

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1056/WM/F.TS/SKR/2018

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU
(*Rigid Pavement*) DENGAN METODE ANALISIS
KEKUATAN PELAT MENGGUNAKAN PROGRAM
KOMPUTER (*SAP2000*) Di Ruas Jalan Adi Sucipto
Tenau Kupang**



DISUSUN OLEH :

AWALUDIN RAMADLAN HASSAN

NOMOR REGISTRASI

211 14 154

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*Rigid Pavement*)

DENGAN METODE ANALISIS KEKUATAN PELAT

MENGGUNAKAN PROGRAM KOMPUTER (*SAP2000*) Di Ruas

Jalan Adi Sucipto Tenau Kupang

DISUSUN OLEH :

AWALUDIN RAMADLAN HASSAN

NOMOR REGISTRASI

211 14 154

DIPERIKSA OLEH :

PEMBIMBING I

Ir. Egidius Kalogo, MT

NIDN: 08 0109 6303

PEMBIMBING II

Christiani Chandra Manubulu, ST. M.Eng

NIDN: 08 1906 9102

DISETUJUI OLEH :

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG

Ir. Egidius Kalogo, MT

NIDN: 08 0109 6303

DISAHKAN OLEH :

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG

Patrisius Batarius, ST, MT

NIDN: 08 1503 7801

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1056/WM/F.TS/SKR/2018

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*Rigid Pavement*)

DENGAN METODE ANALISIS KEKUATAN PELAT

MENGGUNAKAN PROGRAM KOMPUTER (*SAP2000*) Di Ruas

Jalan Adi Sucipto Tenau Kupang

DISUSUN OLEH :

AWALUDIN RAMADLAN HASSAN

NOMOR REGISTRASI

211 14 154

DIPERIKSA OLEH :

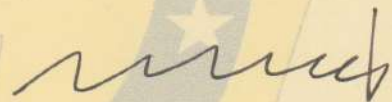
PENGUJI I



Stephanus Ola Demon, ST, MT

NIDN: 08 0909 7401

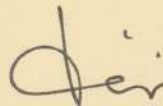
PENGUJI II



Yulius P. K. Suni, ST, MSc

NIDN:-

PENGUJI III



Ir. Egidius Kalogo, MT

NIDN: 08 0109 6303

MOTTO

Bismillah.....

because
***Hargailah waktu,
maka waktu akan
manghargaimu***

الله
سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Serjana Teknik pada program studi Teknik Sipil.

Keberhasilan didalam menulis Tugas Akhir ini berkat dukungan dan bantuan dalam bebrbagai bentuk dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini patutlah mengucapkan terima kasih kepada :

1. Pater Dr. Philipus Tule, SVD Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang,
2. Bapak Patrisius Batarius, ST, MT selaku Dekan pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang,
3. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang,
4. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT, dan Ibu Christiani Chandra Manubulu, ST. M.Eng selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan mengarahkan,
5. Bapak Yulius P. K. Suni, ST, MSc, selaku dosen pembimbing akademik 2014, serta Bapak, Ibu Dosen Universitas Katolik Widya Mandira Kupang Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan bimbingan baik materi maupun praktek,
6. Bapak Hassan Juma (Alm), Mama Bernadetha H. Taek, Adik Melani Ine Hassan, kaka Chody, kaka Very, kaka Eng, adik Vemy dan spesial Winda Mauthonic serta keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan dalam bentuk moril dan material,
7. Rekan seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2014 khususnya keluarga besar ASTAKEKO yang selalu memberikan semangat dan telah membantu selama proses pembuatan skripsi,
8. Semua pihak yang telah membantu dengan caranya masing - masing, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, menyadari bahwa masih ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan skripsi ini.

Semoga kita sekalian selalu diberi perlindungan dan berkat yang berlimpah dalam segala aktivitas setiap harinya.

Kupang, Oktober 2018

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*Rigid Pavement*)
DENGAN METODE ANALISIS KEKUATAN PELAT
MENGUNAKAN PROGRAM KOMPUTER (*SAP2000*) Di Ruas Jalan**

Adi Sucipto Tenau Kupang

Oleh :

Awaludin Ramadhan Hassan

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

arhassan96@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu jalan yang berperan penting untuk menghubungkan pelabuhan dan pusat-pusat industri di Kupang dan sekitarnya adalah Jalan Adi Sucipto Tenau. Dengan adanya aktivitas tersebut di perlukan prasarana jalan yang baik untuk menunjang aktivitas disepanjang Jalan Adi Sucipto Tenau. Seiring berjalannya waktu, pertumbuhan volume dan beban kendaraan di atas 10 ton serta kondisi eksisting yang kurang baik mengakibatkan jalan menjadi rusak dan retak pada permukaannya. Untuk menanggulangi kerusakan tersebut, di perlukan perbaikan berupa perencanaan perkerasan kaku menggunakan beton semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai CBR terhadap perkerasan kaku dengan menganalisis tebal perkerasan menggunakan program komputer *SAP2000*.

Proses analisis menggunakan data primer berupa data muatan sumbu terberat dan data sekunder berupa data CBR dan data kuat tekan beton K-350. Data muatan sumbu terberat digunakan sebagai beban yang akan didistribusikan sebagai model pada perhitungan *SAP2000* sebagai beban statis. Nilai CBR digunakan untuk mencari tebal pondasi bawah dan untuk menentukan nilai modulus reaksi tanah dasar yang akan didistribusikan sebagai tumpuan *spring* pada perhitungan menggunakan *SAP2000*. Untuk data hasil uji kuat tekan beton K-350 digunakan untuk mendefinisikan karakteristik material pada *SAP2000* dan juga sebagai standar kekuatan ijin yang ditentukan berdasarkan kuat tarik beton (*MR modulus of reapture*). Setelah itu dilakukan analisis kekuatan pelat perkerasan menggunakan *SAP2000*, dimana *output* hasil tegangan maksimum dari *SAP2000* harus lebih kecil atau sama dengan MR, maka tebal perkerasan dapat digunakan.

Hasil penelitian didapatkan tebal pelat 32 cm dengan nilai tegangan maksimum hasil *output* menggunakan *SAP2000* lebih kecil dari tegangan ijin yaitu tegangan maksimum $31,80 \text{ kg/cm}^2 < \text{MR } 33,15 \text{ kg/cm}^2$.

Kata Kunci : *Struktur Perkerasan, CBR, Tegangan Ijin, SAP2000.*

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBARAN JUDUL	
LEMBARAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Rumusan Masalah.....	I – 2
1.3 Tujuan Penelitian	I – 2
1.4 Manfaat Penelitian.....	I – 3
1.5 Batasan Masalah	I – 3
1.6 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu	I – 3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II – 1
2.1 Umum.....	II – 1
2.2 Perkerasan Jalan Beton	II – 1
2.3 Dasar – dasar Perencanaan Perkerasan Jalan Beton	II – 4
2.3.1 Persyaratan Teknis	II – 5
2.3.1.1 Tanah Dasar.....	II – 5
2.3.1.2 Pondasi Bawah.....	II – 6
2.3.1.2.1 Pondasi Bawah Material Berbutir.....	II – 7
2.3.1.2.2 Pondasi Bawah dengan Campuran Baton Kurus (<i>Lean-Mix Concrete</i>).....	II – 7
2.3.1.2.3 Lapis Pemecah Ikatan Pondasi Bawah dan Pelat	II – 7
2.3.1.3 Beton Semen.....	II – 8
2.3.1.4 Lalu – Lintas	II – 9
2.3.1.4.1 Umur Rencana	II – 9
2.3.1.4.2 Pertumbuhan Lalu Lintas.....	II – 10

2.3.1.5 Sambungan	II – 10
2.3.1.5.1 Sambungan Memanjang Dengan Batang Pengikat (<i>tie bars</i>)	II – 11
2.3.1.5.2 Sambungan Pelaksanaan Memanjang	II – 11
2.3.1.5.3 Sambungan Susut Memanjang.....	II – 12
2.3.1.5.4 Sambungan Susut dan sambungan Pelaksanaan Melintang	II – 12
2.3.1.5.5 Sambungan Susut Melintang.....	II – 12
2.3.1.5.6 Sambungan Pelaksanaan Melintang	II – 13
2.3.1.5.7 Penutup Sambungan.....	II – 14
2.3.2 Perencanaan Tebal Pelat Perkerasan Kaku.....	II – 14
2.3.2.1 Muatan Sumbu Terberat (MST) Kendaraan	II – 15
2.3.2.2 Model Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>) Perkerasan Kaku	II – 17
2.3.2.3 Modulus Reaksi Tanah Dasar.....	II – 18
2.3.2.4 Modulus Elastisitas	II – 18
2.3.2.5 Angka / Ratio Poisson	II – 19
2.3.2.6 Permodelan Struktur Perkerasan Jalan Dengan Aplikasi SAP2000	II – 20
2.3.3 Perencanaan Penulangan Jalan Beton	II – 20
2.3.3.1 Perencanaan Tulangan Melintang	II – 21
2.3.3.2 Perencanaan Tulangan Memanjang	II – 21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN III – 1

3.1 Umum	III – 1
3.2 Lokasi Penelitian	III – 1
3.3 Kebutuhan Data	III – 2
3.4 Diagram Alir Perencanaan	III – 2
3.5 Penjelasan Diagram Alir Perencanaan	III – 3
3.5.1 Tahapan Identifikasi Masalah	III – 3
3.5.2 Tahapan Pengumpulan Data	III – 3
3.5.2.1 Data Primer	III – 3
3.5.2.1.1 Data Kendaraan (MST)	III – 3
3.5.2.2 Data Sekunder	III – 4
3.5.2.2.1 CBR Tanah Dasar	III – 4

3.5.3 Tahapan Analisis Data.....	III – 5
3.5.4 Tahapan Perencanaan Tebal Perkerasan.....	III – 5

BAB IV PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU IV – 1

4.1 Data Perencanaan Tebal Perkerasan.....	IV – 1
4.1.1 Data Kendaraan.....	IV – 1
4.1.2 Data Tennis	IV – 2
4.1.2.1 Data CBR	IV – 2
4.1.2.2 Mutu Beton Rencana.....	IV – 4
4.2 Hasil dan Pembahasan	IV – 5
4.2.1 Analisa Tebal Kekuatan Pelat Perkerasan Beton Kaku dengan Program Komputer (SAP2000) untuk Nilai CBR Desain 6%	IV – 5
4.2.1.1 Pemodelan Struktur.....	IV – 5
4.2.1.2 Pemodelan Pembebanan	IV – 7
4.2.1.3 Analisa dan Perhitungan.....	IV – 7
4.2.2 Analisa Tebal Kekuatan Pelat Perkerasan Beton Kaku dengan Program Komputer (SAP2000) untuk Nilai CBR Hasil Pengujian 13,57%.....	IV – 27
4.2.2.1 Pemodelan Struktur.....	IV – 27
4.2.2.2 Analisa Perhitungan.....	IV – 28
4.2.3 Perencanaan Tulangan.....	IV – 36
4.2.3.1 Tulangan Memanjang	IV – 36
4.2.3.2 Tulangan Melintang	IV – 36
4.2.3.3 Sambungan Melintang Menggunakan Ruji	IV – 37
4.2.3.4 Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (<i>Tie Bars</i>).....	IV – 37

BAB V PENUTUP V – 1

5.1 Kesimpulan	V – 1
5.2 Saran	V – 2

DAFTAR PUSTAKA ix

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Genangan Air pada Jalan Adi Sucipto Tenau Kupang	I – 1
Gambar 2.1 Detail Lapisan Perkerasan Kaku	II – 2
Gambar 2.2 Detail Konstruksi Jalan Beton yang dibuat Kontinyu	II – 3
Gambar 2.3 Detail Konstruksi Jalan Beton dengan Sambungan Dowel	II – 4
Gambar 2.4 Jalan Beton Tersegmen dengan Tulangan dan Dowel	II – 4
Gambar 2.5 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen	II – 6
Gambar 2.6 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	II – 7
Gambar 2.7 Jarak Tie Bars Maksimum Menurut ASHTO (1986) untuk Tulangan Baja Grad40 dan $F = 1,5$	II – 11
Gambar 2.8 Tipikal Sambungan Memanjang	II – 11
Gambar 2.9 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang	II – 12
Gambar 2.10 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji	II – 13
Gambar 2.11 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji	II – 13
Gambar 2.12 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Per-lajur	II – 14
Gambar 2.13 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan	II – 14
Gambar 2.14 Konfigurasi Beban Untuk MST 10 Ton	II – 16
Gambar 2.15 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan	II – 17
Gambar 2.16 Penentuan Nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar	II – 18
Gambar 3.1 Peta Lokasi Rencana Tebal Perkerasan Kaku	III – 1
Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan	III – 2
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisa Tebal Pelat Menggunakan SAP2000	III – 6
Gambar 3.4 Alur Perhitungan Tulangan Perkerasan Beton Bersambung	III – 8
Gambar 4.1 Kendaraan Berat Di Ruas Jalan Adi Sucipto Tenau	IV – 1
Gambar 4.2 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	IV – 2
Gambar 4.3 Penentuan Nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar	IV – 3
Gambar 4.4 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	IV – 4
Gambar 4.5 Model Struktur Perkerasan Kaku	IV – 5
Gambar 4.6 Deskripsi Pelat Perkerasan Kaku	IV – 6
Gambar 4.7 Perspektif Pelat Perkerasan Kaku	IV – 6
Gambar 4.8 Konfigurasi Roda dan Beban Roda Truk Kontainer	IV – 7

Gambar 4.9 Menentukan Satuan dan Model Konfigurasi pelat	IV – 8
Gambar 4.10 Menentukan Spasi Grid Konfigurasi Pelat	IV – 8
Gambar 4.11 Menentukan Data Spasi Grid Konfigurasi Pelat.....	IV – 9
Gambar 4.12 Mengatur Model Elemen Reshape	IV – 9
Gambar 4.13 Model Elemen Reshape	IV – 10
Gambar 4.14 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Berupa Springs	IV – 10
Gambar 4.15 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Tengah	IV – 11
Gambar 4.16 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Pinggir	IV – 11
Gambar 4.17 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Sudut	IV – 12
Gambar 4.18 Model Tumpuan Springs	IV – 12
Gambar 4.19 Mendefinisikan Karakteristik Material	IV – 13
Gambar 4.20 Menetapkan Karakteristik Material	IV – 13
Gambar 4.21 Menambahkan Material Properti.....	IV – 13
Gambar 4.22 Data Material Properti	IV – 14
Gambar 4.23 Mendefinisikan Kasus Pembebanan	IV – 15
Gambar 4.24 Menetapkan Kasus Pembebanan.....	IV – 15
Gambar 4.25 Mendefinisikan Kasus Beban Terpusat	IV – 15
Gambar 4.26 Menetapkan Kasus Beban Terpusat	IV – 16
Gambar 4.27 Model Konfigurasi Empat Beban Truk	IV – 16
Gambar 4.28 Mendefinisikan Kasus Beban Hidup Merata	IV – 17
Gambar 4.29 Menetapkan Kasus Beban Merata/Gravitasi	IV – 17
Gambar 4.30 Model Beban Hidup Merata.....	IV – 18
Gambar 4.31 Mendefinisikan Kombinasi Pembebanan.....	IV – 18
Gambar 4.32 Menetapkan Kombinasi Pembebanan	IV – 19
Gambar 4.33 Mendefinisikan Dimensi Pelat	IV – 19
Gambar 4.34 Modifikasi Dimensi Pelat menggunakan Elemen Shell	IV – 20
Gambar 4.35 Data Elemen Shell Berupa Dimensi Pelat	IV – 20
Gambar 4.36 Mengatur Pilihan Analsis Struktur.....	IV – 21
Gambar 4.37 Melakukan Analsis Struktur	IV – 21
Gambar 4.38 Menjalankan Analsis Struktur	IV – 22
Gambar 4.39 Mengatur Pembebanan untuk di Jalankan	IV – 22
Gambar 4.40 Menampilkan Tekanan pada Elemen Shell	IV – 23
Gambar 4.41 Menampilkan Kontur Tegangan Permukaan Bawah Pelat.....	IV – 23
Gambar 4.42 Kontur Tegangan Permukaan Bawah Pelat Beton Akibat Empat Beban 15 Ton.....	IV – 24

Gambar 4.43 Penurunan Maksimum Akibat Empat Beban Truck 15Ton.....	IV – 25
Gambar 4.44 Penurunan Maksimum Pelat Beton Akibat Empat Beban Truck 15 Ton dan Beban Hidup Merata.....	IV – 26
Gambar 4.45 Model Struktur Perkerasan Kaku.....	IV – 27
Gambar 4.46 Deskripsi Pelat Perkerasan Kaku	IV – 27
Gambar 4.47 Perspektif Pelat Perkerasan Kaku	IV – 27
Gambar 4.48 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Berupa Springs	IV – 28
Gambar 4.49 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Tengah	IV – 29
Gambar 4.50 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Pinggir	IV – 29
Gambar 4.51 Mendefinisikan Tumpuan Pelat Sudut	IV – 30
Gambar 4.52 Model Tumpuan Springs	IV – 30
Gambar 4.53 Mendefinisikan Dimensi Pelat	IV – 31
Gambar 4.54 Modifikasi Dimensi Pelat menggunakan Elemen Shell	IV – 31
Gambar 4.55 Data Elemen Shell Berupa Dimensi Pelat	IV – 32
Gambar 4.56 Kontur Tegangan Permukaan Bawah Pelat Beton Akibat Empat Beban 15 Ton.....	IV – 33
Gambar 4.57 Penurunan Maksimum Pelat Beton Akibat Empat Beban Truck 15 Ton.....	IV – 34
Gambar 4.58 Penurunan Maksimum Pelat Beton Akibat Empat Beban Truck 15 Ton dan Beban Hidup Merata.....	IV – 35
Gambar 4.59 Jarak Tie Bars Maksimum Menurut ASHTO (1986) untuk Tulangan Baja Grad40 dan $F = 1,5$	IV – 38
Gambar 4.60 Gambar Detail Penulangan Pada Pelat Perkerasan Kaku $t = 32$ cm	IV – 39
Gambar 4.61 Bagian – bagian Jalan Beton Bertulang yang di Rencanakan	IV – 40
Gambar 4.62 Jalan Beton Bertulang yang di Rencanakan.....	IV – 41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien Gesekan antara Pelat Beton dengan Lapis Pondasi Bawah.....	II – 8
Tabel 2.2 Ukuran Nominal Agregat Kasar Terhadap Tebal Perkerasan.....	II – 9
Tabel 2.3 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas (R).....	II – 10
Tabel 2.4 Data Teknis Perkerasan.....	II – 12
Tabel 2.5 Hubungan Antara Jenis Tanah dan Poission Ratio	II – 19
Tabel 2.6 Angka Poisson Ratio Untuk Material Perkerasan dalam Pemodelan Struktur Perkerasan Kaku yang Duduk Di Atas Pasir	II – 20
Tabel 4.1 Data Muatan Sumbu Terberat.....	IV – 1
Tabel 4.2 Data Teknis Perkerasan.....	IV – 37