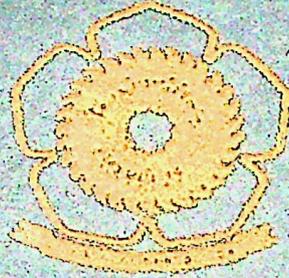


**MODEL PENURUNAN KONDISI PERKERASAN JALAN
DENGAN MENGGUNAKAN TEORI MARKOV**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

F. KINCAHAR BASTOTO S.

03903110097

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

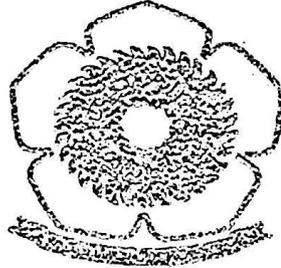
JURUSAN TEKNIK SIPIL

2006

625.707
BMS
m
2006



**MODEL PENURUNAN KONDISI PERKERASAN JALAN
DENGAN MENGGUNAKAN TEORI MARKOV**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

F. KINCAHAR BASTOTO S.

03003110097

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2006

R. 14346
14708

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

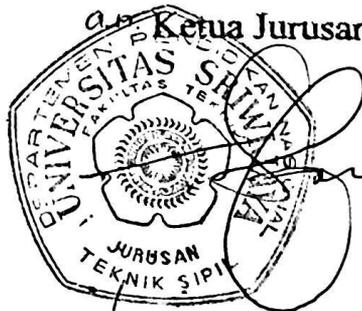
Telepon (0711) 580139 - 580052

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : F. KENCABAR BASTOTO S.
NIM : 03003110097
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : MODEL PENURUNAN KONDISI
PERKERASAN JALAN DENGAN
MENGUNAKAN TEORI MARKOV**

Inderalaya, Juni 2006

a. b. Ketua Jurusan,



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

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

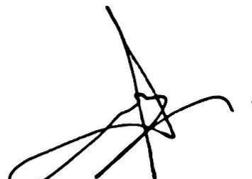
Telepon (0711) 580139 - 580062

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : F. KINCAHAR BASTOTO S.
NIM : 03013110097
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : MODEL PENURUNAN KONDISI
PERKERASAN JALAN DENGAN
MENGUNAKAN TEORI MARKOV**

PEMBIMBING TUGAS AKHIR:

Tanggal: 19/08 Pembimbing Utama:



Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, MT
NIP. 132 133 346

Motto :

Setiap makhluk hidup adalah pelaku seni, jagat raya adalah panggungnya

(The Wisers)

Jawab Yesus kepadanya, "Akulah kebangkitan dan hidup; siapa saja yang percaya kepada-Ku, ia akan hidup walaupun ia sudah mati."

(Yohanes 11:14-27)

Kupersembahkan Kepada :

- ♥ *Kedua Orang tuaku atas kasih sayangnya*
- ♥ *Kakak-kakakku tercinta*
- ♥ *Teman-temanku yang selalu menemani*
- ♥ *Almamaterku*

MODEL PENURUNAN KONDISI PERKERASAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN TEORI MARKOV

Abstraksi

Jalan raya merupakan bagian yang sangat penting di bidang transportasi, terutama dalam sektor perhubungan. Manajemen pemeliharaan jalan (*Pavement Management System*) menjadi salah satu system dalam pengelolaan jaringan jalan untuk membuat keputusan yang konsisten dan efektif dalam menjaga investasi masyarakat dalam hal prasarana jalan. PMS juga merupakan suatu kunci pengambilan keputusan untuk pembangunan kembali, perbaikan serta pemeliharaan jaringan perkerasan jalan.

Salah satu permasalahan yang timbul khususnya di negara-negara beriklim tropis adalah kerusakan fisik pada jalan raya itu sendiri (penurunan kondisi perkerasan). Hal ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain terbatasnya kualitas sumber daya manusia, tingkat pergerakan yang tinggi, terbatasnya penyediaan dana, urbanisasi yang sangat cepat, tingkat disiplin yang rendah, lemahnya sistem perancangan dan kontrol.

Teori Markov merupakan salah satu model yang dapat dikembangkan dalam memprediksi penurunan kondisi perkerasan jalan dalam periode waktu tertentu. Model ini dikembangkan dengan menggunakan probabilitas dalam tiap tingkatan kondisi (*state condition*) jalan. Nilai yang didapat dalam tiap tingkatan kondisi tersebut selanjutnya dikembangkan dalam bentuk matrik probabilitas (*Transition Probabilities Matrix*).

Prediksi penurunan kondisi perkerasan jalan dianalisa dalam studi ini. Penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa ruas jalan dengan periode umur tiga tahun yakni pada ruas jalan dengan umur ke-9 sampai umur ke-12 tahun dan pada jalan dengan umur ke-12 sampai umur ke-15 tahun. Kemudian penurunan kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan Teori Markov akan dibandingkan dengan metode analisa regresi linier.

Hasil menunjukkan bahwa analisa penurunan kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan Teori Markov memiliki pola penurunan yang sama dan dapat dipakai dalam memperkirakan penanganan jalan sampai tahun ke-5. Sedangkan metode analisa regresi linier, hasil penurunan kondisi yang diperoleh tidak dapat menggambarkan penurunan yang terjadi tiap periodenya.

Dengan demikian untuk pengembangan model menggunakan teori Markov diperlukan data yang memiliki sebaran nilai pada setiap tingkatan kondisi (*state condition*) sehingga probabilitas setiap tingkatan kondisi dapat diperoleh untuk pengembangan matrik (TPM).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat, kasih, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ *Model Penurunan Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Menggunakan Teori Markov* “ dengan baik. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan serta kekeliruan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan turut serta dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
2. Bapak Dr.Eng. Ir. Joni Arliansyah, MT selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan bimbingannya selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh staf karyawan Jurusan Teknik Sipil : Yuk Tini, Kak Lukman, Yuk Fitri, dan Bambang, yang telah banyak membantu terutama dalam bidang administrasi selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Guru-guru dan dosen-dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.
6. Keluarga besar Sinulingga terutama Bapak, Mamak, kak Rosa, kak Imelda dan kak Eva yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan untuk selalu tetap berusaha sampai akhir.
7. Teman-temanku yang terlibat langsung dalam perjuangan di malam menjelang sidang: Anggoro, Joni Cater, Deska, Ical, Ifuz, Arman (ucok), Freddy (dedek), Rini, Eno, bang Nando dan khususnya buat "My Pink".
8. Seluruh teman-teman sipil angkatan 2000, 2001 dan 2002 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas kebersamaan dan kerjasamanya selama menjalani masa-masa perkuliahan.

9. Seluruh anggota MAKASRI dan Perkumpulan SADA UKUR Palembang dan sekitarnya.

Akhirnya, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memenuhi apa yang menjadi tujuan dan bermanfaat bagi kita semua

Inderalaya, Juni 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Metodologi Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pavement Management System.....	5
2.2 Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan.....	7
2.3 Klasifikasi Penanganan Pemeliharaan Jalan.....	12
2.3.1 Pemeliharaan Rutin.....	12
2.3.2 Pemeliharaan Berkala.....	13
2.3.3 Peningkatan (Rehabilitasi, Penunjangan dan Rekonstruksi)....	13
2.4 Teori Markov Dalam PMS (<i>Pavement Management System</i>).....	14
2.5 Pemodelan Markov Pada Penurunan Kondisi Perkerasan Jalan.....	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rencana Kerja Penelitian	20
3.2 Pengumpulan Data	21
3.3 Analisis.....	22

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan	23
4.2 Pengembangan Matriks Probabilitas (TPM).....	23
4.2.1 Pengembangan TPM dengan umur Perkerasan 3 Tahun	24
4.2.2 Pengembangan TPM pada gabungan H09-H12-H15.....	27
4.3 Prediksi Penurunan Kondisi Perkerasan Jalan	29
4.3.1 Prakiraan Penurunan pada H09-H12 dan H12-H15.....	29
4.3.1.1 Kondisi Indeks Awal 8 (MCI).....	29
4.3.1.2 Kondisi Indeks Awal 7 (MCI).....	32
4.3.1.3 Kondisi Indeks Awal 6 (MCI).....	35
4.3.2 Prakiraan Penurunan pada Gabungan H09-H12-H15	37
4.3.2.1 Kondisi Indeks Awal 8 (MCI).....	38
4.3.2.2 Kondisi Indeks Awal 7 (MCI).....	39
4.3.2.3 Kondisi Indeks Awal 6 (MCI).....	41
4.4 Prakiraan Penurunan Kondisi Perkerasan Jalan dengan Regresi Linier.....	44
4.4.1 Regresi Linier dengan Kondisi Awal 8 pada H09-H12, H12-H15, H09-H12-H15 dan H13-H15	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kelas Lalu Lintas Untuk Pekerjaan Pemeliharaan.....	9
2.2 Nilai Kondisi Jalan.....	10
2.3 Angka Kerusakan Jalan.....	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Grafik Model Penurunan Pekerasan Jaringan Jalan.....	5
2.2 Kondisi Pekerasan pada berbagai rentang nilai PCR.....	8
2.3 Grafik model keputusan statis.....	16
2.4 Indeks Kondisi	17
2.5 Transition Probability Matrix.....	17
2.6 Matriks Probabilitas dengan ordo 10 x 10	18
2.7 Grafik penurunan pekerasan pada 4 ruas jalan	19
3.1 Diagram Alir encana Kerja Penelitian	20
3.2 Diagram alir pada proses permodelan Markov	21
4.1 Grafik penurunan kondisi pekerasan jalan dengan kondisi awal 8.....	32
4.2 Grafik penurunan kondisi pekerasan jalan dengan kondisi awal 7.....	34
4.3 Grafik penurunan kondisi pekerasan jalan dengan kondisi awal 6.....	37
4.4 Grafik penurunan kondisi pekerasan menggunakan kombinasi indeks jalan dengan kondisi awal 8.....	39
4.5 Grafik penurunan kondisi pekerasan menggunakan kombinasi indeks jalan dengan kondisi awal 7.....	41
4.6 Grafik penurunan kondisi pekerasan menggunakan kombinasi indeks jalan dengan kondisi awal 6.....	43
4.7 Grafik penurunan kondisi pekerasan dengan menggunakan regresi linier dengan nilai kondisi awal 8.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data H09-H12
2. Data H12-H15
3. Data H09-H12-H15
4. TPM H12-H15
5. TPM H09-H12-H15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan bagian yang sangat penting di bidang transportasi, terutama dalam sektor perhubungan. Peranan penting jalan raya tersebut sering kali menimbulkan beberapa permasalahan. Salah satu permasalahan yang timbul khususnya di negara-negara beriklim tropis adalah kerusakan fisik pada jalan raya itu sendiri (penurunan kondisi perkerasan). Hal ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain terbatasnya kualitas sumber daya manusia, tingkat pergerakan yang tinggi, terbatasnya penyediaan dana, urbanisasi yang sangat cepat, tingkat disiplin yang rendah, lemahnya sistem perencanaan dan kontrol. Untuk itu dikembangkan suatu metode yang dapat merencanakan dan mengatur sistem pemeliharaan jalan sehingga hal-hal yang bisa menimbulkan kerugian dapat diatasi.

Sistem yang telah digunakan sebelumnya secara luas di dunia untuk membantu para ahli pengelola jaringan perkerasan jalan dalam membuat keputusan yang tepat mengenai pemeliharaan dan perbaikan perkerasan jalan adalah *Pavement Management System* (PMS). PMS merupakan suatu kunci pengambilan keputusan untuk pembangunan kembali, perbaikan serta pemeliharaan jaringan perkerasan jalan.

Beberapa indeks kondisi perkerasan jalan yang dikembangkan seperti *Pavement Condition Rating* (PCR), *Pavement Condition Index* (PCI), *Pavement Serviceability Index* (PSI) dan *Maintenance Control Index* (MCI), telah digunakan untuk tujuan ini.

Teori Markov merupakan salah satu aplikasi yang dipakai dalam *Pavement Management System* (PMS) dalam memodelkan penurunan kondisi perkerasan jalan. Butt (1991) mengungkapkan banyak keuntungan yang dapat diperoleh dalam menggunakan Teori Markov (*Markov Deterioration Model*) salah satunya adalah dapat digabungkan dengan program-program dinamis lainnya untuk mendapatkan solusi yang optimal. Teori Markov (*Markov Deterioration Model*) sebagai sebuah alternative dalam model determinasi menggunakan sistem Matriks Probabilitas (*Transition Probability Matrices*) sebagai proses transisinya. Dengan menggunakan prosedur tersebut prakiraan

penurunan perkerasan jalan dalam periode tertentu dapat lebih mudah diketahui sehingga proses perbaikan dan perawatan jalan dapat berlangsung lebih optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam proses kegiatan pemodelan perkerasan jalan, keterbatasan data sering menjadi sebuah kendala. Salah satu dari metode pemodelan yang ada seperti model program linier memerlukan data yang akurat, sedangkan data pendukung yang dibutuhkan kadang-kadang tidak tersedia atau susah diperoleh.

Untuk itu diperlukan sebuah model penyelesaian masalah yang teruji kelayakannya serta dapat menghasilkan solusi optimal dengan data yang tersedia. Teori Markov sebagai salah satu alternatif model prakiraan dalam *Pavement Management System* (PMS) merupakan sarana yang tepat dalam memprediksi waktu serta anggaran biaya dalam pemeliharaan dan perbaikan jaringan jalan. Sehingga tindakan yang diperlukan di periode yang akan datang dapat diprediksi dari sekarang.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini adalah :

- a) Memodelkan penurunan kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan teori Markov.
- b) Membandingkan hasil penurunan kondisi perkerasan jalan dari model yang dikembangkan dengan berbagai nilai kondisi awal.
- c) Membandingkan hasil penurunan dengan model regresi linier.

1.4 Metodologi Penelitian

Tugas akhir ini merupakan studi pustaka untuk mengenalkan Metode Markov dalam memprediksi penurunan kondisi perkerasan jalan di masa yang akan datang. Adapun urutan studi yang dilakukan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Studi literatur/pustaka.

Tahapan awal ini dilakukan untuk mencari referensi atau literatur mengenai metode Markov serta hal-hal yang berhubungan dengan studi penurunan

perkerasan jalan. Referensi yang dipakai dapat mengacu pada perkembangan teknologi yang ada atau dari studi-studi yang sudah pernah dilakukan.

❖ Identifikasi permasalahan.

Pada tahap ini dilakukan pembagian kelas jalan, tipe-tipe perkerasan (*Pavement Family*), jenis kerusakan jalan dan indeks-indeks yang dipakai dalam mencari nilai kondisi jalan.

❖ Pengumpulan data.

Kegiatan ini dilakukan dengan memakai data yang tersedia dari penelitian sebelumnya sebagai *database* (sumber data).

❖ Pembuatan Model Markov.

Proses pemodelan ini dilakukan dengan pengelompokan nilai kondisi jalan dengan parameter-parameter yang dipakai pada *condition index*. Kemudian proses selanjutnya dilakukan dengan menggunakan bentuk matriks probabilitas atau TPM (*Transition Probability Matrix*).

❖ Prediksi kondisi perkerasan jalan.

Proses ini mencari nilai yang diinginkan (*expected value*) dari pengembangan TPM (*Transition Probability Matrix*). Nilai tersebut ditunjukkan dalam grafik penurunan kondisi perkerasan jalan.

❖ Perbandingan hasil optimasi dengan analisa regresi.

Hasil yang didapat dari Metode Markov dibandingkan dengan menggunakan analisa regresi pada data yang sama dan kondisi awal jalan yang bervariasi.

❖ Analisa dan kesimpulan.

Kesimpulan dan analisa dilakukan untuk mencari kelebihan serta kelemahan metode yang dipakai. Kemudian ditarik kesimpulan apakah pemodelan dengan menggunakan metode ini dapat memberikan prediksi yang lebih akurat dan lebih efisien.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

- Data yang digunakan pada proses transisi probabilitas Markov ini adalah data-data yang didapat dari data base yang ada.

- Proses pengolahan data menggunakan metode *Transition Probability Matrices* (TPM).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang secara berurutan dilampirkan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Membahas tentang informasi dan teori yang diperlukan dari literatur-literatur dan penelitian-penelitian yang sudah ada sehubungan dengan pokok pembahasan penulis.

Bab III Metodologi Penelitian

Menguraikan langkah-langkah pemodelan penurunan kondisi jalan dengan data-data yang terlampir.

Bab IV Analisa dan Pembahasan

Menganalisa hasil pemodelan penurunan kondisi jalan sehingga didapat prediksi perbaikan kondisi di masa yang akan datang.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan hasil analisa dari pemodelan penurunan kondisi jalan serta saran-saran yang bermanfaat untuk penyempurnaan penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Calomeni, D. A. *The Development of RoadSoft, the Beginning of an Integrated Roadway Management System*. Master's thesis. Michigan Technological University, Houghton, 1996.
2. Walker, D., L. Entine, and S. Kummer. *Asphalt-Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER) Manual*. Transportation Information Center. University Of Wisconsin-Madison, Madison, 1994.
3. Li, N., R. Haas, and W.C. Xie. Investigation of Relationship Between Deterministic and Probabilistic Prediction Models in Pavement Management. In *Transportation Research Record 1592*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1997, pp. 70-79.
4. Butt, A. A. *Application of Markov Process to Pavement Management System at the Network Level*. Ph.D. thesis. University of Illionis at Urbana-Champaign, 1991.
5. Tamin, Z. Ofyar. 2003. *Perencanaan & Pemodelan Transportasi contoh soal dan aplikasi*. Ed. 1. Bandung : Penerbit ITB.
6. Bronson, C. 1993. *Operations Research Teori dan Soal-Soal*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
7. E Silva, Fernando de Milo. 1997. *Jurnal Proposed Pavement Performance Models for Local Government Agencies in Michigan*.