

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI
BENOWO SURABAYA SECTION 0 - 152



DIMAS APRIYANTO

NPM: 16.11.0016

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
2021

LEMBAR PENGESAHAN

**Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.**

Oleh :

Dimas Apriyanto

NPM : 16.11.00 16

Tanggal Ujian : 18 Januari 2021

Disetujui oleh :
Pembimbing

Dr. Ir. Siswoyo, MT.

NIP/NIK : 92177-ET

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

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

Ketua Program Studi Teknik Sipil

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

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Girder Jembatan Beton Prategang JL. Raya Sememi
Benowo Surabaya Section 0-152.
Nama : Dimas Apriyanto
NPM : 16.11.0016
Prodi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

TELAH DIREVISI

Tanggal : 26 Januari 2021

Disetujui oleh :

Dosen Penguji 1



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

Dosen Penguji 2



Akhmad Maliki, S.T, MT.
NIP : 16762-ET

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

Dosen Pembimbing



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

ABSTRAK

Pada perencanaan jembatan beton prategang menggunakan I girder sebagai struktur utamanya. Bentang jembatan section 0-152 adalah 80 m terbagi dalam jarak masing-masing 40 m. Dasar perencanaan struktur PCI Girder dan pembebanan jembatan mengacu pada Bridge Management System (BMS, 1992), dengan tegangan ijin dari PCI girder mengacu pada SNI 03-2847-2002. Analisa pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin dan analisa pengaruh waktu seperti rangkai, susut dan kehilangan prategang. Dari analisa perhitungan balok induk berbentuk I diperoleh Lebar jembatan yang direncanakan 2 lajur 1 arah, lebar per arah 3,5 meter. Disisi kanan kiri jalan terdapat concrete barrier dengan lebar 0,6 meter. Perencanaan ini dimulai dengan pengumpulan data-data teknis yang diperlukan dalam perencanaan. dilanjutkan dengan penjelasan mengenai latar belakang, pembahasan, dan dasar-dasar perencanaan yang mengacu pada peraturan perencanaan jembatan RSNI T-02- 2005, SNI T-12-2004, dan ASTM A-416. setelah itu barulah dilakukan preliminary design dengan menentukan dimensi-dimensi utama jembatan. Pada tahap awal perencanaan dilakukan perhitungan terhadap struktur sekunder jembatan seperti : pagar pembatas dan lantai kendaraan yang nantinya akan digunakan untuk analisa beban yang terjadi. Analisa beban yang terjadi seperti : analisa berat sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas, dan analisa pengaruh waktu seperti creep dan kehilangan gaya prategang. Kemudian dari hasil analisa tersebut dilakukan kontrol tegangan yang terjadi pada struktur. Tahap yang terakhir dari perencanaan ini adalah perencanaan perletakan. Akhir dari perencanaan ini adalah didapat bentuk dan dimensi penampang I girder yang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada jembatan, sehingga didapat suatu struktur jembatan yang aman.

Kata Kunci : Jembatan, beton prategang, PCI girder.

ABSTRACT

In prestressed concrete bridge planning using I girder as the main structure. The span of the bridge section 0-152 is 80 m divided into 40 m each. The basis for planning the PCI girder structure and bridge loading refers to the Bridge Management System (BMS, 1992), with the voltage of the PCI girder referring to SNI 03-2847-2002. Load analysis, namely dead load, live load, wind load, and analysis of the effects of time such as crawling, shrinkage, and loss of prestress. From the analysis of the calculation of the main beam with I shape, it is obtained that the planned bridge width is 2 lanes in 1 direction, with a width per the direction of 3.5 meters. On the right and left side of the road, there is a concrete barrier with a width of 0.6 meters. This planning begins with the collection of technical data needed in planning. Then proceed with an explanation of the background for selecting the bridge, the formulation of planning objectives, discussion, and the basics of planning that refer to the RSNI T-02-2005 bridge planning rules, SNI T-12-2004, and ASTM A-416. After that, a preliminary design is carried out by determining the main dimensions of the bridge. In the early stages of planning, calculations are carried out on the secondary structure of the bridge such as guardrails and vehicle floors which will later be used for load analysis. Load analysis such as self-weight analysis, additional dead load, traffic load, and analysis of time effects such as creep and loss of prestressing force. Then from the results of the analysis, stress control that occurs in the structure is carried out. The last stage of this planning is placement planning. The end of this planning is to obtain the shape and dimensions of the I girder cross-section that can withstand the loads acting on the bridge so that a safe bridge structure is obtained.

Keywords: *Bridge, prestressed concrete, PCI girder.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya kepada kita semua sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI BENOVO SURABAYA”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan Tugas Akhir pada program Strata-1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Melalui Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah pengetahuan serta ilmu di bidang rekayasa Teknik Sipil.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Johan Paing H.W., ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Bapak Dr. Ir. Siswoyo, MT., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, Staff dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
5. Teman dan sahabat angkatan 2016 Fakultas Teknik, yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu. Semoga kita semua berhasil menggapai impian.
6. Ayah dan Ibu yang selalu mendoakan dan mendukung dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Akhir kata, Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi dengan sedikit harapan semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, 18 Januari 2021



Dimas Apriyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR DIAGRAM	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Batasan Permasalahan/ ruang lingkup	6
1.5 Tujuan	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Umum Jembatan dan Perencanaan Jembatan	9
2.2 Precast Concrete I Girder	10
2.3 Peraturan Jembatan	10
2.4 Material Beton Prategang	11
2.4.1 Beton	11
2.4.2 Baja Prategang	11
2.4.3 Grouting	14

2.4.4 Temporary Tendon	14
2.5 Struktur Komposit	14
2.5.1 Metode Perencanaan Komposit	14
2.5.2 Lebar Efektif	15
2.5.3 Kekuatan Batas Penampang Komposit	15
2.6 Beton Prategang	16
2.6.1 Penggunaan Tulangan Non Prategang	16
2.6.2 Metode Prategang	19
2.6.3 Gaya Prategang	22
2.6.4 Kehilangan Gaya Prategang	22
2.6.5 Keuntungan dan Kerugian menggunakan beton prategang	24
2.7 Desain Pendahuluan	24
2.7.1 Beban Rencana Pada Struktur Jembatan	26
2.8 Balok Komposit	31
2.9 Penentu Dimensi	33
2.9.1 Lengkung Tegangan-Regangan	34
2.9.2 Modulus Elastisitas	34
2.9.3 Angka Poisson	35
2.9.4 Koefisien Muai Panas	35
2.10 Kontrol Geser	35
2.11 Lendutan (<i>deflection</i>) dan lawan lendutan (<i>chamber</i>)	36
2.12 Penelitian Terdahulu	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Metode Yang Digunakan.....	41
3.2 Bahan Dan Peralatan Yang Digunakan.....	45
3.3 Urutan Pelaksanaan Percobaan.....	46
3.3.1 Tahap Persiapan.....	46
3.3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	47
3.3.3 Tahap Elevasi.....	48
3.3.4 Preliminary Design.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Pembahasan.....	52

4.1.1 Data Teknis Jembatan.....	52
4.2 Perencanaan Struktur Atas.....	52
4.2.1 Perencanaan Plat Jembatan.....	52
4.2.2 Perencanaan Sandaran.....	54
4.2.2.1 Pipa Sandaran.....	62
4.2.2.2 Pelt Sandaran.....	63
4.2.2.3 Dinding Sandaran.....	64
4.2.2.4 Pelat Landas.....	65
4.2.3 Perencanaan Diafragma.....	67
4.2.4 Struktur Skunder.....	69
4.2.4.1 Perencanaan Concrete Barrier.....	73
4.2.4.2 Kontrol Terhadap Geser Ponds.....	74
4.2.5 Perhitungan Momen Simple Beam.....	74
4.2.6 Perhitungan Momen Continous Beam.....	75
4.2.7 Analisa Penampang Balok.....	79
4.3 Menentukan Gaya Prategang Yang Terjadi.....	80
4.4 Menentukan F_o	81
4.5 Kontrol Tegangan Yng Terjadi.....	81
4.5.1 Digunakan F_o	81
4.6 Perencanaan Tendon.....	82
4.6.1 Perencanaan Banyaknya Tendon.....	82
4.7 Kehilangan Gaya Prategang.....	88
4.7.1 Kehilangan Pratekan Akibat Elastis.....	88
4.7.2 Kehilangan Pratekan Akibat Rangkak Beton.....	88
4.7.3 Kehilangan Pratekan Akibat Susut Beton.....	88
4.7.4 Kehilangan Pratekan Akibat Relaksasi.....	88
4.7.5 Gaya Prategang Efektif.....	89
4.7.6 Kontrol Tegangan.....	91
4.7.7 Perhitungan Lendutan.....	93
4.8 Perencanaan Penulangan.....	94
4.8.1 Penulangan Kaki Abutment.....	94
4.8.2 Penulangan Dindin Abutment.....	96

4.9 Perencanaan Pilar.....	97
4.9.1 Umum.....	97
4.9.2 Pembebana Pilar.....	98
4.9.3 Penulangan Pilar.....	99
4.9.3.1 Penulangan Kaki Pilar.....	99
4.9.3.2 Penulangan Dinding Pilar.....	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	105
DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Untaian kawat strand dan strand 7 kawat	12
Gambar 2.2 Penempatan tulangan non prategang	15
Gambar 2.3 Tulangan prategang untuk memperkuat balok pracetak Selama penanganan dan pengangkutan	16
Gambar 2.4 Tulangan non prategang untuk memperkuat balok akibat Beban kerja dan beban batas	16
Gambar 2.5 Metode pre-tension	19
Gambar 2.6 Metode post-tension	20
Gambar 2.7 Prinsip-prinsip pejangkaran	20
Gambar 2.8 Desain Pendahuluan penampang balok	24
Gambar 2.9 Beban Truk (T)	26
Gambar 2.10 Beban Lajur D	27
Gambar 2.11 Beban “D”: Beban Tersebar Merata dan Bentang	27
Gambar 2.12 Penyebaran pembebanan pada arah melintang	28
Gambar 2.13 Gaya rem	29
Gambar 2.14 Faktor beban dinamis	29
Gambar 2.15 Beban trotoar dan sandaran	30
Gambar 2.16 Penampang balok komposit	31
Gambar 2.17 PCI Girder	33
Gambar 2.18 Sengkang Vertikal	34
Gambar 2.19 Jarak tulangan badan	35
Gambar 4.1 Denah Jembatan	48
Gambar 4.2 Dimensi I Girder	49
Gambar 4.3 Potongan melintang jembatan	49
Gambar 4.4 Tata letak untuk balok menerus sebagian	50
Gambar 4.5 Potongan melintang jembatan	51
Gambar 4.6 Penyebaran lajur beban D pada arah melintang	52
Gambar 4.7 Pembebanan beban Truk “T”	52
Gambar 4.8 Rencana dimensi concrete barrier	54
Gambar 4.9 Dimensi I Girder (dalam m)	55
Gambar 4.10 Konstruksi sandaran	60

Gambar 4.11 Reaksi peletakan pipa	60
Gambar 4.12 Penulangan dinding sandaran	63
Gambar 4.13 Plat landas	65
Gambar 4.14 Letak dimensi balok diafragma	65
Gambar 4.15 Rencana dimensi balok diafragma	67
Gambar 4.16 Penulangan balok	68
Gambar 4.17 Rencana dimensi concrete barrie	69
Gambar 4.18 Asumsi beban P	69
Gambar 4.19 Tulangan barrie	70
Gambar 4.20 Gambar Penyebaran beban pada pelat lantai	71
Gambar 4.21 Gambar beban akibat berat sendiri balok	72
Gambar 4.22 Gambar beban akibat beban mati merata	72
Gambar 4.23 Gambar beban akibat beban hidup kombinasi I	73
Gambar 4.24 Gambar beban akibat beban hidup kombinasi 2	74
Gambar 4.25 Gambar beban akibat beban hidup kombinasi 3.....	75
Gambar 4.26 Desain balok memanjang sebelum komposit	76
Gambar 4.27 Desain balok memanjang sesudah komposit pada tengah bentang....	77
Gambar 4.28 Diagram tegangan saat beban minimum	79
Gambar 4.29 Diagram tegangan akibat berat sendiri gelagar + beban mati.....	79
Gambar 4.30 Diagram tegangan pada saat beban layan	80
Gambar 4.31 Jenis angker hidup (a) dan angker mati (b) yang digunakan.....	81
Gambar 4.32 Persamaan parabola untuk menentukan posisi tendon	84
Gambar 4.33 Posisi tendon di end blok	85
Gambar 4.34 Posisi Tendon pada tengah bentang	85
Gambar 4.35 Penulangan kaki	91
Gambar 4.36 Gambar Pelat Persegi yang menumpu pada ke empat tepinya	92
Gambar 4.37 Detail Tulangan Pelat arah x	93
Gambar 4.38 Detail Tulangan Pelat arah y.....	93
Gambar 4.39 Gambar Pelat Persegi yang menumpu pada Kempat tepinya.....	93
Gambar 4.40 Dimensi pilar jembatan	95
Gambar 4.41 Penulangan Kaki Pilar	96
Gambar 4.42 Gambar Pelat Persegi yang menumpu pada Kempat tepinya	97

Gambar 4.43 Gambar Pelat Persegi yang menumpu pada Kempat tepinya.....	98
Gambar 4.44 Detail tulangan pelat arah x	100
Gambar 4.45 Detail tulangan pelat arah y	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kawat-kawat untuk beton prategang	10
Tabel 2.2 Strand standar 7 kawat untuk beton prategang	11
Tabel 2.3 Spesifikasi Strand 7 kawat	12
Tabel 2.4 Beat beban nominal S.I.S dan U.L.S	25
Tabel 2.5 Jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana	27
Tabel 2.6 Beban hanya tegangan akibat beban	32
Tabel 2.7 Tebal minimum balok non prategang atau plat satu arah bila Lendutan tidak dihitung	37
Tabel 4.1 Koefisien C_w	53
Tabel 4.2 Kecepatan Angin Rencana V_w	53
Tabel 4.3 Perhitungan beban mati	56
Tabel 4.4 Perhitungan momen akhir akibat beban hidup kombinasi 1	73
Tabel 4.5 Perhitungan momen akhir akibat beban hidup kombinasi 2	74
Tabel 4.6 Perhitungan momen akhir akibat beban hidup kombinasi 3	75
Tabel 4.7 Profil kabel	81
Tabel 4.8 Perhitungan batas bawah tendon	83
Tabel 4.9 Perhitungan batas bawah tendon	84

DAFTAR DIAGRAM

Diagaram 3.1 Diagram Alir Proses Analisa Perencanaan	41
--	----

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Koefisien Pembebanan Dinamis Beban “D” (RSNI T-02-2005) Untuk pembebanan beban truk “T” : DLA diambil 40%	52
Grafik 4.2 Grafik gaya rem pada beban rem	53
Grafik 4.3 Momen envelope (a) kombinasi 1 (b) kombinasi 2 (c) kombinasi 3.....	76

DAFTAR NOTASI

a_2	: Jarak titik berat tendon dibawah batas bawah kern (kb)
b_w	: lebar badan (web)
C	: Koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat yang
d	: jarak dari serat ekstrim ke pusat berat penulangan non prategang
d_p	: jarak dari serat terluar ke titik berat tulangan prategang
E_c	: Modulus elastisitas beton (MPa)
f'_c	: kuat tekan beton
F_{pc}	: tegangan tekan rata – rata pada beton akibat gaya prategang efektif
f_y	: kuat leleh baja
h	: tinggi balok (cm)
I	: Momen inersia penampang girder (mm ⁴)
k	: koefisien yang bervariasi antara 10-14
K_h	: Koefisien beban gempa horizontal
L	: Panjang balok girder (m m)
M_{cr}	:momen akibat beban luar yang menyebabkan retak lentur
M_{maks}	: momen maksimum terfaktor pada penampang yang ditinjau
M_G	: Momen akibat berat sendiri girder
M_T	: Momen Total
s	: jarak antar sengkang
T_{EQ}	: Gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (kN)
T_i	: Gaya pratekan awal
V_d	: gaya geser pada penampang akibat beban mati
V_i	: gaya geser terfaktor pada penampang akibat beban luar
V_p	: komponen vertikal dari gaya prategang
V_s	: tahanan geser nominal baja
q	: Beban merata (N/mm)
δ	: Lendutan yang terjadi (mm)

