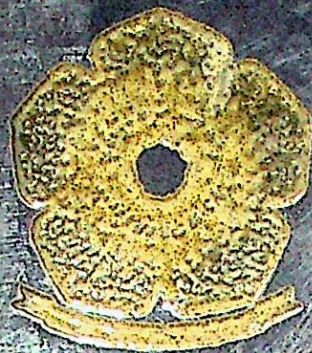


**APLIKASI PROGRAM KOMPUTER UNTUK PERENCANAAN
STRUKTUR PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
DENGAN VARIASI SEGMENTAL DAN MENYERUS**



LABORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat magister pada
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Oleh :

IRI. AKHIRUDDIN HAKIM

030 2001 8019

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM EKSTENSI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

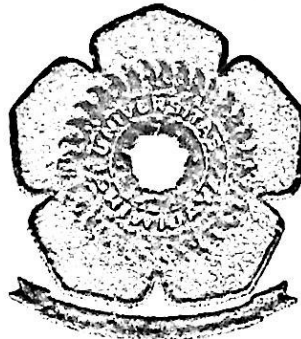
2007

S
625.7072
Hak
9
2007

A. 4770/4773 - pg.



**APLIKASI PROGRAM KOMPUTER UNTUK PERENCANAAN
STRUKTUR PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
DENGAN VARIASI SEGMENTAL DAN MENERUS**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :
KM. AKHIRUDDIN HAKIM
030 3311 0119

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM EKTENSION
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2007**

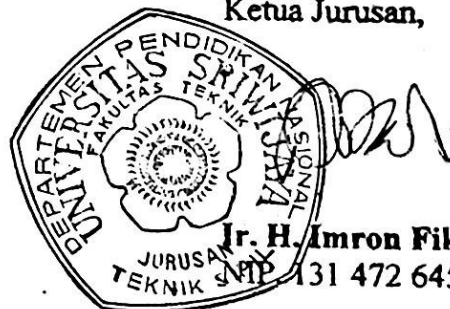
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : KM. AKHIRUDDIN HAKIM
NIM : 03033110119
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : APLIKASI PROGRAM KOMPUTER UNTUK PERENCANAAN
STRUKTUR PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)
DENGAN VARIASI SEGMENTAL DAN MENERUS

Palembang, Juli 2007

Ketua Jurusan,



Jr. H. Amron Fikri Astira, MS

131 472 645

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : KM. AKHIRUDDIN HAKIM
NIM : 03033110119
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : APLIKASI PROGRAM KOMPUTER UNTUK PERENCANAAN
STRUKTUR PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)
DENGAN VARIASI SEGMENTAL DAN MENERUS**

Palembang, Juli-2007

Dosen Pembimbing,



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS
NIP. 131 472 645**

“Allah menganugerahkan al hikmah (kefahaman yang dalam tentang Al-Quran dan As Sunnah) kepada siapa yang dikehendaki-Nya. Dan barangsiapa yang dianugerahi hikmah, ia benar-benar telah dianugerahi karunia yang banyak. Dan hanya orang-orang yang berakallah yang dapat mengambil pelajaran (dari firman Allah).”

(QS. Al-Baqarah : 269)

Skripsi ini Khusus ku persembahkan kepada :

- *Kedua orang tuaku tercinta :*
Ayahanda H. KM. Ali Nurdin dan Ibunda Hj. Nyayu Ningdep
- *Saudara-saudaraku tersayang :*
 1. *Ir. Kgs. Arfan Taufik*
 2. *Nyayu Lathifah Fatahiyat S.Ag.*
 3. *M. Tarmizi Ismail, SE, MSi,*
 4. *Nyayu Aina*
 5. *Kgs. Adi Bayumi, AMd.*
- *Yang terkasih Asih Oktarina, S.Pd*
- *Rekan-rekan se-profesi*
- *Almamaterku*
- *Agama dan Ilmu Pengetahuan*

APLIKASI PROGRAM KOMPUTER UNTUK PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) DENGAN VARIASI SEGMENTAL DAN MENERUS

ABSTRAKSI

Sistem jalan raya di Indonesia perlu dikembangkan serta dipelihara dengan baik. Sejalan dengan kenaikan jumlah dan berat kendaraan di Indonesia serta perlunya pengembangan jalan di daerah terpencil maupun daerah yang secara ekonomi berpotensi untuk berkembang. Untuk itu diperlukan perencanaan dan pemilihan sistem jalan yang baik.

Perencanaan konstruksi jalan dengan sistem perkerasan kaku (*rigid pavement*) dewasa ini tengah berkembang dan sangat potensial untuk diterapkan di daerah-daerah khususnya Sumatera Selatan. Adanya sistem perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) cukup membantu pihak yang berkecimpung dalam dunia konstruksi jalan. Namun pada perencanaannya terkadang hasil yang didapat tidak memenuhi persyaratan untuk diterapkan di lapangan sehingga harus dilakukan perencanaan awal. Perencanaan yang dilakukan secara berulang-ulang dapat menyita banyak waktu akibatnya efisiensi dan efektifitas kerja menjadi berkurang.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dengan memanfaatkan teknologi yang ada maka Penulis mencoba membuat suatu pemodelan dengan aplikasi program komputer. Dalam laporan ini aplikasi program komputer yang dipakai adalah Program *Matlab* dengan ruang lingkup penulisan terbatas pada perencanaan struktur perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan beberapa variasi secara segment dan menerus untuk mendapatkan tebal pelat rencana yang efektif dengan tulangan. Sehingga diharapkan program ini nantinya dapat membantu meningkatkan efisiensi dan keakuratan hasil dalam perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) karena dapat dilakukan secara berulang kali dengan berbagai variasi segment dalam waktu yang singkat.

Pemodelan dibuat dengan langkah-langkah sesuai sistem perencanaan perkerasan beton semen. Kemudian langkah-langkah yang memuat perumusan dan formula perhitungan perencanaan diterjemahkan dalam bentuk bahasa komputer pada program *Matlab*. Sehingga Pembaca diharapkan dapat mendisain tebal perkerasan beton semen dengan cara menginput data-data yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan beton pada program ini.

Pada penulisan ini dengan memasukkan data-data simulasi yang ada seperti data Lalulintas Harian Rata-rata (LHR), data tanah, repetisi sumbu rencana dan data-data pendukung lainnya, perencanaan struktur perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan beberapa variasi secara segment dan menerus dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Dan hasil yang diperoleh dalam pemodelan ini dapat dikatakan bahwa tebal pelat rencana dapat ditentukan dari hasil analisa fatik dan analisa erosi yang memerlukan data-data Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) dan repetisi sumbu rencana.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya jualah laporan Tugas Akhir dengan judul **Aplikasi Program Komputer Untuk Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan Variasi Segmental dan Menerus** dapat diselesaikan.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan kurikulum pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya sebagai mengikuti ujian akhir sarjana.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, Penulis banyak mendapat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang tidak ternilai harganya, sehingga terwujudnya tugas akhir ini. Dan pada kesempatan ini dengan tulus Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Hasan Basri, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. H. Syamsuri, MM, sebagai Ketua Program Ekstensi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS., selaku Pembimbing Utama yang sekaligus juga merupakan Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

5. Kedua orang tuaku tercinta : Ayahanda H. KM. Ali Nurdin dan Ibunda Hj. Nyayu Ningdep, Saudara-saudaraku : Ir. Kgs. Arfan Taufik, Nyayu Lathifah Fatahiyat, S.Ag, M. Tarmizi Ismail, SE, MSi, Nyayu Aina dan Kgs. Adi Bayumi, A.Md atas bantuan dorongan semangat serta do'anya.
6. Staf dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, terutama pada Program Ekstensi.
7. Bapak Ir. M. Firdaus Alkaff, MT, selaku Penulis Buku Program Matlab sekaligus Instruktur Program Matlab, yang telah membimbing pembelajaran program sampai selesai.
8. Bapak Darma Prabudi, ST, MT, selaku ahli transportasi yang telah memberikan pembekalan dan bantuan berupa data-data yang dibutuhkan.
9. Kak Temy Eka Bhakti, ST, terimakasih atas bantuan *spirit* dan *Laptopnya* serta kepada Heri Gunawan, ST yang selalu memberikan dorongan semangat, waktu dan kesempatannya.
10. Rekan-rekan Engineering Studio Ramakasih : Ardiansyah, ST ; Herman Jamal, ST ; Jainudin, ST ; M. Hery Ismail, Danu Prasetyo, AMd, Boy Afrian, AMd dan Near Volta, AMd..
11. Semua pihak yang turut membantu dan memberikan dorongan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

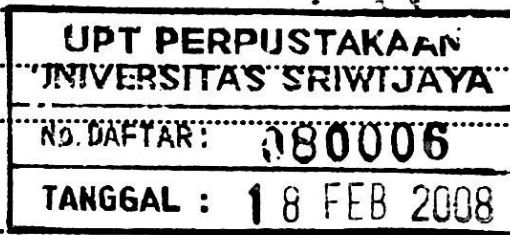
Semoga kebaikan serta kemudahan yang telah diberikan kepada penulis, akan menjadi suatu amalan kebajikan sehingga akan dapat balasan yang lebih baik dari yang Maha Kuasa. Amin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Sipil.

Palembang, Juli 2007

DAFTAR ISI

Halaman Judul		i
Halaman Pengesahan		ii
Halaman Persetujuan		iii
Halaman Persembahan		iv
Abstraksi		v
Kata Pengantar		vi
Daftar Isi		ix
Daftar Tabel		xii
Daftar Gambar		xiii
Daftar Lampiran		xv
BAB I	PENDAHULUAN.....	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Maksud dan Tujuan	2
	1.3. Metode Pengumpulan Data	2
	1.4. Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
	1.5. Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1. Umum	5
	2.2. Ketentuan Teknis.....	6
	2.2.1. Lalu Lintas	7
	A. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi.....	9
	B. Umur Rencana	9
	C. Pertumbuhan Lalu Lintas	10
	D. Lalu Lintas Rencana	11
	E. Faktor Keamanan Beban	12
	2.2.2. Tanah Dasar	12



2.2.3.	Pondasi Bawah	13
	A. Pondasi Bawah Material Berbutir	14
	B. Pondasi Bawah dengan bahan pengikat (<i>Bound Sub-base</i>)	15
	C. Pondasi Bawah dengan campuran beton kurus (<i>Lean-Mix Concrete</i>)	15
	D. Lapis Pemecah Ikatan Pondasi Bawah & Pelat	15
2.2.4.	Pelat Beton	16
2.2.5.	Bahu	17
2.2.6.	Sambungan	18
	A. Sambungan memanjang dengan batang Pengikat (<i>tie bars</i>)	19
	B. Sambungan pelaksanaan memanjang	20
	C. Sambungan susut memanjang	21
	D. Sambungan susut dan pelaksanaan melintang	21
	E. Sambungan susut melintang	21
	F. Sambungan pelaksanaan melintang	22
	G. Sambungan isolasi	23
	H. Pola sambungan	25
	I. Penutup sambungan	26
2.2.7.	Perkerasan beton semen untuk kelandaian yang curam	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28

3.1.	Studi Pustaka	28
3.2.	Pengumpulan Data	28
3.3.	Analisa Data-data	29
3.4.	Prosedur Perhitungan Perkerasan Beton Semen (<i>Rigid Pavement</i>)	30
	3.4.1. Perencanaan Tebal Pelat Beton Semen	31
	3.4.2. Perencanaan Penulangan	34
	A. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan	34
	B. Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan	35
	C. Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan	35
	D. Penempatan Tulangan	38

BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
4.1.	Perencanaan Tebal Pelat Beton Semen	40
4.1.1.	Data-data Perencanaan	40
4.1.2.	Langkah-langkah Perhitungan Tebal Pelat	41
4.2.	Perhitungan Tulangan	40
4.2.1.	Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan	44
4.2.2.	Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan	44
4.2.3.	Perkerasan Beton Menerus Dengan Tulangan	45
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1.	Kesimpulan	56
5.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Konfigurasi Beban Sumbu	7
Tabel 2.2. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan Dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana	9
Tabel 2.3. Faktor Pertumbuhan Lalu-Lintas (R)	10
Tabel 2.4. Faktor Keamanan Beban (F_{KB})	12
Tabel 2.5. Nilai Koefisien Gesekan (μ).....	15
Tabel 3.1. Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Angka Ekuivalen Baja dan Beton..	36
Tabel 4.1. Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya	41
Tabel 4.2. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana	42
Tabel 4.3. Analisa Fatik dan Erosi	43
Tabel 4.4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan dengan Data LHR-1	48
Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan dengan Data LHR-2	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tipikal struktur perkerasan beton semen.....	5
Gambar 2.2.	Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan	8
Gambar 2.3.	Tebal lapis pondasi bawah minimum untuk perkerasan kaku.....	14
Gambar 2.4.	CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah.....	14
Gambar 2.5.	Tipikal sambungan memanjang.....	20
Gambar 2.6.	Ukuran standar penguncian sambungan memanjang	20
Gambar 2.7.	Sambungan susut melintang tanpa ruji.....	22
Gambar 2.8.	Sambungan susut melintang dengan ruji.....	22
Gambar 2.9	Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan	23
Gambar 2.10.	Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi.....	23
Gambar 2.11.	Sambungan isolasi.....	24
Gambar 2.12.	Tipikal pola sambungan	26
Gambar 2.13.	Angker panel dan angker blok.....	27
Gambar 3.1.	Diagram alir perencanaan perkerasan kaku (Rigid Pavement)	29
Gambar 3.2.	Analisis Fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan / tanpa bahu	31
Gambar 3.3.	Analisis Erosi dan jumlah repetisi ijin berdasarkan rasio faktor erosi tanpa bahu	32
Gambar 3.4.	Analisis Erosi dan jumlah repetisi ijin berdasarkan rasio faktor erosi dengan bahu beton	33
Gambar 4.1.	Grafik Berat Tulangan Memanjang Perkerasan Beton per Segment (L=3.50 m) Data LHR-1	50
Gambar 4.2.	Grafik Berat Tulangan Memanjang Perkerasan Beton per Segment (L=7.00 m) Data LHR-1	50

Gambar 4.3.	Grafik Berat Tulangan Melintang Perkerasan Beton per Segment (L=3.50 m) Data LHR-1	51
Gambar 4.4.	Grafik Berat Tulangan Melintang Perkerasan Beton per Segment (L=7.00 m) Data LHR-1	51
Gambar 4.5.	Grafik Berat Tulangan Perkerasan Beton Menerus Data LHR-1	52
Gambar 4.6.	Grafik Berat Tulangan Memanjang Perkerasan Beton per Segment (L=3.50 m) Data LHR-2	53
Gambar 4.7.	Grafik Berat Tulangan Memanjang Perkerasan Beton per Segment (L=7.00 m) Data LHR-2	53
Gambar 4.8.	Grafik Berat Tulangan Melintang Perkerasan Beton per Segment (L=3.50 m) Data LHR-2	54
Gambar 4.9.	Grafik Berat Tulangan Melintang Perkerasan Beton per Segment (L=7.00 m) Data LHR-2	54
Gambar 4.10.	Grafik Berat Tulangan Perkerasan Beton Menerus Data LHR-2	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Hasil Perhitungan dengan menggunakan Program Matlab

Lampiran B : Tabel Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi serta Grafik Monogram

Lampiran C : Dokumentasi Surat-surat

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang rancang bangun semakin berkembang. Kemajuan dibidang konstruksi ini memang dituntut seiring perkembangan jaman. Suatu konstruksi tidak terlepas dari struktur yang menopangnya, termasuk konstruksi jalan. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa sistem jalan raya di Indonesia perlu dikembangkan serta dipelihara dengan baik. Sejalan dengan kenaikan jumlah dan berat kendaraan di Indonesia serta perlunya pengembangan jalan di daerah terpencil maupun daerah yang secara ekonomi berpotensi untuk berkembang diperlukan perencanaan dan pemilihan sistem jalan yang baik.

Pertimbangan biaya awal (*initial cost*) yang rendah pada setiap perencanaan pembangunan jalan baru atau meningkatkan jalan yang sudah ada sekarang tidak dapat dipertahankan lagi mengingat beban lalulintas yang semakin tinggi dan biaya pemeliharaan jalan merupakan beban yang sangat tinggi. Sebagai alternatif untuk menekan biaya pemeliharaan dan memperpanjang umur jalan dewasa ini telah berkembang metode perkerasan jalan dengan memakai beton. Kenaikan harga semen relatif jauh lebih rendah dibandingkan dengan harga aspal karena harga aspal sangat berpengaruh terhadap kenaikan dollar. Selain itu sektor pembangunan jalan dapat memanfaatkan keuntungan-keuntungan dari kondisi kemudahan *supply* semen, sebab industri semen di Indonesia memiliki kapasitas terpasang yang lebih tinggi dari kebutuhan domestik.

Adanya sistem perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) cukup membantu pihak yang berkecimpung dalam dunia konstruksi jalan. Namun pada perencanaannya terkadang hasil yang didapat tidak memenuhi persyaratan untuk diterapkan di lapangan sehingga harus dilakukan perencanaan awal. Perencanaan yang dilakukan secara berulang-ulang dapat menyita banyak waktu akibatnya efisiensi dan efektifitas kerja menjadi berkurang.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dengan memanfaatkan teknologi yang ada maka Penulis mencoba membuat suatu pemodelan dengan aplikasi program komputer. Dalam laporan ini aplikasi program komputer yang dipakai adalah Program *Matlab*.

I.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

Adapun maksud dan tujuan penulisan adalah sebagai berikut :

1. Membuat perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan variasi segmental dan menerus.
2. Membuat suatu program perhitungan perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan variasi segmental dan menerus dengan menggunakan *software* Matlab.

I.3. Metode Pengumpulan Data

Metode Pembahasan yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

a. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data selunder yang akan diolah sebagai bahan untuk perencanaan. Adapun data-data sekunder tersebut umumnya diperoleh dari data-data lapangan serta data-data referensi dari berbagai instansi yang terkait.

b. Studi Pustaka

Metode ini merupakan metode penunjang karena hasil pengolahan data merujuk pada literatur dan referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan perhitungan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

c. Analisa dan Pembahasan

Pada metode ini penulis menganalisa dan membuat program perhitungan perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan variasi segmental dan menerus.

d. Penyimpulan Data.

I.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan dan teori yang digunakan meliputi :

1. Perhitungan perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan variasi segmental dan menerus.
2. Pembuatan program perhitungan perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan variasi segmental dan menerus dengan menggunakan program *Matlab*.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa Bab atau pokok bahasan yaitu sebagai berikut :

- **BAB I Pendahuluan**

Merupakan bab pendahuluan yang membahas latar belakang pengumpulan data-data, perumusan masalah, tujuan penulisan, metode pembahasan, ruang lingkup pembahasan dan sistematika penulisan.

- **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan tentang informasi-informasi yang bersifat umum yang diperoleh dari literatur-literatur mengenai perkerasan kaku (*rigid pavement*).

- **BAB III Metodologi Pembahasan**

Bab ini berupa metode dan data-data untuk analisa serta rumus-rumus yang berlaku untuk perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

- **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Merupakan bab analisa dan pembahasan dari data-data perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan merupakan hasil simulasi program komputer.

- **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Merupakan tahap akhir dari penulisan Tugas Akhir yang membuat kesimpulan dari hasil analisa bab sebelumnya serta saran-saran yang dianggap bermanfaat untuk penyempurnaan pada penulisan berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA



1. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1986*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C, 1986.
2. Ari Suryawan, *Perkerasan Jalan Beton Semen (Rigid Pavement)*, Cetakan Pertama, Beta Offset, Jakarta, 2005
3. Istimawan Dipohusodo, "*Struktur Beton Bertulang*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999.
4. M. Firdaus Alkaff, *Matlab 6 untuk Teknik Sipil*, CV. Maxikom, Palembang, 2004
5. *Pavement Design, A Guide to The Structural Design of Road Pavement*, 1st ed., National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA), 1987.
6. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta, 2003.
7. *Perkerasan Beton Semen Untuk Jalan dengan Lalu-lintas Rendah dan Menengah*, Asosiasi Semen Indonesia – Institut Semen Beton Indonesia, Cetakan Pertama, Jakarta, 2003.
8. Shirley L. Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Cetakan Pertama, Politeknik Negeri Bandung, 2000.
9. *SKBI, (Standar Konstruksi Bangunan Indonesia), Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, SKBI. 2.3.28.1988, UDC.625.84 (026).
10. *STANDAR, Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, SK SNI T-15-1991-03, Yayasan LPMB, Bandung, 1991.