

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN
BENTANG 56 METER DENGAN SISTEM BALOK
PRATEKAN MENERUS

**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan
Strata-1 Universitas Mercu Buana**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA

2016



LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA

Q

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2015/2016

Tugas Akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Unuversitas Mercu Buana, Jakarta

Judul Tugas Akhir :

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN
BENTANG 56 METER DENGAN SISTEM BALOK
PRATEKAN MENERUS**

Disusun Oleh

Nama : Dea Nurahman

NIM : 411114120172

Jurusan / Program Studi : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada Sidang Sarjana Tanggal 31 Juli 2016

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Pembimbing Tugas Akhir S
(Ivan Jansen Saragih, ST, MT)
Jakarta, 31 Juli 2016

Mengetahui,

Ketua Pengaji

(Ir.Mawardi Amin, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

(Ir.Mawardi Amin, MT)



**LEMBAR PERNYATAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dea Nurahman

NIM : 41114120172

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dipertanggung jawabkan sepenuhnya

Jakarta, 8 Agustus 2016

UNIVERSITAS

Yang memberikan pernyataan

MERCU BUANA

Dea Nurahman



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Perencanaan Ulang Jembatan Bentang 56 meter dengan Menggunakan Sistem Balok Pratekan Menerus Statais Tak Tentu*” tepat pada waktunya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata-1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Serta sebagai dasar evaluasi berdasarkan hasil-hasil kegiatan perkuliahan yang telah dijalani dan sebagai tambahan pengetahuan bagi penulis sendiri.

Laporan ini berisi penelitian berdasarkan kajian dari beberapa referensi mengenai struktur beton untuk jembatan serta mengenai pembebanan untuk jembatan beton.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran-saran bermanfaat dan membangun, agar menambah pengetahuan dan kemampuan penulis dimasa yang akan datang. Semoga penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

Penyusunan laporan ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Dedih Sumardi dan Ibu Nurjanah. Selaku orang tua penulis, yang senantiasa memberikan kasih sayang, motivasi, doa, arahan, dan bimbingan, serta dukungan moril, materil, maupun spiritual
3. Bapak Ir. Mawardi Amin, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

4. Bapak Ivan Jansen Saragih, ST, MT Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan penulis pada saat penyusunan laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Mawardi Amin, MT dan Bapak Acep Hidayat, ST. MT. Selaku dosen penguji, atas segala masukannya kepada penulis.
6. Shahnaz Prila, Rian Sutjipto, Dana Irmawan, serta seluruh rekan-rekan PT.VSL Indonesia yang telah banyak membantu penulis.
7. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana yang juga telah banyak membantu penulis.
8. Dan banyak lagi pihak-pihak yang tidak bisa di sebutkan pada kesempatan ini karena waktu dan tempat yang terbatas, penulis ucapan terimakasih.

Terakhir penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat memberikan hal yang bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan khususnya bagi penulis juga.

Jakarta, Agustus 2016



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Maksud dan Tujuan	I-3
1.4.1 Maksud	I-3
1.4.2 Tujuan	I-3
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	I-3
1.4 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Penjelasan Umum Jembatan	II-1
2.2 Definisi Beton Prategang	II-1
2.3 Kehilangan Gaya Prategang	II-2
2.4 Beton Prategang Menerus	II-4
2.5 Desain Penampang	II-5
2.6 Pembebatan	II-5
2.6.1 Aksi dan beban tetap	II-6
2.6.1.1 Berat sendiri	II-7
2.6.1.2 Beban mati tambahan	II-8
2.6.2 Beban lalu lintas	II-8
2.6.2.1 Beban lajur “D”	II-8
2.6.2.2 Pembekalan Truk “T”	II-12
2.6.3 Gaya Rem	II-14

2.6.4	Beban Angin	II-15
2.6.5	Beban Gempa	II-16
2.6.6	Kombinasi Pembebanan	II-17

BAB III METODOLOGI

3.1	Perencanaan	III-1
3.2	Metode Perencanaan Jembatan	III-1
3.3	Penjelasan Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir	III-3
3.4	Lokasi.....	III-4
3.5	Detail Jembatan.....	III-6

BAB IV ANALISA PEMBAHASAN

4.1	Data Konstruksi.....	IV-1
4.1.1	Data-Data Jembatan.....	IV-1
4.1.2	Data-Data Bahan.....	IV-1
4.1.2.1	Data Beton.....	IV-1
4.1.2.2	Data Baja.....	IV-1
4.2	Perencanaan Struktur Sekunder (Concrete Barrier).....	IV-1
4.3	Perencanaan Struktur Primer.....	IV-3
4.3.1	Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan.....	IV-3
4.3.2	Perencanaan Diafragma.....	IV-6
4.4	Balok Girder Prategang.....	IV-8
4.4.1	Analisa Pembebanan Balok Girder.....	IV-14
4.4.1.1	Beban Mati.....	IV-15
4.4.1.2	Beban Hidup.....	IV-16
4.4.1.3	Beban Truk.....	IV-25
4.4.1.4	Beban Rem.....	IV-31
4.4.1.5	Beban Angin.....	IV-32
4.4.2	Hasil Momen dan Gaya Lintang Pada Gelagor Utama.....	IV-33
4.4.3	Perencanaan Tendon.....	IV-33
4.4.3.1	Perubahan CGS Pada Tendon Menerus.....	IV-33

4.4.3.2 Perencanaan Kebutuhan Tendon.....	IV-38
4.4.3.3 Perencanaan Tipe Angker.....	IV-39
4.4.3.4 Perencanaan Geometri Tendon.....	IV-41
4.4.4 Kehilangan Gaya Prategang.....	IV-43
4.4.4.1 Kehilangan Akibat Gesekan Kabel.....	IV-43
4.4.4.2 Kehilangan Akibat Perpendekan Elastis Beton.....	IV-44
4.4.4.3 Kehilangan Akibat Pengangkuran.....	IV-46
4.4.4.4 Kehilangan Akibat Susut Beton.....	IV-46
4.4.4.5 Kehilangan Akibat Rangkak Beton.....	IV-47
4.4.4.6 Kehilangan Akibat Relaksasi Baja.....	IV-48
4.4.5 Kontrol Tegangan Sesudah Kehilangan.....	IV-49
4.4.6 Perhitungan Gaya Geser.....	IV-52
4.4.6.1 Perhitungan Gaya Geser Retak Badan.....	IV-56
4.4.6.2 Perhitungan Tulangan Geser.....	IV-56
4.4.7 Perhitungan Tulangan Lentur.....	IV-58
4.4.8 Kontrol Lendutan.....	IV-58
4.5 Perencanaan Struktur Bangunan Bawah.....	IV-61
4.5.1 Analisis Data Tanah.....	IV-61
4.5.1.1 Harga N Koreksi.....	IV-63
4.5.1.2 Daya Dukung Tanah Pondasi Dalam.....	IV-63
4.5.2 Perencanaan Pilar.....	IV-65
4.5.2.1 Scouring Akibat Aliran Sungai.....	IV-65
4.5.2.2 Pembelahan.....	IV-66
4.5.2.3 Kombinasi Pembelahan.....	IV-74
4.5.2.4 Perencanaan Tiang Pancang Kelompok Pilar.....	IV-77
4.5.2.5 Kontrol Daya Dukung Tiang Pancang.....	IV-79
4.5.2.6 Penulangan Dinding Pilar.....	IV-80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 Situasi Sekitar Jembatan
- Gambar 2.1 Beban Lajur “D”
- Gambar 2.2 Beban “D” : BTR vs panjang yang dibebani
- Gambar 2.3 Penyebaran Pembebanan Pada Arah Melintang
- Gambar 2.4 Pembebanan Truk
- Gambar 2.5 Gaya Rem Per Lajur 2,75 m (KBU)
- Gambar 3.1 Bagan Alir Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir
- Gambar 3.2 Lokasi Kajian Tugas Akhir
- Gambar 3.3 Lokasi Kajian Tugas Akhir dari Peta Google Maps
- Gambar 3.4 Detail Potongan Memanjang Jembatan Sungai Tiram
- Gambar 3.5 Tampak Atas Jembatan Sungai Tiram
- Gambar 3.6 Denah Pilar Jembatan
- Gambar 3.7 Kondisi Jembatan
- Gambar 4.1 Dimensi Concrete Barrier
- Gambar 4.2 Dimensi Dimensi PC-I Girder PT. Wijaya Karya Beton
- Gambar 4.3 PC-I Girder
- Gambar 4.4 Dimensi Kern Atas dan Bawah (PC-I Girder)
- Gambar 4.5 Dimensi Kern Atas dan Bawah (Komposit)
- Gambar 4.6 Dimensi PC-I Girder
- Gambar 4.7 Pembeban Akibat Berat Sendiri I Girder
- Gambar 4.8 Pembeban Akibat Beban Mati Total I Girder

- Gambar 4.9 Pembeban Akibat Beban Hidup (Kombinasi 1)
- Gambar 4.10 Pembeban Akibat Beban Hidup (Kombinasi 2)
- Gambar 4.11 Pembeban Akibat Beban Hidup (Kombinasi 3)
- Gambar 4.12 Pembeban Akibat Beban Hidup (Kombinasi 4)
- Gambar 4.13 Pembeban Akibat Beban Hidup (Kombinasi 5)
- Gambar 4.14 Diagram Momen Akibat Beban Hidup (Kombinasi 1)
- Gambar 4.15 Diagram Momen Akibat Beban Hidup (Kombinasi 2)
- Gambar 4.16 Diagram Momen Akibat Beban Hidup (Kombinasi 3)
- Gambar 4.17 Diagram Momen Akibat Beban Hidup (Kombinasi 4)
- Gambar 4.18 Diagram Momen Akibat Beban Hidup (Kombinasi 5)
- Gambar 4.19 Beban Truk
- Gambar 4.20 Pembebanan Truk (Kondisi 1)
- Gambar 4.21 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 1)
- Gambar 4.22 Pembebanan Truk (Kondisi 2)
- Gambar 4.23 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 2)
- Gambar 4.24 Pembebanan Truk (Kondisi 3)
- Gambar 4.25 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 3)
- Gambar 4.26 Pembebanan Truk (Kondisi 4)
- Gambar 4.27 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 4)
- Gambar 4.28 Pembebanan Truk (Kondisi 5)
- Gambar 4.29 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 5)
- Gambar 4.30 Pembebanan Truk (Kondisi 6)
- Gambar 4.31 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 6)

- Gambar 4.32 Pembebanan Truk (Kondisi 7)
- Gambar 4.33 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 7)
- Gambar 4.34 Pembebanan Truk (Kondisi 8)
- Gambar 4.35 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 8)
- Gambar 4.36 Pembebanan Truk (Kondisi 9)
- Gambar 4.37 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 9)
- Gambar 4.38 Pembebanan Truk (Kondisi 10)
- Gambar 4.39 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 10)
- Gambar 4.40 Pembebanan Truk (Kondisi 11)
- Gambar 4.41 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 11)
- Gambar 4.42 Pembebanan Truk (Kondisi 12)
- Gambar 4.43 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 12)
- Gambar 4.44 Pembebanan Truk (Kondisi 13)
- Gambar 4.45 Momen Akibat Beban Truk (Kondisi 13)
- Gambar 4.46 Pembebanan Akibat Beban Rem
- Gambar 4.47 Beban Angin Pada Kendaraan
- Gambar 4.48 Pembebanan Akibat Beban Angin Pada Kendaraan
- Gambar 4.49 Plot Daerah Aman Kabel dan C-Line
- Gambar 4.50 Spesifikasi Tendon VSL
- Gambar 4.51 Geometri Tendon Span 1 dan 2
- Gambar 4.52 Jenis-jenis tanah berdasarkan RSNI T-02-2005
- Gambar 4.53 Dimensi Pilar
- Gambar 4.54 Zona Gempa

Gambar 4.55 Diagram Waktu Getar Alami (T)

Gambar 4.56 Sketsa Rencana Denah Tiang Pancang Pilar



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Beban untuk Berat Sendiri

Tabel 2.2 Beban Isi untuk Beban Mati (kN/m^2)

Tabel 2.3 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan

Tabel 2.4 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana

Tabel 2.5 Faktor Beban Akibat Pembebanan Truk “T”

Tabel 2.6 Faktor Distribusi Akibat Pembebanan Truk “T”

Tabel 2.7 Faktor Beban Akibat Gaya Rem

Tabel 2.8 Faktor Beban Akibat Beban Angin

Tabel 2.9 Koefisien seret C_w

Tabel 2.10 Kecepatan angin rencana V_w

Tabel 2.11 Faktor Beban Akibat Pengaruh Temperatur/Suhu

Tabel 4.1 Perhitungan Jarak Yb

Tabel 4.2 Perhitungan Momen Inersia

Tabel 4.3 Perhitungan Jarak Yb Komposit

Tabel 4.4 Perhitungan Momen Inersia Komposit

Tabel 4.5 Perhitungan Luas PC-I Girder

Tabel 4.6 Momen Kombinasi Beban Hidup

Tabel 4.7 Momen Envelope Maksimum dan Minimum Akibat Beban Hidup

Tabel 4.7 Momen Envelope Maksimum dan Minimum Akibat Beban Hidup

Tabel 4.8 Momen Envelope Maksimum dan Minimum Akibat Beban Truk

Tabel 4.9 Hasil Momen dan Gaya Lintang pada Gelagar Utama

Tabel 4.10 Batas Daerah Aman Kabel

Tabel 4.11 Eksentrisitas Tendon Span 1

Tabel 4.12 Eksentrisitas Tendon Span 2

Tabel 4.13 Kehilangan Akibat Gesekan dan Efek Wooble

Tabel 4.14 Kriteria Tendon Menerus Span 1 (Bentang 28 m)

Tabel 4.15 Kriteria Tendon Simple Beam Span 1 (Bentang 28 m)

Tabel 4.16 Kehilangan Tegangan Akibat Perpendekan Elastic Beton

Tabel 4.17 Kriteria Tendon Menerus Span 2 (Bentang 28 m)

Tabel 4.18 Kriteria Tendon Simple Beam Span 2 (Bentang 28 m)

Tabel 4.19 Kehilangan Tegangan Akibat Perpendekan Elastic Beton

Tabel 4.20 Kehilangan Prategang Akibat Relaksasi Baja

Tabel 4.21 Kehilangan Prategang Total

Tabel 4.22 Gaya Geser Ultimate

Tabel 4.23 Working Load

Tabel 4.24 Lendutan Akibat Working Load

Tabel 4.25 NSPT

Tabel 4.26 *Base coefficient α Decourt et all (1996)*

Tabel 4.27 *Shaft coefficient α Decourt et all (1996)*

Tabel 4.28 Data Dukung Tanah untuk Pondasi Dalam Diameter 0,6 m

Tabel 4.29 Dimensi Total Pilar

Tabel 4.30 Berat Total Pilar

Tabel 4.31 Faktor Kepentingan

Tabel 4.32 Faktor Tipe Bangunan

Tabel 4.33 Rangkuman Pembebatan Struktur Bangunan Bawah untuk Pilar

Tabel 4.34 Kombinasi Pembebatan Berdasarkan RSNI T-02-2005

