

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
DENGAN PC-I (PRESTRESSED CONCRETE) GIRDER PADA
JEMBATAN BRANTAS BARU KERTOSONO NGANJUK**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Oleh :
Ely Sandi
1621002**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2023**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
DENGAN PC-I (*PRESTRESSED CONCRETE*) GIRDER PADA
JEMBATAN BRANTAS BARU KERTOSONO NGANJUK**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh :
Ely Sandi
1621002



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2023**

LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ely Sandi
NIM : 16.21.002
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
Judul Skripsi : "STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR
ATAS DENGAN PC-I GIRDER (*PRESTRESSED
CONCRETE*) PADA JEMBATAN BRANTAS BARU
KERTOSONO NGANJUK"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir yang saya serahkan ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dari ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya.

Demikian pernyataan ini dibuat tanpa adanya paksaan dari pihak manapun. Apabila pernyataan ini tidak benar, Maka akan diberikan sanksi oleh fakultas.

Malang, Februari 2023

Yang Membuat Pernyataan



Ely Sandi

16.21.002

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN
PC-I GIRDER (*PRESTRESSED CONCRETE*) PADA JEMBATAN
BRANTAS BARU KERTOSONO NGANJUK**

Disusun Oleh :

ELY SANDI

16.21.002

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada Tanggal 15 Februari 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. Ester Priskasari, MT.
NIP.Y. 1039400265

Dosen Pembimbing II

Vega Aditama, ST., MT.
NIP.Y. 1018300056

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Dr. Yessimson P. Manaha, ST., MT.
NIP.P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN
PC-I GIRDER (*PRESTRESSED CONCRETE*) PADA JEMBATAN
BRANTAS BARU KERTOSONO NGANJUK**

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) pada Tanggal 15 Februari 2023 dan Diterima Memenuhi Salah
Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun oleh :

ELY SANDI (NIM. 1621002)

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT

NIP.P. 1030300383

Nenny Roostrianawaty, ST., MT

NIP.P. 1031700533

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Sudirman Indra, MSC.

NIP.Y.1018300054

Mohammad Erfan, ST. MT.

NIP.Y. 1031500508

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

LEMBAR PERSEMBAHAN



Segala Puji bagi Allah SWT. Untuk yang telah diberikan berupa kesehatan, lalu cinta dan karuniannya. Tidak lupa shalawat dan salam telimpahkan kepada baginda Rasulullah SAW.

Ini kupersembahkan kepada orang – orang yang sangat kusayangi.

Ibunda dan Ayahanda tersayang

Tidak lupa bersyukur pada Allah SWT. Karena telah diturunkan 2 malaikat tak bersayap dalam hidup saya, yaitu kedua orang tua. Satimin dan Siti Aminah, yang selalu memberi semangat, kasih sayang serta do'a disetiap langkah yang kuambil. Karena mereka juga saya akhirnya menyanggah gelar sarjana.

Saudaraku dan Orang terkasih

- Ini juga kupersembahkan untuk saudaraku Eby Santi dan Eby Ana, S.E
- Untuk yang terkasih Yolanda Dwi Utari, S.M

Teman – Teman

- Untuk temen - temen 21+ newborn yang telah menemani saya ucapkan terimakasih dan Untuk teman – teman seperjuangan yang telah membantu saya ucapkan terimakasih kepada Novanda Erwan Saputra, S.T, Achmad Lutfi Misbach Dzikrullah, S.T
- Untuk semua teman - teman Progam Studi Teknik Sipil (S-1) Angkatan 2016 ITN Malang
- Para Dosen pembimbing dan Dosen penguji Institut Teknologi Nasional Malang terutama di jurusan Teknik Sipil SI yang telah membimbing dengan sabar selama saya menempuh perkuliahan

ABSTRAK

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN PC-I (*PRESTRESSED CONCRETE*) GIRDER PADA JEMBATAN BRANTAS BARU KERTOSONO NGANJUK.

ELY SANDI

Dosen Pembimbing :
Ir. Ester Priskasari, MT
Vega Aditama, ST., MT

Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti Sungai, Lembah. Jembatan salah satu akses transportasi untuk pejalan kaki, jalan raya dan kereta api. Komponen struktur atas jembatan yaitu terdiri dari sandaran, pelat lantai, dan balok gelagar.

Lokasi Jembatan Baru Brantas ini masuk dalam dua wilayah Kabupaten Kediri dan Kabupaten Nganjuk yang membentang di atas Sungai Brantas. Pada awalnya jembatan ini jembatan rangka baja tipe warren, kemudian dalam tugas akhir ini dilakukan studi perencanaan ulang jembatan beton prategang balok girder menggunakan tendon VSL grade 270.

Hasil yang diperoleh dari perencanaan ulang jembatan balok girder ialah, digunakan 4 segmen dengan masing-masing bentang 45m. Menggunakan 4 buah tendon VSL tipe ASTM grade 270 dengan 13 strand tiap tendon.

Kata kunci : *Jembatan, Beton Prategang, , Balok Girder, Struktur Atas, Kabel VSL*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Berkah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan benar.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi MSEE selaku Rektor ITN Malang
- 2) Dr. Ir. Heri Setyobudiarso, Msc. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- 3) Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
- 4) Ir. Ester Priskasari, MT selaku Pembimbing Tugas Akhir I
- 5) Vega Aditama, ST., MT selaku Pembimbing Tugas Akhir II
- 6) Teman-teman dan Kakak Tingkat yang membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, Februari 2023

Ely Sandi
NIM 1621002

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
LEMBAR PERSETUJUAN.....	
LEMBAR PENGESAHAN.....	
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	
ABSTRAK.....	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Jembatan	5
2.1.1 Fungsi Jembatan	5
2.2 Bentuk Penampang	5
2.3 Berat isi.....	6
2.3.1 Beban Tetap	7
2.3.2 Beban Lalu Lintas	9
2.3.3 Aksi lingkungan	13
2.4 Metode Prategang	15
2.4.1 Alat Penarik.....	17
2.4.2 Sistem Prategang.....	17
2.4.3 Metode Desain Beton Prategang.....	19

2.5	Tahapan Pembebanan	19
2.6	Metode Pelaksanaan	20
2.7	Tegangan Ijin	21
2.7.1	Tegangan Ijin Beton Prategang (SNI 2847-2019 Pasal 25.4.3)....	21
2.7.2	Tegangan Ijin Tendon Prategang (SNI 03-2847-2019 Pasal 25.9.2.1)	22
2.8	Desain Penampang Penuh Menahan Lentur	22
2.9	Daerah Aman dan Tata Letak Tendon	23
2.10	Kontrol	26
2.11	Blok Ujung (End Blok).....	38
2.11.1	Perencanaan Tulangan Akibat Momen Pecah Ledak	38
2.11.2	Perencanaan Tulangan Akibat Daerah Angkur	40
2.12	Sistem Pelaksanaan Pemasangan Girder Jembatan	41
BAB III DATA PERENCANAAN.....		45
3.1.	Lokasi Studi	45
3.2.	Data Perencanaan.....	46
3.2.1.	Data Struktur	46
3.2.2.	Data Material.....	47
3.3.	Bagan Alir.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		50
4.1.	Data Teknis Perencanaan Jembatan.....	50
4.2.	Perencanaan Trotoar dan Lantai Jembatan.....	52
4.2.1.	Perencanaan Trotoar	52
4.2.2.	Perencanaan Pipa Sandaran	52
4.2.3.	Perencanaan Tiang Sandaran	54
4.2.4.	Penulangan Pelat Lantai Kendaraan	58
4.2.5.	Penulangan Pelat Lantai Kendaraan	65
4.3.	Perencanaan Struktur Gelagar	68
4.4.	Perhitungan Pembebanan.....	77
4.5.	Analisa Statika	84
4.6.	Perhitungan Gaya Prategang dan Jumlah Tendon	100

4.6.1.	Perhitungan Gaya Prategang Yang Dibutuhkan	100
4.6.2.	Menentukan Jumlah Tendon.....	101
4.6.3.	Menentukan Daerah Aman Tendon dan Letak Tendon	103
4.6.4.	Perencanaan Tata Letak Tendon	105
4.7.	Kontrol Keamanan.....	114
4.7.1	Kehilangan gaya prategang pada perencanaan ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu :.....	114
4.7.2	Tegangan Pada Balok Girder	120
4.8.	Kontrol Lendutan.....	139
4.8.1.	Menghitung Lendutan Gaya Prategang.....	139
4.8.2.	Kontrol Lendutan	144
4.9.	Kontrol Geser Dan Penulangan Geser Pada PCI Girder.....	145
4.9.1.	Perhitungan Tulangan Geser	151
4.9.2.	Perhitungan Tulangan Pokok Girder.....	152
4.9.3.	Perencanaan Shear Connector.....	154
4.9.4.	Perencanaan Tulangan End Block	156
4.9.5.	Perencanaan Pengangkatan	164
4.9.6.	Perencanaan Perletakan (Bearing Pad)	165
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		167
DAFTAR PUSTAKA.....		173
LAMPIRAN.....		174

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Penampang	6
Gambar 2.2 Gambar Beban Lajur “D”	11
Gambar 2.3 Pembebanan Truk “T” (500 kN).....	12
Gambar 2.4 Faktor Beban Dinamis (FBD).....	13
Gambar 2.5 Pra-Tarik.....	18
Gambar 2.6 Pasca-Tarik	18
Gambar 2.7 Penampang PC-I Girder Sebelum Komposit.....	24
Gambar 2.8 Penampang PC-I Girder Sesudah Komposit.....	25
Gambar 2.9 Daerah Aman Tendon.....	26
Gambar 2.10 Diagram Tegangan Kondisi Awal	30
Gambar 2.11 Diagram Tegangan Kondisi Setelah Kehilangan Gaya Pratekan ..	30
Gambar 2.12 Diagram Tegangan Kondisi Setelah Pelat Dicor	31
Gambar 2.13 Diagram Tegangan Kondisi Setelah Komposit Tanpa Beban Hidup	31
Gambar 2.14 Diagram Tegangan Kondisi Akhir.....	32
Gambar 2.15 Distribusi Tegangan Pada Blok Ujung	38
Gambar 2.16 Tegangan Pada Blok Ujung.....	38
Gambar 2.17 Diagram Tegangan Pada Blok Ujung	39
Gambar 2.18 Diagram Tegangan Pada Blok Ujung	40
Gambar 2.19 Tegangan Yang Terjadi Pada Daerah Blok Ujung	41
Gambar 2.20 Tulangan Anyaman Pada Daerah Angkur	41
Gambar 2. 21 Gambar Portal Hoise.....	42
Gambar 2. 22 Gambar Mobile Crane	43
Gambar 2. 23 Gambar Launcher Truss	44
 Gambar 3.1 Peta Provinsi Jawa Timur	 45
Gambar 3.2 Peta Letak Jembatan Berantas Baru	45
Gambar 3.3 Kondisi Jembatan.....	46

Gambar 3.4 Potongan Melintang Jembatan.....	47
Gambar 3.5 Bagan Alir Perencanaan Struktur Beton Prategang.....	49
Gambar 4. 1 Penampang Melintang Jembatan	50
Gambar 4. 2 Rencana Trotoar.....	52
Gambar 4. 3 Rencana Pipa Sandaran.....	52
Gambar 4. 4 Pembebanan Pada Pipa Sandaran	53
Gambar 4. 5 Gaya yang bekerja pada tiang sandaran.....	54
Gambar 4. 6 Penampang tiang sandaran	56
Gambar 4. 7 Penulangan tiang sandaran	58
Gambar 4. 8 Perencanaan Lantai Kendaraan	59
Gambar 4. 9 Skema pembebanan kondisi 1	62
Gambar 4. 10 Momen pembebanan kondisi 1	63
Gambar 4. 11 Skema pembebanan kondisi 2	63
Gambar 4. 12 Momen pembebanan kondisi 2	63
Gambar 4. 13 Skema pembebanan kondisi 3	63
Gambar 4. 14 Momen pembebanan kondisi 3.....	63
Gambar 4. 15 Skema pembebanan kondisi 4	64
Gambar 4. 16 Momen pembebanan kondisi 4.....	64
Gambar 4. 17 Skema pembebanan kondisi 5	64
Gambar 4. 18 Momen pembebanan kondisi 5.....	64
Gambar 4. 19 Skema pembebanan kondisi 6	64
Gambar 4. 20 Momen pembebanan kondisi 6.....	64
Gambar 4. 21 Penulangan pelat lantai kendaraan.....	68
Gambar 4. 22 Potongan melintang rencana.....	68
Gambar 4. 23 Penampang tengah balok sebelum komposit.....	69
Gambar 4. 24 Penampang tengah balok setelah komposit	71
Gambar 4. 25 Penampang balok ujung sebelum komposit	73
Gambar 4. 26 Penampang balok ujung sesudah komposit	75
Gambar 4. 27 Penampang diafragma	78
Gambar 4. 28 Faktor beban dinamis untuk beban lajur “D”	80

Gambar 4. 29 Beban rem yang bekerja pada gelagar	81
Gambar 4. 30 Koefisien geser dasar (C) plastis untuk analisis statis, periode ulang 500 tahun.....	82
Gambar 4. 31 Diagram Gaya Lintang dan Gaya Momen Akibat Berat Sendiri..	84
Gambar 4. 32 Diagram Gaya Lintang dan Gaya Momen Akibat Beban Mati	85
Gambar 4. 33 Diagram Gaya Lintang dan Gaya Momen Akibat Beban Diafragma	87
Gambar 4. 34 Diagram Gaya Lintang dan Gaya Momen Akibat Beban Hidup..	90
Gambar 4. 35 Kedudukan dan Tinggi Gaya Rem	92
Gambar 4. 36 Perletakan Gaya Rem Terhadap Girder	93
Gambar 4. 37 Posisi Letak Beban Angin	94
Gambar 4. 38 Perletakan Beban Angin Terhadap Balok Girder	95
Gambar 4. 39 Beban Gempa yang Bekerja	96
Gambar 4. 40 Parabola Sederhana.....	106
Gambar 4. 41 Rencana Koordinat Tendon	110
Gambar 4. 42 Daerah Aman Tendon.....	111
Gambar 4. 43 Lintasan Inti Tendon.....	111
Gambar 4. 44 Diagram Lendutan Akibat Angkur Tidak Sentris.....	139
Gambar 4. 45 Diagram Lendutan Sesudah Komposit	140
Gambar 4. 46 Diagram Lendutan Akibat Berat Sendiri	140
Gambar 4. 47 Pembagian Penampang Girder	152
Gambar 4. 48 Gambar Rencana Pemasangan Shear Connector.....	155
Gambar 4. 49 Rencana Balok Ujung.....	156
Gambar 4. 50 Diagram Tegangan Tekan Balok Ujung	158
Gambar 4. 51 Fixed Pot Bearing (TF).....	165
Gambar 4. 52 Generally Mobile Pot Bearing (TGa)	166

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Isi Untuk Beban Mati.....	6
Tabel 2.2 Faktor Beban Untuk Beban Mati	7
Tabel 2.3 Faktor Beban Untuk Beton Tambahan.....	8
Tabel 2.4 Faktor Beban Akibat Susut dan Rangkak.....	8
Tabel 2.5 Faktor Beban Akibat Pengaruh Prategang	8
Tabel 2.6 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana.....	10
Tabel 2.7 Faktor Beban Untuk Beban Lajur	10
Tabel 2.8 Faktor Beban Untuk Beban “T”	12
Tabel 2.9 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu	14
Tabel 2.10 Tekanan Angin Dasar.....	15
Tabel 2.11 Rata-rata Kehilangan Gaya Prategang	29
Tabel 2.12 Lendutan Izin Maksimum yang Dihitung	34
Tabel 4. 1 Rasio penulangan	58
Tabel 4. 2 Momen Pembebanan	65
Tabel 4. 3 Dimensi balok sebelum komposit	69
Tabel 4. 4 Rencana perhitungan penampang balok tengah sebelum komposit.....	70
Tabel 4. 5 Dimensi balok sesudah komposit	71
Tabel 4. 6 Rencana perhitungan penampang balok tengah sesudah komposit	72
Tabel 4. 7 Rencana perhitungan penampang ujung balok sebelum komposit	74
Tabel 4. 8 Rencana perhitungan penampang ujung balok sesudah komposit	76
Tabel 4. 9 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	85
Tabel 4. 10 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Beban Mati.....	86
Tabel 4. 11 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Beban Diafragma	88
Tabel 4. 12 Ordinat dan Garis Pengaruh	91
Tabel 4. 13 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Beban Hidup	92
Tabel 4. 14 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Rem	94
Tabel 4. 15 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Beban Angin	96
Tabel 4. 16 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Gempa	97

Tabel 4. 17 Kombinasi Momen Pada Penampang	98
Tabel 4. 18 Kombinasi Gaya Lintang Pada Penampang.....	99
Tabel 4. 19 Perhitungan Daerah Aman Tendon Batas Bawah.....	104
Tabel 4. 20 Perhitungan Daerah Aman Tendon Batas Atas.....	105
Tabel 4. 21 Perhitungan Koordinat Tendon 1	107
Tabel 4. 22 Perhitungan Koordinat Tendon 2	108
Tabel 4. 23 Perhitungan Koordinat Tendon 3	109
Tabel 4. 24 Perhitungan Koordinat Tendon 4	110
Tabel 4. 25 Perhitungan Eksentrisitas Tendon 1	112
Tabel 4. 26 Perhitungan Eksentrisitas Tendon 2.....	113
Tabel 4. 27 Perhitungan Eksentrisitas Tendon 3.....	113
Tabel 4. 28 Perhitungan Eksentrisitas Tendon 4.....	114
Tabel 4. 29 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 1 Sebelum Kehilangan Gaya Prategang.....	122
Tabel 4. 30 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 1 Akibat Beban Mati	123
Tabel 4. 31 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 1 Akibat Beban Total	125
Tabel 4. 32 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 2 Sebelum Komposit Gaya Prategang.....	126
Tabel 4. 33 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 2 Akibat Beban Mati	128
Tabel 4. 34 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 2 Akibat Beban Total	129
Tabel 4. 35 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 3 Sebelum Kehilangan Gaya Prategang.....	131
Tabel 4. 36 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 3 Akibat Beban Mati	132
Tabel 4. 37 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 3 Akibat Beban Total	134
Tabel 4. 38 Perhitungan Kondisi Tegangan Tendon 4 sebelum Kehilangan Gaya Prategang.....	135
Tabel 4. 39 Perhitngan Kondisi tegangan Tendon 4 Akibat Beban Mati.....	137
Tabel 4. 40 Perhitungan Kondis Tegangan Tendon 4 Akibat Beban Total	138
Tabel 4. 41 Momen Akibat Beban Mati dan Akibat Beban Hidup.....	146
Tabel 4. 42 Gaya Lintang Akibat Beban Mati dan Akibat Beban Hidup	146