105
5.4.2. Lapis lantai kerja.....	105
5.4.3. Baja tulangan U-24 polos.....	105
5.4.4. Baja galvanis.....	106
5.4.5. Laston ( <i>asphalt course</i> ).....	106
5.4.6. Galian.....	107
5.4.7. Timbunan.....	107
5.5. Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur dan Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi.....	108
5.5.1. Rencana anggaran biaya perkerasan lentur.....	109
5.5.2. Rencana anggaran biaya perkerasan cakar ayam modifikasi.....	110
5.5.3. Perbandingan Pelaksanaan di Lapangan Antara Perkerasan Lentur Dengan Sistem Cakar Ayam Modifikasi.....	113
<b>Bab VI. Kesimpulan dan Saran</b> .....	114
6.1. Kesimpulan .....	114
6.2. Saran .....	116
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	118
<b>LAMPIRAN</b> .....	120

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan .....	26
Tabel 3.2. Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	27
Tabel 3.3. Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan .....	28
Tabel 3.4. Faktor Regional .....	31
Tabel 3.5. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP).....	32
Tabel 3.6. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP <sub>0</sub> ).....	32
Tabel 3.7. Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	34
Tabel 3.8. Batas-batas Minimum Tebal Lapis Pondasi .....	35
Tabel 3.9. Batas-batas Minimum Tebal Lapis Permukaan.....	36
Tabel 3.10. Nilai Kondisi Perkerasan Jalan .....	36
Tabel 3.11. Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan, MST, dan JBI.....	37
Tabel 3.12. Waktu dan Temperatur Perawatan Beton.....	57
Tabel 5.1. Persyaratan Lebar Retak Untuk Berbagai Kondisi Lingkungan .....	90
Tabel 5.2. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahun 2010.....	93
Tabel 5.3. Takaran Pemakaian Lapis Resap Ikat .....	103
Tabel 5.4. Harga Satuan Bahan.....	108
Tabel 5.5. Daftar Kuantitas dan Harga Perkerasan Lentur .....	110
Tabel 5.6. Daftar Kuantitas dan Harga Perkerasan Sistem Cakar Ayam Modifikasi.....	111
Tabel 5.7. Perbandingan Antara Perkerasan Lentur dan Cakar Ayam Modifikasi.....	113

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perkerasan Jalan.....	7
Gambar 3.1. Permodelan Cakar Ayam Modifikasi .....	22
Gambar 3.2. Permodelan Cakar Ayam Modifikasi.....	23
Gambar 3.3. Lendutan Akibat Beban Titik .....	23
Gambar 3.4. Reaksi Perlawanan Cakar dan <i>Slab</i> .....	23
Gambar 3.5. Hardiyatmo <i>Charts</i> Akibat Beban di Tengah 1 Ton.....	25
Gambar 3.6. Hardiyatmo <i>Charts</i> Akibat Beban di Tepi 1 Ton.....	26
Gambar 3.7. Grafik Korelasi DDT dan CBR.....	30
Gambar 4.1. Kondisi Lapisan Jalan Eksisting.....	72
Gambar 4.2. Kondisi Jalan Eksisting dari Sisi Tengah.....	73
Gambar 4.3. Kondisi Bahu Jalan Eksisting.....	73
Gambar 4.4. Patok Eksisting.....	73
Gambar 4.5. Bagan Alir Perencanaan.....	78
Gambar 4.6. Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Lentur .....	79
Gambar 4.7. Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi..	80
Gambar 5.1. <i>Design Axle Load</i> .....	82
Gambar 5.2. Ekuivalensi Luas Bidang Kontak Lingkaran.....	83
Gambar 5.3. Bidang Kontak Beban Roda.....	83
Gambar 5.4. Hardiyatmo <i>Charts</i> Akibat Beban di Tengah 1 Ton.....	84
Gambar 5.5. Hardiyatmo <i>Charts</i> Akibat Beban di Tepi 1 Ton.....	84
Gambar 5.6. <i>Input</i> dan <i>output</i> Program Beton-2000 (tebal pelat 15 cm).....	86
Gambar 5.7. <i>Output</i> Berupa Penulangan Pelat Beton (tebal 15 cm).....	87
Gambar 5.8. Denah Tampak Atas Pelat Cakar Ayam.....	87
Gambar 5.10. Penulangan Pelat Cakar Ayam Lapis Pertama di Lapangan.....	88
Gambar 5.11. Penulangan Pelat Cakar Ayam Lapis Kedua di Lapangan.....	88
Gambar 5.12. Luasan Tarik Efektif beton.....	90
Gambar 5.13. Fluktuasi Jumlah Curah Hujan (mm) dan Hari Hujan Selama Periode Tahun 1985 – 1999 di Kabupaten Indramayu.....	99

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penyelidikan Tanah di Lokasi Indramayu.....	120
Lampiran 2. Penggunaan Nomogram 4 Untuk Beban Gandar Tunggal Standar 8,16 ton, $IP_0 = 2$ , $IP_t = 3,9 - 3,5$ .....	121
Lampiran 3. Test Daya Dukung Tanah (CBR) Dengan Alat Penetrometer (DCP).....	122
Lampiran 4. Potongan melintang Sta. 26+250 Sistem Cakar Ayam Modifikasi 1 dan Perkerasan Lentur.....	123
Lampiran 5. Detail Struktur Sistem Cakar Ayam Modifikasi 1 .....	124
Lampiran 6. Detail Struktur Sistem Cakar Ayam Modifikasi 1 .....	125
Lampiran 7. Tahapan Pekerjaan Tanah pada Perkerasan Lentur.....	126
Lampiran 8. Tahapan Pekerjaan Fondasi pada Perkerasan Lentur.....	127
Lampiran 9. Tahapan Pekerjaan Lapis Resap Ikat pada Perkerasan Lentur..	128
Lampiran 10. Tahapan Pekerjaan Lapis Aus pada Perkerasan Lentur.....	129
Lampiran 11. Tahapan Pekerjaan Pipa Baja Galvanis pada Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi.....	130
Lampiran 12. Tahapan Pekerjaan Lantai Kerja Dan Koperan pada Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi.....	131
Lampiran 13. Tahapan Pekerjaan Penulangan Dan Pengecoran pada Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi.....	132

## Intisari

**PENGGUNAAN METODE CAKAR AYAM MODIFIKASI SEBAGAI SOLUSI PEMBANGUNAN JALAN DI ATAS TANAH EKSPANSIF**, Robertus Herbian Ayung Abi Pratama, NPM 07.02.12776, tahun 2011, Bidang Keahlian Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Lokasi penulisan tugas akhir terletak di ruas Jalan Raya Pantura Pemanukan - Indramayu dimulai pada 25+950 sampai Sta. 26+200. Pada lokasi tersebut memiliki kondisi *sub-grade* berupa tanah ekspansif, lingkungan sekitar berupa sawah, lahan terbuka, dan perkebunan. Pada penelitian terdahulu disebutkan jenis tanah pada lokasi tersebut banyak mengandung *monmorilinite*, sehingga dikhawatirkan berpotensi terjadi kembang susut pada tanah lokasi tersebut. Dan hal tersebut mempunyai konsekuensi terhadap bentuk perkuatan konstruksi jalan akses tersebut. Sifat tanah yang memiliki potensi kembang susut tersebut, menjadi pertimbangan untuk membuat desain jalan yang lebih hemat

Tingkat kehematan suatu sistem perkerasan dapat dilakukan dengan membandingkan total biaya bahan yang digunakan dan cara pelaksanaan di lapangan. Perkerasan yang dibandingkan antara lain perkerasan lentur dan perkerasan sistem Cakar Ayam Modifikasi, Tahap perancangan yang dilakukan pada perkerasan lentur menggunakan metode Analisa Komponen dan pada sistem Cakar Ayam Modifikasi menggunakan metode Hardiyatmo *Charts*. Untuk cara pelaksanaan perkerasan lentur di lapangan mengacu pada Pelaksanaan Pembangunan Jalan (Dalimin, 1983) dan Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Teknik Sipil (Departemen Pekerjaan Umum, 2009) untuk perkerasan sistem Cakar Ayam.

Dari kajian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa perkerasan sistem Cakar Ayam Modifikasi lebih hemat untuk masa pelayanan jangka panjang (memperhitungkan masa perawatan atau *maintenance*) dibandingkan perkerasan lentur. Perkerasan lentur memiliki total biaya Rp 2.385.301.000,00 dan Cakar Ayam Modifikasi memiliki total biaya Rp 1.040.646.000,00. Selisih dari total biaya kedua perkerasan jalan tersebut sebesar Rp 1.344.655.000,00. Untuk cara pelaksanaan menunjukkan beberapa hal yang dibandingkan, perkerasan Cakar Ayam bersifat procedural pasti dalam pemakaiannya (pembayaran *royalty* untuk perusahaan swasta) dikarenakan perkerasan ini sudah memiliki hak paten, berbeda dengan perkerasan lentur yang sudah dapat digunakan secara umum tanpa pembayaran *royalty*. Namun, apabila dibandingkan secara fisik dan penerimaan kekuatan, tentunya perkerasan Cakar Ayam lebih unggul karena faktor kekakuan yang lebih dibanding perkerasan lentur

Kata Kunci: *Tanah Ekspansif, Maintenance, Perkerasan Lentur, Perkerasan Sistem Cakar Ayam Modifikasi, Cara Pelaksanaan, Total Biaya Bahan, Perancangan*