

**ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR PADA BANTALAN  
BETON KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM SAP 2000**



**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi persyaratan sebagai salah satu persyaratan gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sepuluh Nopember**

**Oleh:**

**Ekarina Permatasari**

**03013110046**

**UNIVERSITAN SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2006**



S  
625.107  
Per  
a  
e-02/1057  
2006

R 4903 U  
i 4906 J Prg

**ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR PADA BANTALAN  
BETON KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM SAP 2000**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**Elfarina Permatasari**

**03013110060**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2006**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : ELFARINA PERMATASARI  
NIM : 03013110060  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR  
BANTALAN BETON KERETA API  
DENGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM SAP 2000.**

**Inderalaya, Mei 2006**

**Ketua Jurusan Sipil ,**



**Ir.H.Imron Fikri Astira, MS.**

**JURUSAN  
TEKNIK NIP.131 472 645**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ELFARINA PERMATASARI  
NIM : 09013110060  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR  
BANTALAN BETON KERETA API  
DENGAN MENGGUNAKAN :  
PROGRAM SAP 2000.

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal : Pembimbing Utama :   
NIP.131674994

Tanggal : Pembanta Pembimbing :   
NIP.131476742

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada ALLAH SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai suatu bagian dari syarat – syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sriwijaya Palembang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis menerima kritik dan saran dari pembaca dengan senang hati.

Penulis skripsi ini pun tidak terlepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membimbing, mendukung, dan membantu penulis selama proses penyusunan. Sehingga ucapan terima kasih yang sedalam – dalamnya dengan tulus ingin penulis haturkan kepada :

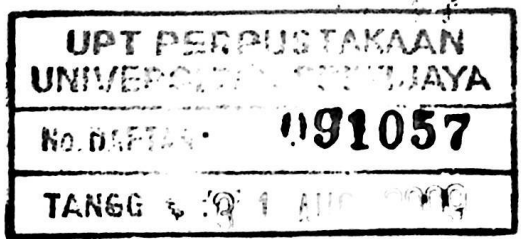
1. Bapak Ir.H.Imron Fikri Astira , MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya Palembang yang telah memberikan bimbingannya dan kemudahan bagi kami sebagai seorang mahasiswa di bawah kepemimpinannya.
2. Bapak Taufik Ari Gunawan, ST , MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya Palembang yang telah melayani kami dengan sabar dan bijaksana.
3. Bapak Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.eng , selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan dan arahannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Rozirwan, selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan dan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Ibu Ir. HJ. Marlisnar, selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukannya pada penulisan skripsi ini sehingga menjadi lebih baik.
6. Seluruh dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama masa studi.

7. PT. WIKA Beton khususnya kepada Bapak Agus Purwanto, ST, atas data serta bimbingannya kepada penulis selama ini.
8. PT.Kereta Api Indonesia atas data Bantalan Beton Kereta Api.
9. Papa, Mama, Dedek, Vita , dan Wawan.Untuk cinta, perhatian dan nasehat – nasehat yang menguatkan di saat yang melelahkan.Tidak ada yang lebih berarti selain doa dan kasih sayang yang kalian berikan.
10. Kak haris, atas waktu dan ilmu yang telah diberikan sehingga penulisan skripsi ini dapat lebih baik.
11. Untuk Noprizal Perianto yang aku sayangi , atas perhatian dan dukungannya selama ini.
12. Sahabat – sahabatku , Nanang, Rina , Dina, Ira, Yuyu, Dian, Desti, Ocha, Rico, Gusti, Eriga, Telly dan seluruh angkatan 2001.Untuk berbagi di saat – saat suka maupun duka.
13. Seluruh keluarga yang telah memberikan dukungannya.

Terakhir, atas segala bimbingan, nasehat dan bantuan penulis mengucapkan terima kasih semoga segala amal baik diterima ALLAH SWT. Amin.

Palembang , Maret 2005

Penulis



## DAFTAR ISI

		Halaman
Halaman Judul	.....	i
Halaman pengesahan	.....	ii
Abstraksi	.....	iii
Kata pengantar	.....	iv
Daftar isi	.....	vi
Daftar tabel	.....	viii
Daftar gambar	.....	ix
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
	1.1. Latar belakang .....	1
	1.2. Rumusan masalah .....	1
	1.3. Tujuan penulisan .....	2
	1.4. Ruang lingkup pembahasan .....	2
	1.5. Metodologi penelitian .....	2
	1.6. Sistematika penulisan .....	2
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
	2.1. Bantalan kereta api .....	4
	2.1.1. Fungsi bantalan .....	4
	2.1.2. Jenis bantalan .....	4
	2.1.3. Posisi bantalan pada balas .....	10
	2.1.4. Jarak bantalan .....	10
	2.2. Pengertian beton prategang .....	11
	2.2.1. Konsep – konsep dasar beton prategang .....	11
	2.2.2. Klasifikasi dan jenis beton prategang .....	12
	2.2.3. Material untuk beton pratekan .....	14
	2.2.4. Analisa tegangan pratekan dan tegangan lentur .....	15
	2.2.5. Kehilangan gaya prategang .....	16
	2.3. Pertimbangan-pertimbangan pada desain rel .....	20

2.4.	Pengertian program SAP2000 .....	21
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	23
	3.1. Diagram alir penelitian .....	23
	3.2. Prosedur perhitungan .....	24
	3.3. Data-data struktur .....	25
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	26
	4.1. Perhitungan analisa bantalan beton .....	26
	4.1.1. Analisa penampang bantalan beton...	26
	4.1.2. Perhitungan kehilangan sebagian .....	31
	4.1.3. Analisa tegangan .....	38
	4.1.4. Daya dukung tanah dasar .....	41
	4.2. Desain penampang .....	42
	4.2.1. Desain penampang beton .....	42
	4.2.2. Desain baja .....	47
	4.2.3. Perhitungan kehilangan tegangan .....	48
	4.2.4. Analisa tegangan .....	55
	4.3. Pembahasan .....	59
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
	5.1. Kesimpulan .....	61
	5.2. Saran .....	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Standar jalan rel Indonesia .....	5
2.2. Bagian bantalan beton blok tunggal pretension dan momen yang ditahan .....	9
2.3. Nilai Kre dan J .....	19
2.4. Nilai konstanta C .....	20
4.1. Rangkuman kehilangan tegangan .....	37
4.2. Rangkuman kehilangan tegangan .....	55
4.3. Perbandingan hasil desain bantalan beton .....	59

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Penampang bantalan baja .....	6
2.2. Bantalan beton blok ganda .....	7
2.3. Penulangan pada bantalan beton blok ganda tipe R.S .....	7
2.4. Bantalan beton blok tunggal .....	8
2.5. Posisi bantalan pada balas .....	10
2.6. Tendon parabola .....	13
3.1. Diagram alir penelitian .....	23
3.2. Diagram alir perhitungan .....	24
4.1. Penampang bantalan .....	26
4.2. Garis netral pada penampang bantalan .....	27
4.3. Letak tendon .....	29
4.4. Tegangan pratekan awal pada railset .....	38
4.5. Tegangan pratekan awal pada center .....	39
4.6. Tegangan pratekan efektif pada railset .....	40
4.7. Tegangan pratekan efektif pada center .....	41
4.8. Penampang bantalan beton kereta api .....	42
4.9. Letak garis netral .....	43
4.10. Tegangan pratekan awal pada railset .....	56
4.11. Tegangan pratekan awal pada center .....	57
4.12. Tegangan pratekan efektif pada railset .....	57
4.13. Tegangan pratekan efektif pada center .....	58

# ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR PADA BANTALAN BETON KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM SAP 2000



## ABSTRAKSI

Bantalan kereta api merupakan salah satu elemen penting pada jalan kereta api karena bantalan kereta api memiliki fungsi sebagai pendukung rel dan meneruskan beban dari rel ke balas dengan bidang sebaran beban lebih luas sehingga memperkecil tekanan yang dipikul balas. Dengan kata lain bantalan kereta api berguna untuk menjaga kestabilan sepur.

Dalam menganalisa dan mendesain bantalan beton kereta api diperlukan ketelitian yang baik dan perhitungan yang akurat. Seiring kemajuan dan perkembangan teknologi komputer, telah banyak dibuat software analisis di bidang teknik sipil khususnya keahlian dibidang struktur, seperti program SAP 2000. Dalam hal ini analisa dan desain dilakukan dengan bantuan program SAP 2000 versi 9. Karena terdapatnya keterbatasan pada program tersebut, maka dilakukan perhitungan secara manual untuk beberapa parameter desain yang belum diperhitungkan oleh program tersebut.

Dari hasil analisa dan desain yang dilakukan , diperoleh suatu bantalan yang memiliki spesifikasi penampang lebih kecil dibanding bantalan beton produksi Wika Beton, yaitu  $419 \text{ cm}^2$  untuk bagian railset dan  $324 \text{ cm}^2$  untuk bagian center. Bantalan beton kereta api hasil desain penulis juga memiliki persentase total kehilangan tegangan lebih kecil yaitu 19,67 % untuk bagian railset dan 24,34 % untuk bagian center. Dan berdasarkan output program SAP2000 diketahui bahwa untuk bagian railset momen yang mampu ditahan adalah sebesar 1750 kg-m dan 867 kg-m untuk bagian center. Hal ini telah memenuhi ketentuan Peraturan Dinas NO.10 PERUMKA , dengan kata lain desain bantalan beton hasil desain penulis aman untuk digunakan.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Sejarah perkereta-apian di Indonesia dimulai sejak pertengahan tahun 1867. Perkembangan dalam dunia perkereta-apian di Indonesia terus berlangsung, terutama dalam prasarana jalan rel. Salah satu komponen penting jalan rel adalah bantalan kereta api. Ada beberapa jenis bantalan salah satunya adalah bantalan yang terbuat dari beton prestress. Mengingat fungsi bantalan sebagai perantara gaya vertikal dari rel ke balas maka bantalan beton prestress yang memiliki berat sendiri yang cukup besar dengan daya dukung yang tinggi akan memberikan tingkat kestabilan sepur yang tinggi terhadap gaya – gaya yang bekerja. Selain itu, bantalan beton juga memiliki kelebihan lainnya antara lain memiliki umur konstruksi yang panjang, mudah dalam pengendalian mutu serta bukan konduktor listrik yang baik.

Analisa struktur yang baik sangat diperlukan sehingga nantinya diperoleh desain bantalan beton prestress yang cukup kuat dan stabil untuk menahan gaya – gaya vertical yang bekerja pada bantalan kereta api. Salah satu program yang mampu menjawab tantangan tersebut adalah program SAP2000. Program SAP2000 ini dirancang khusus sebagai program konstruksi yang mampu menganalisa suatu struktur dengan cepat dan akurat sehingga diperoleh desain yang tepat.

### 1.2. Rumusan masalah

Adapun perumusan masalah dari tugas akhir ini adalah perubahan komponen struktur yang terjadi pada bantalan beton kereta api setelah dikenai beban statis dan beban dinamis dengan menggunakan program SAP2000.



### **1.3. Tujuan penulisan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Memperoleh suatu desain bantalan beton blok tunggal kereta api yang lebih ekonomis ditinjau segi dimensi penampang bila dibandingkan dengan desain bantalan beton blok tunggal kereta api yang telah ada sebelumnya.
2. Mengaplikasikan program software SAP 2000 pada analisa desain bantalan beton kereta api.

### **1.4. Ruang lingkup pembahasan**

Mengingat banyaknya jenis bantalan yang digunakan untuk bantalan kereta api maka pada penulisan tugas akhir ini penulis hanya akan membahas mengenai bantalan beton prestress blok tunggal sistem pretension. Hal ini didasari karena jenis bantalan beton blok tunggal sistem pretension paling banyak digunakan pada jalan rel kereta api di Indonesia.

### **1.5. Metodologi penelitian**

Adapun metodologi penelitian yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mempelajari literatur yang berhubungan dengan jalan perkereta apian di Indonesia.
2. Mempelajari literatur yang berhubungan dengan beton prategang.
3. Mempelajari literatur mengenai system operasional program SAP2000.
4. Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing tugas akhir dan berbagai pihak yang terkait.

### **1.5. Sistematika penulisan**

Penulisan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab dengan uraian sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan uraian tentang latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup pembahasan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori – teori yang berhubungan dengan prinsip – prinsip beton prategang, bantalan kereta api serta pengenalan program SAP2000 secara umum.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metode – metode mengenai beton prestress pada bantalan kereta api dengan system pretension sekaligus pengaplikasiannya pada program SAP2000.

#### **BAB IV PEMBAHASAN DAN APLIKASI PROGRAM**

Pada bab ini dibahas mengenai perhitungan data pembebanan , analisa penampang secara serta analisis dan desain dari bantalan beton kereta api dengan menggunakan program SAP2000.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran serta hasil bahasan dari bab – bab sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Krishna Raju, N., **Beton Pratekan** ,Penerbit Erlangga, Jakarata 1986.

Komputer, Wahana., **Analisis dan Perhitungan Struktur dengan Menggunakan Program SAP2000**, Penerbit Salemba Infotek, Edisi Pertama, Jakarta, 2003.

Lin, T.Y., and N.H. Burns, **Desain Struktur Beton Prategang**, Edisi Ketiga, Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta ,2000.

Pramono, Handi., **Struktur 2D dan 3D dengan SAP2000**, Penerbit Maxikom, Solo, 2004.

Sunggono kh, Ir., **Buku Teknik Sipil**, Penerbit Nova , Bandung , 1995.