

**ANALISIS PERBANDINGAN KEHILANGAN
PRATEGANG METODE *STRESSING* SATU ARAH
DAN DUA ARAH JEMBATAN BETON
PRATEGANG PADA PROYEK JEMBATAN
BENOWO SURABAYA**



ARNOLDA DERU

NPM: 16110059

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

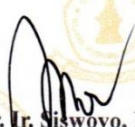
**Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang Metode *Stressing*
Satu Arah dan Dua Arah Jembatan Beton Prategang Pada
Proyek Jembatan Benowo Surabaya**

Oleh:

ARNOLDA DERU
NPM: 16.11.0059

Tanggal Ujian : 8 Agustus 2020

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Siswoyo, MT
NIP/NIK : 92177 - ET


a.n. Alm. Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM
NIP/NIK : 196012101991031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Johan Paing H.W., ST., MT
NIP/NIK : 196903102005011002


Dr. Ir. Soebagio, MT
NIP/NIK : 94249 - ET

Lembar Pengesahan Revisi

Judul: Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang Metode
Stressing Satu Arah dan Dua Arah Jembatan Beton
Prategang Pada Proyek Jembatan Benowo Surabaya

Nama : Arnolda Deru

NPM : 16110059

TELAH DIREVISI

Tanggal : 16 Agustus 2020

Dosen Penguji 1



Ir. Soerjandani PM, MT

NIP/NIK : 94245-ET

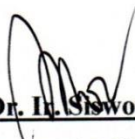
Dosen Penguji II



Andaryati, ST, MT

NIP/NIK : 197411032005012002

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Siswoyo, MT

a.n Alm. Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM

NIK : 92177-ET

“Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang Metode *Stressing* Satu Arah dan Dua Arah Jembatan Beton Prategang Pada Proyek Jembatan Benowo Surabaya”

Nama Mahasiswa : **Arnolda Deru**
NPM : **16110059**
Jurusan : **Teknik Sipil FT-UW KS**
Dosen Pembimbing : **Dr. Ir. Siswoyo, MT a.n**
Alm. Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM

ABSTRAKSI

Beton prategang merupakan beton yang menerima tegangan internal berupa tegangan tekan awal yang diakibatkan oleh gabungan tendon yang ditarik dahulu sebelum menerima beban untuk mengimbangi tegangan yang terjadi akibat beban eksternal, dimana proses pemberian tegangan dilakukan sebelum beton dicetak (pratarik) atau setelah beton dicetak (pascatarik). Tegangan yang diberikan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *stressing* satu arah dan *stressing* dua arah. Pemberian tegangan dengan kedua metode *stressing* mengakibatkan kehilangan gaya prategang.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui besar kehilangan prategang agar dapat memprediksi kehilangan prategang jangka panjang guna mengestimasi besarnya lawan lendut. Analisis yang dilakukan yaitu dengan menghitung gaya prategang, menentukan jumlah dan lintasan tendon, menghitung kehilangan prategang metode *stressing* satu arah dan dua arah, menghitung kontrol tegangan dan lendutan pada *girder*. Jenis *girder* yang digunakan pada perhitungan ini adalah PC I *Girder*.

Dari hasil analisis didapatkan hasil kehilangan prategang metode *stressing* satu arah pada PC I *girder* sebesar 24,40 %, dan kehilangan prategang metode *stressing* dua arah (ditarik bergantian) sebesar 24,12% dan metode *stressing* dua arah (ditarik bersamaan) sebesar 20,76%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kehilangan prategang dengan menggunakan metode *stressing* dua arah khususnya yang ditarik bersamaan lebih kecil dibandingkan dengan metode *stressing* satu arah.

Kata kunci :beton prategang, metode *stressing*, satu arah, dua arah.

ABSTRACT

Prestressed concrete is concrete that receives internal stress in the form of initial compressive stress caused by the joint of the tendons that are pulled before receiving the load to compensate for the stress that occurs due to external loads, where the stress application process is carried out before the concrete is cast (pre-tensioning) or after the concrete is molded (post-tensioning) . The applied stress can be done by two methods, namely the one-way stressing method and the two-way stressing method. Applying stress with both stressing methods results in a loss of prestress force.

The purpose of this study was to determine the magnitude of the loss of pre-stress in order to predict the long-term loss of pre-stress in order to estimate the size of the counter-stress. The analysis was carried out by calculating the prestressing force, determining the number and trajectory of the tendons, calculating the stress loss in one-way and two-way stressing methods, calculating the stress control and deflection of the girders. The type of girder used in this calculation is the PC I Girder.

From the analysis, it was found that the stress loss of the one-way stressing method on PC I girder was 24.40%, and the stress loss of the two-way stressing method (alternately drawn) was 24.12% and the two-way stressing method (pulled together) was 20.76. %. From these results, it can be concluded that the loss of pre-stress using the two-way stressing method, especially those pulled together is smaller than the one-way stressing method.

Keywords: prestressed concrete, stressing method, one-way, two-ways.

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang Akibat Metode *Stressing* Satu Arah dan Dua Arah Beton Prategang Pada Jembatan Layang Benowo Surabaya”.

Tugas akhir ini diselesaikan untuk memenuhi kewajiban penulis dalam rangka memenuhi syarat-syarat kurikulum yang telah ditetapkan oleh pihak program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Selain itu, penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui kehilangan prategang pada beton prategang dengan metode *stressing*.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang amat dalam kepada seluruh pihak yang sudah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini diantaranya adalah :

1. Bapak Johan Paing, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

3. Alm. Bapak Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM selaku dosen pembimbing dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Siswoyo, MT selaku dosen pembimbing pengganti dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Ibu Andaryati, ST. MT selaku dosen wali.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang dalam hal ini tidak bisa disebutkan satu persatu.
7. Semua pihak dari PT Bhakti Persada (khususnya Pak Edo dan pak Arya) yang senantiasa membantu dalam penulisan tugas akhir ini.
8. Bapak Ambrosius Molo, Mama Mariela Roka, Kakak Farno, kakak Yoan, kakak Vhy, ade Roy, ade Asny, kakak Ina, Kakak Ecant, kakak Arfin, Paman bungsu, Bibi Ronny, Sr, Marselina Lidi, sSps, om Pater Yosef, kakak hery serta saudara-saudara saya yang telah mendoakan saya dan memberikan perhatian serta dukungan moral, spiritual dan financial selama ini.
9. Seluruh Teman-teman mahasiwa Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya angkatan 2016.
10. *Support System* yang selalu ada, ade Tika, ade Ecy, kakak Ida, kakak Ima, kakak Melki, ade Dinda, kakak Mays, kakak Byand, kakak Alvy, kakak Ansel, Ratno,

Sandy, Icko Ria, Ward, Milan, kakak Gius, kakak Rolan, kakak Mira, Ingky, kak Lita, Eneng, kakak Any, Obby, Yane, Nando, Esar, Korry, Juan, Melly, Billy, Ricky, Ririn, Briyan dan semua orang yang telah mendukung saya dengan caranya masing-masing.

11. Keluarga Besar IPEMNAS Surabaya yang telah mendukung saya selama ini.

12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan ini.

Akhir kata banyak harap dari penulis agar penyusun tugas akhir ini dapat berguna dan menambah wawasan bagi penulis khususnya pembaca pada umumnya dikalangan mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Surabaya, Agustus 2020

ArnoldaDeru

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
ABSTRAKSI.....	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Perumusan Masalah.....	5
1.4 Maksud dan Tujuan	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Masalah.....	7
1.7 SistematikaPenulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Jembatan.....	9
2.1.1 PengertianJembatan	9
2.1.2 Jenis-jenisjembatan	9

2.2	Pembebanan Jembatan	10
2.3	Beton Prategang	13
2.3.1	Keuntungan beton prategang	14
2.3.2	Kerugian beton prategang	14
2.3.3	Material beton prategang	15
2.3.4	Metode prategang	17
2.4	Balok Gelagar atau <i>Girder</i>	20
2.4.1	Pengertian balok gelagar / <i>girder</i>	20
2.4.2	Bentuk <i>girder</i>	20
2.5	Perhitungan Struktur Beton Prategang	22
2.6	Peneliti Terdahulu	35
BAB 3 METODE PENELITIAN		38
3.1	Metode Penelitian	38
3.2	Konsep Penelitian	39
3.3	Alur Penelitian	39
3.4	Prosedur Penelitian	41
3.5	Tahap Tahap Pekerjaan <i>Stressing</i>	42
3.6	Data Struktur	43
BAB 4 PEMBAHASAN		44
4.1	Data Jembatan PC I <i>Girder</i>	44
4.1.1	Penentuan Lebar Efektif Plat Lantai	45

4.1.2 Perhitungan Balok Prategang	46
4.1.3 Perhitungan Balok Komposit.....	50
4.1.4 Mutu Balok Prategang.....	54
4.2 Pembebanan Jembatan Prategang.....	55
4.2.1 Berat Sendiri (MS	55
4.2.2 Berat Balok Prategang.....	56
4.2.3 Gaya Geser dan Momen Akibat MS	57
4.2.4 Gaya Geser dan Momen Akibat beban mati	58
4.2.5 Beban Lajur “D”	59
4.2.6 Gaya Rem (TB)	61
4.2.7 Beban Angin (EW)	64
4.2.8 Beban Gempa (EQ)	66
4.2.9 Perhitungan Momen PC I <i>Girder</i>	69
4.3 Eksentrisitas Tendon.....	71
4.4 Posisi Tendon	76
4.4.1 Posisi Tendon di Tengah bentang	76
4.4.2 Posisi Tendon di Tumpuan	77
4.5 Eksentrisitas masing-masing Tendon	79
4.6 Lintasan Inti Tendon.....	80
4.7 Sudut Angkur	81
4.8 Tata Letak dan <i>Trace</i> Tendon	82
4.9 Kehilangan Prategang	88
4.9.1 Perpendekan Elastis Beton	88

4.9.2 Kehilangan prategang akibat gesekan tendon	122
4.9.3 Kehilangan prategang akibat slip angkur	123
4.9.4 Kehilangan prategang akibat rangkai	123
4.9.5 Kehilangan prategang akibat susut	125
4.9.6 Kehilangan prategang akibat relaksasi baja	126
4.10 Gaya Prategang Efektif (P_e)	128
4.11 Kontrol <i>Chamber</i>	129
4.12 Kontrol Tegangan	130
4.13 Kontrol Lendutan	132
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	137
5.1 Kesimpulan	137
5.2 Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode pemberian prategang pratarik	17
Gambar 2.2 Metode pemberian prategang pascatarik	19
Gambar 2.3 Prategang dengan eksentrisitas	22
Gambar 2.4 Diagram tegangan pada beton prategang	22
Gambar 2.5 Ilustrasi kehilangan prategang	25
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	40
Gambar 4.1 Plat Lantai	45
Gambar 4.2 Dimensi Balok prategang	47
Gambar 4.3 Dimensi Balok Komposit	50
Gambar 4.4 Pembebanan pada balok prategang	57
Gambar 4.5 Pembebanan BTR dan BGT	60
Gambar 4.6 Pembebanan truk	62
Gambar 4.7 Peta Gempa Indonesia	67
Gambar 4.8 Posisi Tendon di Tengah bentang	76
Gambar 4.9 Posisi Tendon di Tumpuan	78
Gambar 4.10 Grafik Posisi Tendon P_c I Girder	85
Gambar 4.11 Lay Out Tendon	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah lajur lalu lintas rencana	11
Tabel 2.2 Spesifikasi strand 7 kawat.....	16
Tabel 2.3 Koefisien gesek kelengkungan dan <i>wobble</i>	28
Tabel 2.4 Koefisien gesek kelengkungan (lanjutan)	29
Tabel 2.5 Nilai K_{sh}	31
Tabel 2.6 Nilai K_{Re} dan J	33
Tabel 2.7 Nilai C (faktor relaksasi)	34
Tabel 2.8 Faktor relaksasi (lanjutan)	35
Tabel 4.1 Data jembatan	44
Tabel 4.2 <i>Specific Gravity</i> (PC I Girder)	44
Tabel 4.3 Dimensi Balok prategang	47
Tabel 4.4 <i>Section Properties</i> PC I Girder.....	48
Tabel 4.5 <i>Section Properties</i> Balok komposit	52
Tabel 4.6 Gaya Geser dan momen akibat berat sendiri	57
Tabel 4.7 Gaya Geser dan momen akibat beban mati.....	58
Tabel 4.8 Koefisien Seret (CW)	64
Tabel 4.9 Perhitungan momen	70
Tabel 4.10 Data Kabel	73
Tabel 4.11 Posisi Baris Tendon	75
Tabel 4.12 Jumlah Tendon tengah bentang	77
Tabel 4.13 Jumlah Tendon Tumpuan	78

Tabel 4.14 Eksentrisitas masing-masing tendon	79
Tabel 4.15 Lintasan inti tendon	80
Tabel 4.16 Lintasan inti tendon (lanjutan)	81
Tabel 4.17 Perhitungan Sudut Angkur	82
Tabel 4.18 Tata letak dan <i>Trace</i> Tendon	83
Tabel 4.19 Tata letak dan <i>Trace</i> Tendon (lanjutan)	84
Tabel 4.20 Kehilangan prategang akibat elastis beton	88
Tabel 4.21 Total kehilangan prategang satu arah.....	102
Tabel 4.22 Total kehilangan dua arah (ditarik bergantian)..	114
Tabel 4.23 Total kehilangan dua arah (ditarik bersamaan) .	122
Tabel 4.24 Perbandingan satu arah dan dua arah	128