

**PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN GELAGAR BETON  
BERTULANG DENGAN GELAGAR BETON FRATEGANG  
(STUDI KASUS PANJANG BENTANG 20, 25, dan 30 METER)**



**DIYUSUN OLEH**

**DINDA ZIADATUL KHAIR**  
Dinda Ziadatul Khaier merupakan seorang mahasiswa kelas  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Oleh:**

**DINDA ZIADATUL KHAIR**  
03061031029

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2011**

S  
691-307  
Dip  
P  
2011

R: 2749/2720

**PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN GELAGAR BETON  
BERTULANG DENGAN GELAGAR BETON PRATEGANG  
(STUDI KASUS PANJANG BENTANG 20, 25, dan 30 METER)**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

Oleh:

**DINDA ZIADATUL KHAIR**  
03061001039

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2011**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**N A M A** : DINDA ZIADATUL KHAIR  
**N I M** : 03061001039  
**JURUSAN** : TEKNIK SIPIL  
**JUDUL** : PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
GELAGAR BETON BERTULANG DENGAN GELAGAR  
BETON PRATEGANG (STUDI KASUS PANJANG  
BENTANG 22, 25, DAN 30 METER)

Inderalaya, Februari 2011

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE**  
NIP. 19581211 198703 1 002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

N A M A : DINDA ZIADATUL KHAIR  
N I M : 03061001039  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
GELAGAR BETON BERTULANG DENGAN GELAGAR  
BETON PRATEGANG (STUDI KASUS PANJANG  
BENTANG 22, 25, 30 METER)

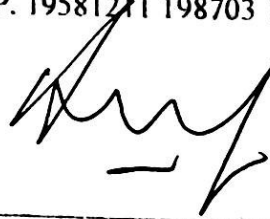
**PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

Tanggal Pembimbing Pembantu



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE  
NIP. 19581211 198703 1 002

Tanggal Pembimbing Utama



Dr. Ir. Hanafiah, MS  
NIP. 19560314 198503 1 020

Tanggal Ketua Jurusan,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE  
NIP. 19581211 198703 1 002

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : DINDA ZIADATUL KHAIR  
Tempat dan Tanggal Lahir : PALEMBANG, 01 DESEMBER 1988  
Jurusan / Fakultas : TEKNIK SIPIL / TEKNIK  
N I M : 03061001039

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Seluruh data, informasi, interpretasi, serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan hasil pengamatan, penelitian, pengelolaan, serta pemikiran saya dengan pengarahan dari pembimbing yang telah ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lainnya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Inderalaya,.....  
Yang Membuat Pernyataan,

Dinda Ziadatul Khair  
NIM. 03061001039

**PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN GELAGAR BETON  
BERTULANG DENGAN GELAGAR BETON PRATEGANG  
(STUDI KASUS PANJANG BENTANG 20, 25, dan 30 METER)**

**ABSTRAK**

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur yang sangat diperlukan dalam sistem jaringan transportasi darat, sebagai penghubung antar daerah, dan juga sebagai penunjang pembangunan nasional di masa yang akan datang. Oleh sebab itu, perencanaan, pembangunan dan rehabilitasi serta fabrikasi perlu diperhatikan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga pembangunan jembatan dapat mencapai sasaran umur jembatan yang direncanakan dengan biaya yang dapat diminimalisir tetapi menghasilkan jembatan yang berkualitas.

Variasi bentang jembatan gelagar beton bertulang adalah 6-25m dan untuk bentang jembatan gelagar beton prategang adalah 18-35m (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2006). Bentang yang dihitung pada penelitian ini adalah 20, 25, dan 30 m, kemudian akan dilihat pada bentang berapa kedua tipe gelagar tersebut lebih efektif untuk digunakan.

Setelah dilakukan perhitungan struktur atas kedua jembatan, dihitung nilai regresi linier dan polynominalnya. Dari kedua regresi didapatkan hasil bahwa balok beton bertulang lebih murah pada bentang dibawah 25 m sedangkan balok beton prategang lebih murah pada bentang di atas 25 m. Jadi, titik efisiensi kedua balok terdapat pada bentang 25 m.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah yang telah memberi rahmat, hidayah, dan berkah sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini berjudul PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN GELAGAR BETON BERTULANG DENGAN GELAGAR BETON PRATEGANG (STUDI KASUS PANJANG BENTANG 20, 25, dan 30 METER) dan dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Adapun inti dari laporan ini adalah untuk mengetahui perhitungan balok beton bertulang dan prategang serta menemukan titik efisiensi kedua balok pada variasi bentang 20, 25, dan 30 m.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dra. Hj. Badia Perizade, MBA, selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Prof. DR. Ir. H. Taufik M. Toha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya dan pembimbing kedua dalam tugas akhir.
4. Bapak Budhi Setiawan, ST., MT., PhD, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, MS., sebagai pembimbing pertama dalam tugas akhir.
6. Ibu Mona Foralisa T., ST., MT., selaku Pembimbing Akademik.
7. Seluruh staf dosen teknik sipil yang telah membagikan ilmu-ilmunya.
8. Mami dan ayah yang selalu memberi dukungan moril dan berdoa untuk saya.
9. Yuk Tini dan mbak Dian terima kasih banyak atas semua bantuannya.
10. Teman-teman angkatan 2006 Sipil terima kasih atas ide-ide dan informasinya.

Akhirnya, semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua, semoga dapat dipergunakan sebaik-baiknya. *Wassalam.*

Inderalaya, Februari 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAKSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Tujuan Penelitian .....	2
1.3.Perumusan Masalah .....	2
1.4.Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5.Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Definisi Jembatan .....	4
2.2. Jembatan Gelagar Beton Bertulang .....	6
2.3.Jembatan Gelagar Beton Prategang.....	8
2.4.Persyaratan Teknis Dari Material.....	11
2.5.Pembebanan.....	12
2.5.1. Kondisi Servis .....	17
2.6. Perhitungan Gaya Prategang, Eksentrisitas, dan Jumlah Tendon.....	17
2.6.1. Kondisi Saat Transfer .....	17
2.6.2. Kondisi Akhir .....	18
2.7. Kehilangan Tegangan .....	18
2.8. Kehilangan Seketika .....	19
2.8.1. Perpendekan Elastis .....	19
2.8.2. Gesekan Pada Tendon .....	19



### BAB III. METODOLOGI

3.1.Umum.....	21
3.2.Tahap Penelitian .....	21
3.2.1. Pengumpulan Data dan Tinjauan Pustaka .....	21
3.2.2. Penentuan Desain Jembatan.....	21
3.2.3. Perhitungan Struktur Atas Jembatan dan Perhitungan Biaya..	22
3.2.4. Grafik Perbandingan. ....	22
3.2.5. Kesimpulan dan Saran.....	22
3.3.Diagram Alur Data .....	23

### BAB IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Perhitungan.....	26
4.2.Perhitungan Balok Beton Bertulang dan Balok Beton Prategang .....	28
4.3.Perhitungan Volume.....	78
4.4. Hasil Perhitungan .....	78

### BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan .....	81
5.2. Saran .....	81

DAFTAR PUSTAKA .....	82
----------------------	----

### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Jenis struktur atas jembatan gelagar beton bertulang balok T .....	5
2.2. Jenis struktur atas jembatan gelagar beton prategang balok I.....	5
2.3. VSL ankur hidup tipe Sc.....	10
2.4. VSL ankur mai tipe P.....	11
2.5. Koefisien serat $C_w$ .....	15
2.6. Kecepatan angin rencana.....	15
4.1. Dimensi balok beton prategang bentang 20m.....	26
4.2. Dimensi balok beton prategang bentang 25m .....	27
4.3. Dimensi balok beton prategang bentang 30m.....	28
4.4. Beban berat sendiri pada balok.....	30
4.5. Beban mati tambahan .....	30
4.6. Perhitungan letak titik berat pada balok .....	32
4.7. Kombinasi beban ultimit .....	34
4.8. Penerapan kombinasi beban ultimit .....	34
4.9. Penerapan kombinasi gaya geser ultimit .....	35
4.10. Momen akibat beban mati dan beban hidup .....	38
4.11. Kontrol lendutan balok .....	39
4.12. Section properties balok prategang .....	42
4.13. Section properties balok prategang + plat .....	42
4.14. Perhitungan beban, gaya geser, dan momen akibat berat sendiri.....	44
4.15. Perhitungan beban, gaya geser, dan momen akibat berat lapisan aspal dan air hujan .....	44
4.16. Resume beban, gaya geser, dan momen pada balok.....	47
4.17. Rumus-rumus yang diperlukan dalam menghitung momen dan gaya geser pada balok prategang .....	47
4.18. Kombinasi momen pada balok prategang .....	48
4.19. Kombinasi gaya geser pada balok prategang .....	48
4.20. Posisi tendon di dalam bentang .....	52
4.21. Lintasan tendon di setiap balok dalam bentang jembatan dengan jarak 100 cm .....	53

4.22.	Sudut angkur pada jembatan prategang .....	53
4.23.	Posisi masing-masing kabel .....	54
4.24.	Tegangan beton di serat atas plat, serta atas dan bawah balok .....	62
4.25.	Susut dan rangkak pada beton .....	62
4.26.	Momen statis luasan bagian atas ( $S_{xa}$ ).....	67
4.27.	Momen statis bagian bawah ( $S_{xb}$ ) .....	67
4.28.	Perbandingan balok beton bertulang dan balok beton prategang .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Komponen prinsip struktur atas.....	4
2.2	Sistem Post-tensioning .....	9
2.3	Beban lajur "D" .....	13
2.4	Intensitas Uniformly Distributed Load (UDL).....	13
2.5	Faktor beban dinamis (DLA)... ..	14
2.6	Grafik koefisien dasar plastis (C) plastis untuk analisis statis (wilayah gempa 3).....	16
2.7	Ilustrasi kehilangan tegangan pada struktur beton prategang.....	18
3.1	Diagram alir metodologi penelitian.....	23
3.2	Diagram alir metodologi perhitungan balok beton bertulang.....	24
3.3	Diagram alir metodologi perhitungan balok beton prategang.....	25
4.1	Balok beton prategang.....	40
4.2	Lebar plat lantai .....	41
4.3	Beban merata akibat berat sendiri .....	43
4.4	Beban merata dan beban terpusat akibat beban lajur .....	45
4.5	Beban merata yang diakibatkan oleh gaya angin .....	46
4.6	Beban merata akibat gaya gempa vertikal .....	47
4.7	Lintasan inti tendon .....	52
4.8	Gambar angkur hidup tipe VSL 19Sc .....	54
4.9	Gambar angkur mati tipe VSL 19P .....	55
4.10	Sambungan tekan pada segmental . .....	66
4.11	Plat angkur dan sengkang untuk bursting.....	55
4.12	Grafik perbandingan dengan regresi linier antara biaya untuk balok beton bertulang dengan balok beton prategang.....	79
4.13	Grafik perbandingan dengan regresi polynominal antara biaya untuk balok beton bertulang dengan balok beton prategang.....	80

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

- 1 : Perhitungan Perencanaan Balok Beton Bertulang (bentang 25 dan 30m)
- 2 : Perhitungan Perencanaan Balok Beton Prategang (bentang 25 dan 30m)
- 3 : Perhitungan Perencanaan Tulangan dan Gambar untuk Balok Beton Bertulang (bentang 20, 25, dan 30m)
- 4 : Perhitungan Perencanaan Tulangan dan Gambar untuk Balok Beton Prategang (bentang 20, 25, dan 30m)
- 5 : Daftar Harga Dasar Satuan
- 6 : Uraian dan Analisa Teknis Harga Satuan Pekerjaan

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur yang sangat diperlukan dalam sistem jaringan transportasi darat, sebagai penghubung antar daerah, dan juga sebagai penunjang pembangunan nasional di masa yang akan datang. Oleh sebab itu, perencanaan, pembangunan dan rehabilitasi serta fabrikasi perlu diperhatikan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga pembangunan jembatan dapat mencapai sasaran umur jembatan yang direncanakan dengan biaya yang dapat diminimalisir tetapi menghasilkan jembatan yang berkualitas.

Ada beberapa macam tipe struktur pada jembatan, di antaranya adalah jembatan tipe gelagar beton bertulang, prategang, jembatan gantung, dan jembatan *cable-stayed*. Dan yang akan diteliti di sini adalah perbandingan antara tipe jembatan gelagar beton bertulang dan jembatan gelagar beton prategang. Pada gelagar beton bertulang, beton tidak selamanya bekerja secara efektif di dalam penampang-penampang strukturnya, hanya bagian tertekan saja yang bekerja efektif, sedangkan bagian beton yang retak, di bagian yang tertarik tidak bekerja efektif dan hanya merupakan beban mati yang tidak bermanfaat. Hal inilah yang menyebabkan tidak dapatnya diciptakan struktur-struktur beton bertulang dengan bentang yang panjang secara ekonomis, karena terlalu banyak beban mati yang tidak efektif.

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan struktur atas jembatan tipe gelagar beton bertulang dan gelagar beton prategang pada bentang 20m, 25m, dan 30m. Kemudian setelah perhitungan selesai, akan dihitung nilai regresinya sehingga akan terlihat titik efisiensi bentang. Titik itulah yang merupakan bentang maksimum efektif untuk gelagar beton bertulang, dan bentang minimum untuk gelagar beton prategang.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

1. Menghitung biaya yang diperlukan pada balok jembatan gelagar beton bertulang dan gelagar beton prategang dan membandingkan hasil keduanya.
2. Menentukan titik efisiensi antara penggunaan jembatan gelagar beton bertulang dan prategang pada suatu bentang jembatan.

## **1.3 Perumusan Masalah**

Jembatan mempunyai bentang yang beragam, dari 1m hingga ribuan meter. Pada penelitian ini akan dilihat bentang maksimum jembatan yang dapat dibangun dengan gelagar beton bertulang secara efisien dan panjang bentang minimum yang dapat digunakan untuk gelagar beton prategang dengan lebih efisien. Panjang bentang yang akan dihitung adalah 20m, 25m, dan 30m.

Perhitungan hanya dibatasi pada struktur atas jembatan dan pada bagian baloknya saja.

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

1. Jembatan dengan tipe gelagar beton bertulang balok T komposit dan beton prategang dengan balok I dengan lebar 9m.
2. Perhitungan hanya dilakukan pada struktur bagian atas jembatan, yaitu pada balok, sehingga perhitungan pada struktur bagian bawah, dan yang lain diabaikan.
3. Bentang jembatan yang akan dihitung adalah 20m, 25m, dan 30m.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab 1. Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2. Tinjauan Pustaka

Membahas tentang pengertian jembatan secara umum, standar pembebanan, dan nilai kondisi jembatan.

3. *Bab 3. Metodologi*

Membahas tentang metodologi perhitungan, tahapan penelitian yang berisikan studi pustaka, pengumpulan data, dan analisis data.

4. *Bab 4. Hasil Analisis dan Pembahasan*

Membahas tentang hasil perhitungan jembatan beton bertulang dengan prategang, dan menghitung biaya kedua jembatan, serta grafik dari hasil perbandingan antar kedua gelagar jembatan.

5. *Bab 5. Kesimpulan dan Saran*

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang bermanfaat untuk penelitian lebih lanjut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Budiadi, Andri, *Desain Praktis Beton Prategang*. Andi, Yogyakarta, 2008.
- Chompreda, Praveen, *Prestressed Concrete Bridge Design Basic Principles*. EGCE 406 Bridge Design, Mahidol University, 2010.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan*. 2006.
- Departemen Pekerjaan Umum, *Perencanaan Struktur Beton Prategang Untuk Jembatan*. Manual Konstruksi dan Bangunan. 2008.
- Direktorat Bina Program Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga, *Standar Bangunan Atas Jembatan Gelagar Beton Pratekan*. Departemen Pekerjaan Umum, 2004.
- Direktorat Bina Program Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga, *Standar Jembatan Gelagar Beton Bertulang Balok "I"*. Departemen Pekerjaan Umum, 2006.
- Hardjasaputra, Harianto, *Struktur Kabel: Teknologi dan Desain*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 3, No.1, Januari 2006.
- Ilham, M Noer, *Perhitungan Balok Prategang (PCI-Girder), Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta*. MNI-EC, 2008.
- Ilham, M Noer, *Perhitungan T-Girder Beton Bertulang Jembatan Brantan, Wates, Kulon Progo, D.I. Yogyakarta*. MNI-EC, 2008.
- Indriyati, Citra, *Evaluasi Jembatan Beton Bertulang Terhadap Muatan Berlebih*. Tesis, ITB, 2007.
- Standar Pembebanan untuk Jembatan, RSNI T-02-2005.
- Tristanto, Lanneke, *Gelagar Jembatan Beton Mutu Tinggi Dengan Sistem Pracetak Segmental*. Kolokium Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2008.
- <http://www.vslin.com/>