



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN (RC 146599)

**MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN PORONG
-GEMPOL PAKET 2 (STA 40+350 s/d 40+700)
MENGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
CONCRETE SEGMENTAL SISTEM BALANCED
CANTILEVER**

IQBAL MAULANA
NRP. 1011141000046

Dosen Pembimbing 1
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS
NIP. 19600105 198603 1 003

Dosen Pembimbing 2
Ir. Chomaedhi, CES, Geo
NIP. 19550319 198403 1 001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR TERAPAN (RC 146599)

**MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN PORONG
-GEMPOL PAKET 2 (STA 40+350 s/d 40+700)
MENGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
CONCRETE SEGMENTAL SISTEM BALANCED
CANTILEVER**

**IQBAL MAULANA
NRP. 1011141000046**

**Dosen Pembimbing 1
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS
NIP. 19600105 198603 1 003**

**Dosen Pembimbing 2
Ir. Chomaedhi, CES, Geo
NIP. 19550319 198403 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL APPLIED PROJECT (RC 146599)

**MODIFICATION OF DESIGN PORONG-GEMPOL
BRIDGE PACKAGE 2 USING THE BOX GIRDER
PRESTRESSED CONCRETE SEGMENTAL SYSTEM
BALANCED CANTILEVER**

IQBAL MAULANA
NRP. 1011141000046

Supervisor 1
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS
NIP. 19600105 198603 1 003

Supervisor 2
Ir. Chomaedhi, CES, Geo
NIP. 19550319 198403 1 001

**DIPLOMA IV STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATIONAL FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA 40+350 s/d 40+700)
MENGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
CONCRETE SEGMENTAL SISTEM BALANCED
CANTILEVER**

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik
Pada
Program Studi D-IV Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun oleh:



Iqbal Maulana

NRP. 10111410000046

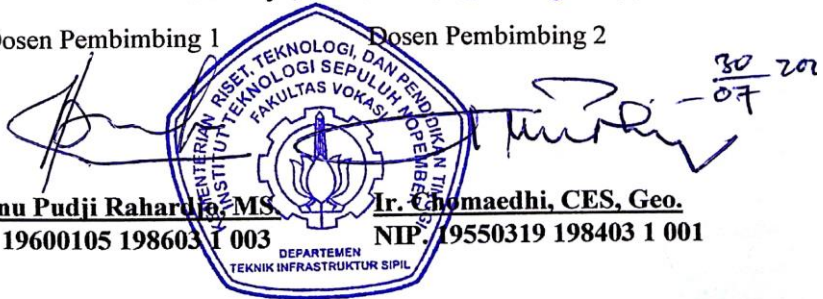
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan :

Surabaya, 30 Juli 2018

01 AUG 2018

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.
NIP. 19600105 198603 1 003

Ir. Caomaedhi, CES, Geo.
NIP. 19550319 198403 1 001



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 041523/IT2.VL.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 20 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Modifikasi Desain Struktur Jembatan Porong - Gempol Paket 2 (STA 40+350 s/d 40+700) Menggunakan Box Girder Prestressed Concrete Segmental Sistem Balanced Cantilever		
Nama Mahasiswa	Iqbal Maulana	NRP	1101#10000046
Dosen Pembimbing 1	Ir. Ibnu Pudji Raharjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
.....	Ir. Ibnu Pudji Raharjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003
.....	
.....	Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001
.....	
1. Gambar diperbaiki - No. 30 dan kemiringan	Ir. Agung Bp, M.Eng PhD NIP 19620328 198803 1 001
.....	
2. Tabel dan kelengkapan gambar dasar desainya. sebelum dipukul komposisi dan tipe lain.	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002
2. Gambar & tabel dan ekspor	

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Ibnu Pudji Raharjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003	Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Ir. Agung Bp, M.Eng PhD NIP 19620328 198803 1 001	 Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Ir. Ibnu Pudji Raharjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003	 Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 80116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.dipr.rastipi-fs.its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 IQBAL MAULANA 2
 NRP : 1 10111410000046 2
 Judul Tugas Akhir : "MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN POROM-GENPOL PAKET 2
 (STA 40+350 s/d 40+700) MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL SISTEM BALANCE CANTILEVER"
 Dosen Pembimbing : 1. I. Ibnu Puji Rahardjo, MS (NIP : 19600105 198603 1003
 2. W. Chamaedhi, C.S., GEO (NIP : 19950919 198403 1001

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1.	21-02-2018 (Rabu)	- Jumlah segmen diperbanyak (barangnya disesuaikan saja) - memakai double box girder (2 cell) - Jumlah strand dikurangi (max pakai 40 strand)		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	28-02-2018 (Rabu)	- Diameter tendon cari di OVM di-sesuaikan dengan jumlah strand - Jarak antar tendon juga disesuaikan dari OVM - Perhitungan ulang momen (tinggikan penampang)		<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.	7-03-2018 (Rabu)	- Perubahan dari ovm menjadi pakai VSL (multi-strand post-tensioning system) - Proses stressing dilakukan didalam lubang box girder - Perhitungan gaya kapel (gaya tekan dari beton = gaya tarik dari baja)		<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	14 Mei 2018 (Senin)	- Penambahan Pilar ditengah bonding - Perhitungan tendon bawah pada sag & menrus - Pembetulan pemotretan di sup 2000		<input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

me



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 IQBAL MAULANA 2
 NRP : 110411000046 2
 Judul Tugas Akhir : "MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN PORONG - GEMPAK PAKET 2 (SKA 404350741-40780) MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED CONCRETE SEGMENTAL SYSTEM BALANCE CANTILEVER"
 Dosen Pembimbing : 1 Ir. Nur Ruzi Rahardjo, MS (NIR 1960105 19802 1 003)
 2 Ir. Cernedy CES, SST (NIR 19650319 198101 1001)

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5	18 MEI 2018 (Jumat)	- Penentuan panjang tendon bawah - kebutuhan jumlah tendon bawah - Design pakai pemadatan yang shell		B	C	K
6.	23 MEI 2018 (Rabu)	- penambahan plat di tengah broding - Penentuan bearing pada yg di paku		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	28 MEI 2018 (Senin)	- kontrol lendutan momen - cek momen crack dan bcrack di excel		B	C	K
8.	31 MEI 2018 (Kamis)	- bantai pemadatan sap paku di bagian 2 - Divide tihk keul lagi max 0,5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	5 Juni 2018 (Selasa)	- cek kombinasi pemadatan - tambah load kombinasi untuk Service load		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertambat dari jadwal

Cernedy

**MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA 40+350 s/d 40+700)
MENGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
CONCRETE SEGMENTAL SISTEM BALANCED
CANTILEVER**

Nama Mahasiswa : Iqbal Maulana
NRP : 10111410000046
Jurusan : Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.
2. Ir. Chomaedhi, CES, Geo.

Abstrak

Jalan Tol Surabaya-Porong (sebelumnya bernama Jalan Tol Surabaya-Gempol) adalah jalan tol sepanjang 37 kilometer yang menghubungkan antara kota Surabaya disebelah Utara dengan porong disebelah Selatan. Jalan Tol ini melintasi Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo. Panjang sebenarnya jalan tol ini dari Surabaya hingga Gempol sepanjang 43 kilometer, namun 6 kilometer bagian dari tol ini ditutup akibat peristiwa luapan Lumpur Lapindo yang menenggelamkan jalan tol Surabaya-Gempol ruas Porong-Gempol sejak 2006. Jalan tol ruas Porgem (Porong-Gempol) paket 2 khususnya di STA 40+350 s/d 40+700 menggunakan jembatan yang di bangun dengan sistem girder I pratekan. Oleh karena itu dalam penulisan Tugas Akhir Terapan ini akan di buat perencanaan baru sistem gelagar berbentuk box girder pratekan cast in situ dengan beton segmental.

Perencanaan jembatan sesuai dengan peraturan SNI 1725-2016 dan RSNI T-12-2004. Dari data-data perencanaan kemudian dilakukan preliminary desain dengan menentukan dimensi-dimensi utama jembatan. Memasuki tahap awal perencanaan adalah perhitungan unsur sekunder jembatan yaitu parapet.

Analisa beban yang terjadi terdiri dari analisa berat sendiri, analisa beban mati tambahan, dan beban lalu lintas. Kemudian dilakukan analisa gaya dalam akibat sistem balance kantilever dan sistem statis tak tentu. Selanjutnya dilakukan perhitungan penulangan box, kontrol lendutan, perhitungan kekuatan dan stabilitas yang meliputi kontrol tegangan pada saat pelaksanaan, kontrol tegangan pada saat menerus, kontrol momen retak, kontrol momen batas dengan bantuan program sap2000.

Modifikasi perencanaan struktur ini mendapatkan hasil perancangan struktur berupa dimensi box, penempatan tendon, jumlah tendon, penentuan pondasi, penulangan dan pendetailan struktur yang dituangkan dalam bentuk tabel-tabel dan gambar-gambar.

Kata Kunci : *Box Girder, Balanced Cantilever, Beton, Segmental, Tendon, Cast in Situ.*

**MODIFICATION OF DESIGN PORONG-GEMPOL
BRIDGE PACKAGE 2 USING THE BOX GIRDER
PRESTRESSED CONCRETE SEGMENTAL SYSTEM
BALANCED CANTILEVER**

Name : Iqbal Maulana
NRP : 10111410000046
Departement : Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS
Supervisors : 1. Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.
2. Ir. Chomaedhi, CES, Geo.

Abstract

The Surabaya-Porong Toll Road (formerly Surabaya-Gempol Toll Road) is a 37-kilometer toll road connecting the city of Surabaya to the north with a porong to the south. This Toll Road crosses Surabaya and Sidoarjo. The actual length of this toll road from Surabaya to Gempol is 43 kilometers long, but the 6 kilometer part of this toll is closed due to the overflow of Lapindo Mud that sank the Surabaya-Gempol toll road of Porong-Gempol since 2006. Porgem toll road (Porong-Gempol) 2 especially in STA 40 + 350 s / d 40 + 700 using a bridge constructed with a prestressed girder I system. Therefore, in the writing of this final assignment will be made a new planning of gelagar system in the form of prerested girder box cast in situ with segmental concrete.

Planning of the bridge in accordance with the regulations of SNI 1725-2016 and RSNI T-12-2004. From the planning data then preliminary design is done by determining the main dimensions of the bridge. Entering the initial stage of planning is the calculation of the secondary element of the bridge that is parapet. The load analysis consisted of own weight analysis, additional dead load analysis, and traffic load. Then done in-depth style analysis due to cantilever balance system and static system indeterminate. Next is calculation of box reinforcement, deflection control, strength calculation and stability which include voltage control during execution,

continuous voltage control, crack moment control, moment limit control with sap2000 program aid.

Modification of this structural planning get the result of designing the structure of the box dimension, the placement of the tendon, the number of tendons, the determination of the foundation, the repetition and detailing of the structure as outlined in the form of tables and drawings.

Keywords : *Box Girder, Balanced Cantilever, Concrete, Segmental, Tendon, Cast in Situ*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, wr, wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir terapan ini dengan judul **“Modifikasi Desain Struktur Jembatan Porong-Gempol Paket 2 (STA 40+350 s/d 40+700) Menggunakan Box Girder Prestressed Concrete Segmental Sistem Balanced Cantilever”** sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) pada program Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil Reguler, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir terapan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan baik moral dan materil. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama pembuatan tugas akhir terapan ini berlangsung sehingga dapat terealisasi terutama kepada :

- 1 Pertama atas doa dari kedua orang tua yang telah meridhoi serta selalu memberikan semangat dan dorongan kepada penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir terapan ini dengan baik
- 2 Bapak Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S dan Ir. Chomaedhi, CES.Geo selaku dosen pembimbing

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga tugas akhir terapan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis mengharapakan kritik dan saran terhadap tugas akhir terapan ini

agar kedepannya dapat diperbaiki lebih baik lagi. Karena penulis sadar, tugas akhir terapan yang penulis buat ini masih banyak terdapat kekurangannya.

Wassalamualaikum, wr, wb

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	4
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Data Material Beton	7
2.1.1 Kuat Tekan	7
2.1.2 Kuat Tarik	7
2.1.3 Massa Jenis.....	7
2.1.4 Modulus Elastisitas	8
2.2.5 Angka Poisson.....	8
2.2 Data Material Baja	8
2.3 Balok Penampang Tidak Prismatic	8
2.4 Tipikal Jarak Bentang untuk Jembatan Beton Prategang....	9
2.4.1 Tipikal Superstruktur Untuk Potongan Melintang	10

2.5 Tata Letak Tendon Longitudinal Post Tensioned	11
2.5.1 Tipikal Superstruktur untuk Potongan Melintang	12
2.6 Pemilihan Potongan Melintang	13
2.6.1 Penentuan Ketinggian Box Girder.....	13
2.6.2 Penentuan Lebar Box Girder	13
2.6.3 Ukuran Tiap Dimensi dari Box Girder	14
2.7 Pembebanan Struktur Jembatan	16
2.7.1 Beban Mati	16
2.7.2 Beban Hidup.....	16
2.7.3 Beban Gempa	20
2.7.4 Beban Angin.....	22
2.7.5 Beban Temperatur	23
2.7.6 Beban Kombinasi	24
2.8 Prinsip Beton Prategang	24
2.9 Gaya Prategang.....	25
2.9.1 Analisis Sistem Gaya Prategang pada Box Girder	26
2.9.2 Perhitungan Gaya Prategang	27
2.9.3 Kehilangan Gaya Prategang	28
2.10 Perencanaan Bangunan Bawah Jembatan	34
2.10.1 Perhitungan Spring Konstan.....	34
2.10.2 Perhitungan Daya Dukung Pondasi.....	35
2.11 Keuntungan dan Kerugian Segmental Box Girder	37
BAB III METODOLOGI	39
3.1. Pengumpulan Data dan Literatur	40

3.1.1 Data Umum Jembatan	40
3.1.2 Peraturan Struktur.....	41
3.1.3 Data Tanah	42
3.2. Merencanakan Bangunan Sekunder	42
3.3. Preliminary Design	43
3.3.1 Menentukan Dimensi Box Girder	43
3.3.2 Menentukan Panjang Segmen Box Girder	44
3.4. Pembebanan Struktur Utama Jembatan	45
3.5. Analisa Struktur Utama Jembatan.....	45
3.6. Perencanaan Bangunan Bawah Jembatan	45
3.7. Perencanaan Metode Pelaksanaan.....	45
BAB IV BANGUNAN SEKUNDER	47
4.1. Perencanaan Pembatas Jalan dari Beton	47
4.1.1 Data Perencanaan	47
4.1.2 Penulangan	48
4.2. Kontrol Terhadap Geser Ponds	50
BAB V STRUKTUR PRIMER.....	53
5.1. Data Perencanaan.....	53
5.2. Tegangan Ijin Bahan	55
5.3. Preliminari Design	56
5.3.1 Tinggi Box Girder	56
5.3.2 Properti Girder.....	57
5.4. Analisa Pembebanan.....	61
5.4.1 Analisa Beban Mati.....	61

5.4.2	Analisa Beban Mati Tambahan	63
5.4.3	Analisa Beban Hidup.....	63
5.4.4	Analisa Beban Angin.....	64
5.4.5	Analisa Beban Gempa	64
5.5.	Perencanaan Tendon Kantilever	64
5.5.1	Perhitungan Gaya Dalam.....	65
5.5.2	Perencanaan Tendon.....	66
5.5.3	Kehilangan Gaya Prategang Tahap Kantilever	68
5.5.4	Kontrol Momen Crack dan Momen Batas.....	100
5.5.5	Kontrol Lendutan	111
5.6.	Perencanaan Tendon Bentang Menerus	111
5.6.1	Perencanaan Tendon Bentang Menerus	112
5.6.2	Hasil SAP2000 Bentang Menerus	114
5.6.3	Kombinasi Beban Penuh Tahap Bentang Menerus .	116
5.6.4	Kehilangan Prategang Tahap Service.....	120
5.6.5	Kontrol Lendutan	123
5.6.6	Penulangan Lentur dan Geser.....	124
BAB VI STRUKTUR BANGUNAN BAWAH.....		127
6.1.	Data Umum Perencanaan Bangunan Bawah.....	127
6.1.1	Perencanaan p7-pc,p8-pc,p10-pc, dan p11-pc.....	124
6.1.2	Analisis Pembebanan	129
6.1.3	Penulangan Pierhead P7-PC	130
6.1.4	Penulangan Badan Pilar P7-PC	132
6.1.5	Penulangan Poer (Pile Cap) P7-PC	133

6.1.6	Penulangan Pierhead P11-PC	134
6.1.7	Penulangan Badan Pilar P11-PC	136
6.1.8	Penulangan Poer (Pile Cap) P11-PC	137
6.1.9	Penulangan Badan Pilar P8-PC	138
6.1.10	Penulangan Poer (Pile Cap) P8-PC	140
6.1.11	Penulangan Badan Pilar P10-PC	141
6.1.12	Penulangan Poer (Pile Cap) P10-PC	142
6.1.13	Perhitungan Daya Dukung Tanah	144
6.1.14	Penulangan Borepile P7-PC	149
6.1.15	Penulangan Borepile P11-PC	150
6.1.16	Penulangan Borepile P8-PC	152
6.1.17	Penulangan Borepile P10-PC	153
BAB VII METODE PELAKSANAAN		155
7.1.	Umum	155
7.2.	Tahap Persiapan Konstruksi Jembatan.....	155
7.2.1	Pembuatan Jalan Kerja	156
7.2.2	Pembuatan Gudang Material dan Peralatan	156
7.2.3	Pembuatan Direksi Kit	157
7.2.4	Mobilisasi	157
7.3.	Pekerjaan Bangunan Pondasi	158
7.3.1	Pekerjaan Persiapan.....	158
7.3.2	Pekerjaan Pengeboran	158
7.3.3	Pekerjaan Pembesian	159
7.3.4	Pekerjaan Pengecoran.....	160

7.4. Pekerjaan Pilecap	161
7.4.1 Pekerjaan Penggalan dan Pembersihan	161
7.4.2 Pekerjaan Bekisting	162
7.4.3 Pemasangan Pembesian.....	163
7.4.4 Pekerjaan Pengecoran.....	163
7.5. Pekerjaan Pilar	163
7.5.1 Pekerjaan Penulangan.....	163
7.5.2 Pemasangan Bekisting.....	163
7.5.3 Pekerjaan Pengecoran.....	164
7.5.4 Pelepasan Bekisting.....	165
7.6. Pekerjaan Kepala Pilar (Pierhead)	165
7.7. Pekerjaan Box Girder.....	165
BAB VIII KESIMPULAN	173
8.1. Kesimpulan	173
DAFTAR PUSTAKA.....	175
LAMPIRAN	177

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Proyek Relokasi Jalan Tol Porong-Gempol Paket 2	2
Gambar 1. 2 Denah Existing STA 40+350 s/d 40+700	2
Gambar 1. 3 Denah Existing STA 40+350 s/d 40+700	3
Gambar 1. 4 Modifikasi Potongan Memanjang STA 40+350 s/d 40+700	3
Gambar 2.1 Profil Longitudinal untuk Jembatan Segmental	9
Gambar 2.2 Tipikal Jarak Bentang Pada Berbagai Tipe Jembatan Beton Prategang	10
Gambar 2.3 Potongan Melintang <i>Single Cell Box Girder</i>	11
Gambar 2.4 Potongan Melintang <i>Multi Cell Box Girder</i>	11
Gambar 2.5 Tata Letak Tendon <i>Post Tensioned</i> Pada Bentang Sederhana	12
Gambar 2.6 Lokasi Tendon Pada Potongan Melintang <i>Box Girder</i>	12
Gambar 2.7 Potongan Memanjang <i>Box Girder</i> untuk Ketinggian yang Bervariasi	13
Gambar 2.8 Potongan Melintang untuk Penentuan Lebar <i>Single Cell Box Girder</i>	14
Gambar 2.9 Potongan Melintang untuk Penentuan Lebar <i>Multi Cell Box Girder</i>	14
Gambar 2.10 Dimensi Sayap Kantilever	15
Gambar 2.11 Kedudukan Beban Lajur D	18
Gambar 2.12 Pembebanan Truk “T”	19
Gambar 2.13 Faktor Beban Dinamis	19
Gambar 2.14 Grafik Respons Spektrum	20
Gambar 2.15 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	20
Gambar 2.16 Peta respons spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	21

Gambar 2.17 Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	21
Gambar 2.18 Ilustrasi Perimbangan Beban Akibat Gaya Prategang	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir Terapan	40
Gambar 3. 2 Denah <i>Existing</i>	41
Gambar 3. 3 Elevasi <i>Existing</i>	41
Gambar 3. 4 Modifikasi Jembatan	41
Gambar 3.5 Detail dari Dimensi Bangunan Parapet	42
Gambar 3.6 Pengecoran Segmen <i>Box Girder</i> dengan <i>Formwork</i> dengan Alat <i>Traveler</i>	46
Gambar 3.7 Proses Penyambungan antara Segmen <i>Box Girder</i> dengan Alat <i>Traveler</i> sebagai Penggerak <i>Formwork</i>	46
Gambar 3.8 Jembatan yang Telah Terhubung	46
Gambar 4. 1 Penampang Pembatas Jalan	47
Gambar 4. 2 Gambar Pembebanan Geser Ponds	50
Gambar 5. 1 Potongan Memanjang Jembatan Porong-Gempol	53
Gambar 5. 2 Tinggi Rencana Bervariasi Jembatan Porong Gempol	56
Gambar 5. 3 Desain Rencana Potongan Melintang <i>Box Girder</i>	57
Gambar 5. 4 Potongan Melintang <i>Box Girder</i> As 1	58
Gambar 5. 5 Kantilever simetris	65
Gambar 5. 6 Segmen A0 hingga A3	65
Gambar 5. 7 <i>Strand and Tendon Properties</i> dari VSL	67
Gambar 5. 8 Contoh Hasil Output SAP2000 Pemasangan Segmen A1&A0 ditunjukkan pada As 0	73
Gambar 5. 9 Segmen A2	74
Gambar 5.10 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A2	75
Gambar 5.11 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A2	75
Gambar 5.12 Segmen A3	76
Gambar 5.13 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A3	77
Gambar 5.14 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A3	77

Gambar 5.15 Segmen A4	78
Gambar 5.12 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A4	79
Gambar 5.17 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A4	79
Gambar 5.13 Segmen A5	80
Gambar 5. 14 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A5	81
Gambar 5. 15 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A5	81
Gambar 5. 16 Segmen A6	82
Gambar 5. 17 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A6	83
Gambar 5. 18 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A6	83
Gambar 5. 19 Segmen A7	84
Gambar 5. 20 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A7	85
Gambar 5. 21 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A7	85
Gambar 5. 22 Segmen A8	86
Gambar 5. 23 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A8	87
Gambar 5. 24 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A8	87
Gambar 5. 25 Segmen A9	88
Gambar 5. 26 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A9	89
Gambar 5. 27 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A9	89
Gambar 5. 28 Segmen A10	90
Gambar 5. 29 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A10	91
Gambar 5. 30 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A10	91
Gambar 5. 31 Segmen A11	92
Gambar 5. 32 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A11	93
Gambar 5. 33 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A11	93
Gambar 5. 39 Segmen A12	94
Gambar 5. 34 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A12	95
Gambar 5. 35 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A12	95
Gambar 5. 42 Segmen A13	96
Gambar 5. 36 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A13	97
Gambar 5. 37 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A13	97
Gambar 5. 38 Segmen A14	98
Gambar 5. 39 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A14	99
Gambar 5. 40 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A14	99
Gambar 5. 48 Lendutan <i>Balance Cantilefer</i>	112
Gambar 5. 49 Hasil Output SAP f_{top} Bentang Menerus	115

Gambar 5. 50 Hasil Output SAP f_{bottom} Bentang Menerus	116
Gambar 5. 51 Lendutan Tahap <i>Service</i>	124
Gambar 6. 1 Rencana Penempatan Pilecap	127
Gambar 6. 2 Tampak Melintang Bagian p7-pc	128
Gambar 6. 3 Tampak Melintang Bagian p8-pc	128
Gambar 6. 4 Tampak Melintang Bagian p10-pc	129
Gambar 6. 5 Tampak Melintang Bagian p11-pc	129
Gambar 6. 6 Respons Spectrum	130
Gambar 6. 7 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pierhead P7-PC	131
Gambar 6. 8 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pierhead P7-PC	131
Gambar 6. 9 Hasil Output SAP2000 Pilar P7-PC	132
Gambar 6.10 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P7-PC	133
Gambar 6. 11 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P7-PC	134
Gambar 6. 12 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pierhead P11-PC	135
Gambar 6. 13 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pierhead P11-PC	135
Gambar 6. 14 Hasil Output SAP2000 Pilar P11-PC	136
Gambar 6. 15 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P11-PC	137
Gambar 6. 16 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P11-PC	138
Gambar 6. 17 Hasil Output SAP2000 Pilar P8-PC	139
Gambar 6. 18 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P8-PC	140
Gambar 6. 19 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P8-PC	140
Gambar 6. 20 Hasil Output SAP2000 Pilar P10-PC	141
Gambar 6. 21 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P10-PC	143
Gambar 6. 22 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P10-PC	143
Gambar 6. 23 Hasil Output SAP2000 Borepile P7-PC	149
Gambar 6. 24 Hasil Output SAP2000 Borepile P11-PC	151
Gambar 6. 25 Hasil Output SAP2000 Borepile P8-PC	152
Gambar 6. 26 Hasil Output SAP2000 Borepile P10-PC	154
Gambar 7. 3 Rencana Pengerjaan Pelaksanaan	156
Gambar 7. 2 Pengeboran Borepile	159
Gambar 7. 3 Pembesian dan Penahan Tulangan Melintang	160
Gambar 7. 4 Pengecoran dengan Ready Mix	161
Gambar 7. 5 Penggalan	162
Gambar 7. 6 Pemotongan Kepala Borepile	162
Gambar 7. 7 Pemasangan Bekisting	164

Gambar 7. 8 Pemasangan Perancah	166
Gambar 7. 9 Pemasangan Bekisting Bawah	166
Gambar 7. 10 Pemasangan Pembesian	166
Gambar 7. 11 Pengerjaan Pengecoran	167
Gambar 7. 12 Pemasangan <i>Main Jack</i>	167
Gambar 7. 13 Pemasangan <i>Moving Rail</i>	167
Gambar 7. 14 Pemasangan <i>Main Longitudinal Frame</i>	168
Gambar 7. 15 Pemasangan <i>Transverse Truss System</i>	168
Gambar 7. 16 Pemasangan <i>Rear Tie Down System</i>	168
Gambar 7. 17 Pemasangan Sambungan Bracing	169
Gambar 7. 18 Pemasangan <i>Rear Joist</i> dan <i>Hanger Rod</i>	169
Gambar 7. 19 Pemasangan <i>Front Upper Cross Girder</i>	169
Gambar 7. 20 Pasang <i>Carrying Pull Beam</i> dan <i>Hanger Rod</i>	170
Gambar 7.21 Pemasangan Dudukan Bekisting Bawah	170
Gambar 7.22 Pemasangan <i>Formwork</i> untuk Segmen 1	171
Gambar 7.23 Tahap Pengerjaan pada Kedua Sisi Pilar	171
Gambar 7.24 Tahap Pengerjaan Closure	171

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja	8
Tabel 2.2 Nilai V_o dan Z_o untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu	22
Tabel 2.3 Tekanan Angin Dasar	23
Tabel 2.4 Temperatur Jembatan Rata-rata Nominal	23
Tabel 2.5 Sifat Bahan Akibat Pengaruh Temperatur.....	23
Tabel 2.6 Kombinasi Beban dan Faktor Beban	24
Tabel 2.7 Nilai Koefisien Kelengkungan	29
Tabel 2.8 Nilai K_{sh} untuk Komponen Pasca Tarik	31
Tabel 2.9 Nilai-Nilai K_{RE} dan J	32
Tabel 2.10 Nilai-nilai C	32
Tabel 2.11 Faktor Keamanan	36
Tabel 2.12 Keuntungan dan kerugian Segmental Prestressed Box Gider.....	37
Tabel 5. 1 Perhitungan c.g.c Penampang Pada As 1 (1)	59
Tabel 5. 2 Rekap Perhitungan Penampang Setiap Segmen	60
Tabel 5. 2 Perhitungan Beban Akibat Berat Sendiri Seluruh Segmen	62
Tabel 5. 3 Preliminari Design A1&A0	73
Tabel 5. 4 Preliminari design pemasangan segmen A2 dengan Form Traveller.....	74
Tabel 5. 5 Preliminari design pemasangan segmen A3 dengan Form Traveller	76
Tabel 5. 6 Preliminari design pemasangan segmen A4 dengan Form Traveller	78
Tabel 5. 7 Preliminari design pemasangan segmen A5 dengan	

Form Traveller	80
Tabel 5.8 Preliminari design pemasangan segmen A6 dengan Form Traveller	82
Tabel 5. 9 Preliminari design pemasangan segmen A7 dengan Form Traveller.....	84
Tabel 5. 10 Preliminari design pemasangan segmen A8 dengan Form Traveller	86
Tabel 5. 11 Preliminari design pemasangan segmen A9 dengan Form Traveller	88
Tabel 5. 12 Preliminari design pemasangan segmen A10 dengan Form Traveller	90
Tabel 5. 13 Preliminari design pemasangan segmen A11 dengan Form Traveller	92
Tabel 5. 14 Preliminari design pemasangan segmen A12 dengan Form Traveller	94
Tabel 5. 15 Preliminari design pemasangan segmen A13 dengan Form Traveller	96
Tabel 5. 16 Preliminari design pemasangan segmen A14 dengan Form Traveller	98
Tabel 5. 17 Kontrol M_{cr} dan M_{Mu} pada saat pelaksanaan (<i>kantilever balanced</i>)	104
Tabel 5. 18 Kombinasi Beban	117
Tabel 5. 19 Karakteristik Tendon	117
Tabel 5. 20 Data Properties Bentang Menerus Jembatan	119
Tabel 5. 21 Data Penulangan Lentur dan Geser dari SAP	125
Tabel 6. 1 Rekapitulasi Penulangan Pierhead P7-PC	131
Tabel 6. 2 Penulangan Badan Pilar P7-PC	133
Tabel 6. 3 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P7-PC	134
Tabel 6. 4 Rekapitulasi Penulangan Pierhead P11-PC	135
Tabel 6. 5 Penulangan Badan Pilar P11-PC	137
Tabel 6. 6 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P11-PC	138
Tabel 6. 7 Penulangan Badan Pilar P8-PC	139
Tabel 6. 8 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P8-PC	141
Tabel 6. 9 Penulangan Badan Pilar P10-PC	142
Tabel 6. 10 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P10-PC	143

Tabel 6. 11 Output Sap untuk P max	144
Tabel 6. 12 Perhitungan gaya spring yang terjadi untuk tiang borepile 2000 mm	146
Tabel 6. 13 Penulangan Badan Borepile P7-PC	150
Tabel 6. 14 Penulangan Badan Borepile P11-PC	151
Tabel 6. 15 Penulangan Badan Borepile P8-PC	153
Tabel 6. 16 Penulangan Badan Borepile P10-PC	154

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi saat ini pada proyek jalan tol Surabaya-Gempol Ruas Porong-Gempol paket 2 yang dikerjakan oleh Waskita-Gorip yang sebagian besar strukturnya berupa jembatan khususnya di STA 40+350 s/d 40+700 di bangun diatas sungai porong dengan menggunakan beton prategang dengan profil *i girder* yang mempunyai panjang tiap bentang yaitu 44 m.

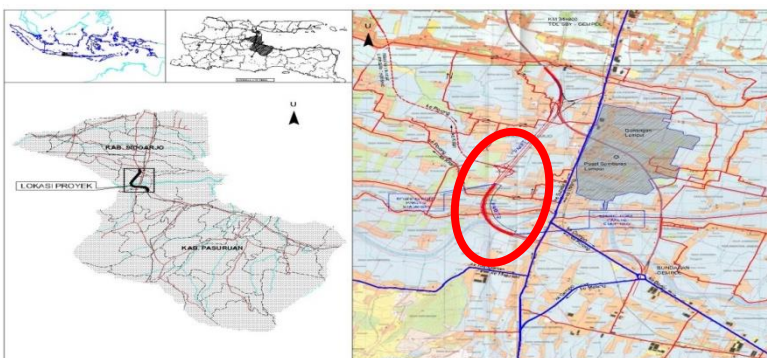
Beton prategang sendiri yang telah kita ketahui ialah beton yang diberi penekanan terlebih dahulu melalui proses *stressing* sebelum dibebani. Beton prategang dengan profil *i girder* memiliki bentang maksimum antara 40-50 m sedangkan pada penggunaan profil *box girder* memiliki bentang maksimum antara 50 – 100 m bahkan bisa lebih. Sehingga kelebihan penggunaan beton prategang dengan profil *box girder* dapat digunakan pada bentang panjang sehingga mengurangi efek lendutan akibat beban diatasnya.

Salah satu penerapan jembatan beton prategang yang ada di Canada yakni pada jembatan Saint Adele. Jembatan yang dibangun tahun 1964 ini merupakan jembatan pertama dengan menggunakan konstruksi segmental. Jembatan ini menggunakan *single cell box girder* memiliki 3 bentang dengan 2 struktur utama yaitu pada tengah-tengah bentang jembatan dengan panjang 80,8 m dan di kedua sisi akhir bentang dengan panjang 40,4 m (Podolny dan Muller “*Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982).

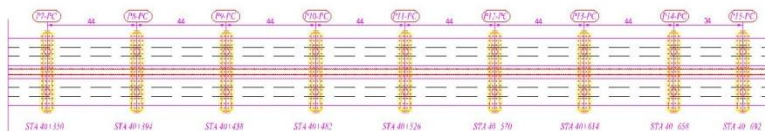
Dengan demikian box girder lebih cocok untuk bentang yang lebih panjang dan lebar. Jadi pada jembatan jalan tol Surabaya-Gempol Ruas Porong-Gempol paket 2 STA 40+350 s/d 40+692 tersebut dapat menggunakan desain struktur *box girder*

prestressed segmental karena dianggap lebih efisien dan mudah dalam pelaksanaan di lapangan.

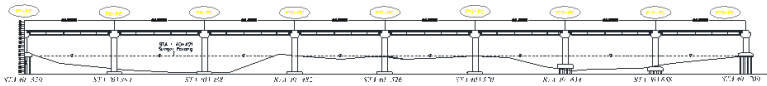
Dari penjelasan diatas maka Pengerjaan Tugas Akhir Terapan ini akan dilakukan *redesign* jembatan yang semula panjang bentangnya 44 m di modifikasi menjadi 88 m yang dengan struktur *box girder prestressed segmental* karena memiliki kelebihan pada penggunaan jembatan bentang panjang sehingga dapat mengurangi jumlah pilar yang di bangun di tengah-tengah sungai sehingga lebih efisien. Perencanaan yang disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang menjadi pedoman di bidang perencanaan ini. Gambar dari lokasi proyek, denah existing, potongan memanjang existing, dan modifikasi potongan memanjang dapat dilihat berturut-turut pada gambar 1.1, gambar 1.2, gambar 1.3, dan gambar 1.4.



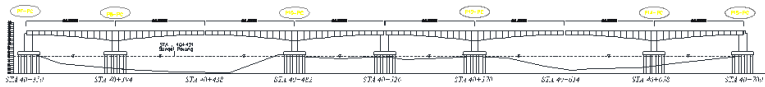
Gambar 1. 1 Lokasi Proyek Relokasi Jalan Tol Porong-Gempol Paket 2



Gambar 1. 2 Denah Existing STA 40+350 s/d 40+700



Gambar 1. 3 Denah Exsisting STA 40+350 s/d 40+700



Gambar 1. 4 Modifikasi Potongan Memanjang STA 40+350 s/d 40+700

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang di tinjau dalam Modifikasi Desain Struktur Jembatan Beton Prategang Menggunakan *Box Girder Prestressed Segmental* adalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana merencanakan dimensi dan menganalisa kekuatan *box girder* ?
- 2) Bagaimana menganalisa kehilangan gaya prategang yang terjadi pada *box girder prestressed* ?
- 3) Bagaimana mengontrol desain *box girder* terhadap kekuatan dan kestabilan struktur jembatan ?
- 4) Bagaimana merencanakan struktur bagian bawah ?
- 5) Bagaimana metode pelaksanaan dari *box girder prestressed segmental* dengan sistem kantilever ?
- 6) Bagaimana menyajikan hasil desain dan analisa ke dalam bentuk gambar teknik ?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dalam penyusunan tugas akhir ini, maka ada batasan masalah pada penulisan tugas ini, antara lain :

- 1) Tidak merencanakan perkerasan dan desain jalan pendekat (oprit)
- 2) Tidak meninjau beban akibat aliran air, benda hanyutan, dan tumbukan pada pilar jembatan
- 3) Tidak meninjau scouring pada profil sungai
- 4) Tidak merencanakan *differential settlement*.
- 5) Tidak memperhitungkan analisa biaya konstruksi dan waktu pelaksanaan

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulis melakukan tugas akhir terapan ini secara umum adalah untuk memenuhi syarat kelulusan pendidikan dan khususnya untuk mengetahui lebih jauh aplikasi disiplin ilmu yang sudah didapat sebelumnya, sedangkan secara khususnya ialah merencanakan desain struktur jembatan jalan tol Surabaya-Gempol Ruas Porong-Gempol paket 2 STA 40+350 s/d 40+692 dengan metode *box girder prestressed* untuk mendapatkan dimensi balok yang ekonomis. Adapun tujuan penulisan tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

- 1) Dapat menentukan dimensi dan analisa kekuatan profil box girder.
- 2) Dapat menganalisa kehilangan gaya prategang pada desain *box girder prestressed*.
- 3) Dapat mengontrol desain box girder terhadap kekuatan dan kestabilan struktur.
- 4) Dapat menentukan dimensi dan analisa kekuatan pada struktur bangunan bawah.
- 5) Dapat mengetahui metode pelaksanaan dari *box girder prestressed segmental* dengan system kantilever.
- 6) Dapat menyajikan hasil desain dan analisa ke dalam bentuk gambar teknik.

1.5 Manfaat

Penyusunan tugas akhir terapan ini diharapkan memberikan manfaat, antara lain :

- 1) Dapat memahami konsep dan merencanakan desain struktur jembatan dengan profil *box girder prestressed* yang sesuai dengan persyaratan struktur yang ditentukan.
- 2) Sebagai alternative dalam menentukan teknik perencanaan jembatan dengan bentang panjang dan medan yang cukup sulit.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Data Material Beton

Nilai-nilai dari data material beton seperti modulus elastis, modulus geser, angka poisson, dan koefisien pemuaian dapat di lihat dibawah ini :

- Modulus elastisitas (E) = 200.000 Mpa
- Modulus geser (G) = 80.000 Mpa
- Angka poisson (μ) = 0,2
- Koefisien pemuaian (α) = 12×10^{-6} per °C

2.1.1 Kuat Tekan

Bedasarkan RSNI-T-12-2004, Dalam segala hal, beton dengan kuat tekan (benda uji silinder) yang kurang dari 20 Mpa tidak dibenarkan untuk digunakan dalam pekerjaan struktur beton untuk jembatan, kecuali untuk pembetonan yang tidak dituntut persyaratan kekuatan. Dalam hal komponen struktur beton prategang, sehubungan dengan pengaruh gaya prategang pada tegangan dan regangan beton, baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang, maka kuat tekan beton disyaratkan untuk tidak lebih rendah dari 30 Mpa.

2.1.2 Kuat Tarik

Kuat tarik langsung dari beton, f_{ct} , bisa diambil dari ketentuan:

- $0,33 \sqrt{f_c}$ MPa pada umur 28 hari, dengan perawatan standar; atau
- Dihitung secara probabilitas statistik dari hasil pengujian.

2.1.3 Massa Jenis

Massa jenis beton, w_c , ditentukan dari nilai-nilai:

- Untuk beton dengan berat normal, diambil tidak kurang dari 2400 kg/m³; atau
- Ditentukan dari hasil pengujian.

2.1.4 Modulus Elastisitas

Untuk beton normal dengan massa jenis sekitar 2400 kg/m³, E_c boleh diambil sebesar $4700\sqrt{f_c'}$, dinyatakan dalam MPa; atau ditentukan dari hasil pengujian.

2.1.5 Angka Poisson

Angka Poisson untuk beton, ν , bisa diambil sebesar:

- 0,2 atau
- Ditentukan dari hasil pengujian.

2.2 Data Material Baja

Berdasarkan RSNI T-03-2005, sifat mekanis baja struktural dapat dilihat pada tabel 2.1.

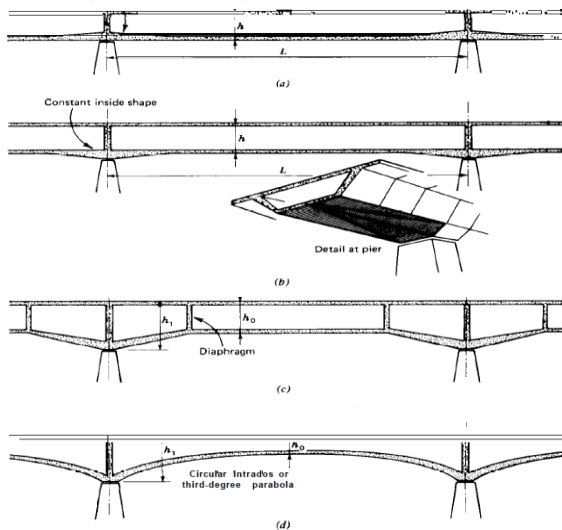
Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja

jenis baja	Tegangan putus min, F_u (MPa)	Tegangan leleh min, f_y (MPa)	Regangan min (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18

2.3 Balok Penampang Tidak Prismatis

Balok dengan penampang yang tidak prismatis banyak dipakai dalam berbagai perencanaan jembatan beton prategang dengan box girder sebagai upaya untuk mereduksi volume beton dan berat sendiri struktur pada penerapan jembatan-jembatan bentang panjang. Pada balok yang tidak prismatis atau dengan kata lain ketinggian box girder yang tetap posisi letak titik berat

penampang tidak lagi berupa garis lurus yang tetap pada sepanjang balok, oleh karena itu kabel strand juga bukan berupa kabel yang lurus karena dapat menyebabkan eksentrisitas kabel menjadi tidak konstan, melainkan berbentuk parabola (Sri Murni Dewi, 2003). Beberapa contoh penerapan balok penampang prismatis dan tidak prismatis di tunjukan pada gambar 2.1 (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982).



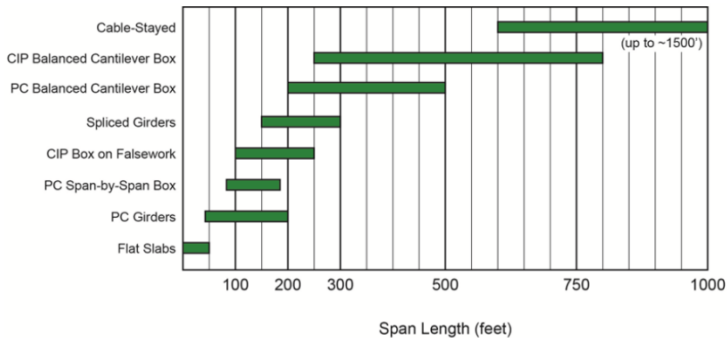
Gambar 2.1 Profil Longitudinal untuk Jembatan Segmental
 (a) Constant depth. (b) *Semiconstant depth*. (c) *Straight haunches*.
 (d) *Variable depth*.

Sumber : (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982)

2.4 Tipikal Jarak Bentang untuk Jembatan Beton Prategang

Flexibilitas dalam mengakomodir lebar yang bervariasi dari berbagai panjang bentang jembatan beton prategang khususnya pada jembatan jalan raya yang paling sering digunakan adalah konstruksi box girder *cast-in-place* memiliki keuntungan yang

tinggi. Keuntungan lain yang termasuk mengurangi beban yang tinggi, kekakuan torsi yang besar, dan konstruksi yang lebih ekonomis serta lebih menguntungkan dengan bentang yang lebih panjang. Seperti yang di tunjukan pada gambar 2.2 tipikal bentang jembatan untuk beton prategang.

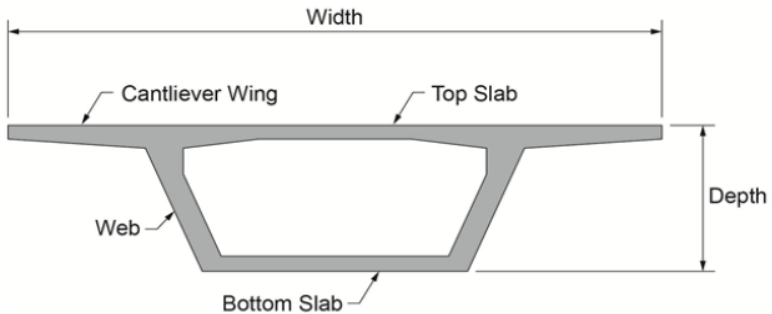


Gambar 2.2 Tipikal Jarak Bentang Pada Berbagai Tipe Jembatan Beton Prategang .

Sumber : (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).

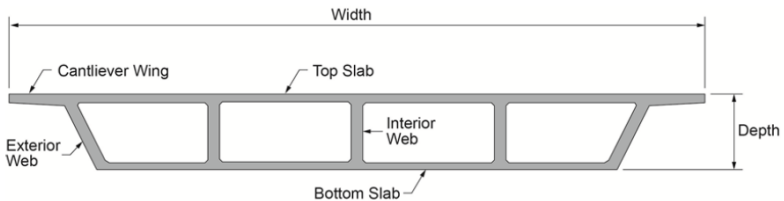
2.4.1 Tipikal Superstruktur Untuk Potongan Melintang

Tipikal Superstruktur jembatan *box girder* untuk potongan melintang dengan *post-tensioned* dapat terbagi menjadi 2 tipe yaitu *multi-cell* atau *single-cell*. Tipe potongan melintang dari *single cell* ditunjukkan pada gambar 2.3 dan tipe potongan melintang dari *multi cell* ditunjukkan pada gambar 2.4 (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982).



Gambar 2.3 Potongan Melintang *Single Cell Box Girder*.

Sumber : (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).

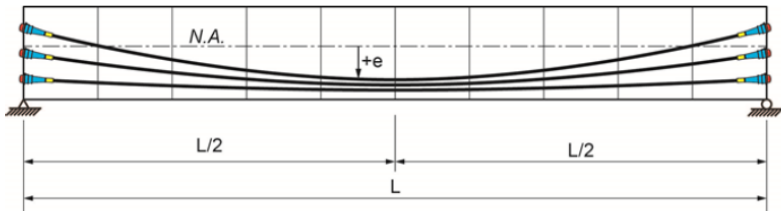


Gambar 2.4 Potongan Melintang *Multi Cell Box Girder*.

Sumber : (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).

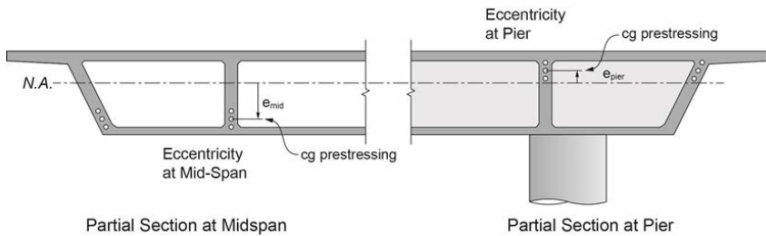
2.5 Tata Letak Tendon Longitudinal Post Tensioned

Jembatan prategang *Box girder cast in place* dengan menggunakan tendon *post tensioned* terletak pada badan beton tersebut. Tendon tersebut terbentuk dari profil parabolik yang dimulai dengan posisi diatas atau tinggi pada tumpuan diteruskan ke bagian tengah bentang dengan posisi yang rendah seperti profil parabolik di tunjukan pada gambar 2.5 dan posisi letak tendon pada potongan melintang di tunjukan pada gambar 2.6 (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).



Gambar 2.5 Tata Letak Tendon *Post Tensioned* Pada Bentang Sederhana

Sumber : (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).



Gambar 2.6 Lokasi Tendon Pada Potongan Melintang *Box Girder*
Sumber : (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).

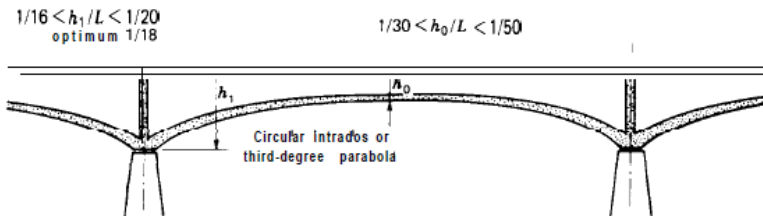
2.5.1 Tipikal Superstruktur untuk Potongan Melintang

Tipikal Superstruktur jembatan *box girder* untuk potongan melintang dengan *post-tensioned* dapat terbagi menjadi 2 tipe yaitu *multi-cell* atau *single-cell*. Tipe potongan melintang dari *single cell* ditunjukkan pada gambar 2.3 dan tipe potongan melintang dari *multi cell* ditunjukkan pada gambar 2.4 (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982).

2.6 Pemilihan Potongan Melintang

2.6.1 Penentuan Ketinggian Box Girder

Dalam penentuan perencanaan untuk menentukan ketinggian di tumpuan dan tengah bentang dari *box girder* untuk tipe *variable depth* (ketinggian yang bervariasi) berdasarkan (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982) ditunjukkan pada gambar 2.7.

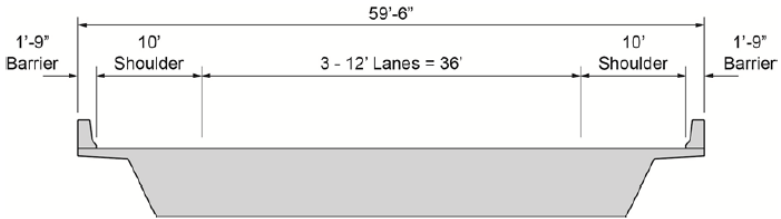


Gambar 2.7 Potongan Memanjang *Box Girder* untuk Ketinggian yang Bervariasi

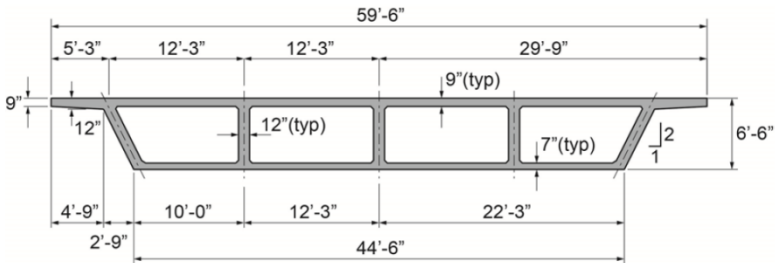
Sumber : (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982)

2.6.2 Penentuan Lebar Box Girder

Salah satu contoh studi jalan raya atau lalu lintas yang dilakukan untuk beberapa proyek jembatan baru akan membawa 3 lajur dalam 1 jalur atau 1 arah. Lebar 1 lajur tersebut 12 ft (3,6 m) dan kedua lebar bahu masing-masing 10 ft (3 m) dengan parapet atau pagar penahan beton berukuran standar 1 ft – 9 inchi (0,3 m – 0,225 m). Contoh potongan melintang yang menunjukkan lebar *box girder* untuk tipe *single cell* dapat dilihat pada gambar 2.8. Dan contoh penerapan lebar dari tipe *multi cell box girder* dapat dilihat pada gambar 2.9 (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).



Gambar 2.8 Potongan Melintang untuk Penentuan Lebar *Single Cell Box Girder*



Gambar 2.9 Potongan Melintang untuk Penentuan Lebar *Multi Cell Box Girder*

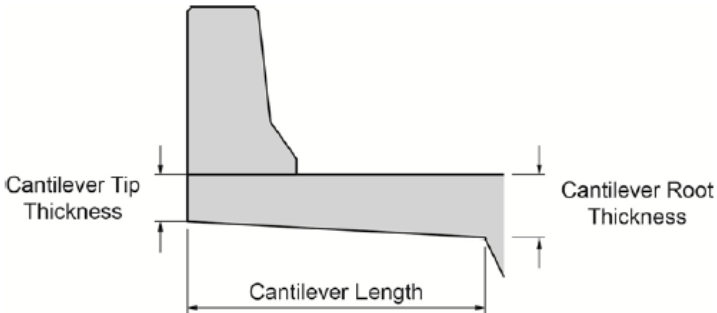
2.6.3 Ukuran Tiap Dimensi dari Box Girder

Panduan dalam perencanaan menentukan dimensi dari tiap bagian *box girder* terbagi menjadi 4 bagian yaitu :

1. Sayap kantilever
2. Badan
3. Slab atas
4. Slab bawah

- **Lebar Dan Ketebalan Sayap Kantilever**

Sisi sayap kantilever memberikan manfaat struktural dan estetika. Secara struktural panjang kantilever memberikan penguatan slab atas. Gambar 2.10 menunjukkan tipikal sayap kantilever (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).



Gambar 2.10 Dimensi Sayap Kantilever

Untuk panjang kantilever kurang dari 5 ft (1,5 m) ketebalan pangkal kantilever nya diperkirakan :

$$t_c = \frac{L_c}{5} (12) \geq t_{tip} \dots \dots \dots (1)$$

Untuk panjang kantilever antara 5 ft sampai 8 ft (1,5 m sampai 2,4 m) ketebalan pangkal kantilever nya diperkirakan :

$$t_c = 12 + (L_c - 5) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

L_c = panjang sayap kantilever

t_c = ketebalan pangkal kantilever

t_{tip} = ketebalan ujung kantilever

- **Ketebalan Web Box Girder**

Ketebalan minimum *web box girder* ditentukan berdasarkan (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982) adalah

- 200 mm jika tidak terdapat saluran untuk penempatan *post tensioning* tendon di badan Box
- 250 mm jika ada saluran kecil untuk tiap vertikal atau longitudinal *post tensioning* tendon yang terjadi di badan
- 300 mm jika terdapat saluran untuk penempatan *post tensioning* tendon (12,5 in diameter strand) yang terjadi di badan box.
- 350 mm jika terdapat anker tendon yang ditempatkan di badan box.

- **Ketebalan Slab Atas**

Ketebalan slab atas di tentukan berdasarkan (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”) adalah

$$\frac{L \text{ bersih}}{14} \geq t \text{ slab} \geq \frac{L \text{ bersih}}{17} \dots\dots\dots(3)$$

- **Ketebalan Slab Bawah**

Penentuan ketebalan slab bawah berdasarkan (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”) adalah

- Direkomendasikan minimum = 7 in (175 mm)
- Jika ada saluran longitudinal *prestressed*, direkomendasikan sampai 250 mm)= 8 sampai 10 in (200-250 mm)

2.7 Pembebanan Struktur Jembatan

Pada perencanaan struktur jembatan yang perlu diperhatikan adalah beban-beban yang bekerja pada jembatan. Beban-beban tersebut akan mempengaruhi besarnya dimensi dan tulangan yang digunakan pada struktur jembatan tersebut. Pada peraturan teknik jembatan aksi-aksi (beban) digolongkan berdasarkan sumbernya yaitu :

2.7.1. Beban Mati

Semua beban mati struktur jembatan adalah berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang di tinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu-kesatuan tetap atau terikat dengannya seperti berat mati tambahan yang berupa berat perkerasan.

2.7.2. Beban Hidup

Semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak/lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang

dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup jembatan tersebut meliputi :

1. Beban Lalu – Lintas

Beban lalu-lintas untuk perencanaan struktur jembatan terdiri atas beban lajur “D” dan beban truk “T” :

a. Beban Lajur “D”

Beban lajur D bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri. Intensitas beban D terdiri dari beban terbagi rata (BTR) dan beban garis (BGT) seperti pada gambar 2.11. Beban terbagi rata ($BTR = q$). Besarnya beban tersebar merata q menurut SNI-1725-2016 pasal 8.3.1 rumus 27 dan 28 adalah :

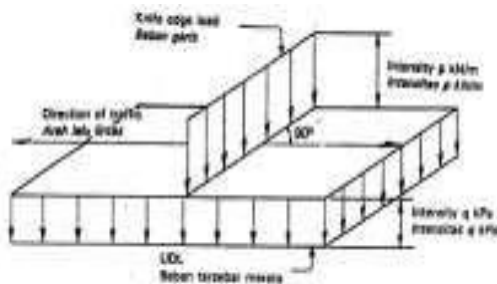
$q = 9,0 \text{ kN/m}^2$ (untuk $L \leq 30 \text{ m}$),

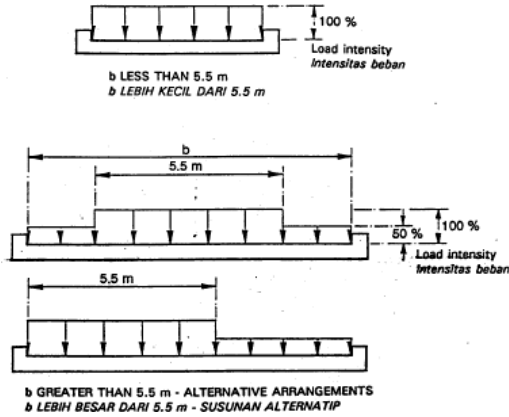
$q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kN/m}^2$ (untuk $L > 30 \text{ m}$) dimana,

q = intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kN/m) / (Kpa)

L = panjang total jembatan yang dibebani (m)

Beban garis (BGT). Besarnya beban garis “P” ditetapkan sebesar 49 kN/m .

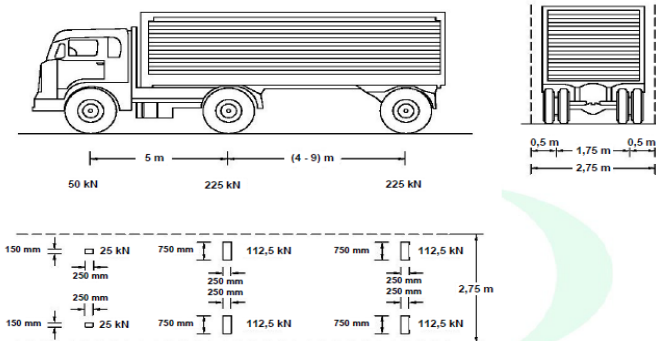




Gambar 2.11 Kedudukan Beban Lajur D

b. Beban Truk “T”

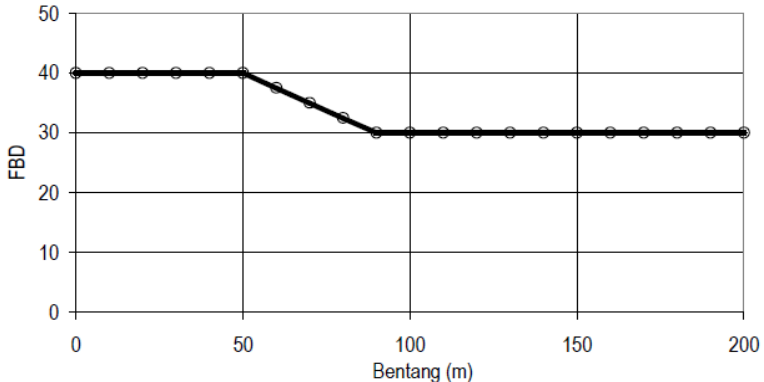
Selain beban “D” terdapat beban lainya yaitu Beban truk “T” adalah berat satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi yang digunakan untuk menganalisis pelat jalur lalu-lintas seperti terlihat pada gambar 2.12. Besar beban T = 500 kN.



Gambar 2.12 Pembebanan Truk “T”

c. Faktor Pembesaran Dinamis

Faktor pembesaran dinamis (DLA) berlaku pada “BGT” lajur “D” dan truk “T” sebagai simulasi kejut dari kendaraan bergerak pada struktur jembatan. Untuk Truk “T” nilai DLA adalah 0,3 sedangkan untuk “BGT” lajur “D” nilai dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Faktor Beban Dinamis

d. Gaya Rem

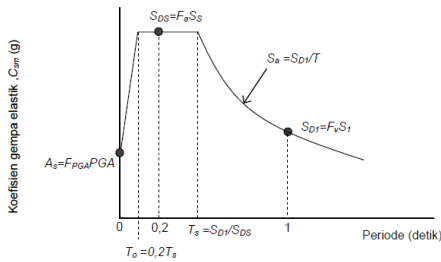
Gaya rem tersebut harus ditempatkan di semua lajur rencana yang dimuati sesuai dengan pasal 8.2 dan yang berisi lalu lintas dengan arah yang sama, Gaya ini harus diasumsikan untuk bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan pada masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan.

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

1. 25 % dari berat gandar truk dasain atau,
2. 5 % dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

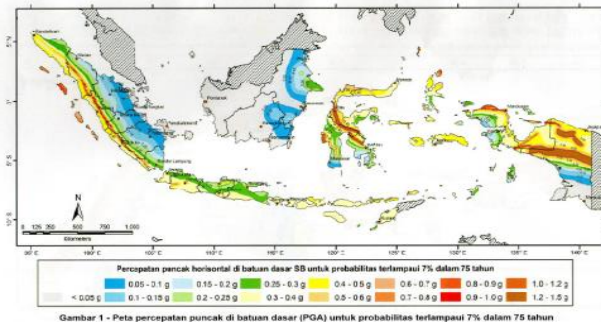
2.7.3. Beban Gempa

Pada perencanaan jembatan ini, beban gempa menggunakan fungsi *respon spectrum* yang di input pada program sap 2000. Metode gempa ini menggunakan metode gempa dinamis. Untuk menginput fungsi *respon spectrum*. Menurut SNI-2833-2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa, grafik respon spektrum dapat dihitung sebagai berikut :

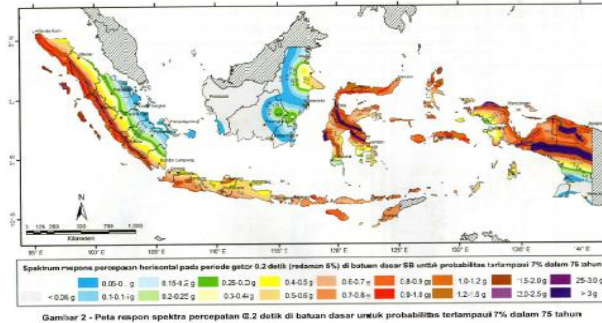


Gambar 2.14 Grafik Respon Spektrum

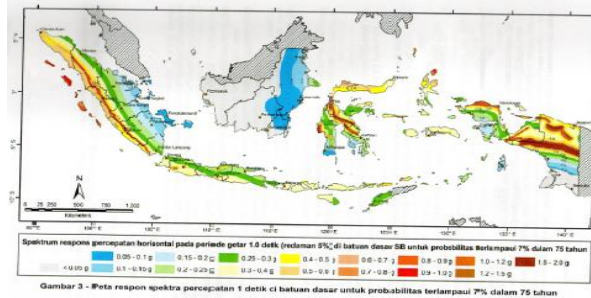
Semua variabel yang dicantumkan harus sesuai peta gempa yang di cantumkan pada gambar 2.14 – 2.16. Gambar tersebut menjelaskan nilai koefisien elastik gempa berdasarkan wilayah gempa dan batuan dasar serta batuan dasar pada wilayah tersebut.



Gambar 2.15 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun



Gambar 2.16 Peta respons spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun



Gambar 2.17 Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

Untuk mencari koefisien respons gempa elastic mempunyai 3 variable yang harus diperhatikan, yaitu :

- Untuk $T < T_0$

$$C_{sm} = (S_{ds} - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s \dots \dots \dots (4)$$

$$A_s = F_{pga} \times PGA \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

C_{sm} = Koefisien gempa elastic

S_{DS} = Nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek ($T=0.2$ detik)

F_{PGA} = Faktor Amplikasi periode pendek PGA = Percepatan puncak batuan dasar

- $T_0 < T < T_s$

$C_{SM} = S_{DS}$

Dimana :

C_{SM} = Koefisien gempa elastic

S_{DS} = Nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek ($T = 0,2$ detik)

- Untuk $T > T_s$

$C_{sm} = \frac{SD1}{T} \dots\dots\dots(6)$

Dimana :

C_{sm} = Koefisien gempa elastic

S_{D1} = Nilai spectra permukaan tanah pada periode 1 detik

2.7.4. Beban Angin

Bedasarkan SNI-1725-2016, Beban angin harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin. Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana, V_{DZ} , harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$V_{DZ} = 2,5 V_o (V_{10} / V_B) \ln (Z / Z_o) \dots\dots\dots(7)$

Dimana nilai V_o dan Z_o dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Nilai V_o dan Z_o untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
V_o (km/jam)	13,2	17,6	19,3
Z_o (mm)	70	1000	2500

Tekanan angin rencana dalam Mpa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$P_D = P_B (V_{DZ} / V_B)^2 \dots\dots\dots(8)$

Dimana nilai P_B dapat dilihat pada tabel 2.4 (Mpa).

Tabel 2.3 Tekanan Angin Dasar

Komponen bangunan atas	Angin tekan (MPa)	Angin hisap (MPa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

2.7.5. Beban Temperatur

Bedasarkan SNI-1725-2016, besaran rentang simpangan akibat beban temperatur (Δ_T) harus berdasarkan temperatur maksimum dan minimum yang didefinisikan dalam desain sebagai berikut : $\Delta_T = \alpha L (T_{\max \text{ design}} - T_{\min \text{ design}})$, dimana nilai α dan T dapat dilihat berturut-turut pada tabel 2.5 dan 2.6.

Tabel 2.4 Temperatur Jembatan Rata-rata Nominal

Tipe bangunan atas	Temperatur jembatan rata-rata minimum (1)	Temperatur jembatan rata-rata maksimum
Lantai beton di atas gelagar atau boks beton.	15°C	40°C
Lantai beton di atas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	40°C
Lantai pelat baja di atas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	45°C

CATATAN (1) Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500 m diatas permukaan laut.

Tabel 2.5 Sifat Bahan Akibat Pengaruh Temperatur

Bahan	Koefisien perpanjangan akibat suhu (α)	Modulus Elastisitas (MPa)
Baja	12×10^{-6} per °C	200.000
Beton:		
Kuat tekan <30 MPa	10×10^{-6} per °C	$4700\sqrt{f_c}$
Kuat tekan >30 MPa	11×10^{-6} per °C	$4700\sqrt{f_c}$

Analisis keseluruhan dan rancangan dari komponen struktur beton prategang akan menyertakan pertimbangan gaya gaya efektif dari tendon prategang pada setiap tahapan yang berarti, bersama sama dengan sifat bahan yang berlaku pada saat

2.7.6. Beban Kombinasi

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perencanaan struktur jembatan ini berdasarkan SNI-1725-2016 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Kombinasi Beban dan Faktor Beban

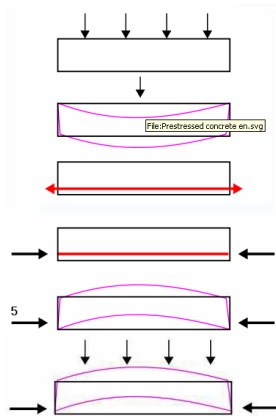
Kondisi Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW _s	EW _L	BF	EU _s	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	γ_p	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{RD}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat II	γ_p	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{RD}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{RD}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat IV	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	γ_p	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	γ_{RD}	γ_{ES}	-	-	-
Ekstrem I	γ_p	γ_{RQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,0	0	-
Ekstrem II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,0	1,0
Daya Javan I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	γ_{RD}	γ_{ES}	-	-	-
Daya Javan II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya Javan III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{RD}	γ_{ES}	-	-	-
Daya Javan IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Faktor (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan : γ_p dapat berupa γ_{RD} , γ_{SE} , γ_{SD} , γ_{SM} , γ_{SR} , γ_{SW} , γ_{S1} , γ_{S2} tergantung beban yang ditinjau
 γ_{RQ} adalah faktor beban hidup kondisi gempa

2.8 Prinsip Beton Prategang

Berdasarkan RSNI-T-12-2004 pasal 3.16 definisi beton prategang adalah beton bertulang yang diberi tegangan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja. Sedangkan definisi beton prategang yang terdapat dalam buku (Ned dan Burns,1993) yaitu beton yang mengalami tegangan internal dengan besar dan distribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban eksternal.

Dengan memanfaatkan momen sekunder akibat stressing untuk mengimbangi momen akibat beban luar, tinggi komponen beton prategang berkisar antara 65 sampai 80% tinggi komponen beton bertulang pada bentang dan beban yang sama, dengan demikian beton prategang membutuhkan lebih sedikit beton dan sekitar 20 sampai 35% banyaknya tulangan. (Edward G.Nawy, 2001).



Gambar 2.18 Ilustrasi Perimbangan Beban Akibat Gaya Prategang (Edward G.Nawy, 2001).

2.9 Gaya Prategang

Gaya Prategang ini berupa tendon yang diberikan tegangan awal sebelum memikul beban kerjanya yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan tegangan tarik pada saat beton mengalami beban kerja serta menggantikan tulangan tarik yang biasa terdapat pada beton bertulang. Gaya prategang ini dipengaruhi oleh momen total yang terjadi. Gaya prategang yang disalurkan harus memenuhi kontrol batas pada saat kritis. Persamaan berikut menjelaskan hubungan antara momen total dengan gaya prategang (Ned dan Burns, 1993).

$$F = T = \frac{MT}{0,65 h} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

MT = Momen Total

h = Tinggi Balok

2.9.1. Analisis Sistem Gaya Prategang pada Box Girder

Analisis keseluruhan dan rancangan dari komponen struktur beton prategang akan menyertakan pertimbangan gaya-gaya efektif dari tendon prategang pada setiap tahapan yang berarti, bersama-sama dengan sifat bahan yang berlaku pada saat berfungsinya struktur itu. Tahapan yang biasa diperiksa untuk mengetahui tegangan dan perilaku adalah sebagai berikut :

1. Segera setelah peralihan gaya prategang ke penampang beton, tegangan-tegangan dievaluasi sebagai tolak ukur perilaku, pengecekan ini termasuk gaya terbesar pada tendon yang bekerja pada beton yang mungkin bekerja jauh di bawah kekuatannya pada umur 28 hari, f_c' (Ned & Burn, 1993).
2. Pada beban kerja setelah semua kehilangan gaya prategang terjadi dan tingkatan prategang efektif jangka panjang telah tercapai, tegangan-tegangan di cek kembali sebagai tolak ukur perilaku dan kadang-kadang juga sebagai tolak ukur kekuatan. Tegangan efektif pada baja, f_{se} , setelah terjadi kehilangan gaya, diasumsikan untuk tendon, sementara komponen struktural memikul beban hidup dan beban mati. Juga, kekuatan beton kemudian dianggap bertambah menjadi f_c' (Ned & Burn, 1993).

2.9.2. Perhitungan Gaya Prategang

Dalam perhitungan Gaya Prategang harus diperhatikan pula syarat dari tegangan tekan izin maupun tegangan tarik izin dari beton dan baja.

• Tegangan Beton

a. Tegangan ijin beton sesaat setelah penyaluran gaya prategang :

Tegangan ijin bahan beton prategang berdasarkan RSNI T-12-2004 pada saat transfer tidak boleh melampaui nilai-nilai berikut ini :

- Pasal 4.4.1.2.2, tegangan tekan beton yang direncanakan pada umur saat dilakukan transfer, dinyatakan dalam satuan Mpa.
 $\sigma \text{ tekan} = 0,60 \cdot f'_{ci}$ (10)
- pasal 4.4.1.2.4, tegangan tarik beton yang direncanakan pada umur saat dilakukan transfer, dinyatakan dalam satuan Mpa.
 $\sigma \text{ tarik} = 0,25 \sqrt{f'_{ci}}$ (11)

b. Tegangan ijin beton sesaat setelah kehilangan seluruh gaya prategang

Bedasarkan SNI T-12-2004 untuk komponen beton prategang pada saat layan, tegangan tekan dan tarik dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

- Pasal 4.4.1.2.1, tegangan tekan beton akibat semua kombinasi beban tetap , dinyatakan dalam satuan Mpa.
 $\sigma \text{ tekan} = 0,45 f'_{c'}$, dimana $f'_{c'}$ kuat tekan beton pada umur 28 hari(12)
- Pasal 4.4.1.2.3, tegangan tarik beton pada beton prategang penuh, dinyatakan dalam Mpa.
 $\sigma \text{ tarik} = 0,5 \sqrt{f'_{c'}}$ (13)

c. Modulus Elastisitas (E)

Untuk beton normal dengan massa jenis sekitar 2500 kg/m³, E_c boleh diambil sebesar $4700\sqrt{f'_{c'}}$

d. Distribusi Tegangan Prategang

$$\sigma = -\frac{F}{A} \pm \frac{Fec}{I} \pm \frac{MC}{I} \text{(14)}$$

• Tegangan Baja

Pada pasal 4.4.3.2.1 RSNI T 12-2004 Tegangan tarik baja prategang pada kondisi batas layan tidak boleh melampaui nilai berikut :

- Tendon pasca tarik, pada daerah jangkar dan sambungan, sesaat setelah penjangkaran tendon sebesar 0,7 *fpu*

Pada pasal 4.4.3.2.2 RSNI T 12-2004 Tegangan tarik baja prategang pada kondisi transfer tidak boleh melampaui nilai berikut :

- Akibat gaya penjangkaran tendon, sebesar 0,94 *fpy* tetapi tidak lebih besar dari 0,85 *fpu* atau nilai maksimum yang direkomendasikan oleh fabrikator pembuat tendon prategang atau jangkar.

2.9.3. Kehilangan Gaya Prategang

Dalam perencanaan beton prategang, analisis gaya efektif kehilangan prategang dari tendon harus diperhitungkan. Kehilangan prategang akan terjadi dalam dua tahap dan keduanya akan sangat mempengaruhi hasil akhir gaya-gaya efektif tendon yang akan terjadi (Ned & Burn, 1993).

• **Tahap Pertama**

Pada saat setelah peralihan gaya prategang ke penampang beton, tegangan dievaluasi sebagai tolak ukur perilaku elemen struktur. Pada tahap ini kehilangan gaya prategang meliputi :

a. Perpendekan elastis beton (ES)

Pada saat gaya prategang di alihkan ke beton, komponen struktur akan memendek dan baja akan ikut memendek bersamanya yang menyebabkan kehilangan prategang pada baja pula. Untuk memperhitungkan gaya prategang adalah dengan persamaan berikut :

$$\Delta ES = K_{ES} E_S \frac{F_{cir}}{E_{ci}} \dots\dots\dots(15)$$

Dengan nilai *F cir* sebagai berikut :

$$F_{cir} = \frac{F_0}{A} \pm \frac{F_0 e y}{I} \pm \frac{M y}{I} \dots\dots\dots(16)$$

Dimana :

Fcir = Tegangan beton pada garis berat baja (c.g.s) akibat gaya

prategang yang efektif segera setelah gaya prategang telah dikerjakan pada beton

M_g = Momen akibat beban yang ditinjau

$K_{es} = 1$ untuk komponen struktur pratarik

$K_{es} = 0,5$ untuk komponen struktur pasca tarik bila kabel-kabel secara berurutan ditarik dengan gaya yang sama

E_s = Modulus elastisitas tendon prategang

E_{ci} = Modulus elastisitas beton pada saat pengankuran

b. Gesekan Friksi

Selama terjadi pengalihan gaya prategangan pada sistem pasca tarik, kabel yang ditarik sedikit demi sedikit akan mengalami kehilangan tegangannya pada saat tendon melengkung. Kehilangan akibat gesekan friksi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

K = Koefisien wobble (tabel 3.1)

L = Panjang Bersih Balok (m)

$F_{1,2}$ = Fokus tendon (c.g.s)

μ = Koefisien kelengkungan (tabel 3.1)

α = Sudut pusat tendon (L/R)

Tabel 2.7 Nilai Koefisien Kelengkungan

Type Tendon	K tiap Meter	μ
Tendon pada selubung logam fleksibel :		
-Tendon kawat	0,0033 - 0,0049	0,15 – 0,25
-Strand dengan untaian 7 kawat	0,0016 – 0,0066	0,15 – 0,25
-Baja Mutu Tinggi	0,0003 – 0,0020	0,08 – 0,3
Tendon pada selubung logam kaku :		
-Strand dengan untaian 7 kawat	0,0007	0,15 – 0,25

Tendon yang diminyaki terlebih dahulu :		
-Tendon kawat dan strand dengan untaian 7 kawat	0,001 – 0,0066	0,05 – 0,15
Tendon yang diberi lapisan mastic :		
-Tendon kawat dan strand dengan untaian 7 kawat	0,0033 – 0,0066	0,05 – 0,15

Sumber : (Ned & Burn, 1993)

c. Slip Angkur

Pada sistem pasca tarik, saat tendon-tendon ditarik sampai nilai penuh dongkrak di lepas dan gaya prategang dialihkan ke angkur. Peralatan angkur yang mengalami tegangan pada saat peralihan cenderung untuk berdeformasi, jadi tendon dapat tergelincir sedikit. Biasanya gelincir tergantung dari jenis baja dan tegangan pada kawat, nilai rata-rata sekitar 2,5 mm. Persamaan yang digunakan untuk menghitung prategang akibat slip angkur adalah sebagai berikut.

$$ANC = \Delta f_s = \frac{\Delta a E_s}{L} \dots\dots\dots(18)$$

Dimana :

Δa = Deformasi pengankuran (mm)

E_s = 195.000 Mpa

L = Panjang total kabel (mm)

• Tahap Kedua

Pada saat beton bekerja setelah semua gaya prategang terjadi dan tingkatan prategang efektif jangka panjang tercapai. Akibat waktu yang lama akan terjadi kehilangan prategang sebagai berikut :

a. Rangkak Beton

Rangkak dianggap terjadi dengan beban mati permanen yang ditambahkan pada komponen struktur setelah beton diberi gaya prategang. Kehilangan gaya prategang akibat rangkak untuk komponen struktur dihitung menggunakan persamaan :

$$CR = K_{cr} \epsilon_s \frac{E_s}{E_c} (f_{cr} - f_{cds}) \dots\dots\dots(19)$$

Dimana :

K_{cr} = 1,6 untuk komponen struktur pasca tarik

f_{cds} = Tegangan beton pada titik berat tendon akibat seluruh beban mati yang bekerja pada komponen struktur setelah diberi gaya prategang

E_s = Modulus elastisitas tendon prategang

E_c = Modulus elastisitas beton umur 28 hari

b. Susut Beton

Besarnya kehilangan akibat susut yang terjadi pada beton prategang dapat menggunakan persamaan berikut :

$$SH = 8,2 \times 10^{-6} K_{SH} E_s (1 - 0,06 v/s) (100 - RH) \dots\dots\dots(20)$$

Dimana :

K_{SH} = Koefisien faktor susut (tabel 3.2)

RH = Kelembaban relatif

V/S = Perbandingan volume terhadap permukaan

Tabel 2.8 Nilai K_{sh} untuk Komponen Pasca Tarik

Waktu setelah perawatan s/d penerapan prategang (hari)	1	2	3	5	7	10	20	30	60
K_{sh}	0,92		0,85	0,80	0,77	0,73	0,64	0,58	0,45

Sumber : (Ned & Burn, 1993)

c. Relaksasi Baja

Percobaan pada baja pratekan dengan perpanjangan yang konstan dan dijaga tetap pada suatu selang waktu tertentu. Memperlihatkan bahwa gaya prategang akan berkurang secara perlahan. Kehilangan gaya prategang ini dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RE = [K_{RE} - J (SH + CR + ES)]C \dots\dots\dots(21)$$

Dimana K_{RE} , J , dan C berdasarkan pada tabel 3.3 dan 3.4

Tabel 2.9 Nilai-Nilai K_{RE} dan J

Tipe Tendon	K_{RE}	J
Strand atau kawat stress relieved derajat 1860 Mpa	138	0,15
Strand atau kawat stress relieved derajat 1720 Mpa	128	0,14
Kawat stress relieved derajat 1655 Mpa atau 1620 Mpa	121	0,13
Strand Relaksasi rendah derajat 1860 Mpa	35	0,040
Kawat Relaksasi rendah derajat 1720 Mpa	32	0,037
Kawat Relaksasi rendah derajat 1655 Mpa atau 1620 Mpa	30	0,035
Batang stress relieved derajat 1000 Mpa atau 1100 Mpa	41	0,05

Sumber : (Ned & Burn, 1993)

Tabel 2.10 Nilai-nilai C

F_{pi} / F_{pu}	Strand atau kawat stress relieved	Batang stress relieved atau Strand atau Kawat relaksasi rendah
0,8	-	1,28
0,79	-	1,22
0,78	-	1,16
0,77	-	1,11

0,76	-	1,05
0,75	1,45	1,00
0,74	1,36	0,95
0,73	1,27	0,90
0,72	1,18	0,85
0,71	1,09	0,8
0,70	1	0,75
0,69	0,94	0,7
0,68	0,89	0,66
0,67	0,83	0,61
0,66	0,78	0,57
0,65	0,73	0,53
0,64	0,68	0,49
0,63	0,63	0,45
0,62	0,58	0,41
0,61	0,53	0,37
0,60	0,49	0,33

Sumber : (Ned & Burn, 1993)

Dalam menganalisis kehilangan, harus mempertimbangkan bahan bahan yang sebenarnya dan kondisi lingkungan masing masing bahan (waktu, kondisi pemaparan, dimensi dan ukuran komponen struktur, dan sebagainya) yang mempengaruhi jumlah dari kehilangan prategang (Ned & Burn, 1993). Kehilangan prategang disebabkan oleh beberapa hal yaitu :

1. Perpendekan Elastis Beton
2. Kehilangan Gaya Prategang Akibat Rangkak Beton
3. Kehilangan Gaya Prategang Akibat Susut Beton
4. Kehilangan Gaya Prategang Akibat Relaksasi Baja
5. Kehilangan Gaya Prategang Akibat Pengangkuran
6. Kehilangan Gaya Prategang Akibat Lenturan Komponen
7. Kehilangan Gaya Prategang Akibat Gesekan

2.10 Perencanaan Bangunan Bawah Jembatan

2.10.1. Perhitungan Spring Konstan

Spring konstan merupakan beban atau reaksi lapisan dibawah permukaan tanah dalam arah horizontal dan vertikal . Dihitung menggunakan persamaan yang diambil dari (Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Suyono S, Kazuto Nakazawa,2000).

- Perhitungan reaksi tiang arah vertikal

$$K_v = a \cdot A_p \cdot E_p / L_i \dots\dots\dots(22)$$

$$a = 0,022 (l/D) - 0,05 \text{ (untuk tiang di cor di empat)} \dots\dots\dots(23)$$

Dimana,

L_i = panjang tiang(cm)

K_v = daya dukung vertikal(T/m)

D = diameter tiang pancang(cm)

A_p = luas permukaan tiang pancang (cm^2)

E_p = modulus elastis tiang(kg/cm^2)

- Perhitungan reaksi tiang arah horizontal

$$k = k_0 \cdot y^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(24)$$

$$k_0 = 0,2 \cdot E_0 \cdot D^{-\frac{3}{4}} \dots\dots\dots(25)$$

$$K_x = K_y = k \cdot D \cdot L_i \dots\dots\dots(26)$$

Dimana,

y = tinjauan per 1 cm

k_0 = harga k_0 bila pergeseran pada permukaan dibuat sebesar 1 cm (kg/cm^3)

E_0 = modulus deformasi tanah pondasi, diperkirakan $E_0 = 28 \text{ N}$

L_i = panjang tiang (cm)

D = diameter tiang (cm)

2.10.2. Perhitungan Daya Dukung Pondasi

• Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Dari Data SPT

a. Daya dukung pada ujung tiang pancang (R_p)

Setelah menentukan diameter tiang dan panjang penetrasi tiang sampai ke lapisan pendukung sudah di dapat maka q_d dapat dicari.

$$R_p = q_d \times A \dots\dots\dots(27)$$

Dimana :

R_p = daya dukung ujung tiang (ton)

q_d = daya dukung terpusat tiang (ton)

A = luas ujung tiang (m^2)

Pada tanah kohesif besar daya dukung terpusat tiang (q_d) dapat diambil sebesar 9 kali kuat geser tanah. Untuk tanah kohesif metode Reese & Wright mengusulkan nilai q_d (Henry Betoholi Hulu dan Rudi Ikandar, Analisa Daya Dukung Pondasi Bore Pile Dengan Menggunakan Metode Analitis) :

$$q_d = 9 C_u \dots\dots\dots(28)$$

$$C_u = 2/3 \cdot N-SPT \cdot 10 \dots\dots\dots(29)$$

$$N-SPT = (N_1 + \bar{N}_2)/2 \dots\dots\dots(30)$$

Dimana :

C_u = kohesi tanah (ton/m^2)

q_d = tahanan ujung per satuan luas

C_u = kohesi tanah (ton/m^2)

$N-SPT$ = harga N rencana pada ujung tiang

N_1 = N pada ujung tiang yang ditinjau

\bar{N}_2 = N rata-rata pada jarak $4D$ pada ujung tiang

b. Gaya geser dinding tiang (R_f)

$$R_f = U \times \sum (l_i \times f_i) \dots\dots\dots(31)$$

Dimana,

R_f = gaya geser dinding tiang (ton)

U = keliling tiang (m)

l_i = tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (m)

f_i = besarnya gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m²)

Nilai f_i didapat dengan rumus :

$$f_i = \alpha \cdot C_u \dots\dots\dots(32)$$

Dimana :

α = faktor adhesi(bedasarkan reese dan wright (1977) nilai α = 0,55)

C_u = kohesi tanah (ton/m²)

c. Daya dukung ultimate tiang pada tanah pondasi (R_u)

$$R_u = R_p + R_f \dots\dots\dots(33)$$

Di mana :

R_u = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

R_f = gaya geser dinding tiang (ton)

R_p = daya dukung ujung tiang (ton)

d. Daya dukung ijin tiang (R_a)

$$R_a = \frac{R_u}{SF} \text{ dengan SF (safety factor) = 3} \dots\dots\dots(34)$$

Di mana :

R_a = daya dukung ujung tiang (ton)

R_u = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

Tabel 2.11 Faktor Keamanan

	Jembatan jalan raya		Jembatan kereta api	Konstruksi pelabuhan	
	Tiang pendukung	Tiang geser	—	Tiang pendukung	Tiang geser
Beban tetap	3	4	3	Lebih besar dari 2,5	
Beban tetap + Beban sementara	—	—	2	—	
Waktu gempa	2	3	1,5 (1,2)	Lebih besar dari 1,5	Lebih besar dari 2,0

Angka dalam tanda kurung: Bila beban kereta api diperhitungkan

e. Daya dukung mendatar yang diijinkan

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4EI \text{ (cm}^{-1}\text{)}}} \dots \dots \dots (35)$$

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \dots$$

$$H_a = ((k \cdot D) / \beta) \delta_a \dots \dots \dots (36)$$

Dimana :

H_a = daya dukung mendatar yang diizinkan (kg)

k = koefisien reaksi lapisan tanah di bawah permukaan dalam arah vertikal (kg/m³)

D = diameter tiang (cm)

EI = kekakuan lentur dari tiang (kg/cm⁻¹)

δ_a = besar pergeseran normal (cm)

2.11 Keuntungan dan Kerugian Segmental Box Girder

Segmental prestressed box girder merupakan salah satu perkembangan baru di rekayasa jembatan dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa keuntungan dan kerugian menggunakan sistem segmental prestressed box girder balanced kantilever seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.12 di bawah ini.

Tabel 2.12 Keuntungan dan kerugian Segmental Prestressed Box Gider

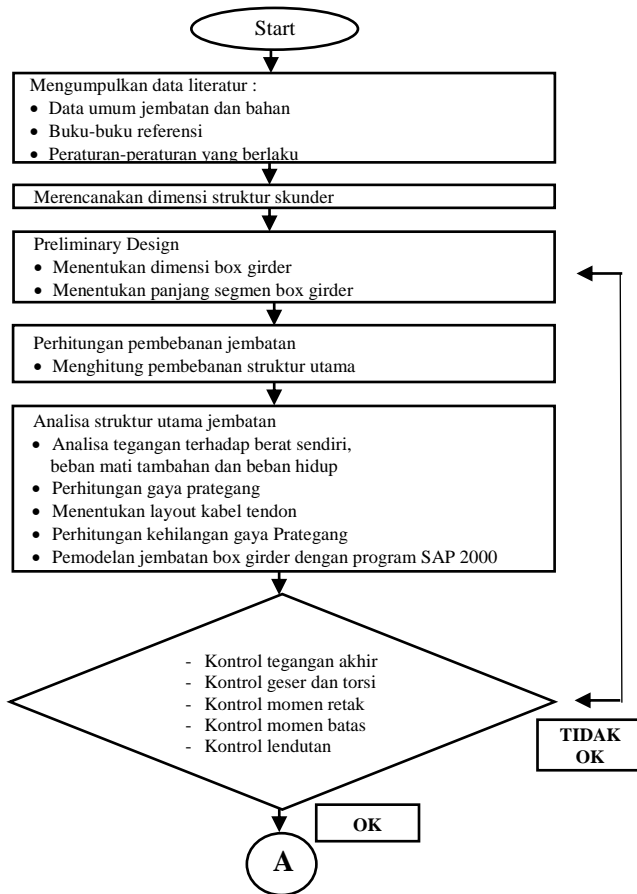
No	Kerugian	Keuntungan
1	Biaya Mahal	Pengerjaan Cepat
2	Konstruksi dengan Beban tinggi	Tidak Mengganggu Lalu-lintas
3	-	Mereduksi Penggunaan Besi
4	-	Beban Mati Lebih Kecil
5	-	Segmen Tidak Terlalu Besar

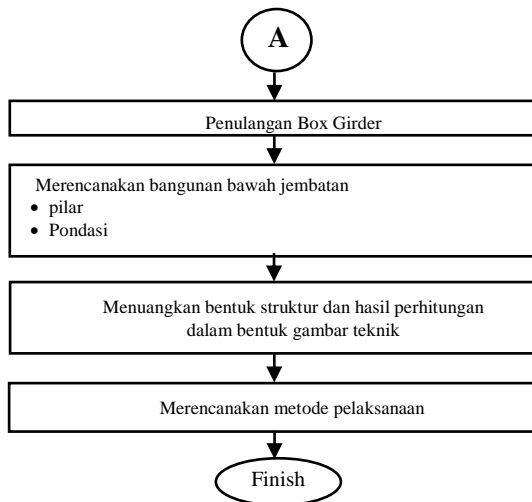
Sumber : (U.S. Department of Transportation, "Federal Highway Administration").

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Dalam pengerjaan tugas akhir terapan ini faktor metodologi memegang peran penting guna mendapatkan data yang objectif, valid dan selanjutnya digunakan untuk memecahkan permasalahan yang telah dirumuskan. Seperti pada gambar 3.1 diagram alir pengerjaan tugas akhir terapan dapat dikerjakan.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir Terapan

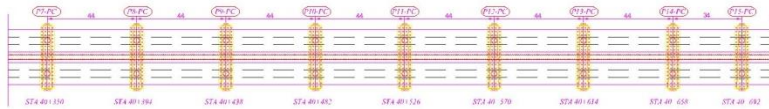
3.1 Pengumpulan Data dan Literatur

3.1.1. Data Umum Jembatan

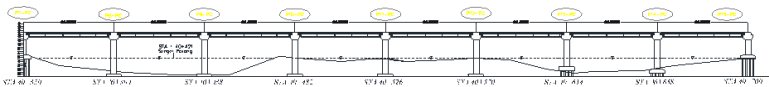
Data-data yang diperoleh adalah jembatan Porong-Gempol dengan Girder I Pratekan. Pengumpulan data yang dicari seperti : data gambar denah existing, potongan memanjang existing, data tanah. Dalam pengerjaan tugas akhir terapan ini jembatan akan dimodifikasi menggunakan penampang box girder.

Adapun data-data yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

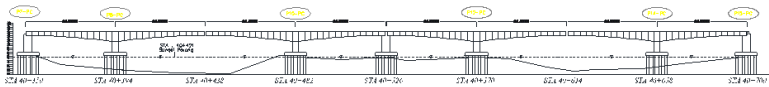
1. Panjang jembatan : 350 m
2. Lebar jembatan : 16 m tiap jalur/arah
3. Lantai kendaraan : 3 lajur tiap jalur/arah
4. Gelagar utama : Box Girder



Gambar 3. 2 Denah *Existing*



Gambar 3. 3 Elevasi *Existing*



Gambar 3. 4 Modifikasi Jembatan

3.1.2. Peraturan Struktur

Peraturan yang dipakai dalam perencanaan jembatan beton prategang ini adalah :

1. SNI-1725-2016. Standar Pembebanan Untuk Jembatan.
2. RSNI T-12-2004, n.d. Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan.
3. SNI-2833-2016. Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa.
4. Walter Podolny JK dan Jean M Muller. *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, Januari, 1982.
5. Federal Highway Administration. *Post-Tensioned Box Girder Design Manual*. U.S. Department of Transportation.

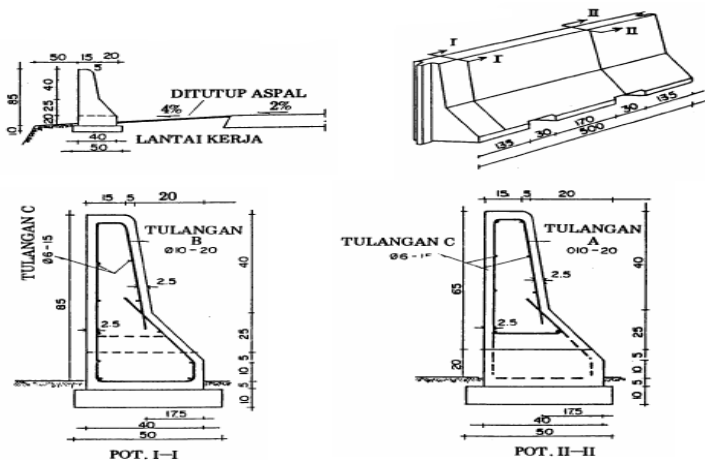
3.1.3. Data Tanah

Dari data tanah uji SPT seperti pada lampiran, kemudian di analisis untuk mendapatkan klasifikasi kondisi tanah pada daerah itu. Pada tugas akhir terapan ini perencana merencanakan pada daerah STA 40+350 s/d 40+700 yang terletak pada B4 seperti pada profil data tanah tersebut. Hasil analisis akan disajikan dalam tabel.

Dari hasil analisis tersebut didapat nilai N rata-rata adalah 6,997. Berdasarkan SNI 2833 2016 tentang perancangan jembatan terhadap beban gempa, N rata-rata < 15 termasuk “Kelas E (tanah lunak).

3.2 Merencanakan Bangunan Sekunder

Berdasarkan dari Direktorat Jenderal Bina Marga tentang “Petunjuk Lokasi dan Standar Spesifikasi Bangunan Pengaman Tepi Jalan”, bangunan pengaman tepi jalan dari beton (parapet) memberikan anjuran ukuran atau dimensi bangunan tersebut. Anjuran dimensi tersebut dapat di lihat pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Detail dari Dimensi Bangunan Parapet

3.3 Preliminary Design

Pada langkah awal perencanaan dilakukan penentuan dimensi *box girder* dan panjang segmen *box girder* setelah kedua langkah tersebut selesai maka dilakukan perhitungan momen inersia penampang. Momen inersia tersebut ditentukan berdasarkan perhitungan luas penampang *box girder* dan garis netral penampang *box girder*. Perencanaan di dasarkan pada 2 peraturan yaitu (Podolny dan Muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, 1982) dan (U.S. Department of Transportation, “Federal Highway Administration”).

3.3.1. Menentukan Dimensi Box Girder

a. Taksiran tinggi box girder

Berdasarkan buku panduan dari “Podolny dan Muller, *Construction and Design of Prestressed Concrete Segmental Bridge*, 1982” Segmental Rasio bentang dengan tinggi yang efisien untuk bentang menerus dengan tipe *variable depth* atau ketinggian yang bervariasi dapat digunakan :

-Tumpuan : $1/16 < h1/L < 1/20$ ($h1/L$ optimum = $1/18$)

-Tengah bentang (lapangan) : $1/30 < ho/L < 1/50$

Selanjutnya tinggi tiap segmen *box girder* selain pada tumpuan dan tengah bentang di tentukan dengan rumus parabola ($y = ax^2 + bx + c$).

b. Panjang dan tebal kantilever :

Untuk panjang kantilever kurang dari 5 ft (1,5 m) ketebalan pangkal kantilever nya diperkirakan :

$$t_c = \frac{Lc}{5} (12) \geq t_{tip}$$

Untuk panjang kantilever antara 5 ft sampai 8 ft (1,5 m sampai 2,4 m) ketebalan pangkal kantilever nya diperkirakan :

$$t_c = 12 + (Lc - 5)$$

Dimana :

Lc = panjang sayap kantilever

t_c = ketebalan pangkal kantilever

t_{tip} = ketebalan ujung kantilever

c. Ketebalan minimum *web box girder*

- 200 mm jika tidak terdapat saluran untuk penempatan *post tensioning* tendon di badan box

- 250 mm jika ada saluran kecil untuk tiap vertikal atau longitudinal *post tensioning* tendon yang terjadi di badan

- 300 mm jika terdapat saluran untuk penempatan *post tensioning* tendon (12,5 in diameter strand) yang terjadi di badan box.

- 350 mm jika terdapat angker tendon yang ditempatkan di badan box.

d. Ketebalan minimum *Top Flange Box Girder* (slab atas)

$$\frac{L_{bersih}}{14} \geq t_{slab} \geq \frac{L_{bersih}}{17}$$

e. Ketebalan minimum *Bottom Flange Box Girder* (slab bawah)

- Direkomendasikan minimum = 7 in (175 mm)

- Jika ada saluran longitudinal *prestressed*, direkomendasikan = 8 sampai 10 in (200 sampai 250 mm)

Dari hasil analisis dimensi *box girder* di atas didapatkan tinggi box girder (tumpuan dan tengah bentang), panjang dan tebal kantilever, tebal badan (web), tebal slab atas, tebal slab bawah.

3.3.2. Menentukan Panjang Segmen Box Girder

Dalam merencanakan panjang tiap segmen sama seperti menentukan tinggi *box girder* selain pada tumpuan dan tengah bentang dengan menggunakan rumus parabola ($y = ax^2 + bx + c$). Didapat panjang segmen box girder sesuai yang kita inginkan.

3.4 Pembebanan Struktur Utama Jembatan

Pembebanan berdasarkan SNI-1725-2016 “Standar Pembebanan Untuk Jembatan. Dalam perhitungan momen statis tak tentu, beban yang digunakan meliputi :

1. Beban sendiri
2. Beban mati tambahan (aspal dan air hujan)
3. Beban hidup lalu lintas
4. Beban Gempa
5. Beban Angin
6. Beban Temperatur

Untuk perhitungan momen statis tak tentu pada struktur di gunakan program bantu SAP 2000 dan digunakan beberapa cara meletakkan pembebanan memanjang jembatan (Truck, BGT, dan BTR) sehingga didapatkan pembebanan yang paling menentukan.

3.5 Analisa Struktur Utama Jembatan

Analisa struktur utama jembatan dengan menggunakan bantuan program sap 2000. Peraturan yang di gunakan yaitu SNI T-12-2004 tentang perencanaan struktur beton untuk jembatan dan buku prategang (Ned & Burn, 1993).

3.6 Perencanaan Bangunan Bawah Jembatan

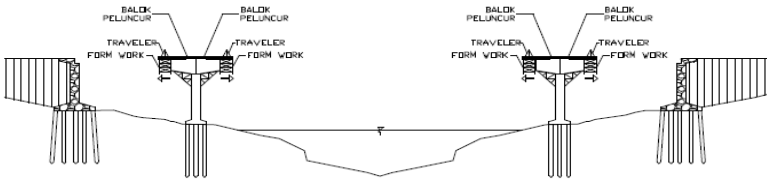
Perencanaan berdasarkan buku (Sosrodarsono, Ir. Suyono, Kazuto Nakazawa. 2000 “Teknik Pondasi”) untuk menghitung daya dukung tiang borepile dan beserta gaya reaksi dengan spring konstan.

3.7 Perencanaan Metode Pelaksanaan

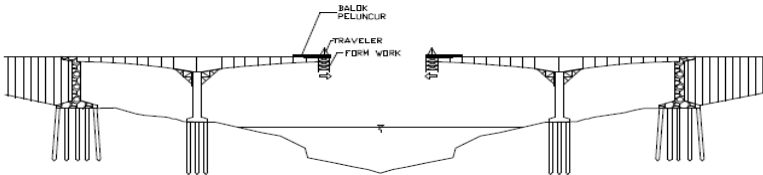
Urutan pekerjaan metode pelaksanaan *cast-in-place balance cantilever* sebagai berikut (Asiyanto, 2005) :

1. Selesaikan dahulu bagian abutment dan pilar jembatan
2. Pemasangan segmen *box girder* dengan cara cor ditempat dengan *traveler* seperti ditunjukkan pada gambar 3.6.
3. Memasang dan menyetel *traveler* pada segmen *box girder* yang akan di cor (bertumpu pada bagian yang telah di cor).

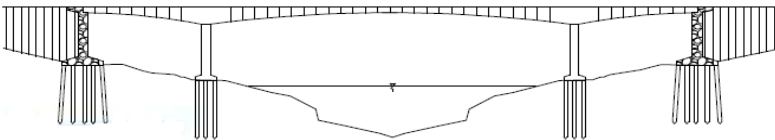
4. Dilakukan pengecoran segmen, yang sementara ditahan oleh *traveler* yang bertumpu pada beton yang telah dicor sebelumnya.
5. Setelah kekuatan beton cukup, dilakukan *stressing* pada tendon kantilever pada segmen tersebut untuk mengimbangi berat sendiri *box girder* pada saat pelaksanaan.
6. Kendorkan atau lepaskan *traveler* dari segmen yang telah selesai di *stressing*.
7. *Traveler* digeser maju untuk pengecoran segmen selanjutnya seperti terlihat pada gambar 3.7.
8. Semua segmen jembatan tersambung seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.6 Pengecoran Segmen *Box Girder* dengan *Formwork* dengan Alat *Traveler*



Gambar 3.7 Proses Penyambungan antara Segmen *Box Girder* dengan Alat *Traveler* sebagai Penggerak *Formwork*

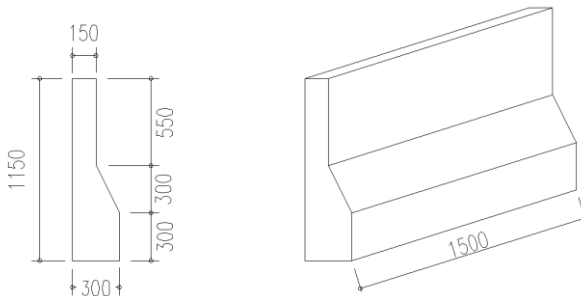


Gambar 3.8 Jembatan yang Telah Terhubung

BAB IV BANGUNAN SEKUNDER

4.1 Perencanaan Pembatas Jalan dari Beton

Dalam tugas akhir ini perencana merencanakan pembatas jalan (parapet) direncanakan dengan tinggi ($h = 115$ cm) terhitung dari permukaan box girder, lebar bawah 30 cm dan lebar atas 15 cm. Berdasarkan RSNI T-02-2005 penghalang lalu lintas harus direncanakan untuk menahan beban tumbukan rencana ultimit arah menyilang sebesar ($P = 100$ kN) untuk $h > 850$ mm. Penyebaran menyilang rencana harus direntangkan dengan jarak memanjang 1500 mm pada bagian atas penghalang dan disebarikan dengan sudut 45° kebawah pada lantai yang memikulnya.



Gambar 4. 1 Penampang Pembatas Jalan

Selain pembatas jalan menerima beban tumbukan, pembatas juga menerima beban angin stuktur berdasarkan SNI 1725-2016.

4.1.1 Data Perencanaan :

1. Panjang total jembatan = 350 m
2. Mutu beton f_c' = 30 Mpa
3. Mutu baja f_y = 240 Mpa
4. Luas pembatas jalan = $1,15 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 1,725 \text{ m}^2$

5. Beban angin yang diterima oleh pembatas jalan :

$$-V_{DZ} (\text{kecepatan angin rencana}) = 171,105 \text{ km/jam} \dots\dots\dots(7)$$

$$-Pd (\text{tekanan angin rencana}) = 5,56 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots(8)$$

$$-\text{Beban angin} = 9,591 \text{ kN}$$

Jadi momen ultimate yang dipikul oleh pembatas jalan sebesar :

$$M_u = (\text{beban tumbukan} - \text{beban angin}) \times \text{tinggi pembatas jalan}$$

$$= ((\cos 45^\circ \times 100) - 9,591 \text{ kN}) \times 1,15 \text{ m}$$

$$= 70,28 \text{ kNm}$$

$$M_n = \frac{Mu}{\phi}$$

$$= \frac{70,28}{0,8}$$

$$= 87,85 \text{ kNm}$$

$$= 87,85 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

4.1.2 Penulangan

Dimensi pembatas jalan : 1,5 m x 0,3 m.

Beton decking : 40 mm.

Direncanakan menggunakan tulangan utama D13.

Direncanakan menggunakan tulangan sengkang Ø10.

$$M_n = 87,85 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$d = 300 - 40 - (0,5 \times \text{tulangan utama})$$

$$= 300 - 40 - (0,5 \times 13)$$

$$= 253,5 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

$$= \frac{87,85 \times 10^6}{1500 \times 253,5^2}$$

$$= 0,9114 \text{ N/mm}^2 = 0,9114 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f' c} = \frac{240}{0,85 \times 30} = 9,41$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y = 0,0058$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f' c}{240} \left(\frac{600}{600 + 300} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{240} \left(\frac{600}{600 + 300} \right)$$

$$= 0,065$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}} = 0,75 \times 0,065 = 0,048$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{9,41} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,41 \times 0,9114}{240}} \right)$$

$$= 0,00387$$

Syarat : $\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$

Dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho. b.d$

$$= 0,0058 \times 1500 \times 253,5$$

$$= 2218,13 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan utama **17 D13**

Tulangan sengkang = 20% x A_s tulangan utama

$$= 20\% \times 2218,13$$

$$= 443,625 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan sengkang **6 Ø10**

4.2 Kontrol Terhadap Geser Ponds

Berdasarkan peraturan SNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan

$$V_n = \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \times U \times d$$

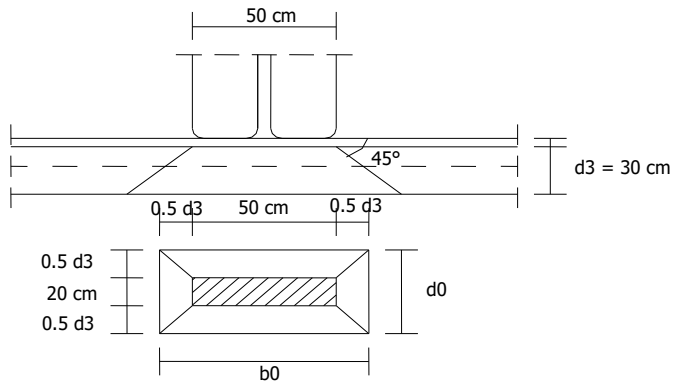
Dimana :

U = keliling kritis

d = tinggi efektif diambil dari rata-rata di sekeliling garis keliling geser kritis

β = perbandingan antara dimensi terpanjang dari luas efektif yang dibebani “y” dengan dimensi “x” (y/x)

Muatan “T” = 112,5 kN dengan luas bidang kontak roda 500 mm x 200 mm



Gambar 4. 2 Gambar Pembebanan Geser Ponds

Keliling kritis :

$$\begin{aligned} U &= 2 \times (b_0 + d_0) \\ &= 2 \times (80 + 50) \\ &= 260 \text{ cm} = 2600 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\beta = \frac{50}{20} = 2,5$$

Gaya geser ultimate

$$\begin{aligned} V_u &= KU^{TT} \times 112500 \times (1 + FDB) \\ &= 1,8 \times 112500 \times (1 + 0,3) \\ &= 263250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{n_c} &= \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \sqrt{\frac{f'c}{6}} \times U \times d \\ &= \left(1 + \frac{2}{2,5}\right) \sqrt{\frac{30}{6}} \times 2600 \times 253,5 \\ &= 2652826 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \sqrt{\frac{f'c}{3}} \times U \times d \\ &= \sqrt{\frac{60}{3}} \times 2600 \times 253,5 \\ &= 2084257 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat penampang pada geser harus memenuhi :

$$\begin{aligned} V_u &\leq \phi V_{n_c} \\ 263250 \text{ N} &\leq 0,6 \times 2652826 \text{ N} \\ 263250 \text{ N} &\leq 1591696 \dots \dots \dots \text{ (OK)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &> \phi V_{n_c} \\ 2084257 \text{ N} &> 1591696 \dots \dots \dots \text{ (OK)} \end{aligned}$$

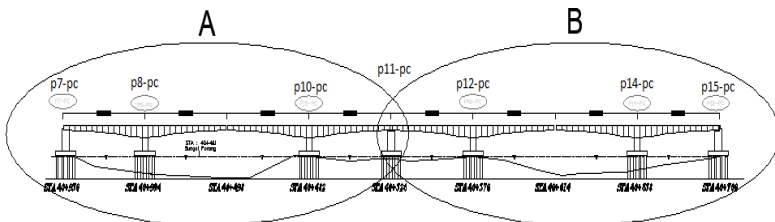
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V STRUKTUR PRIMER

5.1 Data Perencanaan

Dalam Tugas Akhir Terapan ini akan direncanakan Jembatan Porong-Gempol Paket 2 STA 40+350 s/d 40+700, Jawa Timur, dengan konstruksi box girder pratekan struktur statis tak tentu seperti terlihat pada gambar 5.1. Jembatan Porong-Gempol ini menghubungkan Surabaya - Pasuruan yang pada paket 2 ini memiliki bentang total 350 m. Pada pembahasan sebelumnya telah disebutkan bahwa jembatan Porong - Gempol ini dimodifikasi menggunakan box girder.

Sebagai hasil akhir dari Tugas Akhir ini nantinya dimensi penampang struktur jembatan akan dituangkan ke dalam bentuk gambar teknik.



Gambar 5. 1 Potongan Memanjang Jembatan Porong-Gempol

Pada pengerjaan tugas akhir terapan ini jembatan dengan panjang total 350 m yang setiap bentangnya simetris seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.1 diatas maka pengerjaan akan dibagi menjadi 2 bagian pengerjaan yaitu bagian A dan B. Pengerjaan pada bagian A juga akan sekaligus menyelesaikan pengerjaan pada bagian B.

Nama jembatan	: Jembatan Porong-Gempol paket 2 STA 40+350 s/d 40+700
Tipe jembatan	: <i>Prestressed Box Girder</i>
Panjang	: 350 m, terdiri dari 6 bentang dengan panjang bentang utama 88 m dan bentang samping 44 m
Metode pelaksanaan	: Dengan metode <i>Balance Cantilever Using Traveler</i>
Lebar total jembatan	: 16 m.
Lebar lantai kendaraan	: 10,5 m.
Jumlah lajur	: 3 lajur, 2 arah
Lebar tiap lajur	: 3,5 m.

Data-data bahan untuk perencanaan :

- Beton

1. Kuat tekan beton prategang (f_c') = 50 Mpa
2. Kuat tekan beton untuk struktur pilar (f_c') = 40 MPa
3. Kuat tekan beton untuk struktur borepile (f_c') = 30 Mpa

- Baja

Untuk tulangan beton

$(f_y) = 400$ Mpa ($D \geq 13$ mm)

$(f_y) = 240$ Mpa ($\emptyset < 13$ mm)

- Untuk kabel prategang

Dalam perencanaan ini akan digunakan jenis kabel tendon VSL.

5.2 Tegangan Ijin Bahan

1. Tegangan Ijin Bahan Beton Prategang (Pasal 4.4.1.2) Pada Saat Transfer

Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur saat dilakukan transfer (f_{ci}'), dinyatakan dalam satuan MPa.

$$f_{ci}' = 88\% f_c'$$

$$f_{ci}' = 88\% \cdot 50 \text{ MPa}$$

$$f_{ci}' = 44 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.2 untuk komponen beton prategang pada saat transfer, tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

$$\sigma_{tekan} = 0,6 f_{ci}'$$

$$\sigma_{tekan} = 0,6 \cdot 44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tekan} = 26,4 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.3 untuk struktur jembatan tegangan tarik yang diijinkan terjadi tidak boleh melampaui

$$\sigma_{tarik} = 0,25 \sqrt{f_{ci}'}$$

$$\sigma_{tarik} = 0,25 \sqrt{44}$$

$$\sigma_{tarik} = 1,66 \text{ MPa}$$

2. Tegangan Ijin Bahan Beton Prategang Pada Saat Layan

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.1 untuk komponen beton prategang pada saat layan, tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

$$\sigma_{tekan} = 0,45 f_c'$$

$$\sigma_{tekan} = 0,45 \cdot 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tekan} = 22,5 \text{ MPa}$$

3. Modulus Elastisitas (E)

Untuk beton normal dengan massa jenis sekitar 2500 kg/m^3 , E_c boleh diambil sebesar $4700\sqrt{f_c'}$

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

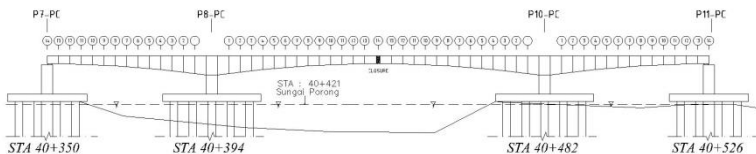
$$E_c = 4700 \sqrt{50}$$

$$E_c = 33234,019 \text{ MPa}$$

5.3 Preliminari Design

5.3.1 Tinggi Box Girder

Pada perencanaan jembatan menerus ini penampang box girder dibuat sama untuk mempermudah dalam pelaksanaannya. Mengingat metode pelaksanaannya adalah metode *Balance cantilever* sehingga memerlukan keseimbangan pada setiap pemasangan box girder. Langkah awal dalam menentukan dimensi box girder adalah dengan menentukan tinggi rencana ($h_{rencana}$) penampang box girder pada tumpuan dan tengah bentang. $h_{rencana}$ diperoleh dari rasio tinggi (h) terhadap bentang (L) yang telah disebutkan pada pembahasan sebelumnya untuk di tumpuan $1/16 < h/L < 1/20$ dan untuk di tengah bentang $1/30 < h/L < 1/50$. Tinggi yang bervariasi tersebut dari tumpuan sampai lapangan dapat di lihat pada gambar 5.1. (Podolny dan muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridge*, 1982).



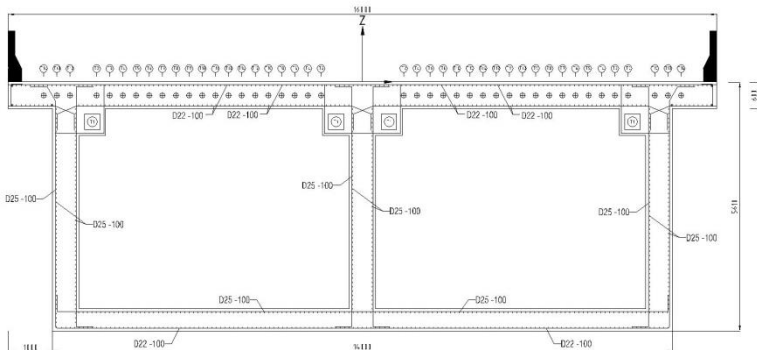
Gambar 5. 2 Tinggi Rencana Bervariasi Jembatan Porong-Gempol

5.3.2 Properti Girder

Di rencanakan seperti pada gambar 5.3

- Ketebalan deck atas digunakan 600 mm
- Ketebalan deck bawah digunakan 500 mm
- Ketebalan badan digunakan 600 mm
- Panjang sayap kantiliver didesain 1 m

(Sumber: Podolny dan muller, *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridge*, 1982).



Gambar 5. 3 Desain Rencana Potongan Melintang Box Girder

Selanjutnya perhitungan inersia penampang ditentukan berdasarkan :

1. Menghitung luas penampang box girder
2. Menghitung garis netral penampang box girder

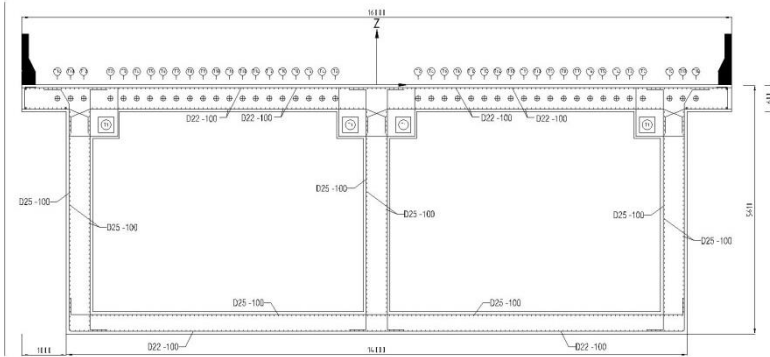
Untuk mendapatkan garis netral penampang, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$y = \frac{\sum(A_i y_i)}{\sum A_i}$$

Dimana :

A_i = Luas tiap bagian penampang box (mm²)

y_i = Jarak garis berat tiap bagian penampang terhadap serat bawah penampang (mm)



Gambar 5. 4 Potongan Melintang Box Girder As 1

Menghitung inersia I_o penampang box

Untuk penampang persegi :

$$I_o = \frac{1}{12}bh^3$$

Untuk penampang segitiga :

$$I_o = \frac{1}{36}bh^3$$

Menghitung jarak garis berat masing-masing bagian penampang ke garis netral penampang (d_i).

Menghitung inersia penampang :

$$I = \sum (I_o + (A_i \cdot e_i^2))$$

$$I = \sum (I_o + (A_i \cdot d_i)^2)$$

Dimana :

I_o = Inersia (m^4)

A_i = Luas tiap bagian penampang (m)

y_i = Jarak dari garis berat tiap bagian ke garis netral (m)

e_i = Jarak dari garis berat tiap bagian ke garis netral (m)

Perhitungan letak garis berat (c.g.c) box girder :

Dalam perhitungannya penampang box girder dibagi dalam beberapa pias. Contoh gambar penampang dan perhitungan box girder pada As 1 dengan tinggi $H = 5,61$ m (As 1) berturut-turut akan disajikan seperti pada gambar 5.4 diatas dan tabel 5.1 di bawah.

Tabel 5. 1 Perhitungan c.g.c Penampang Pada As 1 (1)

Dimensi		Shape Factor	Σ	Luas Penampang (Ai)	Jarak terhadap alas (yi)	Statis Momen (Ai.yi)	ei (yb-yi)	Ai.ei ²	Momen Inersia (I ₀)
Lebar (b)	Tinggi (h)								
m	m			m ²	m	m ³	m	m ⁴	m ⁴
0,700	0,600	1,0	2	0,840	5,310	4,460	2,306	4,465	4,490
0,600	5,610	1,0	3	10,098	2,805	28,325	0,199	0,402	26,886
6,400	0,600	1,0	2	7,680	5,310	40,781	2,306	40,822	41,053
6,400	0,500	1,0	2	6,400	0,250	1,600	2,754	48,558	48,691
Σ				25,018	Σ	75,166		Σ	121,120

$$H = 5,61 \text{ m}$$

Letak titik berat:

$$y_b = \frac{\Sigma \text{ statis momen}}{\Sigma \text{ luas penampang}}$$

$$= 75,166 / 25,018$$

$$= 3,004 \text{ m}$$

$$y_t = H - y_b$$

$$= 5,61 - 3,004$$

$$= 2,606 \text{ m}$$

•Inersia terhadap alas balok :

$$I_0 = \Sigma \text{ momen inersia}$$

$$= 121,120 \text{ m}^4$$

•Tahanan momen sisi atas:

$$W_t = \frac{I_0}{y_t}$$

$$= 121,12 / 2,2812$$

$$= 46,486 \text{ m}^3$$

•Tahanan momen sisi bawah :

$$W_b = \frac{I_o}{y_b}$$

$$= 121,12 / 3,004$$

$$= 40,313 \text{ m}^3$$

•Kern sisi atas:

$$K_t = \frac{W_b}{\sum A}$$

$$= 1,611 \text{ m}$$

•Kern sisi bawah :

$$K_b = \frac{W_t}{\sum A}$$

$$= 1,858 \text{ m}$$

Untuk perhitungan penampang box girder setiap segmen dari as cl sampai 14 dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5. 2 Rekap Perhitungan Penampang Setiap Segmen

As	h	A	y _b	y _t	I	W _b	W _t	K _b	K _t
	m	m ²	m	m	m ⁴	m ³	m ³	m	m
CL	6,00	78,84	3,109	2,891	255,058	82,047	88,215	1,119	1,041
0	6,00	25,72	3,210	2,790	142,164	44,286	50,957	1,981	1,722
1	5,61	25,02	3,004	2,606	121,120	40,313	46,486	1,858	1,611
2	5,24	24,35	2,809	2,431	102,908	36,637	42,329	1,738	1,504
3	4,90	23,74	2,629	2,271	87,639	33,342	38,582	1,625	1,404
4	4,59	23,18	2,464	2,126	74,910	30,406	35,229	1,520	1,312
5	4,31	22,68	2,314	1,996	56,165	24,269	28,143	1,241	1,070
6	4,05	22,21	2,175	1,875	48,531	22,311	25,887	1,166	1,005
7	3,82	21,80	2,052	1,768	42,263	20,597	23,903	1,097	0,945
8	3,62	21,44	1,944	1,676	37,181	19,122	22,190	1,035	0,892
9	3,45	21,13	1,853	1,597	33,127	17,879	20,741	0,982	0,846
10	3,31	20,88	1,777	1,533	29,972	16,864	19,555	0,937	0,808
11	3,19	20,66	1,712	1,478	27,399	16,000	18,543	0,897	0,774
12	3,10	20,50	1,664	1,436	25,548	15,356	17,787	0,868	0,749
13	3,04	20,39	1,631	1,409	24,351	14,929	17,284	0,848	0,732
14	3,01	20,34	1,615	1,395	23,764	14,716	17,034	0,838	0,724

5.4 Analisa Pembebanan

Berdasarkan SNI 1725 2016 Pembebanan untuk Jembatan, aksi-aksi (beban, perpindahan, dan pengaruh lainnya) dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yaitu sebagai berikut :

1. Aksi tetap yang terdiri dari :
 - Beban sendiri
 - Beban mati tambahan
 - Beban Traveler
2. Beban hidup lalu lintas, terdiri dari :
 - Beban lajur “D” : UDL dan KEL
 - Beban truk “T”
3. Beban Angin

5.4.1 Analisa Beban Mati

Beban mati jembatan terdiri dari beban akibat berat sendiri dan beban mati tambahan. Pada perhitungan tugas akhir ini, untuk beban mati dibedakan menjadi dua bagian yaitu berat sendiri profil box girder dan berat beban mati tambahan yang berada di atas box girder pada saat finishing (aspal, air hujan, dan separator)

1. Analisa berat sendiri

Berat sendiri (q) didapatkan dari luas penampang melintang rata-rata box girder dikali berat jenis beton.

Perhitungan beban akibat berat sendiri segmen cl

$$\text{Luas Penampang (cl)} = 78,84 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} q &= A \times B_j.\text{beton} \\ &= 78,84 \text{ m}^2 \times 25 \text{ KN/m}^3 \\ &= 1971 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_u &= q \times K_{MS}^U \\
 &= 1971 \times 1,3 \\
 &= 2562,3 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

Pembebanan akibat berat sendiri yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel 5.3.

Tabel 5. 2 Perhitungan beban akibat berat sendiri seluruh segmen

Segmen	A	q	X	W	W
	m ²	kN/m	m	kN	Ton
A0	78,84	1971	1,5	2956,5	295,65
A1	25,37	634,225	3	1902,675	190,27
A2	24,69	617,125	3	1851,375	185,14
A3	24,05	601,15	3	1803,45	180,35
A4	23,46	586,525	3	1759,575	175,96
A5	22,93	573,25	3	1719,75	171,98
A6	22,44	561,1	3	1683,3	168,33
A7	22,00	550,075	3	1650,225	165,02
A8	21,62	540,4	3	1621,20	162,12
A9	21,28	532,075	3	1596,225	159,62
A10	21,00	525,1	3	1575,3	157,53
A11	20,77	519,25	3	1557,75	155,78
A12	20,58	514,525	3	1543,575	154,36
A13	20,45	511,15	3	1533,45	153,35
A14	20,37	509,125	3	1527,375	152,74

2. Berat Form Traveler

Traveler formwork berarti bekisting berjalan, bekisting yang difungsikan berulang kali pada pekerjaan segmental, difungsikan sebagai penggantung atau penopang bekisting serta penggerak bekisting untuk pengecoran segmen berikutnya, Berat traveler formwork sebesar 425 KN (Ardyansyah, 2009).

$$P_u = P \times K_{MS}^U$$

$$= 425 \times 1$$

$$= 425 \text{ KN}$$

5.4.2 Analisa Beban Mati Tambahan

Berat Aspal

$$q = \text{tebal lapisan} \times \text{Bj.aspal}$$

$$= 0,05 \text{ m} \times 22 \text{ KN/m}^3$$

$$= 1,1 \text{ KN/m}^2$$

Berat Overlay

$$q = \text{tebal lapisan} \times \text{Bj.aspal}$$

$$= 0,05 \text{ m} \times 22 \text{ KN/m}^3$$

$$= 1,1 \text{ KN/m}^2$$

Air hujan dengan tinggi 5 cm

$$q_u = \text{tebal} \times \text{Bj.air}$$

$$= 0,05 \times 9,8$$

$$= 0,49 \text{ KN/m}^2$$

5.4.3 Analisa Beban Hidup

Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur “D” dan beban truk “T”, Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja pada jembatan tergantung pada lebar jalur itu sendiri, Sedangkan untuk beban truk “T” hanya satu truk yang diterapkan per lajur lalu lintas rencana.

1. Beban lajur “D”

Beban terbagi rata (BTR), untuk bentang 44 m

$$q = 9 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ KPa}$$

$$q = 7,568 \text{ KPa}$$

$$q = 7,568 \text{ KN/m}^2$$

Beban terbagi rata (BTR), untuk bentang 88 m

$$q = 9 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{KPa}$$

$$q = 6,03 \text{ KPa}$$

$$q = 6,03 \text{ KN/m}^2$$

2. Beban garis (KEL)

$$q = 49 \text{ KN/m}$$

$$q = 49 \text{ KN/m} \times \text{lebar lajur (3,6 m)}$$

$$q = 176,4 \text{ kN/lajur}$$

3. Beban Truk "T"

Beban roda truk belakang = 112,5 KN

Beban roda truk depan = 25 KN

5.4.4 Analisa Beban Angin

$$V_{dz} = 2,5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right), V_{10} = V_B$$

$$= 2,5 \cdot 13,2(1) \ln \left(\frac{12500}{70} \right)$$

$$= 171,105 \text{ km/jam}$$

$$P_d = P_b \left(\frac{V_{dz}}{V_B} \right)$$

$$= 0,0019 \left(\frac{5,56}{100} \right)$$

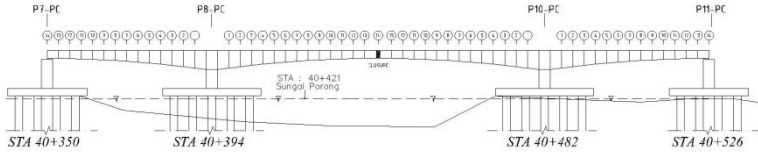
$$= 5,56 \text{ kN/m}^2$$

5.4.5 Analisa Beban Gempa

Beban gempa merujuk pada peraturan SNI 2833 2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa dengan menggunakan Respon Spektrum.

5.5 Perencanaan Tendon Kantilever

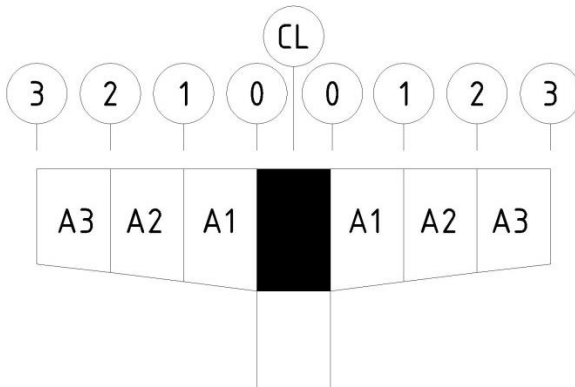
Tendon kantilever dihitung berdasarkan momen yang didapat akibat berat sendiri box girder dan akibat alat *form traveler*.



Gambar 5. 5 Kantilever simetris

Pada Sisi Kantilever beban akibat berat sendiri box girder dan form traveler antara lengan kiri dan lengan kanan seimbang, Hal ini dimaksudkan agar pada saat pelaksanaan tahap kantilever, beban vertikal akan tetap seimbang antara lengan kiri dan kanan.

Berikut merupakan perhitungan pada saat pemasangan segmen A2 seperti terlihat pada gambar 4.6 dimana akan di cek tegangan pada As CL, As 0, As 1, As 2, dan As 3.



Gambar 5. 6 Segmen A0 hingga A3

5.5.1 Perhitungan Gaya Dalam

Dalam perhitungan gaya dalam, pembebanan dihitung dalam dua kondisi yaitu sebagai berikut

Pembebanan : Berat Sendiri + Berat Traveler

Berat dan jarak terhadap As CL

$$B_{A0} = 1971 \text{ KN/m} \times 1,5 \text{ m} = 2602,99 \text{ KN} \quad ,L= 0,75 \text{ m}$$

$$B_{A1} = 634,22 \text{ KN/m} \times 3,0 \text{ m} = 686,73 \text{ KN} \quad ,L= 3 \text{ m}$$

$$B_{A2} = 617,12 \text{ KN/m} \times 3,0 \text{ m} = 1513 \text{ KN} \quad ,L= 6 \text{ m}$$

$$B_{A3} = 601,15 \text{ KN/m} \times 3,0 \text{ m} = 1470,77 \text{ KN} \quad ,L= 9 \text{ m}$$

$$B_{\text{Trav}} = 425 \text{ KN (dimulai dari segmen A1)}$$

Momen terhadap As CL:

$$M_{cl} = (B_{A0} \cdot 0,75\text{m}) + (B_{A1} \cdot 3\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 3\text{m}) + (B_{A2} \cdot 6\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 6\text{m}) + (B_{A3} \cdot 9\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 9\text{m})$$

$$M_{cl} = 70539 \text{ KNm}$$

Momen terhadap As 0:

$$M_0 = (B_{A1} \cdot 1,5\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 1,5\text{m}) + (B_{A2} \cdot 4,5\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 4,5\text{m}) + (B_{A3} \cdot 7,5\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 7,5\text{m})$$

$$M_0 = 47675,29 \text{ KNm}$$

Momen terhadap As 1:

$$M_1 = (B_{A2} \cdot 1,5\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 1,5\text{m}) + (B_{A3} \cdot 4,5\text{m} + B_{\text{Trav}} \cdot 4,5\text{m})$$

$$M_1 = 1685715 \text{ KNm}$$

Perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel.

5.5.2 Perencanaan Tendon

Direncanakan menggunakan tendon / kabel jenis strand seven wires stress relieved (7 kawat untai), dengan mengacu pada tabel VSL, berikut adalah jenis dan karakteristik tendon yang digunakan *Strand Properties 15 mm (0,6")* :

- Diameter = 15,24 mm
- Luas nominal (A_{ps}) = 140 mm²
- Minimum breaking load (F_{pu}) = 260,7 KN
- Modulus elastisitas (E_s) = 195.000 MPa

Berdasarkan pada tabel spesifikasi tendon VSL gaya maksimum yang diperbolehkan sebesar $0,75 F_{pu}$

Untuk 1 strand diameter 15,24 mm

$$F_0 = 0,75 \times F_{pu}$$

$$F_0 = 0,75 \times 260,7$$

$$F_0 = 195,525 \text{ kN}$$

Tegangan untuk 1 strand diameter 15,24 mm

$$F_s = F_0 / A_{ps}$$

$$F_s = 195,525 \times 10^3 / 140$$

$$F_s = 1396,607 \text{ N/mm}^2$$

1.3 - STRAND PROPERTIES 15mm (0.6")

Strand type	prEN 10138 – 3 (2006) Y1860S7		ASTM A 416-06 Grade 270	
	d (mm)	A _p (mm ²)	d (mm)	A _p (mm ²)
Nominal diameter	15.3	15.7	15.24	140
Nominal cross section	140	150	140	1.102
Nominal mass	M (kg/m)	1.093	1.172	1676 ²
Nominal yield strength	f _{p0.1k} (MPa)	1636 ¹	1640 ²	1860
Nominal tensile strength	f _{pk} (MPa)	1860	1860	260.7
Specif./min. breaking load	F _{pk} (kN)	260	279	approx. 195
Young's modulus	(GPa)	max. 2.5		
Relaxation ³ after 1000 h at 20°C and 0.7 x F _{pk}	(%)	max. 2.5		

1) Characteristic value measured at 0.1% permanent extension

2) Minimum load at 1% extension for low-relaxation strand

3) Valid for relaxation class acc. to prEN 10138-3 or low-relaxation grade acc. to ASTM A 416-06

Unit	Strands numbers	Steel area			Breaking load			Corrugated steel duct ¹ (recommended)	Corrugated plastic duct VSL PT-PLUS ²	Steel pipes			
		A _p acc. to prEN		ASTM	Y1860S7 (prEN)		Grade 270 (ASTM)				Ø ₁ / Ø _e	Ø ₁ / Ø _e	Ø ext. x t
		d=15.3 mm A _p =140 mm ² [mm ²]	d=15.7 mm A _p =150 mm ² [mm ²]	d=15.24 mm A _p =140 mm ² [mm ²]	d=15.3 mm A _p =140 mm ² [kN]	d=15.7 mm A _p =150 mm ² [kN]	d=15.24 mm A _p =140 mm ² [kN]				[mm]	[mm]	[mm]
6-1	1	140	150	140	260	279	260.7	25/30	5	22/25	4	25.0 x 2.0	
6-2	2	280	300	280	520	558	521	40/45	9	78/29	-	42.4 x 2.0/2.5/3.0	
6-3	3	420	450	420	780	837	782	40/45	6	78/29	-	42.4 x 2.0/2.5/3.0	
6-4	4	560	600	560	1040	1116	1043	45/50 ²	7	78/29	-	48.3 x 2.0/2.5/3.0	
6-7	5	700	750	700	1300	1395	1304	50/57	8	58/63	13	76.1 x 2.0/2.5/3.0	
	6	840	900	840	1560	1674	1564	55/62	9	58/63	11		
6-7	7	980	1050	980	1820	1953	1825	55/62	7	58/63	9	76.1 x 2.0/2.5/3.0	
6-12	8	1120	1200	1120	2080	2232	2086	65/72	11	76/81	18	80.0 x 2.0/2.5	
	9	1260	1350	1260	2340	2511	2346	65/72	9	76/81	16		
	10	1400	1500	1400	2600	2790	2607	70/77	11	76/81	15		
	11	1540	1650	1540	2860	3069	2868	70/77	9	76/81	13		
6-12	12	1680	1800	1680	3120	3348	3128	75/82	11	76/81	12	80.0 x 2.0/2.5	
6-15	13	1820	1950	1820	3380	3627	3389	80/87	13	100/106	25	101.6 x 3.0/4.0/5.0	
	14	1960	2100	1960	3640	3906	3650	80/87	11	100/106	24		
6-15	15	2100	2250	2100	3900	4185	3911	80/87	10	100/106	23	101.6 x 3.0/4.0/5.0	
6-19	16	2240	2400	2240	4160	4464	4171	85/92	12	100/106	22	101.6 x 3.0/4.0/5.0	
	17	2380	2550	2380	4420	4743	4432	85/92	11	100/106	20		
	18	2520	2700	2520	4680	5022	4693	90/97	13	100/106	19		
6-19	19	2660	2850	2660	4940	5301	4953	90/97	12	100/106	18	101.6 x 3.0/4.0/5.0	
6-22	20	2800	3000	2800	5200	5580	5214	100/107	17	100/106	17	114.3 x 3.0/4.0/5.0	
	21	2940	3150	2940	5460	5859	5475	100/107	16	100/106	16		
6-22	22	3080	3300	3080	5720	6138	5735	100/107	15	100/106	15	114.3 x 3.0/4.0/5.0	
6-27	23	3220	3450	3220	5980	6417	5996	100/107	14	115/121	22	114.3 x 3.0/4.0/5.0	

Gambar 5.7 Strand and Tendon Properties dari VSL

5.5.3 Kehilangan Gaya Pretegang Tahap Kantiliver

Contoh perhitungan kehilangan gaya pretegang pada pemasangan segmen 2.

Kontrol penampang box girder pada As CL :

$$\begin{aligned}
 H &= 6000 \text{ mm} \\
 A &= 78,84 \cdot 10^6 \text{ mm}^2 \\
 Y_t &= 2890 \text{ mm} \\
 Y_b &= 3110 \text{ mm} \\
 I &= 255,06 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4 \\
 M_{\text{tot}} &= 20641,28 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\
 k_b &= 1120 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Direncanakan letak tendon untuk metode pelaksanaan konstruksi jembatan mendatar dengan meletakkan tendon pada flens atas box girder, untuk menghindari kesulitan pemasangan tendon untuk beban kerja, Dengan mengambil nilai e pada joint berikut :

$$\begin{aligned}
 e &= y_a - 300 \text{ mm} \\
 e &= 2890 \text{ mm} - 300 \text{ mm} \\
 e &= 2590 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dengan menempatkan tendon pada masing masing web box girder maka gaya pretegang yang diperlukan adalah

$$F_{\text{perlu}} = \frac{M}{e + K_b} = \frac{20641,28 \times 10^6}{2590 + 1120} = 5563,34 \times 10^3 \text{ N}$$

Dengan menggunakan 8 tendon dan di tarik dengan gaya sebesar 39105 KN, maka kekuatan batas akan melebihi yang diperlukan, namun diperlukan kontrol tegangan, momen batas, dan momen crack.

$$f_{ci} = -\frac{F}{A_g} \pm \frac{F \cdot e \cdot y}{I} \pm \frac{M \cdot y}{I}$$

- Serat atas

$$f_c = -\frac{39,105 \times 10^6}{78,84 \times 10^6} - \frac{39,105 \times 10^6 \times 2590 \times 2890}{255,06 \cdot 10^{12}} + \frac{20641,28 \times 10^6 \times 2890}{255,06 \cdot 10^{12}}$$

$$= -1,41 \text{ Mpa} < \sigma_{\text{tekan}} = -26,4 \text{ Mpa} \dots (\text{OK})$$

- Serat bawah

$$f_c = -\frac{39,105 \times 10^6}{78,84 \times 10^6} - \frac{39,105 \times 10^6 \times 2590 \times 3110}{255,06 \cdot 10^{12}} + \frac{20641,28 \times 10^6 \times 3110}{255,06 \cdot 10^{12}}$$

$$= -0,49 \text{ Mpa} < \sigma_{\text{tarik}} = -26,4 \text{ Mpa} \dots (\text{OK})$$

a) Kehilangan prategang akibat perpendekan elastis beton (Δ_{ES})

Untuk sistem pascatarik beton memendek saat tendon diangkurkan terhadap beton, karena gaya pada kabel dihitung setelah perpendekan elastic terhadap beton terjadi. Jika tendon yang dimiliki lebih dari satu tendon-tendon tersebut ditarik secara berurutan, maka gaya prategang secara bertahap bekerja pada tendon, perpendekan beton akan bertambah apabila setiap kabel diikatkan padanya, dan kehilangan gaya prategang akibat perpendekan elastis.

E_s = Kehilangan Gaya akibat Perpendekan Elastis Beton (N)

K_{es} = Koefisien untuk komponen Struktur Pascatarik (0,5)

E_s = Modulus Elastisitas Baja (196500 MPa)

f_{cir} = Tegangan Beton yang melalui titik berat baja (c.g.s) akibat gaya prategang yang efektif segera setelah gaya prategang telah dikerjakan pada beton (MPa)

E_{ci} = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

A_{ps} = Luas Penampang Kabel Baja Prategang (mm^2)

Modulus Elastisitas (E_{ci})

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{50}$$

$$E_c = 33234,019 \text{ MPa}$$

Rasio Modulus Elastisitas n

$$n = \frac{E_s}{E_{ci}} = \frac{195000}{33234,019} = 5,867$$

Kehilangan prategang

$$\Delta_{ES} = K_{es} n f_{cir}$$

$$\Delta_{ES} = 0,5 \cdot 5,867 \cdot 1,41$$

$$\Delta_{ES} = 4,136 \text{ MPa}$$

b) Kehilangan prategang akibat gesekan (Δ_{fs1})

Pada saat dilakukan stressing (Penarikan Kabel Prategang) dengan menggunakan Dongkrak Jack Hidrolic. Kabel Prategang mengalami kehilangan sebgayaan gaya Prategang yang diakibatkan oleh gesekan kabel dan efek kelengkungan Tendon, sehingga tegangan yang ada pada tendon atau kabel prategang menjadi lebih kecil dari pada bacaan pada alat *pressure gauge*. Sehingga perlu dihitung besar kehilangan Gaya Prategangnya. Kehilangan akibat gesekan ini dapat dipertimbangkan pada dua bagian yaitu pengaruh panjang dan kelengkungan sehingga dapat dijelaskan sebagai pengaruh naik turunnya kabel (*wobbling effect*) dan tergantung dari panjang dan tegangan tendon serta koefisien gesekan antara bahan yang bersentuhan. Gesekan antara kabel dengan duck yang menyebabkan besarnya tarikan pada bahan ujung.

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha$$

Dimana :

K = Koefisien wobble

L = Panjang Bersih Balok (m)

μ = Koefisien kelengkungan

α = Sudut pusat tendon (L/R)

Panjang tendon, $L = 3,5\Delta$ m

Sudut kelengkungan, $\alpha \approx 0$

Dengan mengambil dari nilai koefisien wobble tiap meter untuk strand dengan untaian 7 kawat, didapat nilai $k = 0,0016$ dan nilai $\mu = 0,15$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha$$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -0,0016 \cdot 3$$

$$\Delta_{fs1} = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \cdot f_s$$

$$\Delta_{fs1} = -0,0016 \cdot 1396,607 \text{ MPa}$$

$$\Delta_{fs1} = 6,704 \text{ MPa}$$

c) Kehilangan prategang slip angkur (Δ_{fs2})

Pada sistem pascatarik setelah kabel ditarik kemudian dilepas, panjang tarikan akan lebih kecil, karena terjadi slip pada angkur saat hidraulic dilepaskan, artinya ada kehilangan gaya pratekan akibat slip yang terjadi pada angkur. Besarnya slip tergantung pada jenis angkur yang terbentuk baji (wedge) dan tegangan pada kabel. Rata-rata slip yang terjadi sebesar 2,5 mm (*TY. Lin*).

Panjang tendon, $L = 15 \text{ m}$

Tegangan tendon

$$ANC = \Delta f_s = \frac{\Delta a E s}{L}$$

$$ANC = \Delta f_s = \frac{2,5 \cdot 195000}{15000}$$

$$ANC = 32,5 \text{ MPa}$$

Tegangan efektif pada tendon

$$f_{se} = f_s - \Delta_{ES} - \Delta_{fs1} - \Delta_{fs2}$$

$$f_{se} = 1396,607 - 4,136 - 6,704 - 32,5$$

$$f_{se} = 1353,267 \text{ MPa}$$

Gaya prategang efektif pada tendon

$$F_{se} = 8 \text{ tendon} \cdot 25 \text{ strand} \cdot A_{ps} \cdot f_{se}$$

$$F_{se} = 8 \cdot 25 \cdot 140 \text{ mm}^2 \cdot 1353,267 \text{ MPa}$$

$$F_{se} = 37891,41 \text{ KN}$$

- Serat atas

$$f_{ci} = -\frac{37,891 \times 10^6}{78,84 \times 10^6} - \frac{37,891 \times 10^6 \times 2590 \times 2890}{255,06 \times 10^{12}} + \frac{20641,28 \times 10^6 \times 2890}{255,06 \times 10^{12}}$$

$$= -1,36 \text{ Mpa} < \sigma_{\text{tekan}} = -26,4 \text{ Mpa} \dots (\text{OK})$$

- Serat bawah

$$f_{ci} = -\frac{37,891 \times 10^6}{78,84 \times 10^6} - \frac{37,891 \times 10^6 \times 2590 \times 3110}{255,06 \times 10^{12}} + \frac{20641,28 \times 10^6 \times 3110}{255,06 \times 10^{12}}$$

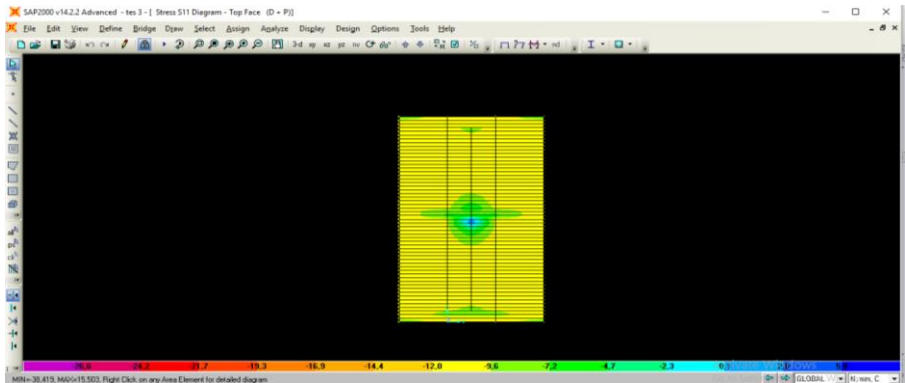
$$= 0,46 \text{ Mpa} < \sigma_{\text{tarik}} = 1,66 \text{ Mpa} \dots (\text{OK})$$

Hasil perencanaan tendon kantilever terhadap bentang jembatan saat pemasangan segmen menunjukkan bahwa penampang masih mampu memikul momen crack dan momen batas yang terjadi akibat pelaksanaan. Perhitungan perencanaan tendon beserta hasil output SAP2000 saat pelaksanaan (kantilever) akan disajikan dibawah ini dalam bentuk tabel.

1. Segmen A1 dan A0

Tabel 5. 3 Preliminari Design A1&A0

As	A	yb	yt	I	kb	Mt	e	Fperlu	Σ	Fijin	F/A	F.e.y/I (MPa)		M.y/I (MPa)		fci (MPa)		Δes	Δfs1	Δfs2	fse	Fse	F/A	F.e.y/I (MPa)		M.y/I (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
	m2	m	m	m4	m	kN.m	m	kN	Tendon	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	MPa	MPa	MPa	MPa	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	6983,03	2,59	1882,10	4	19552,5	-0,25	-0,57	0,62	0,08	-0,09	-0,74	0,28	2,180	6,704	54,17	1333,56	18669,79	-0,24	-0,55	0,59	0,08	-0,09	-0,71	0,27	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	3491,51	2,49	780,91	4	19552,5	-0,76	-0,96	1,10	0,07	-0,08	-1,65	0,26	4,832	6,704	54,17	1330,90	18632,67	-0,72	-0,91	1,05	0,07	-0,08	-1,57	0,24	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	0,00	2,31	0,00	4	19552,5	-0,78	-0,97	1,12	0,00	0,00	-1,75	0,34	5,138	6,704	54,17	1330,60	18628,39	-0,74	-0,92	1,07	0,00	0,00	-1,67	0,32	OK	OK

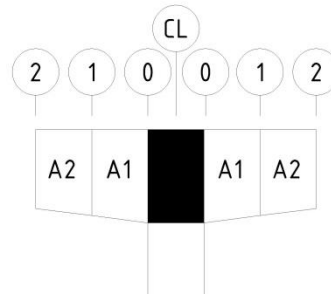


Gambar 5. 8 Contoh Hasil Output SAP2000 Pemasangan Segmen A1&A0 ditunjukkan pada As 0

2. Segmen A2

Tabel 5. 4 Preliminari design pemasangan segmen A2 dengan Form Traveller

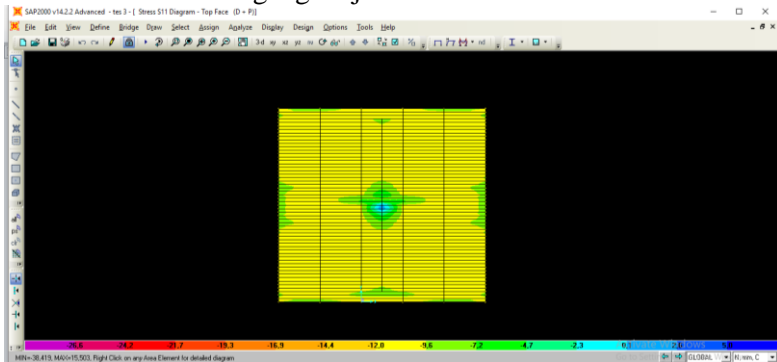
As	A	y _b	y _t	I	kb	M _t	e	F perlu	Σ	F ijin	F/A	F.e.y/I (MPa)		M.y/I (MPa)		fg (MPa)		Δes	Δfs1	Δfs2	fse	F se	F/A	F.e.y/I (MPa)		M.y/I (MPa)		fg (MPa)		Kontrol	
	m ²	m	m	m ⁴	m	kN.m	m	kN	Tendon	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	MPa	MPa	MPa	MPa	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	20641,28	2,59	5563,34	8	39105	-0,50	-1,15	1,24	0,23	-0,25	-1,41	0,49	4,139	6,704	32,5	1353,26	37891,41	-0,48	-1,11	1,20	0,23	-0,25	-1,36	0,46	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	13735,20	2,49	3071,99	8	39105	-1,52	-1,91	2,20	0,27	-0,31	-3,16	0,37	9,275	6,704	32,5	1348,13	37747,58	-1,47	-1,84	2,12	0,27	-0,31	-3,04	0,34	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	3414,56	2,31	820,10	8	39105	-1,56	-1,94	2,24	0,07	-0,08	-3,43	0,59	10,060	6,704	32,5	1347,34	37725,62	-1,51	-1,87	2,16	0,07	-0,08	-3,31	0,56	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	0,00	2,13	0,00	4	19552,5	-0,80	-0,98	1,14	0,00	0,00	-1,79	0,33	5,244	6,704	32,5	1352,16	18930,24	-0,78	-0,95	1,10	0,00	0,00	-1,73	0,32	OK	OK



Gambar 5. 9 Segmen A2

Hasil Output SAP Segmen A2 terpasang

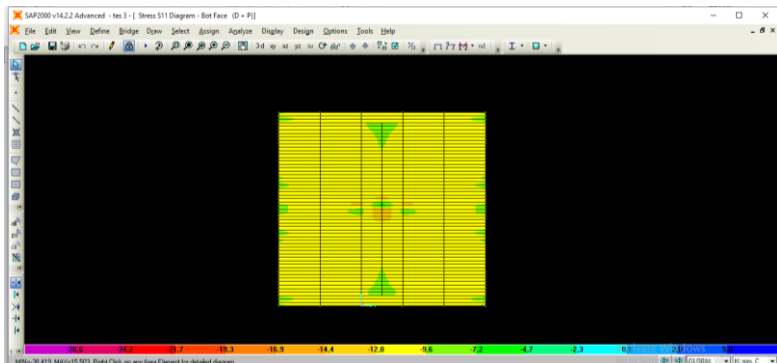
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 10 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A2

Hasil Output SAP Segmen A2 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

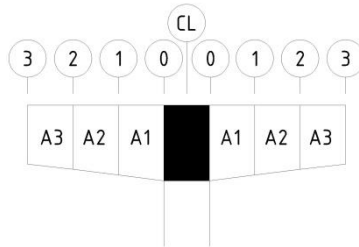


Gambar 5. 11 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A2

3. Segmen A3

Tabel 5. 5 Preliminari design pemasangan segmen A3 dengan Form Traveller

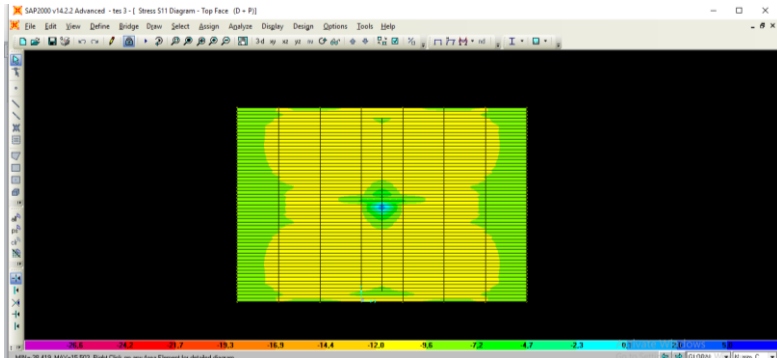
As	A m2	yb m	yt m	I m4	kb m	Mt kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	F ijin kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Δes MPa	Δfc1 MPa	Δfs2 MPa	fse MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
												Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah							Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	40697,33	2,59	10968,94	12	58657,5	-0,74	-1,72	1,85	0,46	-0,50	-2,01	0,61	5,884	6,704	23,21	1360,80	57153,80	-0,72	-1,68	1,81	0,46	-0,50	-1,94	0,58	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	30448,58	2,49	6810,07	12	58657,5	-2,28	-2,87	3,30	0,60	-0,69	-4,55	0,33	13,346	6,704	23,21	1353,34	56840,40	-2,21	-2,78	3,20	0,60	-0,69	-4,39	0,30	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	13442,59	2,31	3228,59	12	58657,5	-2,34	-2,91	3,35	0,29	-0,33	-4,96	0,68	14,565	6,704	23,21	1352,12	56789,22	-2,27	-2,82	3,25	0,29	-0,33	-4,80	0,64	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	3342,68	2,13	863,88	8	39105	-1,61	-1,97	2,27	0,08	-0,09	-3,50	0,58	10,256	6,704	23,21	1356,43	37980,14	-1,56	-1,91	2,21	0,08	-0,09	-3,39	0,56	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	0,00	1,97	0,00	4	19552,5	-0,82	-1,00	1,16	0,00	0,00	-1,82	0,33	5,347	6,704	23,21	1361,34	19058,79	-0,80	-0,97	1,13	0,00	0,00	-1,78	0,32	OK	OK



Gambar 5. 12 Segmen A3

Hasil Output SAP Segmen A3 terpasang

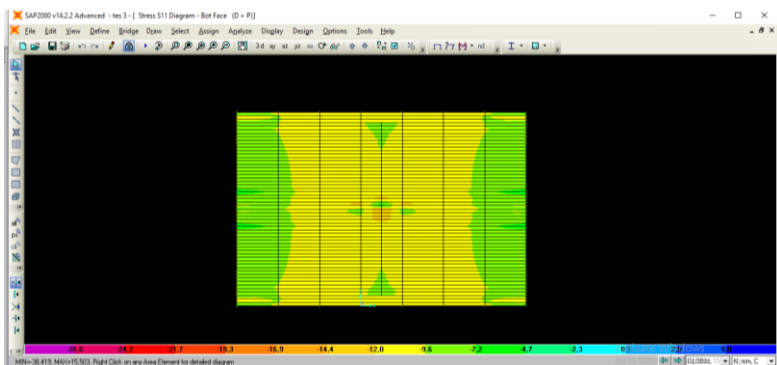
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 13 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A3

Hasil Output SAP Segmen A3 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik

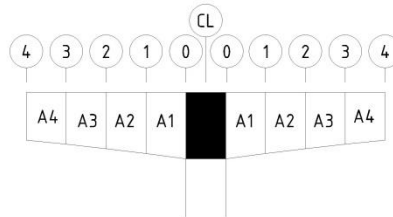


Gambar 5. 14 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A3

4. Segmen A4

Tabel 5. 6 Preliminari design pemasangan segmen A4 dengan Form Traveller

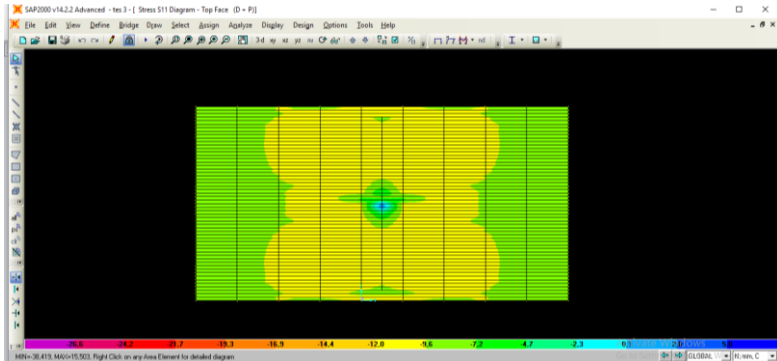
As	A	y _b	y _t	I	kb	M _t	e	F perlu	Σ	Fijin	F/A	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Δes	Δfs1	Δfs2	fse	F se	F/A	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
	m ²	m	m	m ⁴	m	kN.m	m	kN	Tendon	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	MPa	MPa	MPa	MPa	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	66912,23	2,59	18034,50	16	78210	-0,99	-2,30	2,47	0,76	-0,82	-2,53	0,66	7,425	6,704	18,06	1364,42	76407,68	-0,97	-2,24	2,41	0,76	-0,82	-2,46	0,63	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	53386,61	2,49	11940,35	16	78210	-3,04	-3,82	4,40	1,05	-1,21	-5,81	0,15	17,059	6,704	18,06	1354,79	75868,19	-2,95	-3,71	4,27	1,05	-1,21	-5,61	0,11	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	29826,90	2,31	7163,70	16	78210	-3,13	-3,88	4,47	0,64	-0,74	-6,36	0,61	18,669	6,704	18,06	1353,18	75778,04	-3,03	-3,76	4,33	0,64	-0,74	-6,15	0,56	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	13173,26	2,13	3404,49	12	58657,5	-2,41	-2,95	3,41	0,31	-0,36	-5,05	0,64	14,818	6,704	18,06	1357,03	56995,26	-2,34	-2,87	3,32	0,31	-0,36	-4,90	0,62	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	3276,86	1,97	911,08	8	39105	-1,65	-2,00	2,31	0,08	-0,10	-3,56	0,57	10,445	6,704	18,06	1361,40	38119,27	-1,61	-1,95	2,25	0,08	-0,10	-3,47	0,55	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	0,00	1,83	0,00	2	9776,25	-0,42	-0,51	0,59	0,00	0,00	-0,93	0,17	2,724	6,704	18,06	1369,12	9583,87	-0,41	-0,50	0,58	0,00	0,00	-0,91	0,16	OK	OK



Gambar 5. 15 Segmen A4

Hasil Output SAP Segmen A4 terpasang

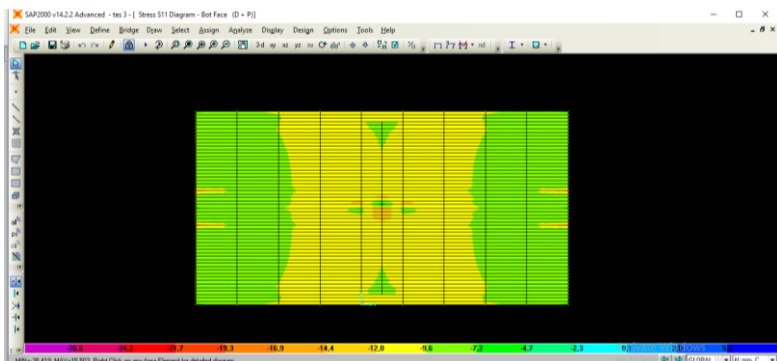
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 16 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A4

Hasil Output SAP Segmen A4 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

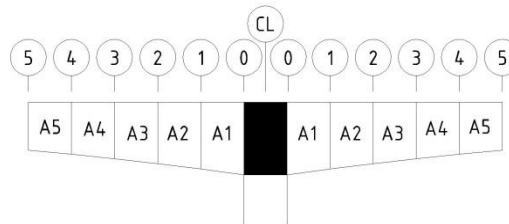


Gambar 5. 17 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A4

5. Segmen A5

Tabel 5. 7 Preliminari design pemasangan segmen A5 dengan Form Traveller

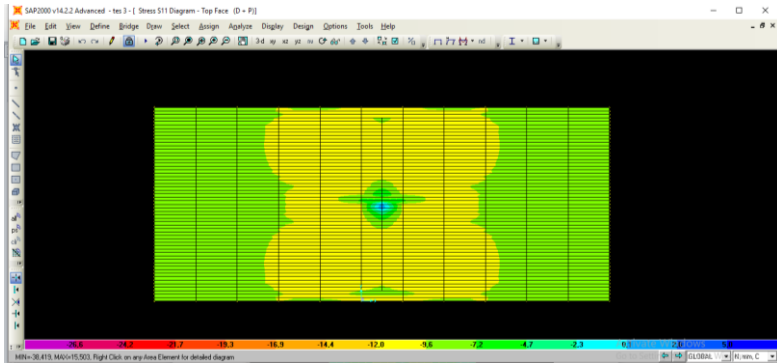
As	A	y _b	y _t	I	kb	M _t	e	F _{perlu}	Σ	F _{ijin}	F/A	F.e.y/I (MPa)		M.y/I (MPa)		fci (MPa)		Δes	Δfs1	Δfs2	fse	F se	F/A	F.e.y/I (MPa)		M.y/I (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
	m ²	m	m	m ⁴	m	kN.m	m	kN	Tendon	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	MPa	MPa	MPa	MPa	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	99083,48	2,59	26705,45	18	87986,3	-1,12	-2,58	2,78	1,12	-1,21	-2,58	0,46	7,561	6,704	14,77	1367,57	86156,86	-1,09	-2,53	2,72	1,12	-1,21	-2,50	0,42	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	82340,74	2,49	18416,18	18	87986,3	-3,42	-4,30	4,95	1,62	-1,86	-6,10	-0,33	17,908	6,704	14,77	1357,22	85505,01	-3,32	-4,18	4,81	1,62	-1,86	-5,89	-0,38	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	52346,78	2,31	12572,43	18	87986,3	-3,52	-4,36	5,03	1,13	-1,30	-6,75	0,22	19,816	6,704	14,77	1355,31	85384,81	-3,41	-4,23	4,88	1,13	-1,30	-6,52	0,17	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	29258,89	2,13	7561,66	14	68433,8	-2,81	-3,45	3,98	0,69	-0,80	-5,56	0,37	16,325	6,704	14,77	1358,81	66581,49	-2,73	-3,35	3,87	0,69	-0,80	-5,40	0,34	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	12928,24	1,97	3594,48	12	58657,5	-2,47	-3,00	3,47	0,34	-0,39	-5,13	0,61	15,059	6,704	14,77	1360,07	57123,01	-2,41	-2,92	3,38	0,34	-0,39	-4,99	0,58	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	3217,13	1,83	961,47	8	39105	-1,69	-2,03	2,35	0,09	-0,11	-3,62	0,56	10,628	6,704	14,77	1364,50	38206,06	-1,65	-1,98	2,29	0,09	-0,11	-3,54	0,54	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	0,00	1,70	0,00	4	19552,5	-0,86	-1,18	1,37	0,00	0,00	-2,04	0,50	5,986	6,704	14,77	1369,15	19168,03	-0,85	-1,15	1,34	0,00	0,00	-2,00	0,49	OK	OK



Gambar 5. 18 Segmen A5

Hasil Output SAP Segmen A5 terpasang

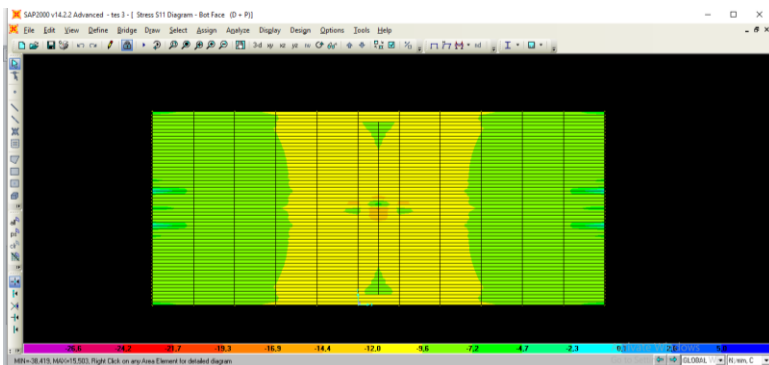
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 19 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A5

Hasil Output SAP Segmen A5 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

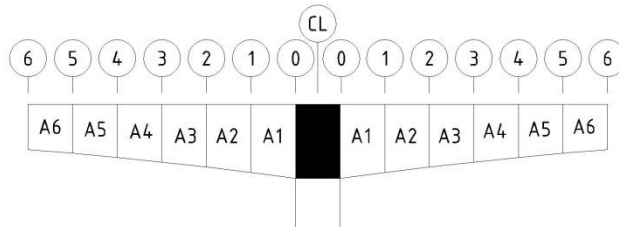


Gambar 5. 20 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A5

6. Segmen A6

Tabel 5. 8 Preliminari design pemasangan segmen A6 dengan Form Traveller

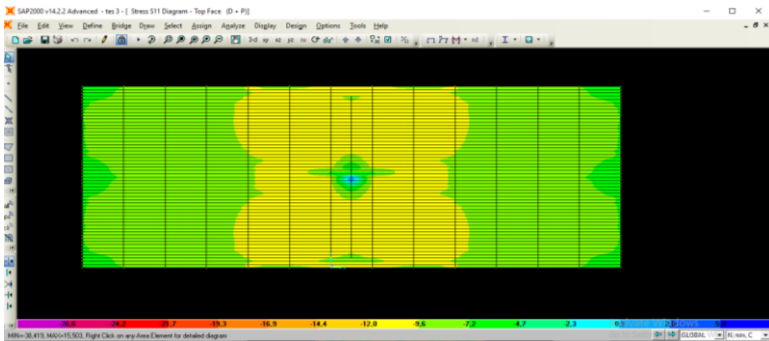
As	A	y _b	y _t	l	kb	Mt	e	F perlu	Σ	F _{ijin}	F/A	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Δes	Δfs1	Δfs2	fse	F se	F/A	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
	m ²	m	m	m ⁴	m	kN.m	m	kN	Tendon	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	MPa	MPa	MPa	MPa	kN	MPa	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	137032,88	2,59	36933,76	22	107539	-1,36	-3,16	3,40	1,55	-1,67	-2,97	0,36	8,712	6,704	12,5	1368,69	105389,24	-1,34	-3,10	3,33	1,55	-1,67	-2,88	0,32	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	117127,69	2,49	26196,56	22	107539	-4,18	-5,25	6,05	2,30	-2,64	-7,14	-0,78	20,939	6,704	12,5	1356,46	104447,78	-4,06	-5,10	5,87	2,30	-2,64	-6,87	-0,83	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	80808,83	2,31	19408,33	22	107539	-4,30	-5,33	6,15	1,74	-2,00	-7,89	-0,15	23,158	6,704	12,5	1354,25	104276,91	-4,17	-5,17	5,96	1,74	-2,00	-7,60	-0,21	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	51396,04	2,13	13282,77	18	87986,3	-3,61	-4,43	5,12	1,21	-1,40	-6,83	0,10	20,034	6,704	12,5	1357,37	85514,27	-3,51	-4,31	4,97	1,21	-1,40	-6,60	0,06	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	28740,49	1,97	7990,81	16	78210	-3,29	-4,00	4,62	0,74	-0,86	-6,55	0,47	19,204	6,704	12,5	1358,20	76059,17	-3,20	-3,89	4,50	0,74	-0,86	-6,35	0,43	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	12704,48	1,83	3796,87	12	58657,5	-2,53	-3,04	3,52	0,36	-0,42	-5,21	0,58	15,287	6,704	12,5	1362,12	57208,91	-2,47	-2,97	3,44	0,36	-0,42	-5,07	0,55	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	3162,45	1,70	1076,87	8	39105	-1,72	-2,36	2,73	0,11	-0,13	-3,97	0,88	11,642	6,704	12,5	1365,76	38241,33	-1,69	-2,30	2,67	0,11	-0,13	-3,88	0,86	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	0,00	1,57	0,00	2	9776,25	-0,44	-0,59	0,69	0,00	0,00	-1,03	0,25	3,036	6,704	12,5	1374,37	9620,57	-0,43	-0,59	0,68	0,00	0,00	-1,02	0,25	OK	OK



Gambar 5. 21 Segmen A6

Hasil Output SAP Segmen A6 terpasang

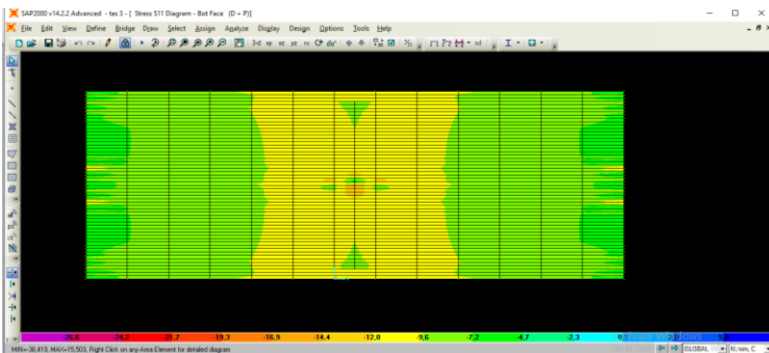
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 22 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A6

Hasil Output SAP Segmen A6 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

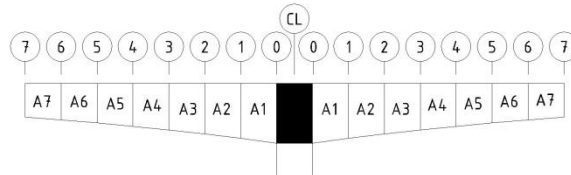


Gambar 5. 23 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A6

7. Segmen A7

Tabel 5. 9 Preliminari design pemasangan segmen A7 dengan Form Traveller

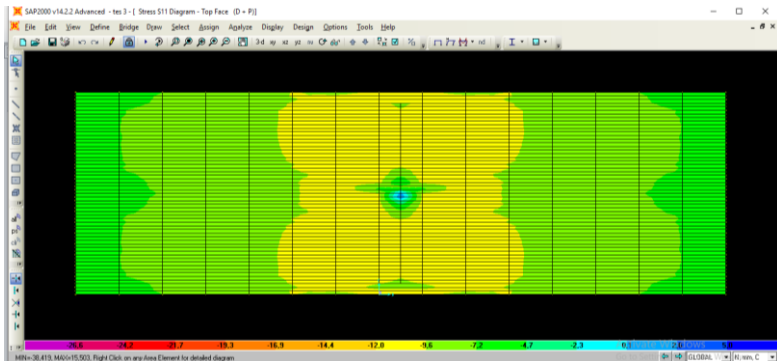
As	A m ²	y _b m	y _t m	I m ⁴	kb m	M _t kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	F _{ijin} kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas	F.e.y/l (MPa) Bawah	M.y/l (MPa) Atas	M.y/l (MPa) Bawah	f _{ci} (MPa) Atas	f _{ci} (MPa) Bawah	Δes MPa	Δfs1 MPa	Δfs2 MPa	f _{se} MPa	F _{se} kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas	F.e.y/l (MPa) Bawah	M.y/l (MPa) Atas	M.y/l (MPa) Bawah	f _{ci} (MPa) Atas	f _{ci} (MPa) Bawah	Kontrol Atas	Kontrol Bawah
CL	78.84	3.11	2.89	255.06	1.12	180612.60	2.59	48679.57	24	117315	-1.49	-3.45	3.71	2.05	-2.20	-2.89	0.02	8.469	6.704	10.83	1370.60	115130.50	-1.46	-3.38	3.64	2.05	-2.20	-2.79	-0.03	OK	OK
0	25.72	3.21	2.79	142.16	1.98	157594.58	2.49	35247.31	24	117315	-4.56	-5.73	6.60	3.09	-3.56	-7.20	-1.52	21.125	6.704	10.83	1357.94	114067.35	-4.43	-5.57	6.41	3.09	-3.56	-6.92	-1.58	OK	OK
1	25.02	3.00	2.61	121.12	1.86	115050.04	2.31	27632.25	24	117315	-4.69	-5.82	6.71	2.47	-2.85	-8.03	-0.83	23.566	6.704	10.83	1355.50	113862.37	-4.55	-5.65	6.51	2.47	-2.85	-7.72	-0.89	OK	OK
2	24.35	2.81	2.43	102.91	1.74	79411.58	2.13	20523.10	20	97762.5	-4.01	-4.92	5.69	1.88	-2.17	-7.06	-0.50	20.714	6.704	10.83	1358.36	95084.92	-3.90	-4.79	5.53	1.88	-2.17	-6.82	-0.54	OK	OK
3	23.74	2.63	2.27	87.64	1.63	50530.35	1.97	14049.12	18	87986.3	-3.71	-4.50	5.20	1.31	-1.52	-6.89	-0.02	20.221	6.704	10.83	1358.85	85607.51	-3.61	-4.37	5.06	1.31	-1.52	-6.67	-0.06	OK	OK
4	23.18	2.46	2.13	74.91	1.52	28268.66	1.83	8448.40	14	68433.8	-2.95	-3.55	4.11	0.80	-0.93	-5.70	0.23	16.715	6.704	10.83	1362.36	66755.42	-2.88	-3.46	4.01	0.80	-0.93	-5.54	0.20	OK	OK
5	22.68	2.31	2.00	56.17	1.24	12500.96	1.70	4256.82	12	58657.5	-2.59	-3.53	4.10	0.44	-0.52	-5.68	1.00	16.654	6.704	10.83	1362.42	57221.49	-2.52	-3.45	4.00	0.44	-0.52	-5.53	0.96	OK	OK
6	22.21	2.18	1.87	48.53	1.17	3112.84	1.57	1135.95	8	39105	-1.76	-2.38	2.76	0.12	-0.14	-4.02	0.86	11.792	6.704	10.83	1367.28	38283.80	-1.72	-2.33	2.70	0.12	-0.14	-3.93	0.84	OK	OK
7	21.80	2.05	1.77	42.26	1.10	0.00	1.47	0.00	4	19552.5	-0.90	-1.20	1.39	0.00	0.00	-2.10	0.50	6.155	6.704	10.83	1372.92	19220.81	-0.88	-1.18	1.37	0.00	0.00	-2.06	0.49	OK	OK



Gambar 5. 24 Segmen A7

Hasil Output SAP Segmen A7 terpasang

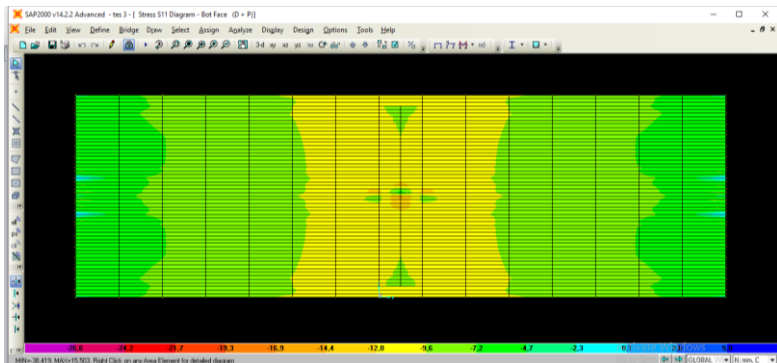
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 25 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A7

Hasil Output SAP Segmen A7 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

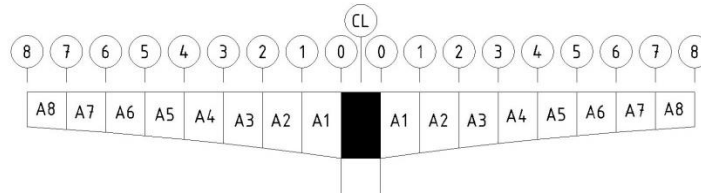


Gambar 5. 26 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A7

8. Segmen A8

Tabel 5. 10 Preliminari design pemasangan segmen A8 dengan Form Traveller

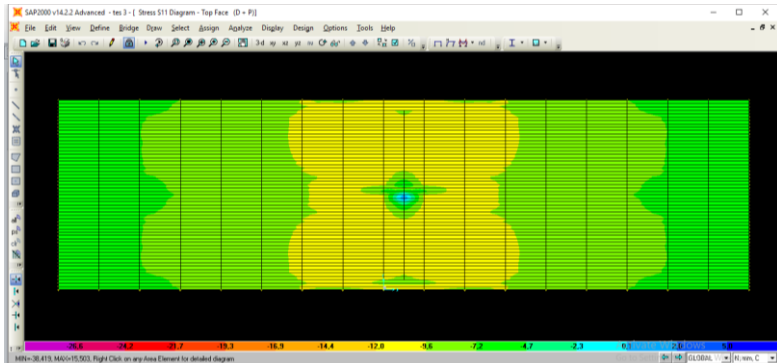
As	A m ²	yb m	yt m	I m ⁴	kb m	Mt kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	F ijin kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Δes MPa	Δfs1 MPa	Δfs2 MPa	fse MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
												Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah							Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	229721,40	2,59	61915,61	28	136868	-1,74	-4,02	4,32	2,60	-2,80	-3,15	-0,21	9,248	6,704	9,559	1371,10	134367,43	-1,70	-3,95	4,24	2,60	-2,80	-3,05	-0,26	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	203634,08	2,49	45544,42	28	136868	-5,32	-6,69	7,70	4,00	-4,60	-8,01	-2,22	23,508	6,704	9,559	1356,84	132969,99	-5,17	-6,50	7,48	4,00	-4,60	-7,67	-2,29	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	154950,94	2,31	37215,48	28	136868	-5,47	-6,79	7,83	3,33	-3,84	-8,93	-1,49	26,185	6,704	9,559	1354,16	132707,61	-5,30	-6,58	7,59	3,33	-3,84	-8,55	-1,56	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	113173,88	2,13	29248,61	24	117315	-4,82	-5,91	6,82	2,67	-3,09	-8,05	-1,08	23,618	6,704	9,559	1356,73	113965,06	-4,68	-5,74	6,63	2,67	-3,09	-7,74	-1,14	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	78154,05	1,97	21729,42	22	107539	-4,53	-5,50	6,36	2,03	-2,34	-8,00	-0,52	23,468	6,704	9,559	1356,88	104479,53	-4,40	-5,34	6,18	2,03	-2,34	-7,71	-0,57	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	49753,76	1,83	14869,46	18	87986,3	-3,80	-4,56	5,28	1,41	-1,64	-6,94	-0,15	20,374	6,704	9,559	1359,97	85678,17	-3,70	-4,44	5,15	1,41	-1,64	-6,73	-0,19	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	27847,46	1,70	9482,59	16	78210	-3,45	-4,71	5,46	0,99	-1,15	-7,17	0,87	21,040	6,704	9,559	1359,31	76121,08	-3,36	-4,59	5,32	0,99	-1,15	-6,95	0,81	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	12320,74	1,57	4496,14	12	58657,5	-2,64	-3,57	4,14	0,48	-0,55	-5,73	0,95	16,820	6,704	9,559	1363,52	57268,02	-2,58	-3,48	4,04	0,48	-0,55	-5,59	0,91	OK	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	1,10	3069,30	1,47	1196,72	4	19552,5	-0,90	-1,20	1,39	0,13	-0,15	-1,97	0,35	5,778	6,704	9,559	1374,57	19243,93	-0,88	-1,18	1,37	0,13	-0,15	-1,94	0,34	OK	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	1,04	0,00	1,38	0,00	2	9776,25	-0,46	-0,61	0,70	0,00	0,00	-1,06	0,25	3,116	6,704	9,559	1377,23	9640,60	-0,45	-0,60	0,69	0,00	0,00	-1,05	0,24	OK	OK



Gambar 5. 27 Segmen A8

Hasil Output SAP Segmen A8 terpasang

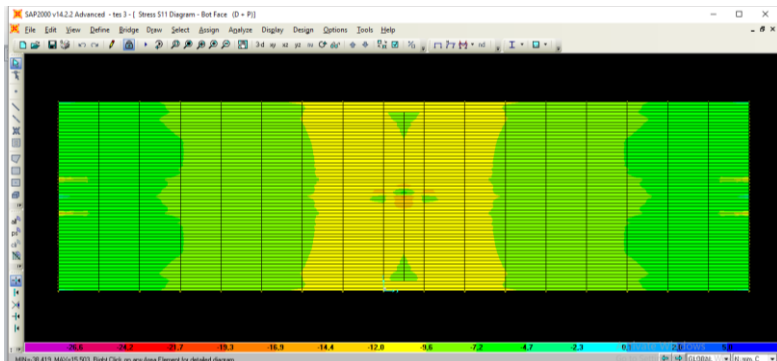
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 28 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A8

Hasil Output SAP Segmen A8 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

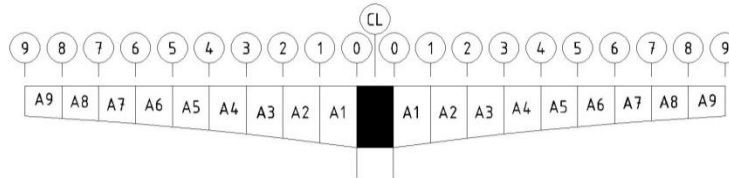


Gambar 5. 29 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A8

9. Segmen A9

Tabel 5. 11 Preliminari design pemasangan segmen A9 dengan Form Traveller

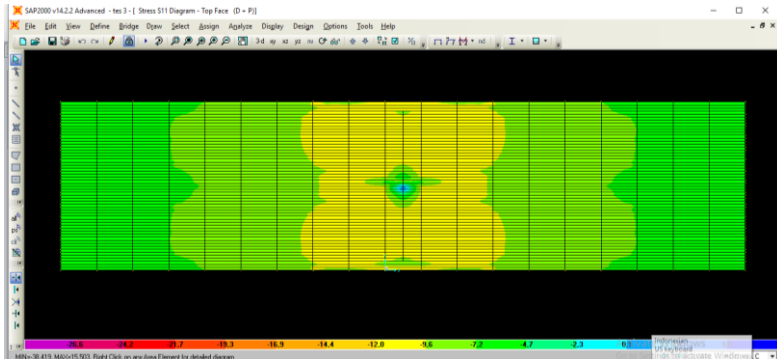
As	A m ²	yb m	yt m	l m ⁴	kb m	Mt kN.m	e m	Fperlu kN	Σ Tendon	Fijin kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Δes MPa	Δfci MPa	Δfs2 MPa	fse MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
												Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah							Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	284294,48	2,59	76624,41	30	146644	-1,86	-4,31	4,63	3,22	-3,47	-2,94	-0,69	8,640	6,704	8,553	1372,71	144134,66	-1,83	-4,23	4,55	3,22	-3,47	-2,84	-0,74	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	255175,31	2,49	57072,03	30	146644	-5,70	-7,17	8,24	5,01	-5,76	-7,86	-3,22	23,057	6,704	8,553	1358,29	142620,84	-5,55	-6,97	8,02	5,01	-5,76	-7,51	-3,29	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	200428,50	2,31	48138,09	30	146644	-5,86	-7,27	8,39	4,31	-4,97	-8,82	-2,45	25,884	6,704	8,553	1355,47	142324,00	-5,69	-7,06	8,14	4,31	-4,97	-8,44	-2,52	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	152587,76	2,13	39434,72	26	127091	-5,22	-6,40	7,39	3,60	-4,16	-8,01	-1,99	23,508	6,704	8,553	1357,84	123563,72	-5,07	-6,22	7,19	3,60	-4,16	-7,69	-2,05	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	111594,26	1,97	31001,89	24	117315	-4,94	-5,99	6,94	2,89	-3,34	-8,05	-1,35	23,695	6,704	8,553	1357,75	114050,61	-4,80	-5,83	6,74	2,89	-3,34	-7,74	-1,40	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	77040,30	1,83	23034,35	20	97762,5	-4,22	-5,07	5,87	2,19	-2,53	-7,10	-0,89	20,825	6,704	8,553	1360,53	95236,78	-4,11	-4,94	5,72	2,19	-2,53	-6,86	-0,92	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	66,17	1,24	49070,33	1,70	16709,39	18	87896,3	-3,88	-5,20	6,15	1,74	-2,02	-7,44	0,25	21,820	6,704	8,553	1359,53	85650,44	-3,78	-5,16	5,98	1,74	-2,02	-7,19	0,19	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	27479,93	1,57	10028,11	14	68433,8	-3,08	-4,16	4,83	1,06	-1,23	-6,18	0,52	18,138	6,704	8,553	1363,21	66797,41	-3,01	-4,06	4,71	1,06	-1,23	-6,01	0,48	OK	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	1,10	12164,81	1,47	4743,04	12	58657,5	-2,69	-3,60	4,18	0,51	-0,59	-5,78	0,90	16,971	6,704	8,553	1364,38	57303,94	-2,63	-3,52	4,08	0,51	-0,59	-5,64	0,86	OK	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	1,04	3031,84	1,38	1257,64	4	19552,5	-0,91	-1,21	1,41	0,14	-0,16	-1,99	0,34	5,831	6,704	8,553	1375,52	19257,28	-0,90	-1,19	1,39	0,14	-0,16	-1,96	0,33	OK	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	0,98	0,00	1,30	0,00	4	19552,5	-0,93	-1,22	1,42	0,00	0,00	-2,15	0,49	6,302	6,704	8,553	1375,05	19250,68	-0,91	-1,20	1,40	0,00	0,00	-2,12	0,49	OK	OK



Gambar 5. 30 Segmen A9

Hasil Output SAP Segmen A9 terpasang

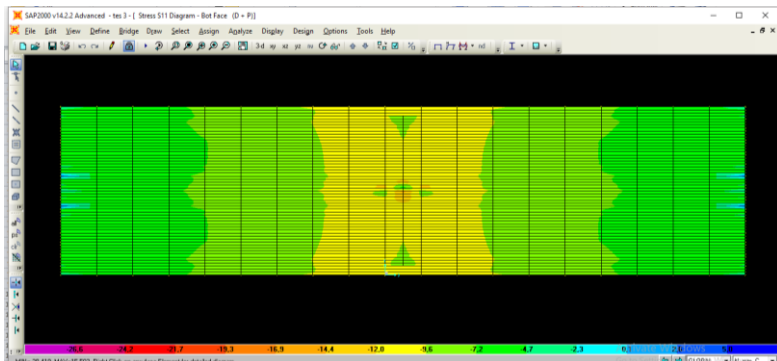
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 31 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A9

Hasil Output SAP Segmen A9 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

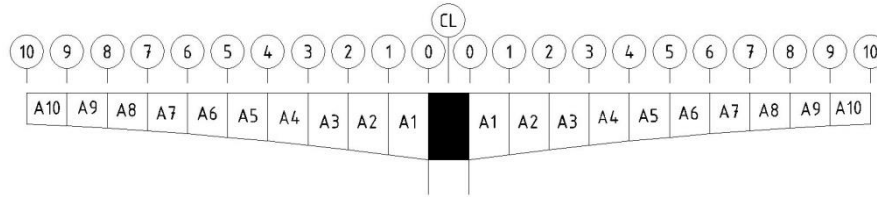


Gambar 5. 32 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A9

10. Segmen A10

Tabel 5. 12 Preliminari design pemasangan segmen A10 dengan Form Traveller

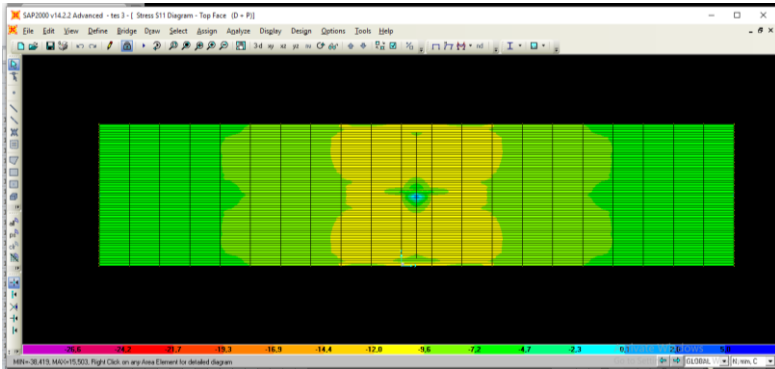
As	A m ²	yb m	yt m	l m ⁴	kb m	Mt kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	Fijin kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Δes MPa	Δfc1 MPa	Δfs2 MPa	fse MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa)		M.y/l (MPa)		fci (MPa)		Kontrol	
												Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah							Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
CL	78.84	3.11	2.89	255.06	1.12	344303.48	2.59	92798.32	34	166196	-2.11	-4.88	5.25	3.90	-4.20	-3.09	-1.06	9.057	6.704	7.738	1373.11	163399.94	-2.07	-4.80	5.16	3.90	-4.20	-2.97	-1.11	OK	OK
0	25.72	3.21	2.79	142.16	1.98	312183.86	2.49	69822.46	34	166196	-6.46	-8.12	9.34	6.13	-7.05	-8.46	-4.17	24.808	6.704	7.738	1357.36	161525.52	-6.28	-7.89	9.08	6.13	-7.05	-8.05	-4.25	OK	OK
1	25.02	3.00	2.61	121.12	1.86	251436.15	2.31	60388.90	34	166196	-6.64	-8.24	9.50	5.41	-6.24	-9.48	-3.38	27.803	6.704	7.738	1354.36	161169.15	-6.44	-7.99	9.22	5.41	-6.24	-9.03	-3.46	OK	OK
2	24.35	2.81	2.43	102.91	1.74	197594.51	2.13	51066.25	30	146644	-6.02	-7.38	8.53	4.67	-5.39	-8.74	-2.88	25.632	6.704	7.738	1356.53	142436.00	-5.85	-7.17	8.29	4.67	-5.39	-8.35	-2.96	OK	OK
3	23.74	2.63	2.27	87.64	1.63	150510.11	1.97	41846.81	28	136868	-5.77	-6.99	8.09	3.90	-4.51	-8.86	-2.19	25.987	6.704	7.738	1356.18	132905.49	-5.60	-6.79	7.86	3.90	-4.51	-8.49	-2.25	OK	OK
4	23.18	2.46	2.13	74.91	1.52	110045.25	1.83	32888.24	24	117315	-5.06	-6.08	7.05	3.12	-3.62	-8.02	-1.63	23.525	6.704	7.738	1358.64	114125.78	-4.92	-5.92	6.86	3.12	-3.62	-7.72	-1.69	OK	OK
5	22.68	2.31	2.00	56.17	1.24	76074.38	1.70	25904.78	22	107539	-4.74	-6.48	7.51	2.70	-3.13	-8.52	-0.36	24.991	6.704	7.738	1357.17	104502.45	-4.61	-6.30	7.30	2.70	-3.13	-8.20	-0.44	OK	OK
6	22.21	2.18	1.87	48.53	1.17	48483.08	1.57	17692.68	18	87986.3	-3.96	-5.35	6.21	1.87	-2.17	-7.44	0.08	21.830	6.704	7.738	1360.34	85701.11	-3.86	-5.21	6.05	1.87	-2.17	-7.20	0.02	OK	OK
7	21.80	2.05	1.77	42.26	1.10	27167.06	1.47	10592.40	16	78210	-3.59	-4.80	5.57	1.14	-1.32	-7.26	0.67	21.285	6.704	7.738	1360.88	76209.31	-3.50	-4.68	5.43	1.14	-1.32	-7.04	0.62	OK	OK
8	21.44	1.94	1.68	37.18	1.04	12033.19	1.38	4991.48	12	58657.5	-2.74	-3.64	4.22	0.54	-0.63	-5.83	0.85	17.105	6.704	7.738	1365.06	57332.53	-2.67	-3.55	4.12	0.54	-0.63	-5.69	0.82	OK	OK
9	21.13	1.85	1.60	33.43	0.98	3000.45	1.30	1316.70	10	48881.3	-2.31	-3.06	3.55	0.14	-0.17	-5.23	1.07	15.331	6.704	7.738	1366.83	47839.20	-2.28	-2.99	3.47	0.14	-0.17	-5.11	1.04	OK	OK
10	20.88	1.78	1.53	29.97	0.94	0.00	1.23	0.00	2	9776.25	-0.47	-0.62	0.71	0.00	0.00	-1.08	0.25	3.182	6.704	7.738	1378.98	9652.88	-0.46	-0.61	0.71	0.00	0.00	-1.07	0.24	OK	OK



Gambar 5. 33 Segmen A10

Hasil Output SAP Segmen A10 terpasang

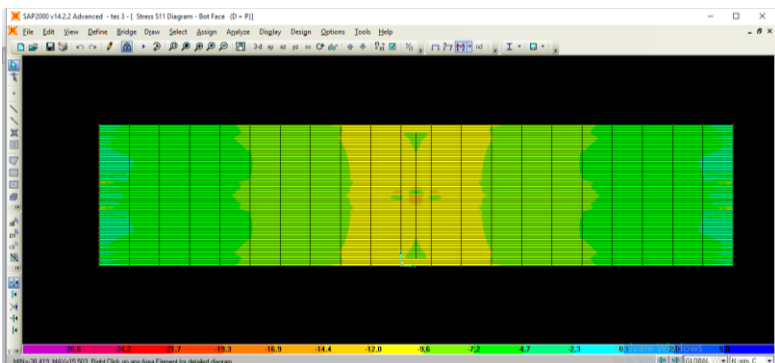
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 34 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A10

Hasil Output SAP Segmen A10 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

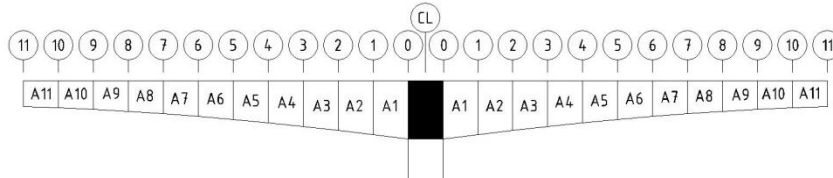


Gambar 5. 35 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A10

11. Segmen A11

Tabel 5. 13 Preliminari design pemasangan segmen A11 dengan Form Traveller

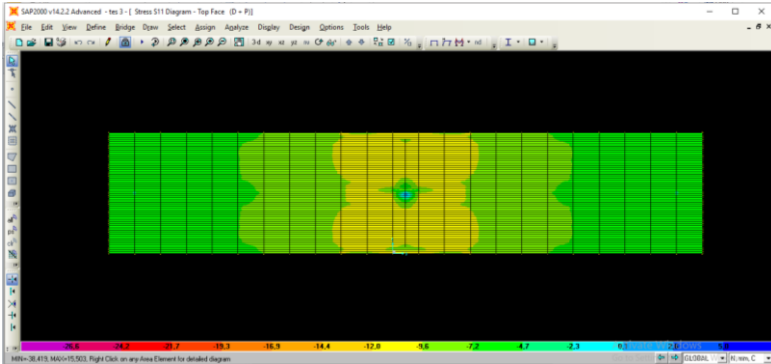
As	A m ²	y _b m	y _t m	l m ⁴	kb m	Mt kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	F _{ijin} kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas	F.e.y/l (MPa) Bawah	M.y/l (MPa) Atas	M.y/l (MPa) Bawah	fci (MPa) Atas	fci (MPa) Bawah	Δes MPa	Δfc1 MPa	Δfs2 MPa	fse MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas	F.e.y/l (MPa) Bawah	M.y/l (MPa) Atas	M.y/l (MPa) Bawah	fci (MPa) Atas	fci (MPa) Bawah	Kontrol Atas	Kontrol Bawah
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	409734,23	2,59	110433,53	36	175973	-2,23	-5,17	5,56	4,64	-4,99	-2,76	-1,67	8,087	6,704	7,065	1374,75	173218,67	-2,20	-5,09	5,47	4,64	-4,99	-2,64	-1,72	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	374640,49	2,49	83791,39	36	175973	-6,84	-8,60	9,89	7,35	-8,46	-8,09	-5,41	23,729	6,704	7,065	1359,11	171247,79	-6,66	-8,37	9,63	7,35	-8,46	-7,67	-5,49	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	307944,53	2,31	73960,85	36	175973	-7,03	-8,73	10,06	6,62	-7,64	-9,14	-4,61	26,805	6,704	7,065	1356,03	170860,14	-6,83	-8,47	9,77	6,62	-7,64	-8,68	-4,70	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	248154,64	2,13	64132,99	32	156420	-6,42	-7,88	9,10	5,86	-6,77	-8,44	-4,10	24,750	6,704	7,065	1358,09	152105,93	-6,25	-7,66	8,85	5,86	-6,77	-8,04	-4,17	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	195121,99	1,97	54250,40	30	146644	-6,18	-7,49	8,67	5,06	-5,85	-8,61	-3,36	25,268	6,704	7,065	1357,57	142544,84	-6,00	-7,28	8,43	5,06	-5,85	-8,23	-3,43	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	148708,88	1,83	44443,30	26	127091	-5,48	-6,59	7,63	4,22	-4,89	-7,85	-2,74	23,029	6,704	7,065	1359,81	123742,60	-5,34	-6,42	7,43	4,22	-4,89	-7,53	-2,80	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	108789,75	1,70	37045,00	24	117315	-5,17	-7,07	8,20	3,87	-4,48	-8,38	-1,46	24,573	6,704	7,065	1358,27	114094,27	-5,03	-6,87	7,97	3,87	-4,48	-8,04	-1,54	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	75250,20	1,57	27460,68	20	97762,5	-4,40	-5,95	6,90	2,91	-3,37	-7,44	-0,87	21,833	6,704	7,065	1361,01	95270,38	-4,29	-5,80	6,72	2,91	-3,37	-7,18	-0,94	OK	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	1,10	47985,94	1,47	18709,64	18	87986,3	-4,04	-5,40	6,27	2,01	-2,33	-7,43	-0,10	21,807	6,704	7,065	1361,03	85744,96	-3,93	-5,27	6,11	2,01	-2,33	-7,19	-0,15	OK	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	1,04	26903,81	1,38	11159,96	14	68433,8	-3,19	-4,24	4,92	1,21	-1,41	-6,22	0,32	18,255	6,704	7,065	1364,58	66864,58	-3,12	-4,15	4,81	1,21	-1,41	-6,05	0,28	OK	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	0,98	11922,83	1,30	5232,12	12	58657,5	-2,78	-3,67	4,26	0,57	-0,67	-5,87	0,81	17,220	6,704	7,065	1365,62	57355,96	-2,71	-3,59	4,16	0,57	-0,67	-5,73	0,78	OK	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	0,94	2974,13	1,23	1370,97	8	39105	-1,87	-2,47	2,86	0,15	-0,18	-4,19	0,81	12,281	6,704	7,065	1370,56	38375,60	-1,84	-2,42	2,81	0,15	-0,18	-4,11	0,79	OK	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	0,90	0,00	1,18	0,00	4	19552,5	-0,95	-1,24	1,44	0,00	0,00	-2,19	0,49	6,419	6,704	7,065	1376,42	19269,87	-0,93	-1,22	1,42	0,00	0,00	-2,16	0,49	OK	OK



Gambar 5. 36 Segmen A11

Hasil Output SAP Segmen A11 terpasang

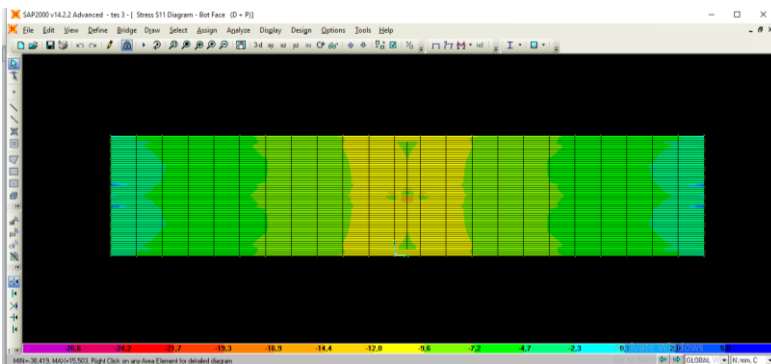
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 37 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A11

Hasil Output SAP Segmen A11 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

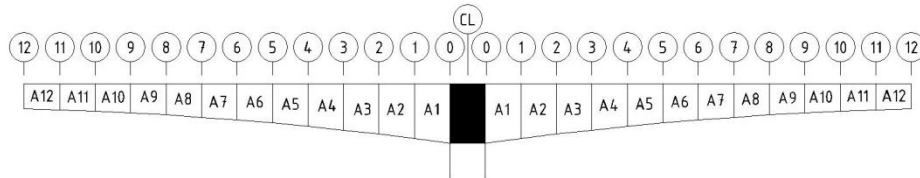


Gambar 5. 38 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A11

12. Segmen A12

Tabel 5. 14 Preliminari design pemasangan segmen A12 dengan Form Traveller

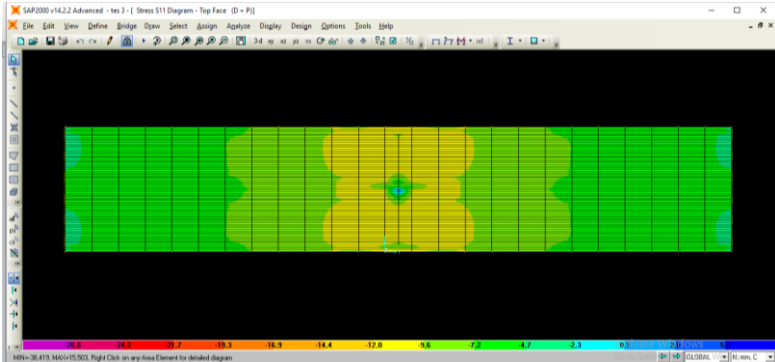
As	A m ²	y _b m	y _t m	I m ⁴	kb m	Mt kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	F _{ijin} kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas	M.y/l (MPa) Bawah	f _c (MPa) Atas	Δes MPa	Δf _{c1} MPa	Δf _{s2} MPa	f _{se} MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas	M.y/l (MPa) Bawah	f _c (MPa) Atas	Kontrol Atas	Kontrol Bawah						
CL	78.84	3.11	2.89	255.06	1.12	480602.93	2.59	129534.41	40	195525	-2.48	-5.74	6.18	5.45	-5.86	-2.78	-2.16	8.143	6,704	6,5	1375.26	192536.52	-2.44	-5.66	6,08	5,45	-5,86	-2,65	-2,22	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	442556,33	2,49	98981,32	40	195525	-7,60	-9,55	10,99	8,68	-9,99	-8,47	-6,60	24,852	6,704	6,5	1358,55	190197,23	-7,38	-9,29	10,69	8,68	-9,99	-8,00	-6,69	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	369954,64	2,31	88854,19	40	195525	-7,82	-9,70	11,18	7,96	-9,18	-9,55	-5,81	28,030	6,704	6,5	1355,37	189752,33	-7,58	-9,41	10,85	7,96	-9,18	-9,04	-5,91	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	304259,03	2,13	78632,58	36	175973	-7,23	-8,86	10,24	7,19	-8,30	-8,90	-5,29	26,105	6,704	6,5	1357,30	171019,65	-7,02	-8,61	9,95	7,19	-8,30	-8,45	-5,38	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	245320,65	1,97	68207,29	34	166196	-7,00	-8,49	9,83	6,36	-7,36	-9,13	-4,53	26,799	6,704	6,5	1356,60	161435,97	-6,80	-8,25	9,55	6,36	-7,36	-8,69	-4,61	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	193001,81	1,83	57680,73	30	146644	-6,33	-7,60	8,81	5,48	-6,35	-8,45	-3,86	24,789	6,704	6,5	1358,61	142654,51	-6,15	-7,40	8,57	5,48	-6,35	-8,07	-3,93	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	147176,96	1,70	50116,58	28	136868	-6,04	-8,25	9,56	5,23	-6,06	-9,05	-2,54	26,557	6,704	6,5	1356,85	132970,94	-5,86	-8,01	9,29	5,23	-6,06	-8,65	-2,64	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	107731,69	1,57	39313,98	24	117315	-5,28	-7,14	8,28	4,16	-4,83	-8,26	-1,83	24,224	6,704	6,5	1359,18	114171,08	-5,14	-6,95	8,06	4,16	-4,83	-7,92	-1,91	OK	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	1,10	74561,70	1,47	29071,49	22	107539	-4,93	-6,60	7,67	3,12	-3,62	-8,42	-0,89	24,700	6,704	6,5	1358,70	104620,15	-4,80	-6,43	7,46	3,12	-3,62	-8,11	-0,96	OK	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	1,04	47573,85	1,38	19734,10	18	87986,3	-4,10	-5,45	6,33	2,14	-2,49	-7,42	-0,26	21,754	6,704	6,5	1361,65	85783,91	-4,00	-5,32	6,17	2,14	-2,49	-7,18	-0,32	OK	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	0,98	26687,14	1,30	11711,19	16	78210	-3,70	-4,89	5,67	1,29	-1,49	-7,31	0,48	21,434	6,704	6,5	1361,97	76270,29	-3,61	-4,77	5,53	1,29	-1,49	-7,09	0,43	OK	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	0,94	11832,71	1,23	5454,48	12	58657,5	-2,81	-3,70	4,29	0,61	-0,70	-5,90	0,78	17,316	6,704	6,5	1366,09	57375,69	-2,75	-3,62	4,19	0,61	-0,70	-5,76	0,74	OK	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	0,90	2952,86	1,18	1423,04	10	48881,3	-2,37	-3,10	3,60	0,16	-0,18	-5,31	1,05	15,581	6,704	6,5	1367,82	47873,79	-2,32	-3,04	3,52	0,16	-0,18	-5,20	1,02	OK	OK
12	20,50	1,66	1,44	25,55	0,87	0,00	1,14	0,00	2	9776,25	-0,48	-0,62	0,72	0,00	0,00	-1,10	0,25	3,231	6,704	6,5	1380,17	9661,20	-0,47	-0,62	0,71	0,00	0,00	-1,08	0,24	OK	OK



Gambar 5. 39 Segmen A12

Hasil Output SAP Segmen A12 terpasang

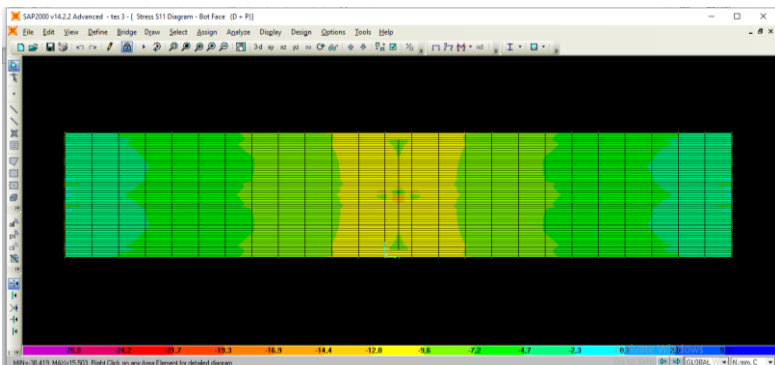
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 40 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A12

Hasil Output SAP Segmen A12 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

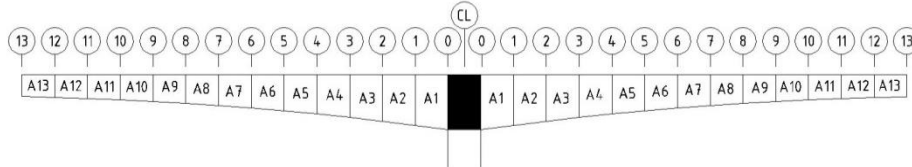


Gambar 5. 41 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A12

13. Segmen A13

Tabel 5. 15 Preliminari design pemasangan segmen A13 dengan Form Traveller

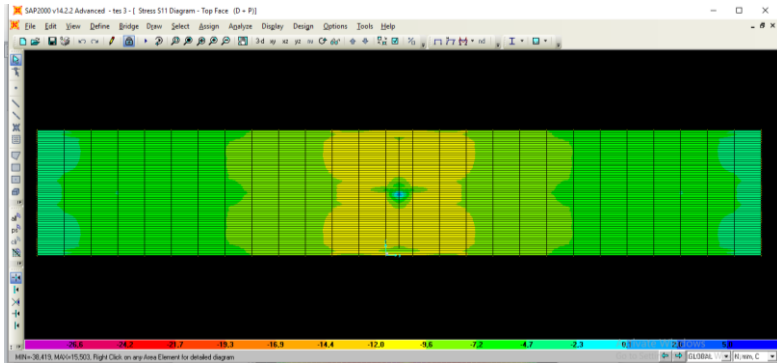
As	A m2	y _b m	y _t m	l m4	kb m	Mt kN.m	e m	F perlu kN	Σ Tendon	F _{ijin} kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas Bawah	M.y/l (MPa) Atas Bawah	fci (MPa) Atas Bawah	Δes MPa	Δfs1 MPa	Δfs2 MPa	fse MPa	F se kN	F/A MPa	F.e.y/l (MPa) Atas Bawah	M.y/l (MPa) Atas Bawah	fci (MPa) Atas Bawah	Kontrol Atas Bawah							
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	556982,48	2,59	150120,59	42	205301	-2,60	-6,03	6,48	6,31	-6,79	-2,32	-2,91	6,809	6,704	6,019	1377,08	202430,19	-2,57	-5,95	6,39	6,31	-6,79	-2,20	-2,96	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	515998,20	2,49	115407,19	42	205301	-7,98	-10,03	11,54	10,13	-11,65	-7,89	-8,09	23,140	6,704	6,019	1360,74	200029,49	-7,78	-9,77	11,25	10,13	-11,65	-7,43	-8,18	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	437521,16	2,31	105082,04	42	205301	-8,21	-10,18	11,74	9,41	-10,85	-8,98	-7,32	26,334	6,704	6,019	1357,55	199559,93	-7,98	-9,90	11,41	9,41	-10,85	-8,46	-7,42	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	369950,20	2,13	94576,03	38	185749	-7,63	-9,35	10,80	8,65	-9,99	-8,33	-6,81	24,451	6,704	6,019	1359,43	180804,75	-7,42	-9,10	10,52	8,65	-9,99	-7,88	-6,90	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	301136,48	1,97	83725,95	36	175973	-7,41	-8,99	10,41	7,81	-9,03	-8,60	-6,04	25,228	6,704	6,019	1358,66	171190,75	-7,21	-8,75	10,12	7,81	-9,03	-8,15	-6,12	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	242942,29	1,83	72605,99	32	156420	-6,75	-8,11	9,40	6,90	-7,99	-7,96	-5,34	23,354	6,704	6,019	1360,53	152379,43	-6,57	-7,90	9,15	6,90	-7,99	-7,58	-5,41	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	191242,09	1,70	65121,60	30	146644	-6,47	-8,84	10,25	6,80	-7,88	-8,51	-4,10	24,956	6,704	6,019	1358,93	142687,49	-6,29	-8,60	9,97	6,80	-7,88	-8,09	-4,20	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	145921,46	1,57	53250,38	26	127091	-5,72	-7,73	8,97	5,64	-6,54	-7,82	-3,29	22,932	6,704	6,019	1360,95	123846,72	-5,58	-7,53	8,74	5,64	-6,54	-7,47	-3,38	OK	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	1,10	106876,13	1,47	41670,84	24	117315	-5,38	-7,21	8,36	4,47	-5,19	-8,12	-2,21	23,811	6,704	6,019	1360,07	114246,17	-5,24	-7,02	8,14	4,47	-5,19	-7,79	-2,29	OK	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	1,04	74012,93	1,38	30701,28	20	97762,5	-4,56	-6,06	7,03	3,34	-4,87	-7,29	-1,40	21,374	6,704	6,019	1362,51	95375,73	-4,45	-5,91	6,86	3,34	-3,87	-7,03	-1,46	OK	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	0,98	47250,86	1,30	20735,22	18	87986,3	-4,16	-5,50	6,38	2,28	-2,64	-7,39	-0,42	21,676	6,704	6,019	1362,21	85819,14	-4,06	-5,37	6,23	2,28	-2,64	-7,15	-0,48	OK	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	0,94	26521,09	1,23	12225,32	14	68433,8	-3,28	-4,31	5,00	1,36	-1,57	-6,24	0,15	18,294	6,704	6,019	1365,59	66913,97	-3,20	-4,22	4,89	1,36	-1,57	-6,07	0,11	OK	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	0,90	11765,89	1,18	5670,19	12	58657,5	-2,84	-3,73	4,32	0,63	-0,74	-5,93	0,74	17,396	6,704	6,019	1366,49	57392,53	-2,78	-3,64	4,22	0,63	-0,74	-5,79	0,71	OK	OK
12	20,50	1,66	1,44	25,55	0,87	2937,68	1,14	1465,92	8	39105	-1,91	-2,50	2,89	0,17	-0,19	-4,24	0,79	12,441	6,704	6,019	1371,44	38400,43	-1,87	-2,45	2,84	0,17	-0,19	-4,16	0,78	OK	OK
13	20,39	1,63	1,41	24,35	0,85	0,00	1,11	0,00	4	19552,5	-0,96	-1,25	1,45	0,00	0,00	-2,21	0,49	6,493	6,704	6,019	1377,39	19283,49	-0,95	-1,24	1,43	0,00	0,00	-2,18	0,49	OK	OK



Gambar 5. 42 Segmen A13

Hasil Output SAP Segmen A13 terpasang

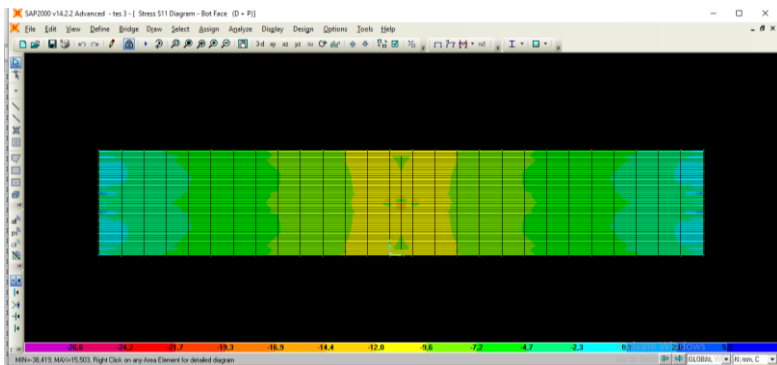
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 43 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A13

Hasil Output SAP Segmen A13 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.

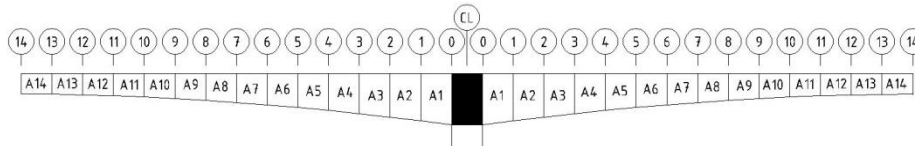


Gambar 5. 44 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A13

14. Segmen A14

Tabel 5. 16 Preliminari design pemasangan segmen A14 dengan Form Traveller

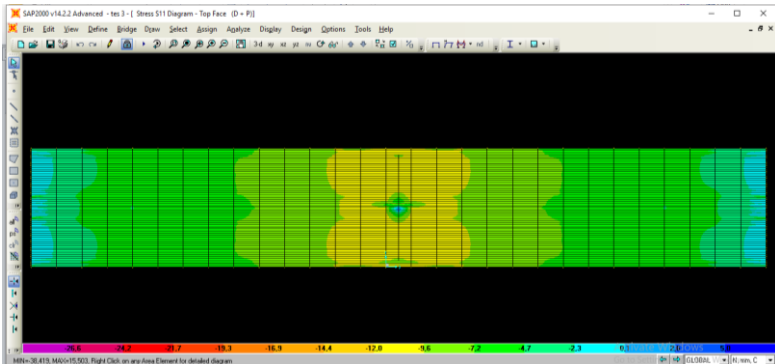
As	A	y _b	y _t	I	kb	Mt	e	F perlu	Σ	Fijin	F/A	F.e.y/l (MPa)	M.y/l (MPa)	fci (MPa)	Δes	Δfs1	Δfs2	fse	F se	F/A	F.e.y/l (MPa)	M.y/l (MPa)	fci (MPa)	Kontrol							
	m ²	m	m	m ⁴	m	kN.m	m	kN	Tendon	kN	MPa	Atas Bawah	Atas Bawah	Atas Bawah	MPa	MPa	MPa	MPa	kN	MPa	Atas Bawah	Atas Bawah	Atas Bawah	Atas Bawah	OK OK						
CL	78,84	3,11	2,89	255,06	1,12	639882,23	2,59	172221,56	46	224854	-2,85	-6,61	7,10	7,24	-7,79	-2,21	-3,54	6,494	6,704	5,603	1377,81	221826,71	-2,81	-6,52	7,01	7,24	-7,79	-2,09	-3,60	OK	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	1,98	595069,39	2,49	133092,11	46	224854	-8,74	-10,99	12,64	11,68	-13,44	-8,05	-9,54	23,621	6,704	5,603	1360,68	219069,35	-8,52	-10,70	12,32	11,68	-13,44	-7,54	-9,64	OK	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	1,86	510735,23	2,31	122666,29	46	224854	-8,99	-11,15	12,86	10,99	-12,67	-9,15	-8,80	26,852	6,704	5,603	1357,45	218549,20	-8,74	-10,84	12,50	10,99	-12,67	-8,59	-8,91	OK	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	1,74	433307,14	2,13	111983,73	42	205301	-8,43	-10,34	11,94	10,24	-11,83	-8,53	-8,32	25,026	6,704	5,603	1359,27	199813,29	-8,21	-10,06	11,62	10,24	-11,83	-8,03	-8,41	OK	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	1,63	362636,29	1,97	100824,94	40	195525	-8,24	-9,99	11,56	9,40	-10,88	-8,83	-7,55	25,899	6,704	5,603	1358,40	190176,12	-8,01	-9,72	11,25	9,40	-10,88	-8,33	-7,64	OK	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	1,52	298584,98	1,83	89235,43	36	175973	-7,59	-9,12	10,57	8,48	-9,82	-8,24	-6,84	24,169	6,704	5,603	1360,13	171376,53	-7,39	-8,88	10,29	8,48	-9,82	-7,80	-6,92	OK	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	1,24	241027,65	1,70	82074,54	34	166196	-7,33	-10,01	11,61	8,56	-9,93	-8,78	-5,65	25,752	6,704	5,603	1358,55	161667,18	-7,13	-9,74	11,30	8,56	-9,93	-8,31	-5,76	OK	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	1,17	189849,90	1,57	69280,97	30	146644	-6,60	-8,92	10,35	7,33	-8,51	-8,19	-4,76	24,026	6,704	5,603	1360,27	142828,80	-6,43	-8,69	10,08	7,33	-8,51	-7,79	-4,86	OK	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	1,10	144947,44	1,47	56514,78	28	136868	-6,28	-8,41	9,76	6,06	-7,04	-8,62	-3,56	25,294	6,704	5,603	1359,01	133182,62	-6,11	-8,18	9,49	6,06	-7,04	-8,23	-3,65	OK	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	1,04	106227,11	1,38	44064,04	24	117315	-5,47	-7,27	8,44	4,79	-5,56	-7,96	-2,59	23,347	6,704	5,603	1360,95	114320,02	-5,33	-7,09	8,22	4,79	-5,56	-7,63	-2,66	OK	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	0,98	73607,93	1,30	32301,56	22	107539	-5,09	-6,73	7,80	3,55	-4,12	-8,27	-1,40	24,251	6,704	5,603	1360,05	104723,81	-4,96	-6,55	7,60	3,55	-4,12	-7,96	-1,48	OK	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	0,94	47021,03	1,23	21675,09	18	87963,3	-4,21	-5,55	6,43	2,40	-2,79	-7,36	-0,57	21,582	6,704	5,603	1362,72	85851,25	-4,11	-5,41	6,28	2,40	-2,79	-7,12	-0,62	OK	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	0,90	26408,70	1,18	12726,83	16	78210	-3,79	-4,97	5,76	1,42	-1,65	-7,33	0,32	21,498	6,704	5,603	1362,80	76316,89	-3,69	-4,85	5,62	1,42	-1,65	-7,12	0,27	OK	OK
12	20,50	1,66	1,44	25,55	0,87	11723,36	1,14	5850,03	12	58657,5	-2,86	-3,75	4,34	0,66	-0,76	-5,95	0,72	17,455	6,704	5,603	1366,85	57407,49	-2,80	-3,67	4,25	0,66	-0,76	-5,81	0,68	OK	OK
13	20,39	1,63	1,41	24,35	0,85	2928,56	1,11	1496,87	8	39105	-1,92	-2,51	2,90	0,17	-0,20	-4,26	0,79	12,489	6,704	5,603	1371,81	38410,71	-1,88	-2,46	2,85	0,17	-0,20	-4,18	0,77	OK	OK
14	20,34	1,61	1,40	23,76	0,84	0,00	1,10	0,00	4	19552,5	-0,96	-1,26	1,46	0,00	0,00	-2,22	0,49	6,508	6,704	5,603	1377,79	19289,08	-0,95	-1,24	1,44	0,00	0,00	-2,19	0,49	OK	OK



Gambar 5. 45 Segmen A14

Hasil Output SAP Segmen A14 terpasang

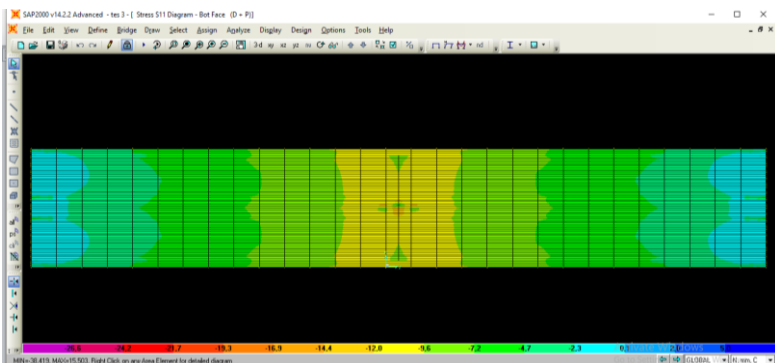
- Top Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat atas (f_{top}) memenuhi tegangan ijin tekan.



Gambar 5. 46 Hasil Output SAP f_{top} Segmen A14

Hasil Output SAP Segmen A14 terpasang

- Bottom Face
Dari hasil diagram SAP2000 tegangan serat bawah (f_{bottom}) memenuhi tegangan ijin tarik.



Gambar 5. 47 Hasil Output SAP f_{bottom} Segmen A14

5.5.4 Kontrol Momen Crack dan Momen Batas

1. Kontrol momen retak

Momen yang menghasilkan retak-retak rambut pertama pada balok beton prategang dihitung dengan teori elastik, dengan menganggap bahwa retak mulai terjadi saat tegangan tarik pada serat terluar beton mencapai modulus keruntuhannya. Modulus keruntuhan merupakan ukuran permulaan retak-retak rambut yang seringkali tidak terlihat oleh mata telanjang. Tegangan tarik yang lebih besar dari modulus diperlukan untuk menghasilkan retak-retak yang terlihat. Pada kondisi beton telah mengalami retak akibat beban berlebihan, susut atau sebab-sebab lainnya, maka retak-retak dapat terlihat pada tegangan tarik yang terkecil (Lin & Burns, 1982)

Dengan menggunakan analisa elastik beton prategang, perumusan momen retak adalah sebagai berikut:

$$M_{cr} = F \left(e + \frac{r^2}{y} \right) + \frac{f_r I}{y}$$

Keterangan:

M_{cr} = Momen Retak (kNm)

e = Eksentrisitas c.g.s terhadap c.g.c (m)

r^2 = Rasio perbandingan Inersia terhadap luas penampang yang ditinjau (m^2)

y = Jarak c.g.c terhadap serat terluar (m)

f_r = Modulus keruntuhan (kPa)

Balok memenuhi syarat retak jika momen yang bekerja padanya tidak melampaui momen retak tahanan balok. Perhitungan kontrol momen retak tahanan balok dilakukan pada saat pelaksanaan pada daerah tumpuan dan lapangan.

Kontrol momen retak akibat pelaksanaan (*balance cantilefer*)

Dalam tugas akhir ini, sebagai contoh kontrol momen retak pada pelaksanaan akan di hitung ketika pemasangan segmen 3 pada As CL (Tumpuan). Berikut adalah perhitungan M_{cr} akibat pemasangan segmen 2 pada As CL (Tumpuan):

Penampang box girder pada As CL :

$$\begin{aligned} f_r &= 0,62 \times \sqrt{f_c} = 0,62 \times \sqrt{50} = 4,38 \text{ Mpa} = 4380 \text{ kN/m}^2 \\ F_{se} &= 37891,41 \text{ kN} \\ e &= 2,59 \text{ m} \\ r^2 &= 3,24 \text{ m}^2 \\ y_t &= 2,89 \text{ m} \\ I &= 78,84 \text{ m}^4 \\ M_{tot} &= 20641,28 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Perhitungan Momen Crack

$$M_{cr} = 37891,41 \left(2,59 + \frac{3,24}{2,89} \right) + \frac{4380 \cdot 78,84}{2,89}$$

$$M_{cr} = 527325,27 \text{ kNm}$$

Syarat

$$M_{tot} \leq M_{cr \text{ as-CL}}$$

$$20641,28 \text{ KNm} \leq 527325,27 \text{ kNm} \text{ (Memenuhi Syarat)}$$

Perhitungan pada segmen yang lain akan disajikan dalam bentuk tabel.

2. Kontrol momen batas

Momen tahanan batas pada box yang akan dianalisa dengan prinsip kesetimbangan statis aksial (kopel), dimana besarnya gaya tekan batas beton (C) bernilai sama dengan gaya tarik batas pada (T), dengan menghitung lengan momen antara gaya-gaya C dan T maka akan didapatkan nilai momen batas, (M_u), SNI T-12-2004 Pasal 4.5.1 faktor reduksi terhadap lentur dapat diambil 0,8. Berikut persamaan yang digunakan untuk perhitungan momen batas.

$$M_u = \phi \left(T \left(d - \frac{a}{2} \right) \right)$$

Dengan

$$a = \frac{T}{0,85 \cdot f_c' \cdot b_w}$$

Keterangan:

M_u = Momen batas/ultimate (kNm)

T = Gaya Prategang efektif (kN)

d = Tinggi efektif penampang (m)

ϕ = Faktor reduksi lentur (0,8)

b_w = Lebar serat tekan pada penampang (m)

Dalam tugas akhir ini, sebagai contoh kontrol momen batas pada pelaksanaan akan di hitung ketika pemasangan segmen 2. Berikut adalah perhitungan M_u akibat pemasangan segmen 2

Penampang box girder pada As CL :

$$f_{ci}' = 44 \text{ MPa} = 44000 \text{ KN/m}^2$$

$$T = 37891,41 \text{ kN}$$

$$b_w = 14,35 \text{ m}$$

$$d = 5,7 \text{ m}$$

$$M_{\text{tot}} = 20641,28 \text{ kNm}$$

Perhitungan tinggi tegangan tekan beton

$$a = \frac{37891,41}{0,85 \cdot 44000 \cdot 14,35}$$

$$a = 0,07 \text{ m}$$

Perhitungan Kemampuan Penampang

$$M_{Mu \text{ as-CL}} = 0,8 \left(37891,41 \left(5,7 - \frac{0,07}{2} \right) \right)$$

$$M_{Mu \text{ as-CL}} = 171714,75 \text{ kNm}$$

Syarat

$$M_{\text{tot}} \leq M_{\text{Mu as-CL}}$$

$$20641,28 \text{ kNm} \leq 171714,75 \text{ kNm (Memenuhi Syarat)}$$

Perhitungan pada segmen yang lain akan disajikan dalam bentuk tabel dibawah ini.

Tabel 5. 17 Kontrol M_{cr} dan M_{Mu} pada saat pelaksanaan (*kantilever balanced*)

Segmen A0 & A1

As	A	y_b	y_t	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m^2)	(m)	(m)	(m^4)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m^2	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	4	6983,03	2,59	1882,10	18669,79	14,35	5,70	0,03	84874,46	OK	3,24	456008,56	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	4	3491,51	2,49	780,91	18632,67	14,35	5,70	0,03	84706,20	OK	5,53	306707,06	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	4	0,00	2,31	0,00	18628,39	14,35	5,31	0,03	78874,75	OK	4,84	281358,21	OK

Segmen A2

As	A	y_b	y_t	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m^2)	(m)	(m)	(m^4)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m^2	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	8	20641,28	2,59	5563,34	37891,41	14,35	5,70	0,07	171714,75	OK	3,24	527325,27	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	8	13735,20	2,49	3071,99	37747,58	14,35	5,70	0,07	171067,01	OK	5,53	392171,95	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	8	3414,56	2,31	820,10	37725,62	14,35	5,31	0,07	159197,67	OK	4,84	360871,72	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	4	0,00	2,13	0,00	18930,24	14,35	4,94	0,04	74545,21	OK	4,23	258820,31	OK

Segmen A3

As	A	y_b	y_t	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m^2)	(m)	(m)	(m^4)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m^2	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	12	40697,33	2,59	10968,94	57153,80	14,35	5,70	0,11	258186,75	OK	3,24	598793,24	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	12	30448,58	2,49	6810,07	56840,40	14,35	5,70	0,11	256784,25	OK	5,53	477538,02	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	12	13442,59	2,31	3228,59	56789,22	14,35	5,31	0,11	238836,96	OK	4,84	440245,22	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	8	3342,68	2,13	863,88	37980,14	14,35	4,94	0,07	149022,42	OK	4,23	332531,55	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	4	0,00	1,97	0,00	19058,79	14,35	4,60	0,04	69865,61	OK	3,69	237696,55	OK

Segmen A4

As	A	y_b	yt	l	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	16	66912,23	2,59	18034,50	76407,68	14,35	5,70	0,14	344067,79	OK	3,24	670229,62	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	16	53386,61	2,49	11940,35	75868,19	14,35	5,70	0,14	341668,95	OK	5,53	562613,35	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	16	29826,90	2,31	7163,70	75778,04	14,35	5,31	0,14	317625,30	OK	4,84	519307,36	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	12	13173,26	2,13	3404,49	56995,26	14,35	4,94	0,11	222824,18	OK	4,23	406108,21	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	8	3276,86	1,97	911,08	38119,27	14,35	4,60	0,07	139195,91	OK	3,69	306251,24	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	2	0,00	1,83	0,00	9583,87	14,35	4,29	0,02	32823,37	OK	3,23	186514,62	OK

Segmen A5

As	A	y_b	yt	l	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	18	99083,48	2,59	26705,45	86156,86	14,35	5,70	0,16	387342,86	OK	3,24	706401,37	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	18	82340,74	2,49	18416,18	85505,01	14,35	5,70	0,16	384453,79	OK	5,53	605700,62	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	18	52346,78	2,31	12572,43	85384,81	14,35	5,31	0,16	357280,94	OK	4,84	559306,25	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	14	29258,89	2,13	7561,66	66581,49	14,35	4,94	0,12	259826,04	OK	4,23	443200,94	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	12	12928,24	1,97	3594,48	57123,01	14,35	4,60	0,11	207780,72	OK	3,69	374601,87	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	8	3217,13	1,83	961,47	38206,06	14,35	4,29	0,07	130035,27	OK	3,23	282285,52	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	4	0,00	1,70	0,00	19168,03	14,35	4,01	0,04	61217,21	OK	2,48	179672,21	OK

Segmen A6

As	A	y_b	yt	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	22	137032,88	2,59	36933,76	105389,24	14,35	5,70	0,20	472296,87	OK	3,24	777758,00	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	22	117127,69	2,49	26196,56	104447,78	14,35	5,70	0,19	468151,07	OK	5,53	690395,85	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	22	80808,83	2,31	19408,33	104276,91	14,35	5,31	0,19	434864,07	OK	4,84	637965,71	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	18	51396,04	2,13	13282,77	85514,27	14,35	4,94	0,16	332502,20	OK	4,23	516458,98	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	16	28740,49	1,97	7990,81	76059,17	14,35	4,60	0,14	275586,13	OK	3,69	442709,40	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	12	12704,48	1,83	3796,87	57208,91	14,35	4,29	0,11	193901,67	OK	3,23	345869,73	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	8	3162,45	1,70	1076,87	38241,33	14,35	4,01	0,07	121588,25	OK	2,48	235684,63	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	2	0,00	1,57	0,00	9620,57	14,35	3,75	0,02	28792,73	OK	2,19	139851,51	OK

Segmen A7

As	A	y_b	yt	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	24	180612,60	2,59	48679,57	115130,50	14,35	5,70	0,21	515115,96	OK	3,24	813900,33	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	24	157594,58	2,49	35247,31	114067,35	14,35	5,70	0,21	510449,63	OK	5,53	733405,98	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	24	115050,04	2,31	27632,25	113862,37	14,35	5,31	0,21	474024,67	OK	4,84	677875,86	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	20	79411,58	2,13	20523,10	95084,92	14,35	4,94	0,18	369037,16	OK	4,23	553491,41	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	18	50530,35	1,97	14049,12	85607,51	14,35	4,60	0,16	309573,52	OK	3,69	477051,83	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	14	28268,66	1,83	8448,40	66755,42	14,35	4,29	0,12	225783,29	OK	3,23	377812,71	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	12	12500,96	1,70	4256,82	57221,49	14,35	4,01	0,11	181126,17	OK	2,48	291423,50	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	8	3112,84	1,57	1135,95	38283,80	14,35	3,75	0,07	113759,03	OK	2,19	218397,04	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	4	0,00	1,47	0,00	19220,81	14,35	3,52	0,04	53850,47	OK	1,94	154090,84	OK

Segmen A8

As	A (m ²)	y _b (m)	yt (m)	I (m ⁴)	Σ _{tendon}	M _t KNm	e m	F _{perlu} KN	F _{se} KN	b m	d m	a m	M _u KNm	Kontrol	r ² m ²	M _{cr} KNm	Kontrol
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	28	229721,40	2,59	61915,61	134367,43	14,35	5,70	0,25	599259,23	OK	3,24	885273,86	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	28	203634,08	2,49	45544,42	132969,99	14,35	5,70	0,25	593165,35	OK	5,53	817921,78	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	28	154950,94	2,31	37215,48	132707,61	14,35	5,31	0,25	550616,06	OK	4,84	756340,19	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	24	113173,88	2,13	29248,61	113965,06	14,35	4,94	0,21	440709,83	OK	4,23	626545,78	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	22	78154,05	1,97	21729,42	104479,53	14,35	4,60	0,19	376348,88	OK	3,69	544928,68	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	18	49753,76	1,83	14869,46	85678,17	14,35	4,29	0,16	288576,36	OK	3,23	441128,93	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	16	27847,46	1,70	9482,59	76121,08	14,35	4,01	0,14	239877,80	OK	2,48	346925,80	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	12	12320,74	1,57	4496,14	57268,02	14,35	3,75	0,11	169359,73	OK	2,19	270419,31	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	4	3069,30	1,47	1196,72	19243,93	14,35	3,52	0,04	53914,90	OK	1,94	154150,13	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	2	0,00	1,38	0,00	9640,60	14,35	3,32	0,02	25536,16	OK	1,73	120521,36	OK

Segmen A9

As	A (m ²)	y _b (m)	yt (m)	I (m ⁴)	Σ _{tendon}	M _t KNm	e m	F _{perlu} KN	F _{se} KN	b m	d m	a m	M _u KNm	Kontrol	r ² m ²	M _{cr} KNm	Kontrol
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	30	284294,48	2,59	76624,41	144134,66	14,35	5,70	0,27	641770,42	OK	3,24	921512,57	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	30	255175,31	2,49	57072,03	142620,84	14,35	5,70	0,27	635190,91	OK	5,53	861071,76	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	30	200428,50	2,31	48138,09	142324,00	14,35	5,31	0,27	589495,30	OK	4,84	796379,16	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	26	152587,76	2,13	39434,72	123563,72	14,35	4,94	0,23	476944,44	OK	4,23	663686,58	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	24	111504,26	1,97	31001,89	114050,61	14,35	4,60	0,21	410011,61	OK	3,69	579352,93	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	20	77040,30	1,83	23024,35	95236,78	14,35	4,29	0,18	320092,64	OK	3,23	473112,37	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	18	49070,33	1,70	16709,39	85650,44	14,35	4,01	0,16	269299,02	OK	2,48	374910,58	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	14	27479,93	1,57	10028,11	66797,41	14,35	3,75	0,12	197066,74	OK	2,19	296532,59	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	12	12164,81	1,47	4743,04	57303,94	14,35	3,52	0,11	158920,48	OK	1,94	251765,30	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	4	3031,84	1,38	1257,64	19257,28	14,35	3,32	0,04	50870,93	OK	1,73	143704,71	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	4	0,00	1,30	0,00	19250,68	14,35	3,15	0,04	48235,51	OK	1,57	134798,75	OK

Segmen A10

As	A	y_b	yt	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	34	344303,48	2,59	92798,32	163399,94	14,35	5,70	0,30	725204,31	OK	3,24	992991,24	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	34	312183,86	2,49	69822,46	161525,52	14,35	5,70	0,30	717110,87	OK	5,53	945596,64	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	34	251436,15	2,31	60388,90	161169,15	14,35	5,31	0,30	665286,77	OK	4,84	874843,09	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	30	197594,51	2,13	51066,25	142436,00	14,35	4,94	0,27	547786,23	OK	4,23	736710,54	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	28	150510,11	1,97	41846,81	132905,49	14,35	4,60	0,25	475927,17	OK	3,69	647168,14	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	24	110045,25	1,83	32888,24	114125,78	14,35	4,29	0,21	381972,26	OK	3,23	536315,66	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	22	76074,38	1,70	25904,78	104502,45	14,35	4,01	0,19	327104,52	OK	2,48	430273,14	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	18	48483,08	1,57	17692,68	85701,11	14,35	3,75	0,16	251629,27	OK	2,19	348334,20	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	16	27167,06	1,47	10592,40	76209,31	14,35	3,52	0,14	210276,76	OK	1,94	300253,23	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	12	12033,19	1,38	4991,48	57332,53	14,35	3,32	0,11	149825,36	OK	1,73	235494,40	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	10	3000,45	1,30	1316,70	47839,20	14,35	3,15	0,09	118849,08	OK	1,57	199945,50	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	2	0,00	1,23	0,00	9652,88	14,35	3,01	0,02	23174,70	OK	1,44	106669,83	OK

Segmen A11

As	A	y_b	yt	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	36	409734,23	2,59	110433,53	173218,67	14,35	5,70	0,32	767514,34	OK	3,24	1029421,02	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	36	374640,49	2,49	83791,39	171247,79	14,35	5,70	0,32	759033,11	OK	5,53	989065,98	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	36	307944,53	2,31	73960,85	170860,14	14,35	5,31	0,32	704055,93	OK	4,84	915192,65	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	32	248154,64	2,13	64132,99	152105,93	14,35	4,94	0,28	583879,00	OK	4,23	774127,13	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	30	195121,99	1,97	54250,40	142544,84	14,35	4,60	0,27	509421,06	OK	3,69	681837,91	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	26	148708,88	1,83	44443,30	123742,60	14,35	4,29	0,23	413272,26	OK	3,23	568493,88	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	24	108789,75	1,70	37045,00	114094,27	14,35	4,01	0,21	356312,35	OK	2,48	458441,36	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	20	75250,20	1,57	27460,68	95270,38	14,35	3,75	0,18	279046,37	OK	2,19	374556,76	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	18	47985,94	1,47	18709,64	85744,96	14,35	3,52	0,16	235978,15	OK	1,94	324710,00	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	14	26903,81	1,38	11159,96	66864,58	14,35	3,32	0,12	174260,14	OK	1,73	258473,73	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	12	11922,83	1,30	5232,12	57355,96	14,35	3,15	0,11	142085,17	OK	1,57	221632,04	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	8	2974,13	1,23	1370,97	38375,60	14,35	3,01	0,07	91310,84	OK	1,44	168979,67	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	4	0,00	1,18	0,00	19269,87	14,35	2,89	0,04	44275,18	OK	1,33	121277,78	OK

Segmen A12

As	A	y _b	yt	I	Σ _{tendon}	M _t	e	F _{perlu}	F _{se}	b	d	a	M _u	Kontrol	r ²	M _{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	40	480602,93	2,59	129534,41	192536,52	14,35	5,70	0,36	850337,67	OK	3,24	1101094,75	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	40	442556,33	2,49	98981,32	190197,23	14,35	5,70	0,35	840337,82	OK	5,53	1073791,01	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	40	369954,64	2,31	88854,19	189752,33	14,35	5,31	0,35	779232,34	OK	4,84	993852,46	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	36	304259,03	2,13	78632,58	171019,65	14,35	4,94	0,32	654071,05	OK	4,23	847311,42	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	34	245320,65	1,97	68207,29	161435,97	14,35	4,60	0,30	574660,46	OK	3,69	749783,50	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	30	193001,81	1,83	57680,73	142654,51	14,35	4,29	0,27	474423,00	OK	3,23	631773,81	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	28	147176,96	1,70	50116,58	132970,94	14,35	4,01	0,25	413392,76	OK	2,48	513876,33	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	24	107731,69	1,57	39313,98	114171,08	14,35	3,75	0,21	332798,11	OK	2,19	426350,16	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	22	74561,70	1,47	29071,49	104620,15	14,35	3,52	0,19	286452,66	OK	1,94	373120,53	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	18	47573,85	1,38	19734,10	85783,91	14,35	3,32	0,16	222357,42	OK	1,73	304083,38	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	16	26687,14	1,30	11711,19	76270,29	14,35	3,15	0,14	187865,55	OK	1,57	267433,51	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	12	11832,71	1,23	5454,48	57375,69	14,35	3,01	0,11	135707,13	OK	1,44	210197,66	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	10	2952,86	1,18	1423,04	47873,79	14,35	2,89	0,09	108976,04	OK	1,33	180632,12	OK
12	20,50	1,66	1,44	25,55	2	0,00	1,14	0,00	9661,20	14,35	2,80	0,02	21571,53	OK	1,25	97338,63	OK

Segmen A13

As	A	y _b	yt	I	Σ _{tendon}	M _t	e	F _{perlu}	F _{se}	b	d	a	M _u	Kontrol	r ²	M _{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	42	556982,48	2,59	150120,59	202430,19	14,35	5,70	0,38	892540,41	OK	3,24	1137802,61	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	42	515998,20	2,49	115407,19	200029,49	14,35	5,70	0,37	882313,32	OK	5,53	1117752,13	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	42	437521,16	2,31	105082,04	199559,93	14,35	5,31	0,37	818049,27	OK	4,84	1034687,53	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	38	365950,20	2,13	94576,03	180804,75	14,35	4,94	0,34	690175,94	OK	4,23	885173,65	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	36	301136,48	1,97	83725,95	171190,75	14,35	4,60	0,32	608139,74	OK	3,69	784868,44	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	32	242942,29	1,83	72605,99	152379,43	14,35	4,29	0,28	505660,49	OK	3,23	664313,73	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	30	191242,09	1,70	65121,60	142687,49	14,35	4,01	0,27	442567,19	OK	2,48	542410,85	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	26	145921,46	1,57	53250,38	123846,72	14,35	3,75	0,23	360108,61	OK	2,19	452864,22	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	24	106876,13	1,47	41670,84	114246,17	14,35	3,52	0,21	311989,29	OK	1,94	397809,05	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	20	74012,93	1,38	30701,28	95375,73	14,35	3,32	0,18	246538,21	OK	1,73	327206,80	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	18	47250,86	1,30	20735,22	85819,14	14,35	3,15	0,16	210775,08	OK	1,57	286493,16	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	14	26521,09	1,23	12225,32	66913,97	14,35	3,01	0,12	157791,73	OK	1,44	230889,59	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	12	11765,89	1,18	5670,19	57392,53	14,35	2,89	0,11	130236,56	OK	1,33	200383,90	OK
12	20,50	1,66	1,44	25,55	8	2937,68	1,14	1465,92	38400,43	14,35	2,80	0,07	84917,92	OK	1,25	154931,53	OK
13	20,39	1,63	1,41	24,35	4	0,00	1,11	0,00	19283,49	14,35	2,74	0,04	41992,26	OK	1,19	113502,43	OK

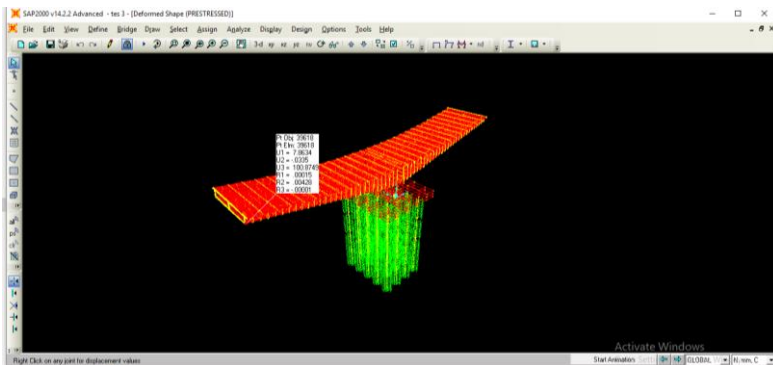
Segmen A14

As	A	γ_b	γ_t	I	Σ_{tendon}	M_t	e	F_{perlu}	F_{se}	b	d	a	M_u	Kontrol	r^2	M_{cr}	Kontrol
	(m ²)	(m)	(m)	(m ⁴)		KNm	m	KN	KN	m	m	m	KNm		m ²	KNm	
Cl	78,84	3,11	2,89	255,06	46	638982,23	2,59	172221,56	221826,71	14,35	5,70	0,41	974855,31	OK	3,24	1209768,23	OK
0	25,72	3,21	2,79	142,16	46	595069,39	2,49	133092,11	219069,35	14,35	5,70	0,41	963187,80	OK	5,53	1202881,40	OK
1	25,02	3,00	2,61	121,12	46	510735,23	2,31	122666,29	218549,20	14,35	5,31	0,41	892798,23	OK	4,84	1113751,53	OK
2	24,35	2,81	2,43	102,91	42	433307,14	2,13	111983,73	199813,29	14,35	4,94	0,37	759905,38	OK	4,23	958724,84	OK
3	23,74	2,63	2,27	87,64	38	362636,29	1,97	100824,94	190176,12	14,35	4,60	0,35	672892,55	OK	3,69	853152,95	OK
4	23,18	2,46	2,13	74,91	36	298584,98	1,83	89235,43	171376,53	14,35	4,29	0,32	566274,57	OK	3,23	727878,72	OK
5	22,68	2,31	2,00	56,17	32	241027,65	1,70	82074,54	161667,18	14,35	4,01	0,30	499148,72	OK	2,48	598148,37	OK
6	22,21	2,18	1,87	48,53	30	189849,90	1,57	69280,97	142828,80	14,35	3,75	0,27	413282,05	OK	2,19	504880,61	OK
7	21,80	2,05	1,77	42,26	26	144947,44	1,47	56514,78	133182,62	14,35	3,52	0,25	361822,25	OK	1,94	446376,70	OK
8	21,44	1,94	1,68	37,18	24	106227,11	1,38	44064,04	114320,02	14,35	3,32	0,21	293893,48	OK	1,73	372876,64	OK
9	21,13	1,85	1,60	33,13	20	73607,93	1,30	32301,56	104723,81	14,35	3,15	0,20	255730,14	OK	1,57	329572,62	OK
10	20,88	1,78	1,53	29,97	18	47021,03	1,23	21675,09	85851,25	14,35	3,01	0,16	201236,55	OK	1,44	271971,32	OK
11	20,66	1,71	1,48	27,40	14	26408,70	1,18	12726,83	76316,89	14,35	2,89	0,14	172103,76	OK	1,33	239652,72	OK
12	20,50	1,66	1,44	25,55	12	11723,36	1,14	5850,03	57407,49	14,35	2,80	0,11	126136,53	OK	1,25	193021,36	OK
13	20,39	1,63	1,41	24,35	8	2928,56	1,11	1496,87	38410,71	14,35	2,74	0,07	83096,66	OK	1,19	150924,01	OK
14	20,34	1,61	1,40	23,76	4	0,00	1,10	0,00	19289,08	14,35	2,71	0,04	41541,42	OK	1,17	111954,96	OK

5.5.5 Kontrol Lendutan

Lendutan pada saat pelaksanaan adalah lendutan sementara akibat kombinasi beban ijin baik beban prategang atau beban pelaksanaan pada jembatan tidak boleh melampaui lendutan yang di ijin. Berdasarkan RSNI T-12-2004 lendutan tidak boleh melampaui $L/400$ untuk kantilever. Lendutan pada kondisi pemasangan segmen terakhir.

$$\Delta_{ijin} = \frac{L}{400} = \frac{87000}{400} = 217,5 \text{ mm}$$



Gambar 5. 48 Lendutan *Balance Cantilever*

Lendutan yang terjadi akibat tendon prategang adalah $100,87 \text{ mm}$.

$$\Delta_{kantilever} < \Delta_{ijin}$$

$$100,87 \text{ mm} < 245 \text{ mm} \text{ (Memenuhi Syarat)}$$

5.6 Perencanaan Tendon Bentang Menerus

Pada tahap ini yang pertama harus dilakukan adalah mengerjakan box girder segmen tengah sebagai penyambung antar kantilever dengan cara cor di tempat (*cast in situ*), Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen-komponen non-struktural jembatan seperti aspal, parapet, dll.

Dengan mengetahui metode pelaksanaan tersebut maka akan didapat pembebanan yang sesuai untuk dapat mengetahui momen yang terjadi di tiap tahap, Berikut adalah perhitungan gaya pratekan dan analisa tegangan yang terjadi di tiap tahap.

5.6.1 Perencanaan Tendon Bentang Menerus

Perencanaan tendon untuk pembebanan penuh mempertimbangkan tendon pada pembebanan pelaksanaan yang sudah diberikan, kekurangan gaya prategang akan diberikan untuk menahan beban penuh, khususnya pada daerah lapangan. Menentukan tendon daerah tumpuan maupun lapangan akan di gunakan program bantu SAP dengan mempertimbangkan kondisi pembebanan yang paling kritis, berikut

Berat Aspal

$$\begin{aligned} q &= \text{tebal lapisan} \times B_j.\text{aspal} \\ &= 0,05 \text{ m} \times 22 \text{ KN/m}^3 \\ &= 1,1 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Berat Overlay

$$\begin{aligned} q &= \text{tebal lapisan} \times B_j.\text{aspal} \\ &= 0,05 \text{ m} \times 22 \text{ KN/m}^3 \\ &= 1,1 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Air hujan dengan tinggi 5 cm

$$\begin{aligned} q_u &= \text{tebal} \times B_j.\text{air} \\ &= 0,05 \times 9,8 \\ &= 0,49 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban Hidup

Beban terbagi rata (BTR), untuk bentang 44 m

$$\begin{aligned} q &= 9 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ KPa} \\ q &= 7,57 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$q = 7,57 \text{ kN/m}^2$$

Beban terbagi rata (BTR), untuk bentang 88 m

$$q = 9 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ KPa}$$

$$q = 5,85 \text{ KPa}$$

$$q = 5,85 \text{ KN/m}^2$$

Beban garis terpusat (BGT)

$$q = 49 \text{ KN/m}$$

$$q = 49 \text{ KN/m} \times \text{lebar lajur (3,6 m)}$$

$$q = 176,4 \text{ kN/lajur}$$

Beban roda truk belakang = 112,5 KN

Beban roda truk depan = 25 KN

Beban Angin

$$V_{dz} = 2,5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right), V_{10} = V_B$$

$$= 2,5 \cdot 13,2(1) \ln \left(\frac{12500}{70} \right)$$

$$= 171,105 \text{ km/jam}$$

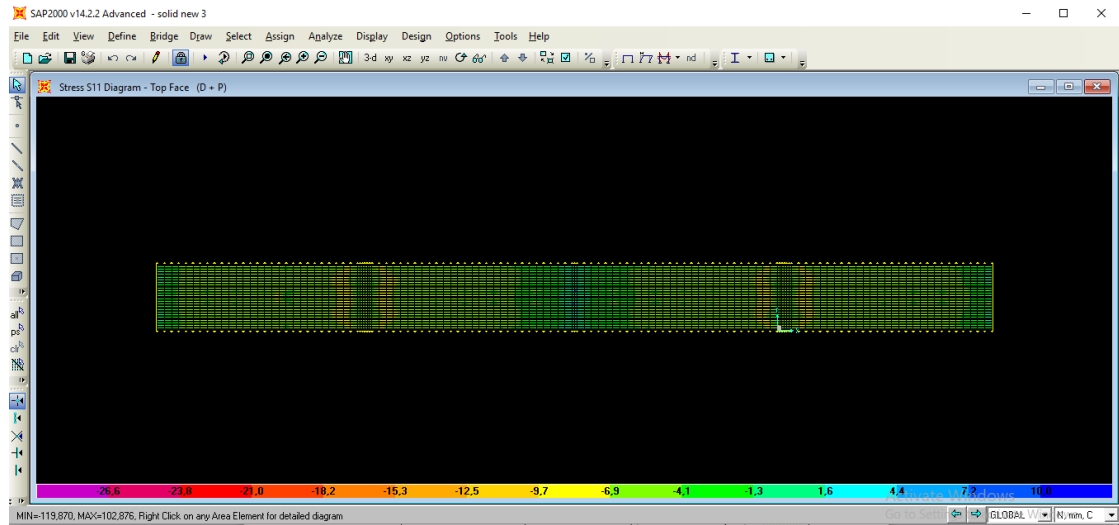
$$P_d = P_b \left(\frac{V_{dz}}{V_B} \right)$$

$$= 0,0019 \left(\frac{5,56}{100} \right)$$

$$= 5,56 \text{ kN/m}^2$$

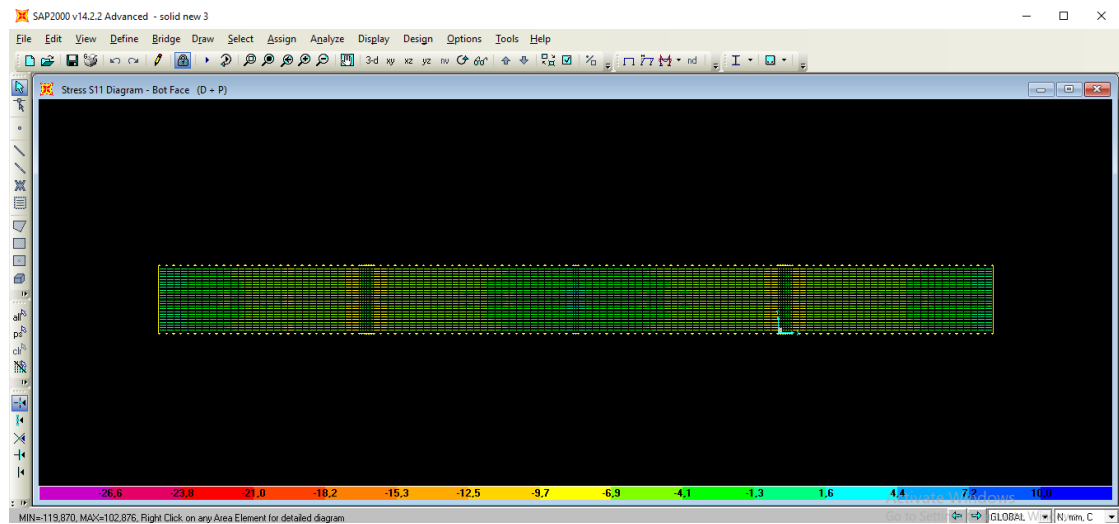
5.6.2 Hasil SAP2000 Bentang Menerus

➤ Tegangan Serat Atas Beban Girder dan *Prestressed*



Gambar 5. 49 Hasil Output SAP f_{top} Bentang Menerus

➤ Tegangan Serat Bawah Beban Girder dan *Prestressed*



Gambar 5. 50 Hasil Output SAP f_{bottom} Bentang Menerus

5.6.3 Kombinasi Beban Penuh Tahap Bentang Menerus

Tabel 5. 18 Kombinasi Beban

Kombinasi Beban SAP	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dead + <i>Prestressed</i> ➤ Dead + <i>Prestressed</i> + Truck ➤ Dead + <i>Prestressed</i> + Angin + Temperatur ➤ Dead + <i>Prestressed</i> + BTR + BGT <p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beban Dead terdiri dari beban <i>box girder</i>, beban hujan, beban overlay, beban aspal, beban separator.
---------------------	---

Akibat beberapa kombinasi pembebanan yang dipakai sebagai acuan perhitungan, maka pada tahap service direncanakan tendon bawah dimana jembatan dibebani penuh. Direncanakan menggunakan tendon / kabel jenis strand seven wires stress relieved (7 kawat untaian). Dengan mengacu pada tabel VSL.

Tabel 5. 19 Karakteristik Tendon

<ul style="list-style-type: none"> • Diameter • Luas Nominal (A_{ps}) • Minimum breaking load • Modulus Elastisitas (E_s) • Tendon unit • Steel Duct Internal diameter 	<ul style="list-style-type: none"> 15,24 mm 140 mm² 260,7 kN 195000 MPa 6-12 dan 6-15 76 mm dan 100 mm
--	---

Berdasarkan pada tabel spesifikasi tendon VSL tegangan maksimum yang diperbolehkan $0,75 F_{pu}$. Untuk 1 strand diameter 15,24 mm :

$$F_0 = 0,75 \times 260,7 \text{ kN}$$

$$F_0 = 195,525 \text{ kN}$$

Tegangan untuk 1 strand diameter 15,24 mm:

$$F_s = F_0 / A_{ps}$$

$$F_s = 195,525 \cdot 10^3 \text{ N} / 140 \text{ mm}^2$$

$$F_s = 1396,607 \text{ N/mm}^2$$

Untuk tendon unit 6-15

$$F_o = 0,75 \times F_{pu}$$

$$F_o = 0,75 \times 3389 \text{ KN}$$

$$F_o = 2541,75 \text{ KN}$$

Untuk tendon unit 6-12

$$F_o = 0,75 \times F_{pu}$$

$$F_o = 0,75 \times 2086 \text{ kN}$$

$$F_o = 1564,5 \text{ kN}$$

Sehingga untuk tendon bawah tengah dan tendon bawah ujung menggunakan tambahan tendon dengan besar gaya penarikan setiap tendonnya berturut-turut sebesar 2541,75 kN berjumlah 20 dan 1564,5 kN berjumlah 4 tendon pada setiap bentangnya. Data properties bentang menerus dapat di lihat pada tabel 2.2.

Tabel 5. 20 Data Properties Bentang Menerus Jembatan

A_s	A	I	h	yt	yb	e_1	e_2
	m^2	m^4	m	m	m	m	m
14	20,34	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36
13	20,39	24,35	3,04	1,41	1,63	1,11	1,38
12	20,50	25,55	3,10	1,44	1,66	1,14	1,41
11	20,66	27,40	3,19	1,48	1,71	1,18	1,46
10	20,88	29,97	3,31	1,53	1,78	1,23	1,53
9	21,13	33,13	3,45	1,60	1,85	1,30	1,60
8	21,44	37,18	3,62	1,68	1,94	1,38	1,69
7	21,80	42,26	3,82	1,77	2,05	1,47	1,80
6	22,21	48,53	4,05	1,87	2,18	1,57	1,93
5	22,68	56,17	4,31	2,00	2,31	1,70	2,06
4	23,18	74,91	4,59	2,13	2,46	1,83	2,21
3	23,74	87,64	4,90	2,27	2,63	1,97	2,38
2	24,35	102,91	5,24	2,43	2,81	2,13	2,56
1	25,02	121,12	5,61	2,61	3,00	2,31	2,75
cl	78,84	142,16	6,00	2,79	3,21	2,49	2,96
1	25,02	121,12	5,61	2,61	3,00	2,31	2,75
2	24,35	102,91	5,24	2,43	2,81	2,13	2,56
3	23,74	87,64	4,90	2,27	2,63	1,97	2,38
4	23,18	74,91	4,59	2,13	2,46	1,83	2,21
5	22,68	56,17	4,31	2,00	2,31	1,70	2,06
6	22,21	48,53	4,05	1,87	2,18	1,57	1,93
7	21,80	42,26	3,82	1,77	2,05	1,47	1,80
8	21,44	37,18	3,62	1,68	1,94	1,38	1,69
9	21,13	33,13	3,45	1,60	1,85	1,30	1,60

10	20,88	29,97	3,31	1,53	1,78	1,23	1,53
11	20,66	27,40	3,19	1,48	1,71	1,18	1,46
12	20,50	25,55	3,10	1,44	1,66	1,14	1,41
13	20,39	24,35	3,04	1,41	1,63	1,11	1,38
14	20,34	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36
15	20,34	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36
14	20,34	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36
13	20,39	24,35	3,04	1,41	1,63	1,11	1,38
12	20,50	25,55	3,10	1,44	1,66	1,14	1,41
11	20,66	27,40	3,19	1,48	1,71	1,18	1,46
10	20,88	29,97	3,31	1,53	1,78	1,23	1,53
9	21,13	33,13	3,45	1,60	1,85	1,30	1,60
8	21,44	37,18	3,62	1,68	1,94	1,38	1,69
7	21,80	42,26	3,82	1,77	2,05	1,47	1,80
6	22,21	48,53	4,05	1,87	2,18	1,57	1,93
5	22,68	56,17	4,31	2,00	2,31	1,70	2,06
4	23,18	74,91	4,59	2,13	2,46	1,83	2,21
3	23,74	87,64	4,90	2,27	2,63	1,97	2,38
2	24,35	102,91	5,24	2,43	2,81	2,13	2,56
1	25,02	121,12	5,61	2,61	3,00	2,31	2,75
cl	78,84	142,16	6,00	2,79	3,21	2,49	2,96
1	25,02	121,12	5,61	2,61	3,00	2,31	2,75
2	24,35	102,91	5,24	2,43	2,81	2,13	2,56
3	23,74	87,64	4,90	2,27	2,63	1,97	2,38
4	23,18	74,91	4,59	2,13	2,46	1,83	2,21
5	22,68	56,17	4,31	2,00	2,31	1,70	2,06
6	22,21	48,53	4,05	1,87	2,18	1,57	1,93
7	21,80	42,26	3,82	1,77	2,05	1,47	1,80
8	21,44	37,18	3,62	1,68	1,94	1,38	1,69

9	21,13	33,13	3,45	1,60	1,85	1,30	1,60
10	20,88	29,97	3,31	1,53	1,78	1,23	1,53
11	20,66	27,40	3,19	1,48	1,71	1,18	1,46
12	20,50	25,55	3,10	1,44	1,66	1,14	1,41
13	20,39	24,35	3,04	1,41	1,63	1,11	1,38
14	20,34	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36

5.6.4 Kehilangan Prategang Tahap Service

1. Kehilangan prategang akibat rangkai

Salah satu sifat beton adalah dapat mengalami tambahan regangan akibat beban tetap (mati) seiring dengan semakin bertambahnya waktu. Metode umum untuk memperhitungkan rangkai pada beton adalah dengan memasukkan kedalam perhitungan hal-hal berikut ini : Perbandingan volume terhadap permukaan, umur beton pada saat prategang, kelembaban relatif dan jenis beton (beton ringan atau normal). Kehilangan gaya prategang akibat rangkai untuk komponen struktur dengan tendon terekat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (untuk beton dengan berat normal) :

$$CR = K_{cr} \cdot \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{cds})$$

Dimana

K_{cr} = 2,0 untuk komponen struktur pratarik

K_{cr} = 1,6 untuk komponen struktur pasca tarik

f_{cds} = Tegangan beton pada titik berat tendon akibat seluruh

beban mati yang bekerja pada komponen struktur setelah diberi gaya prategang

E_s = Modulus elastisitas tendon prategang

E_c = Modulus elastisitas beton umur 28 hari

Dalam tugas akhir ini akan dihitung pada As 11 pada tahap bentang menerus :

Pada tugas akhir ini f_{cir} dan f_{cdc} diperoleh dari output SAP.

$$CR = K_{cr} \cdot \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{cds})$$

$$CR = 1,6 \cdot 6,25 (-10,51 - (-12,25))$$

$$CR = 17,4 \text{ MPa}$$

Perhitungan segmen lain akan disajikan dalam lampiran.

2. Kehilangan prategang akibat susut

Susut pada beton dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti rangkai, perbandingan antara volume dan permukaan, kelembaban relatif, dan waktu dari akhir perawatan sampai dengan bekerjanya gaya prategang. Persamaan yang dipakai dalam memperhitungkan kehilangan pratekan akibat susut pada beton adalah :

$$SH = 8,2 \cdot 10^{-6} \times K_{sh} \times E_s \times \left(1 - 0,06 \times \frac{V}{S}\right) \times (100 - RH)$$

Dimana :

$K_{sh} = 0,77$ (tabel 4-4 T.Y.Lin hal 88 dengan asumsi dilakukan 7 hari setelah selesainya perawatan basah)

$V = \text{Volume } m^3$

$S = \text{Luas Permukaan } m^2$

$RH = \text{Kelembaban udara rata-rata diambil } 80 \%$

Dalam tugas akhir ini akan dihitung pada As 11 pada tahap bentang menerus :

$$V/S = 0,41 \text{ m}$$

$$E_s = 195000 \text{ MPa}$$

$$SH = 8,2 \cdot 10^{-6} \times K_{sh} \times E_s \times \left(1 - 0,06 \times \frac{V}{S}\right) \times (100 - RH)$$

$$SH = 8,2 \cdot 10^6 \times 0,77 \times 195000 \times (1 - 0,06 \cdot 0,41) \times (100 - 80)$$

$$SH = 17,92 \text{ MPa}$$

Perhitungan segmen lain akan disajikan dalam lampiran.

3. Kehilangan prategang akibat relaksasi

Sebenarnya balok pratekan mengalami perubahan regangan baja yang konstan di dalam tendon bila terjadi rangkai yang tergantung pada waktu. Akibat perpendekan elastis (ES), serta kehilangan gaya pratekan yang tergantung pada waktu yaitu CR dan SH, maka akan mengakibatkan terjadi pengurangan yang kontinu pada tegangan tendon. Oleh karena itu untuk memperkirakan kehilangan gaya pratekan akibat pengaruh tersebut digunakan perumusan sebagai berikut :

$$RE = (K_{re} - J (SH + CR + ES)) \times C$$

Dimana : tendon yang dipakai adalah tipe strand atau kawat *stress relieved* derajat 1395,67 MPa. Sehingga didapat :

$$K_{re} = 138 \text{ Mpa (tabel 4-5 T.Y.Lin)}$$

$$J = 0,15 \text{ (tabel 4-5 T.Y.Lin)}$$

$$C = 1,45 \text{ (tabel 4-6 T.Y.Lin)}$$

Dalam tugas akhir ini akan dihitung pada As 11 pada tahap bentang menerus :

$$RE = (138 - 0,15 (17,92 + 17,46 + 32,86)) \times 1,45$$

$$RE = 185,26 \text{ MPa}$$

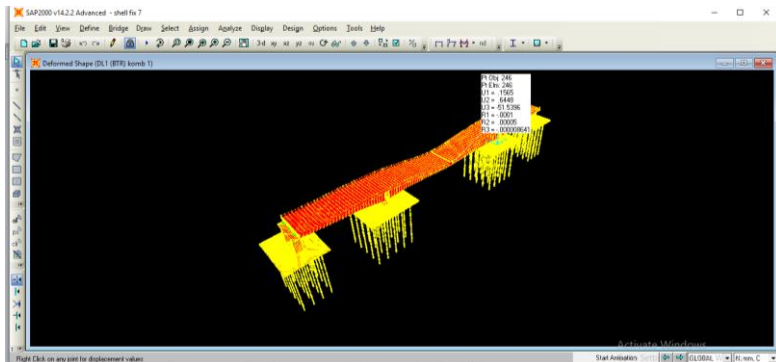
Perhitungan segmen lain akan disajikan pada lampiran.

5.6.5 Kontrol Lendutan

Lendutan pada saat beban penuh adalah lendutan jangka panjang akibat kombinasi beban ijin baik beban prategang, beban mati maupun beban hidup. Lendutan tersebut tidak boleh

melampaui lendutan yang di ijin. Berdasarkan RSNI T-12-2004 lendutan tidak boleh melampaui $L/800$.

- $L/800 = 88000 / 800 = 110 \text{ mm}$



Gambar 5. 51 Lendutan Tahap *Service*

Dari hasil analisa dengan program SAP2000 didapat lendutan maximum saat service yaitu sebesar 51,54 mm.

$$\Delta_{service} < \Delta_{ijin}$$

$$51,54 \text{ mm} < 110 \text{ mm} \text{ (Memenuhi Syarat)}$$

5.6.6 Penulangan Lentur dan Geser

Dari pemodelan tersebut didapatkan data Ast_1 dan Ast_2 dari data SAP 2000 sebagai dasar perhitungan penulangan box girder.

Tabel 5. 21 Data Penulangan Lentur dan Geser dari SAP

Pelat		Luas		As Tulangan perlu	As Ttulangan pakai	Dipakai Tulangan
		mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
Pelat Atas	arah x	3,305	3305	3305	3801,3271	D22 - 100
	arah y	5,26	5260	5260	6605,1986	D29 - 100
Pelat Bawah	arah x	4,25	4250	4250	4908,7385	D25 - 100
	arah y	6,07	6070	6070	6605,1986	D29 - 100
Dinding Tengah	arah x	4,42	4420	4420	4908,7385	D25 - 100
	arah y	6,25	6250	6250	6605,1986	D29 - 100
Dinding Tepi	arah x	4,42	4420	4420	4908,7385	D25 - 100
	arah y	6,25	6250	6250	6605,1986	D29 - 100

Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 14.2.2 untuk penyaluran batang ulir dan kawat ulir yang berada dalam kondisi tarik untuk batang dengan diameter 22 atau lebih besar dapat digunakan persamaan berikut:

$$l_d = \frac{3 f_y \alpha \beta \gamma \lambda}{5 \sqrt{f_c}}$$

Dengan,

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 14.2.4

α = faktor lokasi penulangan

Tulangan horizontal yang selain ditempatkan sedemikian hingga lebih dari 300 mm beton segar dicor pada komponen di bawah panjang penyaluran atau sambungan yang ditinjau dapat diambil sebesar 1.

β = faktor pelapis

Tulangan utama tanpa pelapis dapat diambil sebesar 1.

γ = faktor ukuran batang tulangan

Untuk batang D-22 atau lebih besar diambil sebesar 1

λ = faktor beton agregat ringan

Apabila digunakan beton berat normal diambil sebesar 1

$$\frac{I_d}{db} = \frac{3}{5} \frac{f_y \beta \alpha \gamma}{\sqrt{f_c'}}$$

$$\frac{I_d}{db} = \frac{3}{5} \frac{400 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.1.1.1}{\sqrt{50}}$$

$$\frac{I_d}{db} = 33,941$$

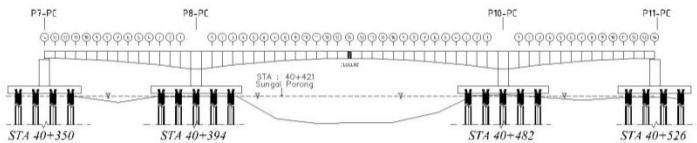
$I_d = 750 \text{ mm}$;(D-22 atau lebih)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI STRUKTUR BANGUNAN BAWAH

6.1 Data Umum Perencanaan Bangunan Bawah

Elemen bangunan bawah jembatan yang berfungsi untuk menyalurkan beban-beban dari bangunan atas ke pondasi jembatan adalah pier head, pilar, dan pile cap. Adapun letak dari konfigurasi perencanaan penempatan bangunan bawah yang terdiri dari 4 pilar direncanakan berdasarkan gambar dibawah ini.



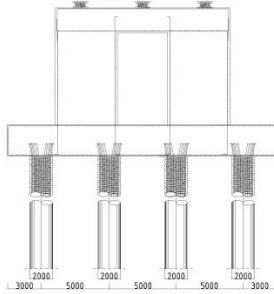
Gambar 6. 1 Rencana Penempatan Pilecap

6.1.1 Perencanaan p7-pc, p8-pc, p10-pc, dan p11,pc

Adapun rencana dimensi dari masing-masing bagian pada P7-pc, p8-pc, p10-pc, dan p11-pc.

1. Bagian p7-pc, gambar dapat di lihat pada gambar 6.2

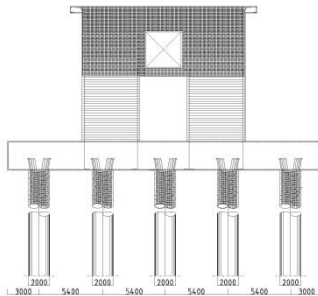
- Pierhead = 3 x 14 m
- Pilar = 3 x 5 m
- PileCap = 21 x 26 m



Gambar 6. 2 Tampak Melintang Bagian p7-pc

2. Bagian p8-pc, gambar dapat di lihat pada gambar 6.3

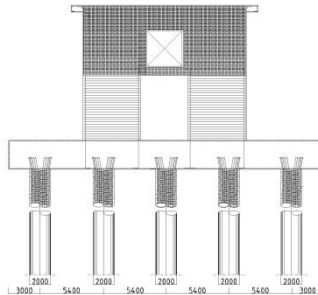
- Pilar = 4×5 m
- PileCap = $27,6 \times 27,6$ m



Gambar 6. 3 Tampak Melintang Bagian p8-pc

3. Bagian p10-pc, gambar dapat di lihat pada gambar 6.4

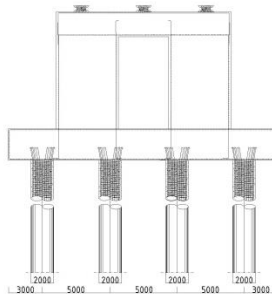
- Pilar = 4×5 m
- PileCap = $27,6 \times 27,6$ m



Gambar 6. 4 Tampak Melintang Bagian p10-pc

4. Bagian p11-pc, gambar dapat di lihat pada gambar 6.5

- Pierhead = 3 x 14 m
- Pilar = 3 x 5 m
- PileCap = 21 x 26 m

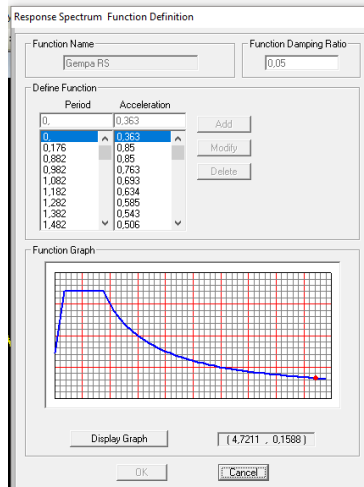


Gambar 6. 5 Tampak Melintang Bagian p11-pc

6.1.2 Analisis Pembebanan

Analisa untuk struktur bawah menggunakan alat bantu program SAP2000 v14.2.2 dengan pembebanan ekstrem sesuai di peraturan SNI 1725-2016 Pembebanan untuk Jembatan.

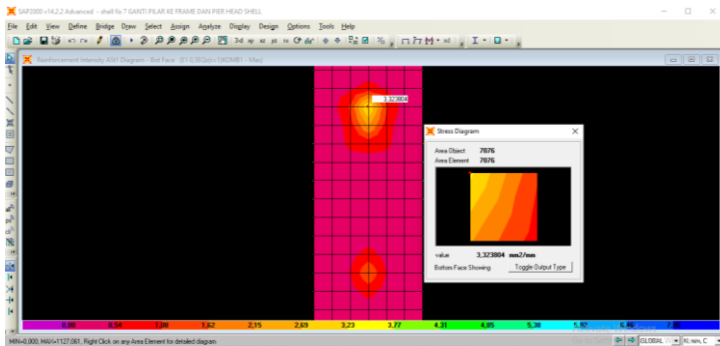
- Beban *Box Girder*
- Beban Gempa (Zona Gempa 4)



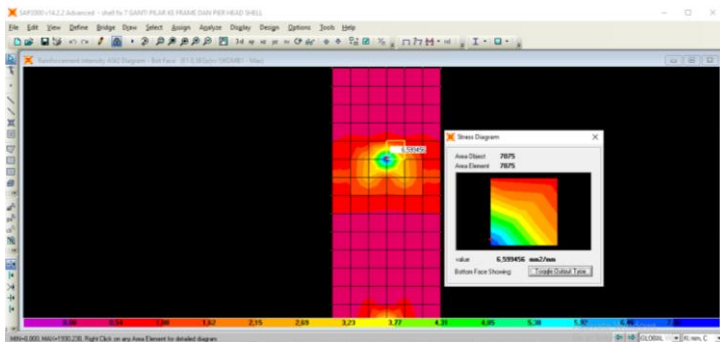
Gambar 6. 6 Respons Spectrum

6.1.3 Penulangan Pierhead P7-PC

Analisis pada pierhead menggunakan SAP2000, berdasarkan dengan menggunakan software SAP2000 pierhead pada Pilar p7-pc di dapatkan tulangan dari ast1 dan ast2 nya. Hasil SAP2000 ast1 dan ast2 tersebut berturut-turut dapat di lihat dibawah ini.



Gambar 6. 7 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pierhead P7-PC



Gambar 6. 8 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pierhead P7-PC

Hasil rekapitulasi tulangan pierhead ast1 dan ast2 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. 1 Rekapitulasi Penulangan Pierhead P7-PC

Pile cap tengah	Luas		As Tulangan perlu	As Tulangan pakai	Dipakai Tulangan
	mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
arah x	3,32	3320	3320	3801,33	D22 - 100
arah y	6,59	6590	6590	6605,2	D29 - 100

Sumber : Hasil Output SAP2000

6.1.4 Penulangan Badan Pilar P7-PC

Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan pilar berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Dimensi} = 3000 \text{ mm} \times 5000 \text{ mm} \\ (\text{terdapat 2 pilar})$$

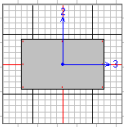
$$\text{Selimut} = 80 \text{ mm}$$

Concrete Design Data ACI 318-05/IBC2003

File

Units: N, mm, C

ACI 318-05/IBC2003	COLUMN	SECTION	DESIGN	Type:	Sway	Special	Units:	N, mm, C (Summary)			
Element	: 115	B=5000,000	D=3000,000				dc=114,000				
Section ID	: pilar ujung 3*5	E=29725,410	Fc=40,000				Lt. Ut. Fac.=1,000				
Combo ID	: E1 0,3EQx(r=1)K0008	L=9092,000	Fy=400,000				fys=400,000				
Station Loc	: 9092,000	RLLF=1,000									
Phi(Compression-Spiral):	0,700	Overstrength	Factor:	1,25							
Phi(Compression-Tied):	0,650										
Phi(Tension Controlled):	0,900										
Phi(Shear):	0,750										
Phi(Seismic Shear):	0,600										
Phi(Joint Shear):	0,850										
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3											
	Rebar	Design	Design	Design	Minimum	Minimum					
	Area	Pu	M2	M3	M2	M3					
	150000,000	4196282,533	-1049644954	441616774,	693393726,	441616774,					
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS											
		Cn	Delta ns	Delta s	K	L					
	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor	Length					
Major Bending(M3)	0,754	1,000	1,000	1,000	1,000	9092,000					
Minor Bending(M2)	0,415	1,000	1,000	1,000	1,000	9092,000					
SHEAR DESIGN FOR U2,U3											
	Rebar	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear					
	Av/S	Uu	phi*Uc	phi*Uc	phi*Uc	Up					
Major Shear(U2)	4,923	19,015	0,000	3410109,705	0,000						
Minor Shear(U3)	2,954	149123,894	0,000	3463990,856	0,000						
JOINT SHEAR DESIGN											
	Joint Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Joint					
	Ratio	UuTop	UuTot	phi*Uc	Area						
Major Shear(U2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
Minor Shear(U3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						



Gambar 6. 9 Hasil Output SAP2000 Pilar P7-PC

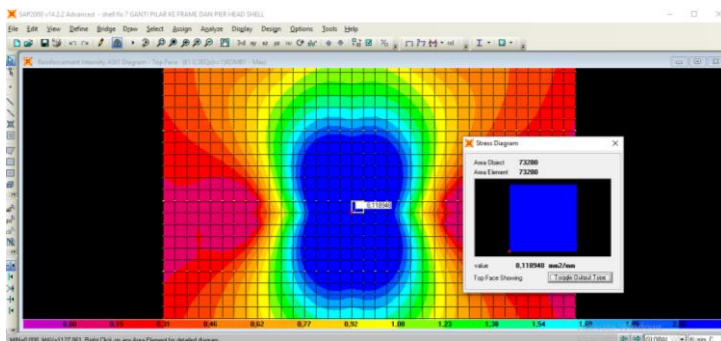
Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan pilar p7-pc yang akan ditampilkan dalam table 6.2.

Tabel 6. 2 Penulangan Badan Pilar P7-PC

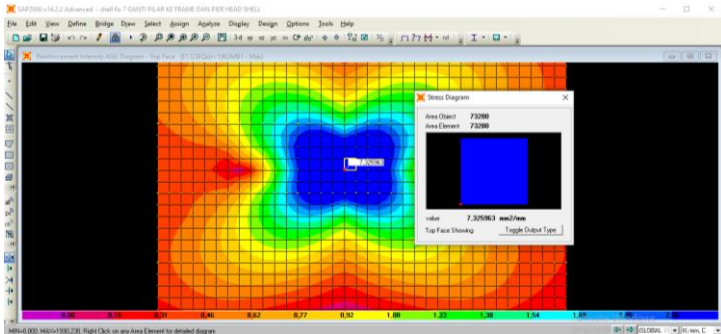
PILAR UJUNG	
Beton :	$f_c' = 40$ Mpa
Tulangan :	$f_y = 400$ Mpa
cover	80 mm
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm^2)	150000
OutPut Sap	
Penulangan	200 D32
As Pasang (mm^2)	160850
Cek	OK
<u>Sengkang</u>	
As Perlu (mm^2)	4,923
OutPut Sap	
Penulangan	4D19 -200
As Pasang (mm^2)	5,67
Cek	OK

6.1.5 Penulangan Poer (Pile Cap) P7-PC

Analisis perhitungan pada pilecap menggunakan program bantu SAP2000, berdasarkan dengan menggunakan software SAP2000 pilecap pada Pilar p7-pc di dapatkan tulangan dari ast1 dan ast2 nya. Hasil SAP2000 ast1 dan ast2 tersebut berturut-turut dapat di lihat dibawah ini.



Gambar 6. 10 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P7-PC



Gambar 6. 11 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P7-PC

Hasil rekapitulasi tulangan pilecap ast1 dan ast2 dapat dilihat pada tabel 6.3 dibawah ini.

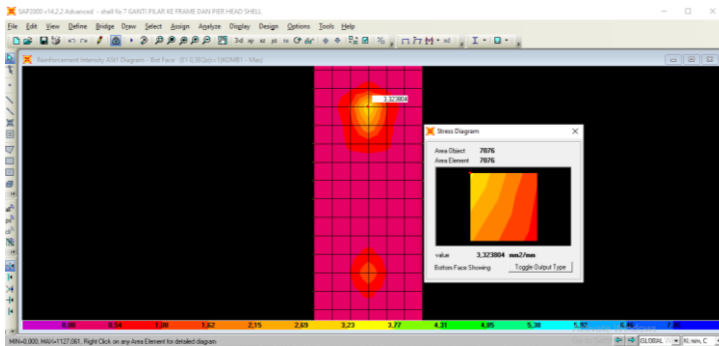
Tabel 6. 3 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P7-PC

Pile cap tengah	Luas		As Tulangan perlu	As Ttulangan pakai	Dipakai Tulangan
	mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
arah x	8,12	8120	8120	8143,0082	D36 - 125
arah y	7,32	7320	7320	10178,76	D32 - 100

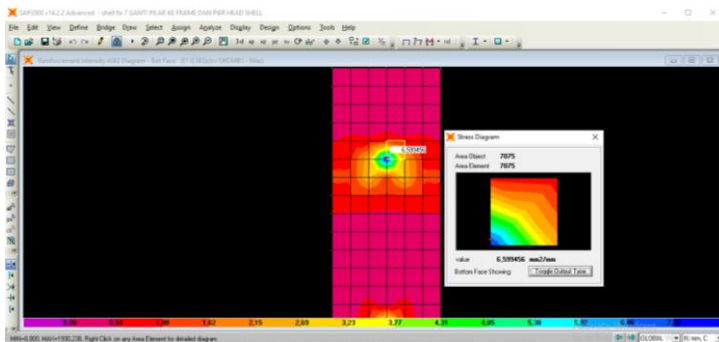
Sumber : Hasil Output SAP2000

6.1.6 Penulangan Pierhead P11-PC

Analisis pada pierhead menggunakan SAP2000, berdasarkan dengan menggunakan software SAP2000 pierhead pada Pilar p11-pc di dapatkan tulangan dari ast1 dan ast2 nya. Hasil SAP2000 ast1 dan ast2 tersebut berturut-turut dapat di lihat dibawah ini.



Gambar 6. 12 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pierhead P11-PC



Gambar 6. 13 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pierhead P11-PC

Hasil rekapitulasi tulangan pierhead ast1 dan ast2 dapat dilihat pada tabel 6.4 dibawah ini.

Tabel 6. 4 Rekapitulasi Penulangan Pierhead P11-PC

Pile cap tengah	Luas		As Tulangan perlu	As Ttulangan pakai	Dipakai Tulangan
	mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
arah x	3,32	3320	3320	3801,33	D22 - 100
arah y	6,59	6590	6590	6605,2	D29 - 100

Sumber : Hasil Output SAP2000

6.1.7 Penulangan Badan Pilar P11-PC

Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan pilar berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

- fc' = 30 MPa
- Fy = 400 Mpa
- Dimensi = 3000 mm x 5000 mm
(terdapat 2 pilar)
- Selimit = 80 mm

Concrete Design Data ACI 318-05/IBC2003						
File						
Units: N, mm, C (Summary)						
ACI 318-05/IBC2003	COLUMN	SECTION DESIGN	Type: Sway Special			
Element : 115	B=5000,000	D=3000,000	dc=114,000			
Section ID : pilar ujung 3*5	E=29725,410	Fc=40,000	Lt. Ut. Fac.=1,000			
Combo ID : E1 0,3EQx(r=1)K0008	L=9092,000	Fy=400,000	fys=400,000			
Station Loc : 9092,000	RLLF=1,000					
Phi(Compression-Spiral):	0,700	Overstrength Factor:	1,25			
Phi(Compression-Tied):	0,650					
Phi(Tension Controlled):	0,900					
Phi(Shear):	0,750					
Phi(Seismic Shear):	0,600					
Phi(Joint Shear):	0,850					
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3						
	Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
	150000,000	4196282,533	-1049644954	441616774,	693393726,	441616774,
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS						
	Cn	Delta ns	Delta s	K	L	
Factor	Factor	Factor	Factor	Factor	Length	
Major Bending(M3)	0,754	1,000	1,000	1,000	9092,000	
Minor Bending(M2)	0,415	1,000	1,000	1,000	9092,000	
SHEAR DESIGN FOR U2,U3						
	Rebar	Shear	Shear	Shear	Shear	
	Av/s	Uu	phi*uc	phi*uc	Up	
Major Shear(U2)	4,923	19,015	0,000	3410109,705	0,000	
Minor Shear(U3)	2,954	149123,894	0,000	3463990,856	0,000	
JOINT SHEAR DESIGN						
	Joint Shear	Shear	Shear	Shear	Joint	
	Ratio	UuTop	UuTot	phi*uc	Area	
Major Shear(U2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Minor Shear(U3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Gambar 6. 14 Hasil Output SAP2000 Pilar P11-PC

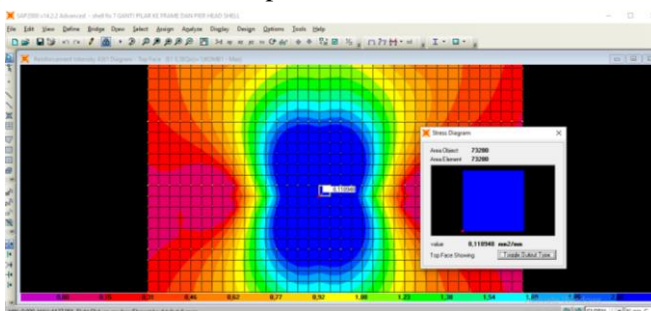
Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan pilar p11-pc yang akan ditampilkan dalam table 6.5.

Tabel 6. 5 Penulangan Badan Pilar P11-PC

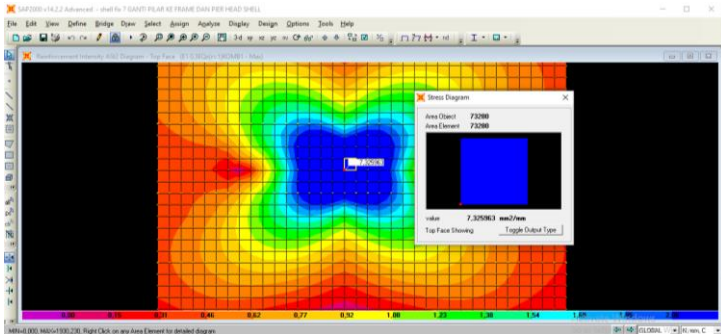
PILAR UJUNG	
Beton :	$f_c' = 40$ Mpa
Tulangan :	$f_y = 400$ Mpa
cover	80 mm
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm^2)	150000
OutPut Sap	
Penulangan	200 D32
As Pasang (mm^2)	160850
Cek	OK
<u>Sengkang</u>	
As Perlu (mm^2)	4,923
OutPut Sap	
Penulangan	4D19 -200
As Pasang (mm^2)	5,67
Cek	OK

6.1.8 Penulangan Poer (Pile Cap) P11-PC

Analisis perhitungan pada pilecap menggunakan program bantu SAP2000, berdasarkan dengan menggunakan software SAP2000 pilecap pada Pilar p11-pc di dapatkan tulangan dari ast1 dan ast2 nya. Hasil SAP2000 ast1 dan ast2 tersebut berturut-turut dapat di lihat dibawah ini.



Gambar 6. 15 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P11-PC



Gambar 6. 16 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P11-PC

Hasil rekapitulasi tulangan pilecap ast1 dan ast2 dapat dilihat pada tabel 6.6 dibawah ini.

Tabel 6. 6 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P11-PC

Pile cap tengah	Luas		As Tulangan perlu	As Ttulangan pakai	Dipakai Tulangan
	mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
arah x	8,12	8120	8120	8143,0082	D36 - 125
arah y	7,32	7320	7320	10178,76	D32 - 100

Sumber : Hasil Output SAP2000

6.1.9 Penulangan Badan Pilar P8-PC

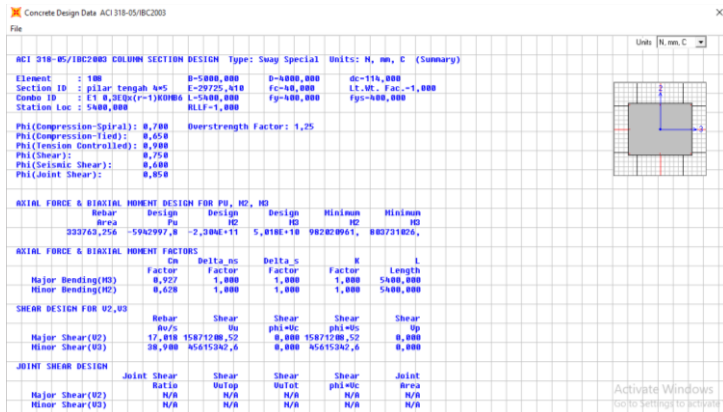
Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan pilar berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Dimensi} = 4000 \text{ mm} \times 5000 \text{ mm} \\ (\text{terdapat 2 pilar})$$

Selimut = 80 mm



Gambar 6. 17 Hasil Output SAP2000 Pilar P8-PC

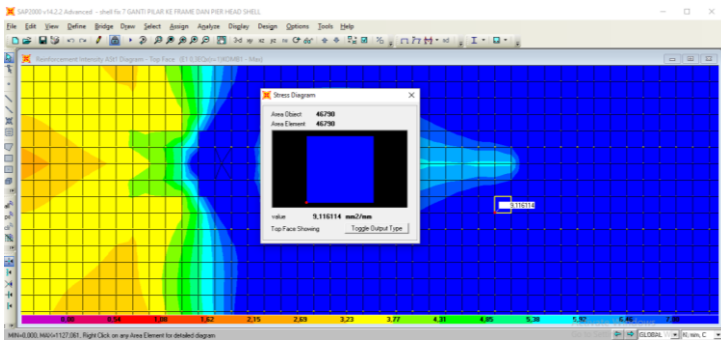
Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan pilar p8-pc yang akan ditampilkan dalam tabel 6.7.

Tabel 6. 7 Penulangan Badan Pilar P8-PC

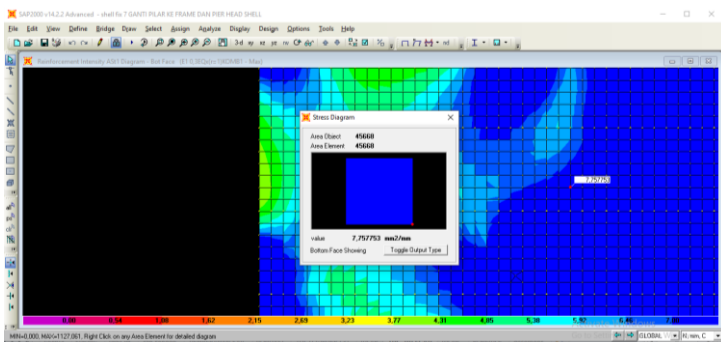
PILAR TENGAH	
Beton :	fc' = 40 Mpa
Tulangan :	fy = 400 Mpa
cover	80 mm
diameter pilar (mm)	1850
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm ²)	333763
OutPut Sap	
Penulangan	340 D36
As Pasang (mm ²)	346078
Cek	OK
<u>Senggang</u>	
As Perlu (mm ²)	39,860
OutPut Sap	
Penulangan	7D29 -100
As Pasang (mm ²)	46,24
Cek	OK

6.1.10 Penulangan Poer (Pile Cap) P8-PC

Analisis perhitungan pada pilecap menggunakan program bantu SAP2000, berdasarkan dengan menggunakan software SAP2000 pilecap pada Pilar p8-pc di dapatkan tulangan dari ast1 dan ast2 nya. Hasil SAP2000 ast1 dan ast2 tersebut berturut-turut dapat di lihat dibawah ini.



Gambar 6. 18 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P8-PC



Gambar 6. 19 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P8-PC

Hasil rekapitulasi tulangan pilecap ast1 dan ast2 dapat dilihat pada tabel 6.8 dibawah ini.

Tabel 6. 8 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P8-PC

Pile cap tengah	Luas		As Tulangan perlu	As Tulangan pakai	Dipakai Tulangan
	mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
arah x	9,12	9120	9120	10178,76	D36 - 100
arah y	8,46	8460	8460	10178,76	D36 - 100

Sumber : Hasil Output SAP2000

6.1.11 Penulangan Badan Pilar P10-PC

Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan pilar berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Dimensi} = 4000 \text{ mm} \times 5000 \text{ mm} \\ (\text{terdapat 2 pilar})$$

$$\text{Selimut} = 80 \text{ mm}$$

Concrete Design Data: ACI 318-05/IBC2003

File

ACI 318-05/IBC2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: N, mm, C (Summary)

Element ID : 100 b=5000,000 d=3000,000 dc=110,000
 Section ID : 1 Pilar tengah ke5 E=29725,000 f'c=40,000 LL.M. Fac.=1,000
 Combo ID : E1 0,3E0(r=1)00006 L=5000,000 fy=400,000 fgs=400,000
 Station Loc : 5000,000 RL1F=1,000

Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25
 Phi(Compression-Tied): 0,650
 Phi(Tension-Controlled): 0,900
 Phi(Shear): 0,750
 Phi(Seismic Shear): 0,600
 Phi(Joint Shear): 0,850

AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN FOR Pu, M2, HD

Rebar	Design Pu	Design M2	Design HD	Minimum M2	Minimum HD
333/63,256	-5062997,8	-2,30ME+11	5,810E+10	982020965	882731026

AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT FACTORS

	Om	Delta ns	Delta s	K	L
	Factor	Factor	Factor	Factor	Length
Major Bending(M2)	0,927	1,000	1,000	1,000	5000,000
Minor Bending(M2)	0,608	1,000	1,000	1,000	5000,000

SHEAR DESIGN FOR Vu, V2, V3

Rebar	Shear Vu	Shear V2	Shear V3	Shear Vp
Major Shear(M2)	17,400	15871200,52	0,000	15871200,52
Minor Shear(M2)	30,900	65615262,6	0,000	65615262,6

JOINT SHEAR DESIGN

Rebar	Joint Shear Ratio	Shear VuTop	Shear VuBot	Shear VuMid	Joint Area
Major Shear(M2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear(M2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 6. 20 Hasil Output SAP2000 Pilar P10-PC

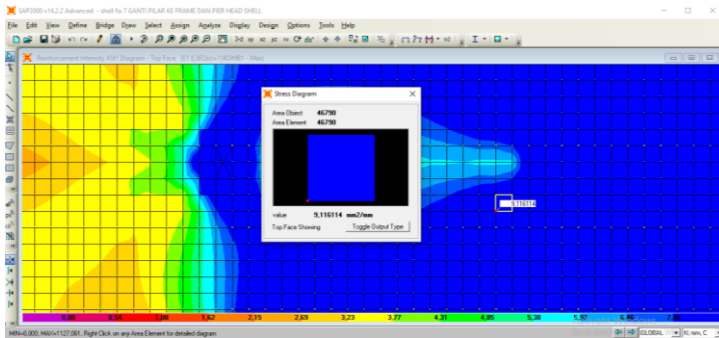
Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan pilar p10-pc yang akan ditampilkan dalam tabel 6.9.

Tabel 6. 9 Penulangan Badan Pilar P10-PC

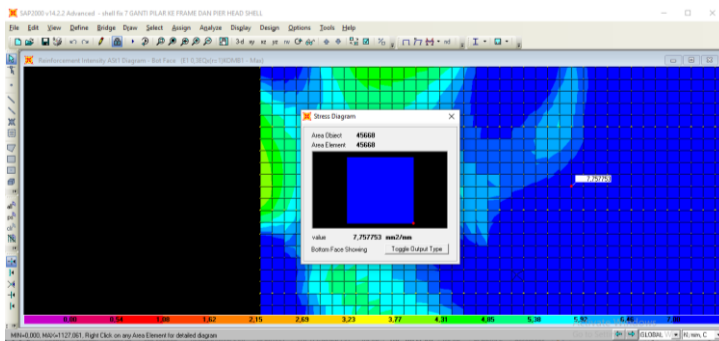
PILAR TENGAH	
Beton :	$f_c' = 40$ Mpa
Tulangan :	$f_y = 400$ Mpa
cover	80 mm
diameter pilar (mm)	1850
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm ²)	333763
OutPut Sap	
Penulangan	340 D36
As Pasang (mm ²)	346078
Cek	OK
<u>Sengkang</u>	
As Perlu (mm ²)	39,860
OutPut Sap	
Penulangan	7D29 -100
As Pasang (mm ²)	46,24
Cek	OK

6.1.12 Penulangan Poer (Pile Cap) P10-PC

Analisis perhitungan pada pilecap menggunakan program bantu SAP2000, berdasarkan dengan menggunakan software SAP2000 pilecap pada Pilar p10-pc di dapatkan tulangan dari ast1 dan ast2 nya. Hasil SAP2000 ast1 dan ast2 tersebut berturut-turut dapat di lihat dibawah ini.



Gambar 6. 21 Hasil Output Ast1 SAP2000 Pilecap P10-PC



Gambar 6. 22 Hasil Output Ast2 SAP2000 Pilecap P10-PC

Hasil rekapitulasi tulangan pilecap ast1 dan ast2 dapat dilihat pada tabel 6.10 dibawah ini.

Tabel 6. 10 Rekapitulasi Penulangan Pilecap P10-PC

Pile cap tengah	Luas		As Tulangan perlu	As Tulangan pakai	Dipakai Tulangan
	mm ² /mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ² /m	
arah x	9,12	9120	9120	10178,76	D36 - 100
arah y	8,46	8460	8460	10178,76	D36 - 100

Sumber : Hasil Output SAP2000

6.1.13 Perhitungan Daya Dukung Tanah

Direncanakan pondasi borepile ujung (p7-pc dan p11-pc) Ø200 cm dengan konfigurasi 4x5 dan borepile tungan (p8-pc dan p10-pc) Ø200 cm dengan konfigurasi 5x5 . Dari analisi pembebanan menggunakan ekstrem 1 dengan faktor beban layan sesuai dengan peraturan SNI 1725- 2016. Selanjutnya dengan membandingkan hasil analisis dengan batuan progam sap2000 untuk P max yang terjadi dengan hasil daya dukung tanah dari SPT.

Output hasil sap untuk P max dan kontrol terhadap beban tetap dan sementara berturut-turut dapat di lihat tabel 6.11 dan 6.12 .

Tabel 6. 11 Output Sap untuk P max

KOMBINASI		P	V2	V3
		Ton	Ton	Ton
Daya Layan 1 & 3	min	-1401,1552	-32,0697	-9,083
	max	-74,8523	32,9122	11,316
Gempa	min	-3115,7601	-319,33	-642,73
	max	1355,857	320,06	643,012

Sumber : Output SAP2000

Dari hasil kemampuan borepile hasil reaksi berupa gaya aksial tekan maka akan dikontrol dengan daya dukung tanah akibat tekan. Daya dukung tanah dihitung berdasarkan rumus dari buku Mekanika Tanah dan Pondasi (Kazuto Nazakawa) :

Perhitungan berikut ini berdasarkan rumus Daya Dukung :

$$R_a = \frac{1}{n} R_u$$

$$R_u = \frac{1}{n} [(qd \cdot A) + (U \cdot \Sigma li \cdot fi)]$$

Keterangan:

Ra = Daya dukung tanah yang diizinkan (kN)

Rp = Daya dukung dari unsur bearing (kN)

Rf = Daya dukung dari unsur lekatan/skin friction (kN)

n = Faktor keamanan

qd = Daya dukung dari unsur bearing (kN/m²)

A = Luas penampang dasar tiang (m²)

U = Panjang keliling tiang (m)

Li = tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (m)

fi = Besaran gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (kN/m²)

qd = 9 Cu

Cu = 2/3 . N-spt. 10

α = 0,55 (Berdasarkan penelitian Resse & Wright (1977))

fi = α . Cu

Perhitungan berikut ini berdasarkan rumus reaksi tiang dengan spring :

$$K_v = a \cdot \frac{A_p \cdot E_p}{l}$$

a = 0,022 (l/D) – 0,05 ; untuk tiang yang dicor di tempat

$$k = k_o \cdot y^{-0,5}$$

$$k_o = 0,2 E_o D^{-0,75}$$

Dimana :

Ap = luas penampang netto dari tiang (cm²)

Ep = modulus elastisitas tiang (kg/cm²)

l = panjang tiang (cm)

D = diameter tiang (cm)

Ko = harga k bila pergeseran pada permukaan dibuat 1 cm (kg/cm³)

y = besarnya pergeseran (cm)

Eo = modulus deformasi tanah pondasi, biasanya diperkirakan dari $Eo = 28 N$, dengan N-spt

D = diameter tiang (cm)

Hasil Perhitungan Daya Dukung dari SPT akan di lampirkan.

Tabel 6. 12 Perhitungan gaya spring yang terjadi untuk tiang borepile 2000 mm

Depth (m)	N-SPT	Eo = 28N		a	D = 2 m		
		kg/cm ²	kg/cm ³		kg/cm ²	kg/cm	T/m
0,00	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-1,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-2,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-3,00	3	84	0,316	0,316	6317,813	631,781	631,781
-4,00	5	140	0,526	0,526	10529,689	1052,969	1052,969
-5,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-6,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-7,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-8,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-9,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-10,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-11,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-12,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-13,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-14,00	4	112	0,421	0,421	8423,751	842,375	842,375
-15,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-16,00	2	56	0,211	0,211	4211,875	421,188	421,188
-17,00	3	84	0,316	0,316	6317,813	631,781	631,781
-18,00	3	84	0,316	0,316	6317,813	631,781	631,781
-19,00	5	140	0,526	0,526	10529,689	1052,969	1052,969
-20,00	6	168	0,632	0,632	12635,626	1263,563	1263,563
-21,00	7	196	0,737	0,737	14741,564	1474,156	1474,156
-22,00	7	196	0,737	0,737	14741,564	1474,156	1474,156
-23,00	18	504	1,895	1,895	37906,879	3790,688	3790,688
-24,00	17	476	1,790	1,790	35800,941	3580,094	3580,094
-25,00	16	448	1,685	1,685	33695,004	3369,500	3369,500
-26,00	15	420	1,579	1,579	31589,066	3158,907	3158,907
-27,00	24	672	2,527	2,527	50542,506	5054,251	5054,251
-28,00	36	1008	3,791	3,791	86047,72665	8604,773	8604,773

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Kontrol Tarik:

Daya dukung tiang layan

$$\begin{aligned}
 R_f &= U \times \Sigma l_i f_i \\
 &= 6,2832 \times 759 \\
 &= 4768,94 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

a. Akibat Beban Gempa

$$R_a = \frac{R_f}{2,5} = \frac{4768,94}{2,5} = 1907,58 \text{ ton}$$

$$R_a > P_{\max}$$

1907,58 > 1355,857 (*Syarat memenuhi*) dari output sap

b. Akibat Tidak Ada Beban Gempa

$$R_a = \frac{R_f}{3} = \frac{4768,94}{3} = 1589,65 \text{ ton}$$

$$R_a > P_{\max}$$

1589,65 > -74,8523 (*Syarat memenuhi*) dari output sap

Kontrol Tekan:

Daya dukung tiang ultimate

$$\begin{aligned} R_u &= R_p + R_f \\ &= q_d \cdot A + U \cdot \sum l_i f_i \\ &= 6785,84 + 4768,94 \\ &= 11534,78 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Akibat Beban Gempa

$$R_u = \frac{R_u}{2} = \frac{11534,78}{2} = 5777,39 \text{ ton}$$

$$R_u > P_{\max}$$

5777,39 > -3115,7601 (*Syarat memenuhi*) dari output sap

d. Akibat Tidak Ada Beban Gempa

$$R_u = \frac{R_u}{3} = \frac{11534,78}{3} = 3851,59 \text{ ton}$$

$$R_u > P_{\max}$$

3851,59 > -1401,15 (*Syarat memenuhi*) dari output sap

Kontrol Tiang:

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \delta a$$

Dimana :

H_a = kapasitas daya dukung horizontal tiang

K = koefisien reaksi tanah dasar

D = diameter tiang

δa = pergeseran normal (diambil 1 cm)

$E_o = 28 \text{ N}$ (N rata-rata dengan jarak $4D$ dari tiang dasar yang di tinjau)

$$k_o = 0,2 E_o D^{-0,75}$$

$$k = k_o \cdot \gamma^{-0,5}$$

$$\beta = [(k \cdot D / (4EI))^{0,25}]$$

hasil perhitungan :

$$H_a = 424,58 \text{ ton/tiang}$$

$$S_f = 3 ; 141,53 \text{ ton/tiang (beban tetap)}$$

$$S_f = 2 ; 212,29 \text{ ton/tiang (beban sementara)}$$

Kontrol Daya Dukung Horizontal :

- Konfigurasi borepile ujung $4 \times 5 = 20$ tiang ; H 1 tiang = 32,15 ton

$$S_f = 3 \text{ (beban tetap)}$$

$$H_a > H \text{ 1 tiang}$$

$$141,53 > 32,15 \rightarrow \text{oke}$$

$$S_f = 2 \text{ (beban sementara)}$$

$$H_a > H \text{ 1 tiang}$$

$$212,29 > 32,15 \rightarrow \text{oke}$$

- Konfigurasi borepile tengah $5 \times 5 = 25$ tiang ; H 1 tiang = 25,72 ton

Sf = 3 (beban tetap)

Ha > H 1 tiang

141,53 > 25,72 → oke

Sf = 2 (beban sementara)

Ha > H 1 tiang

212,29 > 25,72 → oke

6.1.14 Penulangan Borepile P7-PC

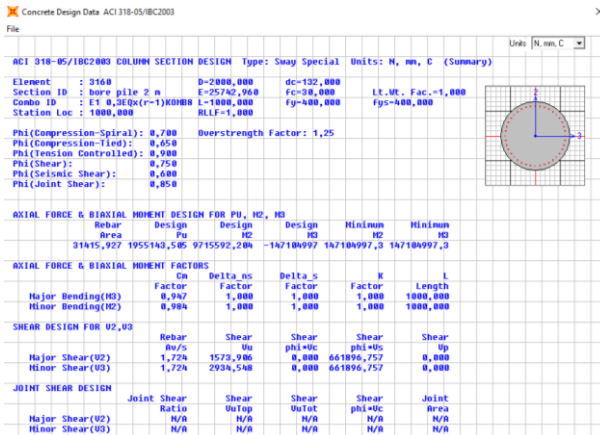
Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan borepile berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

f_c' = 30 MPa

F_y = 400 Mpa

Diameter = 2000 mm

Selimit = 100 mm



Gambar 6. 23 Hasil Output SAP2000 Borepile P7-PC

Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan borepile p7-pc yang akan ditampilkan dalam tabel 6.13.

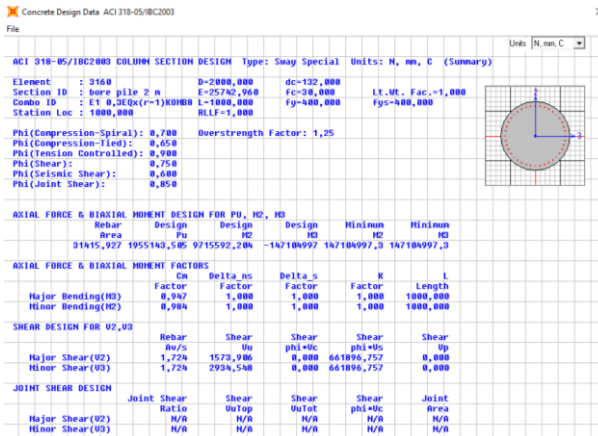
Tabel 6. 13 Penulangan Badan Borepile P7-PC

BOREPILE UJUNG	
Mutu Beton	$f_c' = 30 \text{ Mpa}$
Tulangan	$f_y = 400 \text{ Mpa}$
cover	100 mm
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm^2)	31416
OutPut Sap Penulangan	100 D22
As Pasang (mm^2)	38013
Cek	OK
<u>Senggang</u>	
As Perlu (mm^2)	1,724
OutPut Sap Penulangan	D16 -100
As Pasang (mm^2)	2,01
Cek	OK

6.1.15 Penulangan Borepile P11-PC

Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan borepile berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

f_c'	=	30 MPa
F_y	=	400 Mpa
Diameter	=	2000 mm
Selimut	=	100 mm



Gambar 6. 24 Hasil Output SAP2000 Borepile P11-PC
Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan borepile p11-pc yang akan ditampilkan dalam tabel 6.14.

Tabel 6. 14 Penulangan Badan Borepile P11-PC

BOREPILE UJUNG	
Mutu Betc	$f_c' = 30 \text{ Mpa}$
Tulangan cover	$f_y = 400 \text{ Mpa}$ 100 mm
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm^2)	31416
OutPut Sap Penulangan	100 D22
As Pasang (mm^2)	38013
Cek	OK
<u>Sengkang</u>	
As Perlu (mm^2)	1,724
OutPut Sap Penulangan	D16 -100
As Pasang (mm^2)	2,01
Cek	OK

6.1.16 Penulangan Borepile P8-PC

Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan borepile berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

- fc' = 30 MPa
- Fy = 400 Mpa
- Diameter = 2000 mm
- Selimut = 100 mm

ACI 318-05/IBC2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: N, mm, C (Summary)						
Element :	2543	D=2000,000	dc=132,000			
Section ID :	bore pile 2 m	E=25742,960	fc=30,000	Lt. Wt. Fac.=1,000		
Condo ID :	E1_0_2EBQ(r=1)KOH87	L=1000,000	fgs=400,000			
Station Loc. :	0,000	RLF=1,000				
Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25						
Phi(Compression-Tied): 0,650						
Phi(Tension Controlled): 0,900						
Phi(Shear): 0,750						
Phi(Seismic Shear): 0,600						
Phi(Joint Shear): 0,850						
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3						
	Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
	135871,074	-5954579,3	2,528E+10	1,096E+10	448022546,	448022546,
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS						
		Cn	Delta_0s	Delta_5	K	L
Factor	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1000,000
Major Bending(M3)						
Minor Bending(M2)	0,925	1,000	1,000	1,000	1,000	1000,000
SHEAR DESIGN FOR U2, U3						
	Rebar Au/s	Shear Vu	Shear phi*uc	Shear phi*us	Shear Up	
Major Shear(U2)	4,787	1838284,965	0,000	1838284,965	0,000	
Minor Shear(U3)	12,401	4761835,477	0,000	4761835,477	0,000	
JOINT SHEAR DESIGN						
	Joint Shear Ratio	Shear Outop	Shear Outot	Shear phi*uc	Joint Area	
Major Shear(U2)	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	
Minor Shear(U3)	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	

Gambar 6. 25 Hasil Output SAP2000 Borepile P8-PC

Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan borepile p8-pc yang akan ditampilkan dalam tabel 6.15.

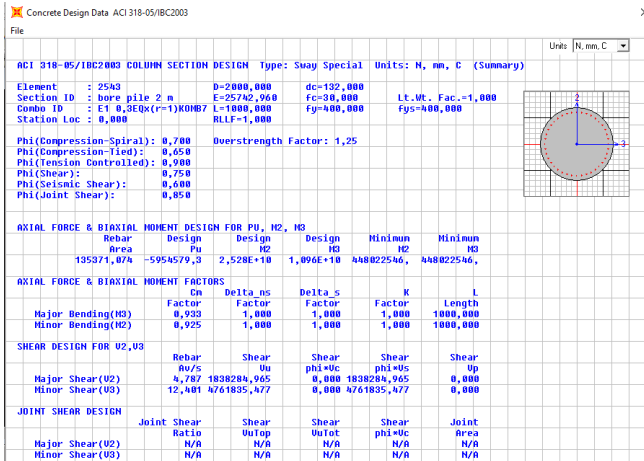
Tabel 6. 15 Penulangan Badan Borepile P8-PC

BOREPIL	
Mutu Betc	$f_c' = 30 \text{ Mpa}$
Tulangan	$f_y = 400 \text{ Mpa}$
cover	100 mm
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm^2)	135371
OutPut Sap	
Penulangan	140 D36
As Pasang (mm^2)	142503
Cek	OK
<u>Sengkang</u>	
As Perlu (mm^2)	12,481
OutPut Sap	
Penulangan	3D25 -100
As Pasang (mm^2)	14,73
Cek	OK

6.1.17 Penulangan Borepile P10-PC

Dari analisis pembebanan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kontrol badan borepile berdasarkan SAP2000 berwarna oren serta menghitung tulangan dengan memasukkan data sebagai berikut:

f_c'	=	30 MPa
F_y	=	400 Mpa
Diameter	=	2000 mm
Selimut	=	100 mm



Gambar 6. 26 Hasil Output SAP2000 Borepile P10-PC

Berikut ini adalah hasil analisa penulangan pada badan borepile p10-pc yang akan ditampilkan dalam tabel 6.15.

Tabel 6. 16 Penulangan Badan Borepile P10-PC

BOREPIL	
Mutu Betc	fc' = 30 Mpa
Tulangan	fy = 400 Mpa
cover	100 mm
Tul. Utama	
As Perlu (mm ²)	135371
OutPut Sap	
Penulangan	140 D36
As Pasang (mm ²)	142503
Cek	OK
Sengkang	
As Perlu (mm ²)	12,481
OutPut Sap	
Penulangan	3D25 - 100
As Pasang (mm ²)	14,73
Cek	OK

BAB VII

METODE PELAKSANAAN

7.1 Umum

Salah satu metode alternatif pelaksanaan pembangunan jembatan adalah digunakan untuk konstruksi kantilever seimbang dengan segmen per segmen di cor setempat atau konstruksi kantilever seimbang dengan menggunakan *Form Traveler*, *Form Traveler* mendukung pengecoran berbagai bentuk variasi segmen baru penampang box girder.

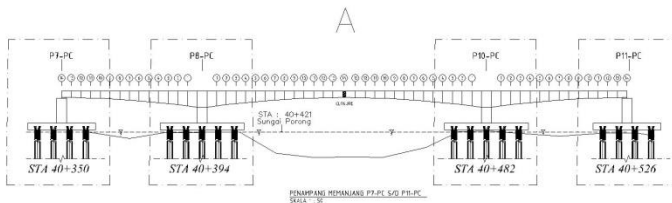
Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode pelaksanaan konstruksi kantilever seimbang dengan menggunakan *Form Traveler*, Jembatan Porong-Gempol paket 2 STA 40+350 s/d 40+700 ini di modifikasi menjadi jembatan box girder prategang dengan bentang total 350 m, kesemua bentang simetris pengerjaan di bagi 2 bagian A dan B pengerjaan pada bagian A juga akan menyelesaikan pada bagian B. Jadi dalam tugas akhir terapan ini pelaksanaan akan di jelaskan pada bagian A saja dengan panjang jembatan 175 m dibagi menjadi 3 *span* dengan panjang total masing-masing 44 m, 88 m, dan 44 m yang di tumpu 2 pilar.

Struktur utama Jembatan Porong-Gempol ini menggunakan *box girder* multicell cast in situ dengan lebar pelat atas 16 m dan tinggi variasi dari perubahan 3 m pada ujung bentang dan 6 m pada tumpuan.

7.2 Tahap Persiapan Konstruksi Jembatan

Pelaksanaan pekerjaan persiapan merupakan salah satu metode dalam pelaksanaan konstruksi. Penerapan metode tersebut, terkait erat dengan kondisi lapangan dan jenis proyek yang dikerjakan karena setiap jenis proyek pasti memiliki keunikan dan perlakuan yang berbeda-beda.

Konstruksi jembatan di mulai pada bagian kaki-kaki jembatan yaitu pondasi borepile pada bagian p7-pc, p8-pc, p10-pc, dan p11-pc dapat di lihat pada gambar 7.1. pengerjaan di lakukan dari 2 sisi jembatan dari, 1 sisi dari p7-pc dan p8-pc serta 1 sisi lainnya dari p11-pc dan p10-pc agar pengerjaan lebih cepat.



Gambar 7. 1 Rencana Pengerjaan Pelaksanaan

7.2.1 Pembuatan Jalan Kerja

Jalan kerja adalah jalur lalu lintas kendaraan proyek, baik untuk truk material, truk *mixer* maupun untuk mobilisasi alat-alat berat. konstruksi jalan kerja bersifat sementara, tapi dalam perencanaannya harus diperhitungkan beban lalu lintas yang akan melewatinya agar tidak mengganggu lalu lintas yang ada.

7.2.2 Pembuatan Gudang Material dan Peralatan

Gudang material adalah tempat penyimpanan material, dimana kondisi tersebut harus dijaga agar tempat kering dan tidak lembab. kondisi gudang sangat mempengaruhi kualitas bahan dan peralatan yang digunakan. Gudang peralatan adalah tempat menyimpan alat-alat ringan seperti mesin genset, *vibrator* untuk pemadatan beton, alat-alat pengukuran serta peralatan lainnya.

Penempatan Gudang :

Untuk mempermudah proses bongkar muat material, penempatan gudang tidak jauh dari jalan kerja dan dapat dijangkau oleh alat berat. Untuk mempermudah proses penerimaan barang, gudang material sebaiknya diletakkan dekat dengan pintu masuk. Gudang material dan peralatan juga harus diletakkan pada tempat yang mudah dimonitor, sehingga terjamin keamanannya.

7.2.3 Pembuatan Direksi Kit

Direksi Keet adalah ruangan yang dibangun sebagai tempat pekerja bagi para staff dari kontraktor, pengawas maupun pemilik proyek dilapangan. Ruangan ini dilengkapi beberapa fasilitas seperti ruang pimpinan, ruang rapat, ruang kerja staff, musholla dan toilet. Ukuran ruangan ini bervariasi antara 60 m² – 200 m², baik bertingkat maupun tidak disesuaikan dengan bentuk dilapangan. Ada dua macam direksi Keet yaitu menggunakan kontainer atau menggunakan sistem rakitan (lebih umum digunakan).

Penempatan Direksi Keet :

Pada umumnya dibangun diatas lahan yang tidak terpakai. Letak bangunan tersebut dibangun sesuai dengan keinginan pemilik proyek, tetapi penempatannya tidak boleh mengganggu transportasi atau kegiatan yang akan berlangsung.

7.2.4 Mobilisasi

Mobilisasi adalah kegiatan mendatangkan sumber daya yang digunakan seperti alat-alat berat, material dan tenaga kerja ke lokasi proyek. kebutuhan alat berat yang didatangkan adalah:

- Mobile crane
- Mesin Bor pile
- Bulldozer

- Truk Mixer

7.3 Pekerjaan Bangunan Pondasi

7.3.1 Pekerjaan Persiapan

- Marking dan penomeran pengeboran.
- Pembuatan bak penampungan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara air buangan.
- Pompa air kotor
- Material pendukung (beton ready mix)
- Perakitan tulangan baja.

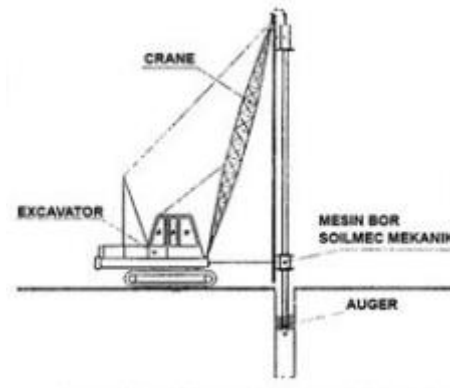
7.3.2 Pekerjaan Pengeboran

Melihat kondisi tanah yang ada dilapangan, maka digunakan sistem pengeboran metode basah. Air digunakan untuk menghancurkan material tanah dan mengurangi gesekan dalam lubang.

Pengeboran menggunakan *Cross Drill* dibantu dengan semprotan air (air berlumpur) yang mengalir melalui lubang batang yang difungsikan untuk menghancurkan tanah sehingga tanah dapat diangkut keluar lubang.

Pembersihan tahap pertama dilakukan dengan penyemprotan air selama ± 10 menit setelah kedalaman rencana tercapai.

Untuk memastikan kondisi lubang telah bersih digunakan bor spiral yang berfungsi untuk membawa dan memotong tanah sisa yang tidak dibawa oleh air. Dengan sistem ini, diharapkan bahwa semua sisa pengeboran bias terangkat. Tahap ini adalah langkah terakhir dari pengeboran.



Gambar 7. 2 Pengeboran Borepile

7.3.3 Pekerjaan Pembesian

Tahap selanjutnya adalah pemasangan besi beton dan pipa tremi untuk pengecoran. Kerangka baja tulangan sesaat setelah dilakukan pekerjaan pengeboran, hal ini dilakukan karena jika tertunda terlalu lama, tanah pada lubang bor bisa rusak dan bisa perlu dilakukan pengeboran lagi. Oleh karena itu tulangan rakitan harus sudah disiapkan tidak jauh dari lokasi pengeboran.

kerangka baja tulangan yang telah diinstal diangkat dengan bantuan diesel dan *power winch* dalam posisi tegak lurus terhadap lubang bor dan diturunkan dengan hati-hati agar tidak terjadi banyak singgungan terhadap lubang bor. Baja tulangan yang telah dimasukkan dalam lubang bor ditahan dengan potongan tulangan yang diletakkan melintang lubang bor.

Setelah rangka tulangan terpasang, maka pipa tremi harus dimasukkan kedalam lubang dengan panjang sesuai kedalaman lubang bor. Bila dalam pemasangan tulangan terjadi keruntuhan, maka harus dilakukan pembersihan ulang

dengan memompa air kedalam stang bor dan pipa tremie agar tanah dan reruntuhan yang menempel pada besi tulangan dapat dibersihkan kembali.



Gambar 7. 3 Pembesian dan Penahan Tulangan Melintang

7.3.4 Pekerjaan Pengecoran

Tahap selanjutnya adalah pengecoran bore pile kedalam lubang cor. berikut langkah-langkahnya :

1. Untuk memisahkan adukan beton dari lumpur limbah pengeboran diawal pengecoran, maka digunakan kantong plastik yang diisi adukan beton dan diikat dengan kawat beton kemudian digantung dibagian dalam lubang tremie satu meter kebawah lubang tremie.
2. Setelah persiapan pengecoran selesai, beton ditampung didalam corong tremie dan ditahan oleh bola plastik yang berisi adukan beton, setelah cukup penuh bola kantong plastik dilepas sehingga beton dapat mendorong lumpur yang ada pada lubang tremie. Pengecoran dilakukan terus menerus untuk menghindari kemacetan pada pipa tremie. Dengan sistem trenie ini, pengecoran dimulai dari dasar lubang

agar mendorong air/lumpur dari bawah menuju keluar lubang.

3. Pengecoran dilakukan dengan bantuan vibrator untuk membantu aliran campuran beton kedalam lubang agar tidak ada udara yang terjebak dalam campuran beton.
4. Jika campuran beton tidak bisa turun lebih jauh, dengan kata lain permukaan campuran beton semakin meningkat. Maka pipa tremie bisa ditarik perlahan-lahan sambil terus menuangkan campuran beton. Penarikan pipa tremie ini harus dijaga sehingga ujung bawah pipa tetap terendam 1 meter didalam campuran beton. Pipa tremie bisa diangkat jika campuran beton telah naik lebih dari 3 meter di bawah pipa tremie.
5. Pengecoran dihentikan saat campuran beton sampai ke permukaan lubang (meluap) dan benar-benar bersih dari lumpur atau kotoran lainnya.
6. Tahap pengeboran diatas dilanjutkan ke titik pengeboran yang lain sesuai nomor pengeborannya.



Gambar 7. 4 Pengecoran dengan Ready Mix

7.4 Pekerjaan Pilecap

7.4.1 Pekerjaan Penggalian dan Pembersihan

Sebelum pekerjaan dimulai, perlu dilakukan pekerjaan persiapan terlebih dahulu dengan menentukan as *pile cap* dengan menggunakan *theodholit* dan *waterpass* berdasarkan *shop drawing* yang dilanjutkan dengan pemasangan patok as *pile cap*.

Selanjutnya dilakukan penggalian ke kedalaman yang diinginkan dan penggalian disesuaikan dengan dimensi *pile cap*.

Setelah dilakukan penggalian sesuai kedalaman, lalu dilakukan pembobokan/pemotongan kepala *Bored Pile* tiang pancang yang mengalami kelebihan.



Gambar 7. 5 Penggalian



Gambar 7. 6 Pemotongan Kepala Borepile

7.4.2 Pekerjaan Bekisting

Sebelum pekerjaan bekisting dimulai, perlu dilakukan urugan pasir setebal 5 cm pada dasar penggalian. Setelah itu bisa langsung ketahap selanjutnya dengan dibuat lantai kerja (*lean concrete*) maupun tanpa lantai kerja (langsung cor).

Pada tepi penggalian dapat digunakan bekisting dari kayu ataupun dibuat menggunakan pasangan batako putih.

7.4.3 Pemasangan Pembesian

Penulangan pada *pile cap* dikerjakan berdasarkan spesifikasi dari gambar rencana.

7.4.4 Pekerjaan Pengecoran

Persiapan pengecoran yang harus dilakukan yaitu telah disiapkannya lahan cor yang bersih dari segala macam kotoran seperti potongan kaso, multiplek, kawat besi dan puntung rokok.

Sebelum dilakukan penuangan adukan beton harus di test slump terlebih dahulu dengan nilai slump ± 12 cm. Setelah beton memenuhi, dapat dilakukan penuangan beton pada area *pile cap* yang telah disiapkan dengan diiringi dengan penggunaan *vibrator* agar tidak ada celah antara tulangan.

7.5 Pekerjaan Pilar

Pekerjaan Pilar dilakukan dengan dua tahap pembesian, bekisting dan pengecoran. Untuk pilar dengan tinggi 5,4 m perlu dilakukan tahap yang berbeda setiap 2,7 meter dan untuk pilar dengan tingi 7,4 perlu dilakukan pengecoran setiap 3,7 meter agar memudahkan pelaksanaannya.

7.5.1 Pekerjaan Penulangan

Penulangan pada pilar dikerjakan berdasarkan spesifikasi dari gambar rencana. tulangan dipisahkan masing-masing tinggi 4 meter dan disambung dengan kawat bendrat.

Setelah itu dilakukan pengecekan kelurusan pemasangan menggunakan alat *Theodolit*.

7.5.2 Pemasangan Bekisting

Bekisting menggunakan konstruksi *Formwork* dengan tinggi 2,7 meter 2 tahap untuk pilar dengan tinggi 5,4 meter dan 3,7 meter 2 tahap untuk pilar dengan tinggi 7,4 meter serta dimensi sesuai dimensi pilar yang direncanakan. Pada sekeliling *Formwork* dipasang instalasi *scaffolding* sebagai lantai kerja bagi pekerja agar memudahkan pekerjaan. Setelah itu dilakukan pengecekan kelurusan pemasangan menggunakan alat *Theodolit*.



Gambar 7. 7 Pemasangan Bekisting

7.5.3 Pekerjaan Pengecoran

Setelah dipasang bekisting dan *scaffolding*, selanjutnya disiapkan beton yang siap untuk dilakukan pengecoran. Namun sebelum itu, perlu dilakukan uji slump dan pengambilan sampel beton berupa 4 sampel silinder untuk penentuan hari pelepasan bekisting apakah perlu 7 hari, 14 hari, 21 hari, atau 28 hari.

Setelah semua telah dilakukan maka dapat dilakukan pengecoran pada tahap pertama (2,7 dan 3,7 meter awal), tapi perlu diperhatikan perlu dilakukan pengrojokan menggunakan selang tremi dengan tinggi jatuh bebas lebih kurang 1,5 m dari dasar pilar yang di tinjau agar beton dapat merata pada pilar dan tidak tersisa udara.

7.5.4 Pelepasan Bekisting

Setelah hasil cor tahap pertama sudah cukup kering dan kuat tekan beton melebihi hasil uji tekan sebelumnya, *formwork* dapat dinaikkan pada elevasi berikutnya (tahap 2).

7.6 Pekerjaan Kepala Pilar (Pierhead)

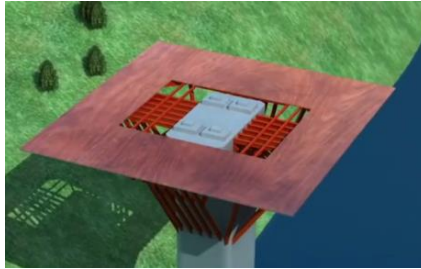
Pekerjaan Kepala Pilar atau Pierhead hampir sama dengan badan pilar hanya saja pada pierhead pengerjakan bekisting dan pengecoran dilakukan 1 tahap seperti pengerjaan pada pilecap.

7.7 Pekerjaan Box Girder

Setelah pekerjaan bagian bangunan bawah selesai semua, baru akan dimulai pekerjaan box girder dimulai tepat di bagian atas pilar.

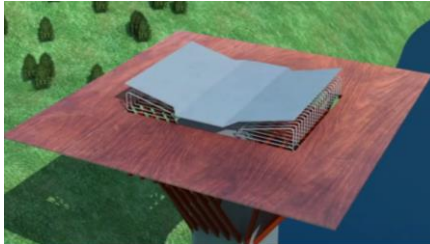
Langkah-langkah dalam pelaksanaan box girder :

1. Dibuatkan perancah untuk mempermudah pekerjaan box girder pada as cl tersebut seperti yang terlihat pada gambar 7.8



Gambar 7. 8 Pemasangan Perancah

2. Pasang dukungan dukungan tambahan dan bekisting bawah untuk box girder pada as cl tersebut seperti pada gambar 7.9.



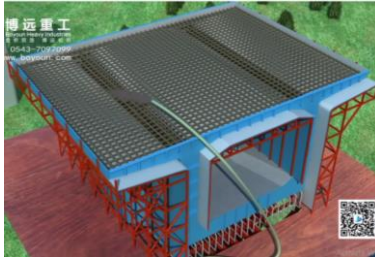
Gambar 7. 9 Pemasangan Bekisting Bawah

3. Pemasangan bekisting sesuai desain box girder beserta pembesian seperti yang terlihat pada gambar 7.10



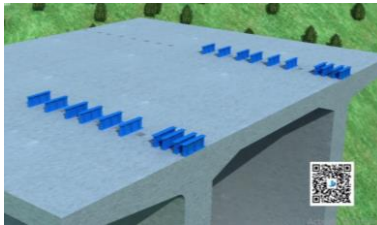
Gambar 7. 10 Pemasangan Pembesian

4. Lakukan pengecoran pada box girder tersebut dapat di lihat pada gambar 7.11.



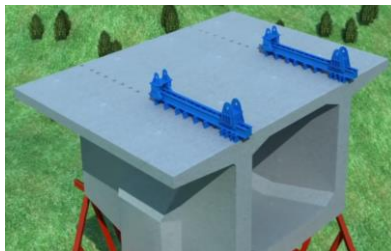
Gambar 7. 11 Pengerjaan Pengecoran

5. Pemasangan *main jack* pada daerah dimana pergerakan traveler akan terjadi seperti pada gambar 7.12.



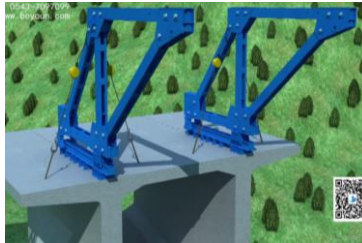
Gambar 7. 12 Pemasangan *Main Jack*

6. Pemasangan *moving rail* (pergerakan traveler) seperti pada gambar 7.13.



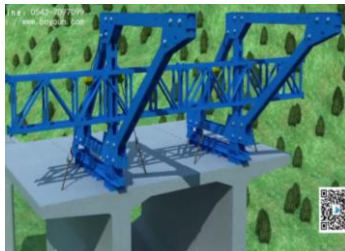
Gambar 7. 13 Pemasangan *Moving Rail*

7. Pemasangan *main longitudinal frame* yang di letakan diatas *main jack* seperti yang terlihat pada gambar 7.14.



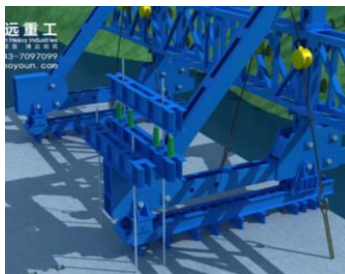
Gambar 7. 14 Pemasangan *Main Longitudinal Frame*

8. Pemasangan *transverse truss system* yang di letakan melintang pada *main longitudinal frame* seperti yang terlihat pada gambar 7.15.



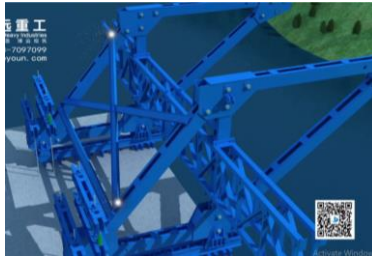
Gambar 7. 15 Pemasangan *Transverse Truss System*

9. Pemasangan *Rear tie down system* yang pasang beton box girder tersebut dapat di lihat pada gambar 7.16



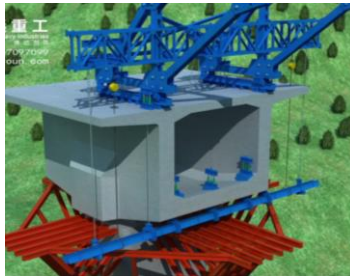
Gambar 7. 16 Pemasangan *Rear Tie Down System*

10. Pemasangan sambungan *bracing* pada kedua sisi *main longitudinal frame* dapat dilihat pada gambar 7.17



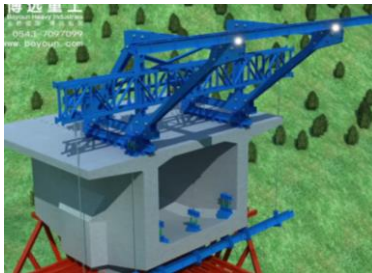
Gambar 7. 17 Pemasangan Sambungan Bracing

11. Pasang *Rear Joist* melintang pertama pada *bottom fromwork* dengan diberikan *hanger rod* dapat dilihat pada gambar 7.18



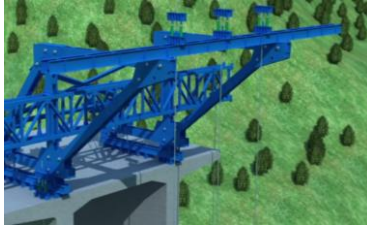
Gambar 7. 18 Pemasangan *Rear Joist* dan *Hanger Rod*

12. Pasang *Front Upper Cross Girder* pada posisi melintang *main longitudinal frame* dapat dilihat pada gambar 7.19



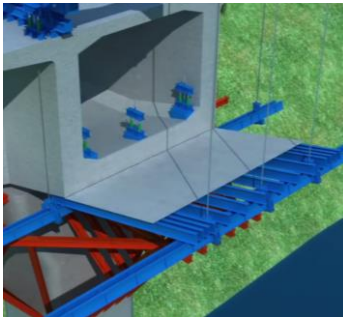
Gambar 7. 19 Pemasangan *Front Upper Cross Girder*

13. Pemasangan *Carrying Pull Beam* beserta *Hanger Rod* dapat dilihat pada gambar 7.20



Gambar 7. 20 Pasang *Carrying Pull Beam* dan *Hanger Rod*

14. Pemasangan *Rear Joist* melintang kedua dengan diberikan *Hanger Rod* juga setelah itu pasang balok-balok sebagai tumpuan bekisting bawah untuk segmen lain dapat dilihat pada gambar 7.21



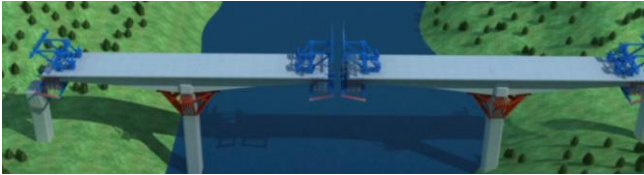
Gambar 7.21 Pemasangan Dudukan Bekisting Bawah

15. Pemasangan *Formwork* untuk segmen 1 dapat dilihat pada gambar 7.22



Gambar 7.22 Pemasangan *Formwork* untuk Segmen 1

16. Pengerjaan dilakukan pada kedua sisi pilar sekaligus dapat dilihat pada gambar 7.23



Gambar 7.23 Tahap Pengerjaan pada Kedua Sisi Pilar

17. Pengerjaan closure tinggal memindahkan traveler ke bentang utama jembatan dapat dilihat pada gambar 7.24



Gambar 7.24 Tahap Pengerjaan Closure

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VIII KESIMPULAN

8.1 Kesimpulan

- 1 Kontrol tegangan izin bahan beton prategang baik pada saat transfer maupun layan telah memenuhi syarat tekan dan tarik berturut-turut untuk nilai tegangan transfer dan layan adalah (-26,4 Mpa, 1,66 Mpa) dan (-22,5 Mpa, 3,54 Mpa).
- 2 Dengan memakai produk VSL *Post Tensioning Solutions* :
 - Tendon atas berjumlah 46 tendon dengan tipe strand 15 mm unit 6-27 *ducting* tipe 115
 - Tendon bawah tengah berjumlah 18 tendon dengan tipe strand 15 mm unit 6-15 *ducting* tipe 100
 - Tendon bawah ujung berjumlah 4 tendon dengan tipe strand 15 mm unit 6-10 *ducting* tipe 76
- 3 Lendutan yang terjadi baik pada saat pelaksanaan (L/400) dan menerus (L/800) telah memenuhi syarat yang telah ditentukan.
- 4 Hasil analisis data tanah SPT di daerah Porong-Sidoarjo, Jawa Timur menunjukkan jenis tanah lunak berada di kelas E ($\bar{N} < 15$) serta masuk dalam zona gempa 4 (Sd1 > 0,5).
- 5 Pondasi memakai jenis borepile beton dengan diameter 2000 mm serta kedalaman 28 m sampai pada jenis tanah lempung kelanauan berpasir.
- 6 Pelaksanaan menggunakan beton segmental dengan pengerjaan *jacking* (penarikan) berada tidak sejajar dengan arah tendon jadi penempatan diletakan di luar pada daerah sekitar dinding (web) dari *box girder*.

- 7 Metode pelaksanaan *Balanced Cantilever* dengan menggunakan traveler *formwork* jenis traveler desain CIC (Consortium Indonesia Contractor) dengan menggunakan sistem hidrolis sebagai penggerakannya.

DAFTAR PUSTAKA

Ardyansyah, A., 2009. *Efektifitas Pekerjaan Box Girder dengan Traveler Formwork Desain Cic dan Ccc Pada Approach Bridge Jembatan Suramadu*, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1990. *Petunjuk Lokasi dan Standar Spesifikasi Bangunan Pengaman Tepi Jalan*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

Federal Highway Administration. *Post-Tensioned Box Girder Design Manual*. U.S. Department of Transportation.

Henry Betoholi Hulu dan Rudi Ikandar. *Analisa Daya Dukung Pondasi Bore Pile Dengan Menggunakan Metode Analitis*. Universitas Sumatra Utara.

Nawy, Edward G. *Beton Prategang*, 2001

Ned, T. L. & Burn, H., 1993. *Desain Struktur Beton Prategang*. Third ed. Jakarta: Erlangga.

RSNI T-12-2004, n.d. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*.

RSNI-T-02-2005. *Standar Pembebanan untuk Jembatan*

Rombach, G., 2002. *Precast segmental box girder bridges with external prestressing*. INSA Rennes, p. 1.

Sosrodarsono, Ir. Suyono, Kazuto Nakazawa. 2000. *Teknik Pondasi*. Jakarta : Pradnya Paramita

SNI-1725-2016. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*.

SNI-2833-2016. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*

Walter Podolny JK dan Jean M Muller. *Construction and Design Prestressed Concrete Segmental Bridges*, Januari, 1982.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

PROFIL LAPISAN TANAH

TERKENDALI

B-8
 Koordinat
 X=88984
 Y=918888

B-1
 Koordinat
 X=88913
 Y=918930

B-2
 Koordinat
 X=88978
 Y=918978

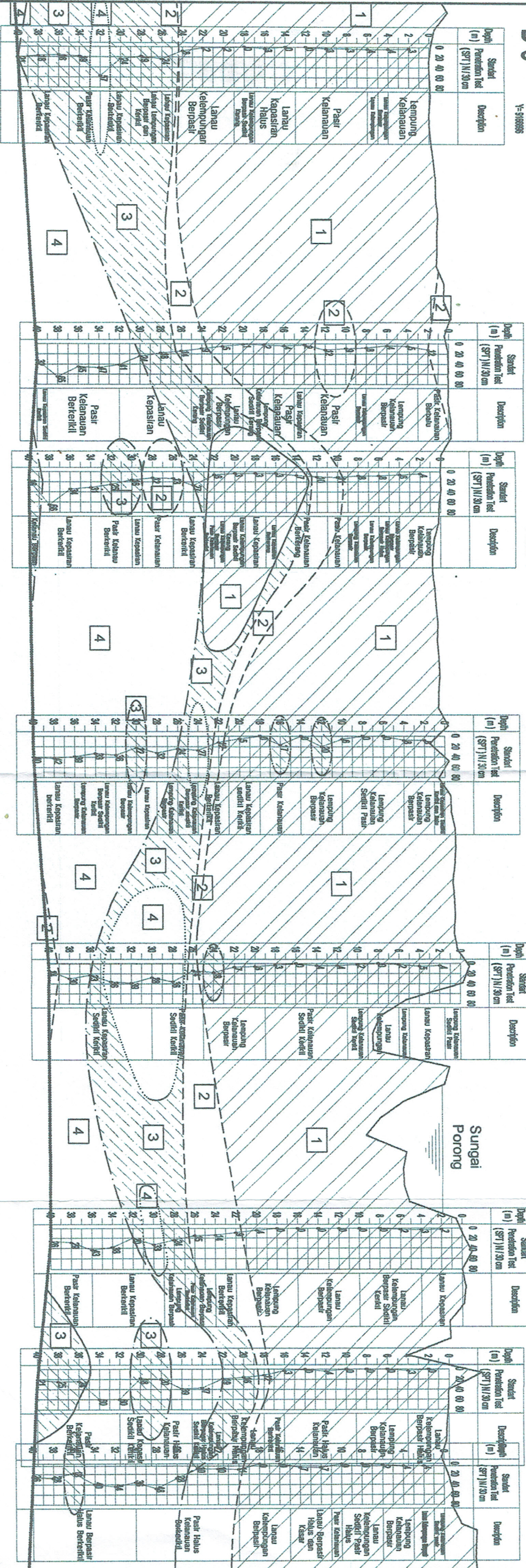
B-3
 Koordinat
 X=88921
 Y=918978

B-4
 Koordinat
 X=88988
 Y=918954

B-5
 Koordinat
 X=88988
 Y=918937

B-6
 Koordinat
 X=88987
 Y=918930

B-7
 Koordinat
 X=88927
 Y=918920



KETERANGAN

1 Lanau pasir halus kelempeungan very loose to loose N-SPT 0-8 Blows/Feet

2 Lanau pasir halus kelempeungan loose to medium N-SPT 9-15 Blows/Feet

3 Lanau pasir halus kelempeungan medium to stiff N-SPT 16-25 Blows/Feet

4 Lanau pasir halus kelempeungan stiff to very stiff N-SPT 26 > Blows/Feet

Status Gambar	Pemeriksaan Gambar
Tanggal Terbit	
Tanggal Revisi	
Datar distibusi	
39+000	
39+100	
39+200	
39+300	
39+400	

PT. Virama Karya (Persero)



PERHITUNGAN DAYA DUKUNG BOREPILE

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Cu	qd	fi	Σ li.fi	Rf	Rp	Ru	Ra tekan	Ra tekan	Ra cabut	Ra cabut
			(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(SF=3,0)	(SF=2,0)	(SF=3,0)
0	lempung kelanauan sedikit pasir	0	0	0	0,00								
-1	lempung kelanauan sedikit pasir	4	26,6667	240	14,67	15	92,15	753,98	846,14	282,05	423,07	30,72	36,86
-2	lempung kelanauan sedikit pasir	4	26,6667	240	14,67	29	184,31	753,98	938,29	312,76	469,14	61,44	73,72
-3	lanau kepasiran	3	20	180	11,00	40	253,42	565,49	818,91	272,97	409,45	84,47	101,37
-4	lanau kepasiran	5	33,3333	300	18,33	59	368,61	942,48	1311,09	437,03	655,55	122,87	147,45
-5	lanau kepasiran	4	26,6667	240	14,67	73	460,77	753,98	1214,75	404,92	607,37	153,59	184,31
-6	lanau kepasiran	2	13,3333	120	7,33	81	506,84	376,99	883,83	294,61	441,92	168,95	202,74
-7	lempung kelanauan	2	13,3333	120	7,33	88	552,92	376,99	929,91	309,97	464,96	184,31	221,17
-8	lanau kelepungan	2	13,3333	120	7,33	95	599,00	376,99	975,99	325,33	487,99	199,67	239,60
-9	lanau kelepungan	2	13,3333	120	7,33	103	645,07	376,99	1022,06	340,69	511,03	215,02	258,03
-10	lanau kelepungan	2	13,3333	120	7,33	110	691,15	376,99	1068,14	356,05	534,07	230,38	276,46
-11	lempung kelanauan sedikit kerikil	4	26,6667	240	14,67	125	783,30	753,98	1537,29	512,43	768,64	261,10	313,32
-12	lempung kelanauan sedikit kerikil	4	26,6667	240	14,67	139	875,46	753,98	1629,44	543,15	814,72	291,82	350,18
-13	pasir kelanauan sedikit kerikil	4	26,6667	240	14,67	154	967,61	753,98	1721,59	573,86	860,80	322,54	387,04
-14	pasir kelanauan sedikit kerikil	4	26,6667	240	14,67	169	1059,76	753,98	1813,75	604,58	906,87	353,25	423,91
-15	pasir kelanauan sedikit kerikil	2	13,3333	120	7,33	176	1105,84	376,99	1482,83	494,28	741,42	368,61	442,34
-16	pasir kelanauan sedikit kerikil	2	13,3333	120	7,33	183	1151,92	376,99	1528,91	509,64	764,45	383,97	460,77
-17	pasir kelanauan sedikit kerikil	3	20	180	11,00	194	1221,03	565,49	1786,52	595,51	893,26	407,01	488,41
-18	pasir kelanauan sedikit kerikil	3	20	180	11,00	205	1290,15	565,49	1855,63	618,54	927,82	430,05	516,06
-19	pasir kelanauan sedikit kerikil	5	33,3333	300	18,33	224	1405,34	942,48	2347,82	782,61	1173,91	468,45	562,14
-20	pasir kelanauan sedikit kerikil	6	40	360	22,00	246	1543,57	1130,97	2674,54	891,51	1337,27	514,52	617,43
-21	pasir kelanauan sedikit kerikil	7	46,6667	420	25,67	271	1704,84	1319,47	3024,31	1008,10	1512,15	568,28	681,94
-22	lempung kelanauan berpasir	7	46,6667	420	25,67	297	1866,11	1319,47	3185,57	1061,86	1592,79	622,04	746,44
-23	lempung kelanauan berpasir	18	120	1080	66,00	363	2280,80	3392,92	5673,72	1891,24	2836,86	760,27	912,32
-24	lempung kelanauan berpasir	17	113,333	1020	62,33	425	2672,45	3204,42	5876,87	1958,96	2938,44	890,82	1068,98
-25	lempung kelanauan berpasir	16	106,667	960	58,67	484	3041,06	3015,93	6056,99	2019,00	3028,50	1013,69	1216,42
-26	lempung kelanauan berpasir	15	100	900	55,00	539	3386,64	2827,43	6214,07	2071,36	3107,04	1128,88	1354,65
-27	lempung kelanauan berpasir	24	160	1440	88,00	627	3939,56	4523,89	8463,45	2821,15	4231,73	1313,19	1575,82
-28	lempung kelanauan berpasir	36	240	2160	132,00	759	4768,94	6785,84	11554,78	3851,59	5777,39	1589,65	1907,58
-29	pasir kelanauan sedikit kerikil	30	200	1800	110,00	869	5460,09	5654,87	11114,95	3704,98	5557,48	1820,03	2184,04
-30	pasir kelanauan sedikit kerikil	30	200	1800	110,00	979	6151,24	5654,87	11806,11	3935,37	5903,05	2050,41	2460,50
-31	pasir kelanauan sedikit kerikil	30	200	1800	110,00	1089	6842,39	5654,87	12497,26	4165,75	6248,63	2280,80	2736,96
-32	pasir kelanauan sedikit kerikil	29	193,333	1740	106,33	1195	7510,50	5466,37	12976,87	4325,62	6488,44	2503,50	3004,20
-33	pasir kelanauan sedikit kerikil	35	233,333	2100	128,33	1324	8316,84	6597,34	14914,19	4971,40	7457,09	2772,28	3326,74
-34	pasir kelanauan sedikit kerikil	36	240	2160	132,00	1456	9146,22	6785,84	15932,06	5310,69	7966,03	3048,74	3658,49
-35	lanau kepasiran sedikit kerikil	37	246,667	2220	135,67	1591	9998,64	6974,34	16972,98	5657,66	8486,49	3332,88	3999,46
-36	lanau kepasiran sedikit kerikil	23	153,333	1380	84,33	1676	10528,52	4335,40	14863,92	4954,64	7431,96	3509,51	4211,41
-37	lanau kepasiran sedikit kerikil	27	180	1620	99,00	1775	11150,56	5089,38	16239,94	5413,31	8119,97	3716,85	4460,22
-38	lanau kepasiran sedikit kerikil	30	200	1800	110,00	1885	11841,71	5654,87	17496,58	5832,19	8748,29	3947,24	4736,68
-39	lanau kepasiran sedikit kerikil	28	186,667	1680	102,67	1987	12486,78	5277,88	17764,66	5921,55	8882,33	4162,26	4994,71
-40	lanau kepasiran sedikit kerikil	26	173,333	1560	95,33	2083	13085,78	4900,88	17986,67	5995,56	8993,33	4361,93	5234,31

KETERANGAN : warna hijau menunjukkan kedalaman borepile rencana pada kedalaman 28 m dengan kondisi tanah berupa “Lempung Kelanauan Berpasir”

14	20,34	0,41	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36	87	4	19289	7	20	58658	-12,37	-13,09	38,69	6,70	69,64	7,21	17,95	186,21	1070,20	29965,70	2,08	0,39	0,97	10,01	13,44	OKE
13	20,39	0,41	24,35	3,04	1,41	1,63	1,11	1,38	81	8	38411	13	16	46926	-10,61	-11,22	33,18	6,70	37,50	6,07	17,94	187,66	1107,54	24809,00	1,78	0,33	0,96	10,09	13,16	OKE
12	20,50	0,41	25,55	3,10	1,44	1,66	1,14	1,41	75	12	57407	19	12	35195	-16,22	-16,25	50,71	6,70	25,66	0,36	17,93	185,09	1110,15	18650,55	2,73	0,02	0,96	9,95	13,66	OKE
11	20,66	0,41	27,40	3,19	1,48	1,71	1,18	1,46	69	16	76317	25	8	23463	-10,51	-12,25	32,86	6,70	19,50	17,46	17,92	185,26	1116,91	12509,36	1,77	0,94	0,96	9,96	13,63	OKE
10	20,88	0,41	29,97	3,31	1,53	1,78	1,23	1,53	63	18	85851	31	4	11732	-17,39	-17,13	54,39	6,70	15,73	2,67	17,90	183,79	1115,41	6246,31	2,92	0,14	0,96	9,88	13,91	OKE
9	21,13	0,41	33,13	3,45	1,60	1,85	1,30	1,60	57	22	104724	0	0	0	-10,62	-11,25	33,22	6,70	0	6,28	17,89	187,62	1144,89	0	1,79	0,34	0,96	10,09	13,17	OKE
8	21,44	0,42	37,18	3,62	1,68	1,94	1,38	1,69	51	24	114320	0	0	0	-17,12	-16,05	53,54	6,70	0	10,71	17,87	182,24	1125,54	0	2,88	0,58	0,96	9,80	14,21	OKE
7	21,80	0,42	42,26	3,82	1,77	2,05	1,47	1,80	45	28	133183	0	0	0	-16,32	-16,52	51,04	6,70	0	1,97	17,85	184,69	1134,35	0	2,74	0,11	0,96	9,93	13,74	OKE
6	22,21	0,42	48,53	4,05	1,87	2,18	1,57	1,93	39	30	142829	0	0	0	-18,92	-16,23	59,18	6,70	0	26,97	17,83	177,48	1108,44	0	3,18	1,45	0,96	9,54	15,13	OKE
5	22,68	0,42	56,17	4,31	2,00	2,31	1,70	2,06	33	34	161667	0	0	0	-13,99	-12,89	43,75	6,70	0	11,01	17,81	184,32	1133,02	0	2,35	0,59	0,96	9,91	13,81	OKE
4	23,18	0,42	74,91	4,59	2,13	2,46	1,83	2,21	27	36	171377	0	0	0	-22,05	-18,11	68,95	6,70	0	39,39	17,79	172,67	1091,10	0	3,71	2,12	0,96	9,28	16,06	OKE
3	23,74	0,42	87,64	4,90	2,27	2,63	1,97	2,38	21	40	190176	0	0	0	-16,45	-13,15	51,45	6,70	0	33,08	17,77	177,85	1109,76	0	2,77	1,78	0,96	9,56	15,06	OKE
2	24,35	0,42	102,91	5,24	2,43	2,81	2,13	2,56	15	42	199813	0	0	0	-22,68	-17,74	70,93	6,70	0	49,44	17,75	170,06	1081,72	0	3,81	2,66	0,95	9,14	16,57	OKE
1	25,02	0,42	121,12	5,61	2,61	3,00	2,31	2,75	9	46	218549	0	0	0	-26,57	-22,37	83,09	6,70	0	42,00	17,73	169,04	1078,05	0	4,47	2,26	0,95	9,09	16,77	OKE
cl	78,84	0,82	142,16	6,00	2,79	3,21	2,49	2,96	9	46	221827	0	0	0	-24,29	-20,16	75,96	6,70	0	41,36	11,35	172,11	1089,11	0	4,08	2,22	0,61	9,25	16,17	OKE
1	25,02	0,42	121,12	5,61	2,61	3,00	2,31	2,75	9	46	218549	0	0	0	-27,17	-27,18	84,96	6,70	0	0,15	17,73	177,73	1109,33	0	4,57	0,01	0,95	9,56	15,08	OKE
2	24,35	0,42	102,91	5,24	2,43	2,81	2,13	2,56	15	42	199813	0	0	0	-23,08	-18,46	72,19	6,70	0	46,29	17,75	170,47	1083,21	0	3,88	2,49	0,95	9,17	16,49	OKE
3	23,74	0,42	87,64	4,90	2,27	2,63	1,97	2,38	21	40	190176	0	0	0	-17,59	-13,42	55,02	6,70	0	41,73	17,77	175,19	1100,19	0	2,96	2,24	0,96	9,42	15,58	OKE
4	23,18	0,42	74,91	4,59	2,13	2,46	1,83	2,21	27	36	171377	0	0	0	-24,59	-20,63	76,89	6,70	0	39,57	17,79	170,90	1084,75	0	4,13	2,13	0,96	9,19	16,41	OKE
5	22,68	0,42	56,17	4,31	2,00	2,31	1,70	2,06	33	34	161667	0	0	0	-14,96	-14,39	46,79	6,70	0	5,68	17,81	184,81	1134,80	0	2,52	0,31	0,96	9,94	13,72	OKE
6	22,21	0,42	48,53	4,05	1,87	2,18	1,57	1,93	39	30	142829	0	0	0	-22,79	-20,71	71,26	6,70	0	20,74	17,83	176,21	1103,87	0	3,83	1,11	0,96	9,47	15,38	OKE
7	21,80	0,42	42,26	3,82	1,77	2,05	1,47	1,80	45	28	133183	0	0	0	-11,79	-13,85	36,87	6,70	0	20,62	17,85	183,71	1130,85	0	1,98	1,11	0,96	9,88	13,93	OKE
8	21,44	0,42	37,18	3,62	1,68	1,94	1,38	1,69	51	24	114320	0	0	0	-19,78	-20,02	61,86	6,70	0	2,37	17,87	182,24	1125,56	0	3,33	0,13	0,96	9,80	14,21	OKE
9	21,13	0,41	33,13	3,45	1,60	1,85	1,30	1,60	57	22	104724	0	0	0	-7,79	-12,63	24,35	6,70	0	48,47	17,89	180,37	1118,83	0	1,31	2,61	0,96	9,70	14,57	OKE
10	20,88	0,41	29,97	3,31	1,53	1,78	1,23	1,53	63	18	85851	0	0	0	-15,66	-17,71	48,97	6,70	0	20,56	17,90	181,08	1121,39	0	2,63	1,11	0,96	9,74	14,44	OKE
11	20,66	0,41	27,40	3,19	1,48	1,71	1,18	1,46	69	16	76317	0	0	0	-5,43	-9,60	16,99	6,70	0	41,73	17,92	183,43	1129,83	0	0,91	2,24	0,96	9,86	13,98	OKE
12	20,50	0,41	25,55	3,10	1,44	1,66	1,14	1,41	75	12	57407	4	4	7821	-11,43	-13,94	35,75	6,70	0	25,11	17,93	182,96	1128,15	6318	1,92	1,35	0,96	9,84	14,07	OKE
13	20,39	0,41	24,35	3,04	1,41	1,63	1,11	1,38	81	8	38411	4	4	7821	-7,97	-8,95	24,93	6,70	0	9,75	17,94	188,66	1148,63	6432	1,34	0,52	0,96	10,14	12,97	OKE
14	20,34	0,41	23,76	3,01	1,40	1,61	1,10	1,36	87	4	19289	4	4	7821	-5,42	-6,73	16,96	6,70	0	13,05	17,95	189,67	1152,27	6453	0,91	0,70	0,97	10,20	12,78	OKE

1.3 - STRAND PROPERTIES 15mm (0.6")

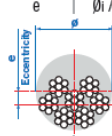
Strand type	prEN 10138 – 3 (2006) Y1860S7			ASTM A 416-06 Grade 270
Nominal diameter	d (mm)	15.3	15.7	15.24
Nominal cross section	A _p (mm ²)	140	150	140
Nominal mass	M (kg/m)	1.093	1.172	1.102
Nominal yield strength	f _{p0,1k} (MPa)	1636 ¹	1640 ¹	1676 ²
Nominal tensile strength	f _{pk} (MPa)	1860	1860	1860
Specif./min. breaking load	F _{pk} (kN)	260	279	260.7
Young's modulus	(GPa)	approx. 195		
Relaxation ³ after 1000 h at 20°C and 0.7 x F _{pk}	(%)	max. 2.5		

1) Characteristic value measured at 0.1% permanent extension

2) Minimum load at 1% extension for low-relaxation strand

3) Valid for relaxation class acc. to prEN 10138-3 or low-relaxation grade acc. to ASTM A 416-06

1.4 - TENDON PROPERTIES 15mm (0.6")

Unit	Strands numbers	Steel area			Breaking load			Corrugated steel duct ¹⁾ (recommended)		Corrugated plastic duct VSL PT-PLUS ²⁾		Steel pipes Ø ext. x t
		A _p acc. to prEN		ASTM	Y1860S7 (prEN)		Grade 270 (ASTM)	Ø _i / Ø _e	e	Ø _i / Ø _e	e	
		d=15.3 mm A _p =140 mm ²	d=15.7 mm A _p =150 mm ²	d=15.24 mm A _p =140 mm ²	d=15.3 mm A _p =140 mm ²	d=15.7 mm A _p =150 mm ²	d=15.24 mm A _p =140 mm ²	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
		[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[kN]	[kN]	[kN]					[mm]
6-1	1	140	150	140	260	279	260.7	25/30	5	22/25	4	25.0 x 2.0
6-2	2	280	300	280	520	558	521	40/45	9	76/25 ³⁾	-	42.4 x 2.0/2.5/3.0
6-3	3	420	450	420	780	837	782	40/45	6	76/25 ³⁾	-	42.4 x 2.0/2.5/3.0
6-4	4	560	600	560	1040	1116	1043	45/50 ⁴⁾	7	76/25 ³⁾	-	48.3 x 2.0/2.5/3.0
6-7	5	700	750	700	1300	1395	1304	50/57	8	58/63	13	76.1 x 2.0/2.5/3.0
	6	840	900	840	1560	1674	1564	55/62	9	58/63	11	
	7	980	1050	980	1820	1953	1825	55/62	7	58/63	9	76.1 x 2.0/2.5/3.0
6-12	8	1120	1200	1120	2080	2232	2086	65/72	11	76/81	18	80.0 x 2.0/ 2.5
	9	1260	1350	1260	2340	2511	2346	65/72	9	76/81	16	
	10	1400	1500	1400	2600	2790	2607	70/77	11	76/81	15	
	11	1540	1650	1540	2860	3069	2868	70/77	9	76/81	13	
6-12	12	1680	1800	1680	3120	3348	3128	75/82	11	76/81	12	80.0 x 2.0/ 2.5
6-15	13	1820	1950	1820	3380	3627	3389	80/87	13	100/106	25	101.6 x 3.0/4.0/5.0
	14	1960	2100	1960	3640	3906	3650	80/87	11	100/106	24	
6-15	15	2100	2250	2100	3900	4185	3911	80/87	10	100/106	23	101.6 x 3.0/4.0/5.0
6-19	16	2240	2400	2240	4160	4464	4171	85/92	12	100/106	22	101.6 x 3.0/4.0/5.0
	17	2380	2550	2380	4420	4743	4432	85/92	11	100/106	20	
	18	2520	2700	2520	4680	5022	4693	90/97	13	100/106	19	

6-19	19	2660	2850	2660	4940	5301	4953	90/97	12	100/106	18	101.6 x 3.0/4.0/5.0
6-22	20	2800	3000	2800	5200	5580	5214	100/107	17	100/106	17	114.3 x 3.0/4.0/5.0
	21	2940	3150	2940	5460	5859	5475	100/107	16	100/106	16	
6-22	22	3080	3300	3080	5720	6138	5735	100/107	15	100/106	15	114.3 x 3.0/4.0/5.0
6-27	23	3220	3450	3220	5980	6417	5996	100/107	14	115/121	22	114.3 x 3.0/4.0/5.0
	24	3360	3600	3360	6240	6696	6257	100/107	13	115/121	22	
	25	3500	3750	3500	6500	6975	6518	110/117	18	115/121	21	
	26	3640	3900	3640	6760	7254	6778	110/117	17	115/121	21	
6-27	27	3780	4050	3780	7020	7533	7039	110/117	16	115/121	20	114.3 x 3.0/4.0/5.0
6-31	28	3920	4200	3920	7280	7812	7300	110/117	15	130/136	27	127.0 x 3.0/4.0/5.0
	29	4060	4350	4060	7540	8091	7560	120/127	21	130/136	27	
	30	4200	4500	4200	7800	8370	7821	120/127	20	130/136	26	
6-31	31	4340	4650	4340	8060	8649	8082	120/127	19	130/136	25	127.0 x 3.0/4.0/5.0
6-37	32	4480	4800	4480	8320	8928	8342	120/127	18	130/136	24	139.7 x 3.0/4.0
	33	4620	4950	4620	8580	9207	8603	120/127	17	130/136	23	
	34	4760	5100	4760	8840	9486	8864	120/127	16	130/136	22	
	35	4900	5250	4900	9100	9765	9125	130/137	22	130/136	22	
	36	5040	5400	5040	9360	10044	9385	130/137	21	130/136	21	
6-37	37	5180	5550	5180	9620	10323	9646	130/137	20	130/136	20	139.7 x 3.0/4.0
6-43	43	6020	6450	6020	11180	11997	11210	140/147	21	150/157	27	152.4 x 3.0/4.0/5.0
6-55	55	7700	8250	7700	14300	15345	14339	160/167	26	150/157	21	168.3 x 3.0/4.0

1) Flat ducts possible as well

2) Flat duct PF-PLUS²⁾ with rectangular slab anchorages, for PF-PLUS²⁾ see also under 3.1.3.

3) If flat ducts (steel or PT PLUS²⁾) to be used with square type castings please contact your VSL representative. In plan view, tendons with slab type anchorages must be straight between anchorages or have only unidirectional turns with min. radii of > 6 m. Strands must always be pushed-in prior to concreting. Eccentricity e: negligible

4) Given values may slightly vary depending on local availability of ducts. They are minimal for most applications. For special cases (long tendons, many curvatures, small radii etc.) greater size duct is recommended – please verify with VSL. In any case the filling ratio (cross-section steel / duct) must not exceed 0.5 (EN52-2).

5) Please check with the nearest VSL office for the complete anchorage list.

2 - ANCHORAGES

For the selection and the dimensions of the most commonly used anchorages, please consult the VSL data sheets on anchorages. For spacing between anchorages and edge distance, refer to individual anchorage data sheet.

3 - DUCTING

3.1 TYPES

3.1.1 Bright corrugated steel ducts

The most commonly used sheaths are made from rolled steel strip. Round and flat (max. 5 strands are available). They are corrugated and leak-tight and must have sufficient strength to withstand varying degrees and types of mechanical loading. For additional information and details, locally valid norms (or for example EN523) can be consulted.

3.1.2 Galvanized corrugated steel ducts

Galvanization is sometimes used to ensure corrosion protection of the metal strip. It can provide lower friction losses when stressing the tendon.

Please check local code requirements.

3.1.3 Corrugated PT-PLUS® duct system

For enhanced corrosion protection and fatigue resistance of the tendons, use of the VSL PT-PLUS® corrugated plastic duct system is

recommended. The PT-PLUS® system is particularly suitable for railroad bridges, bridge decks, parking structures and other situations where severe corrosion or high fatigue loading may be expected. In addition, the PT-PLUS® system with additional details at the anchorages allows to provide electrically isolated tendons (EIT) and a protection level of

PL3 (fib bulletin 33). These EIT tendons permit monitoring of the leak tightness of the tendon encapsulation and protection of the tendon over the entire design life of the structure.



* Couplers are available with/without grommet vents for a smoother tube with dia. 23 mm

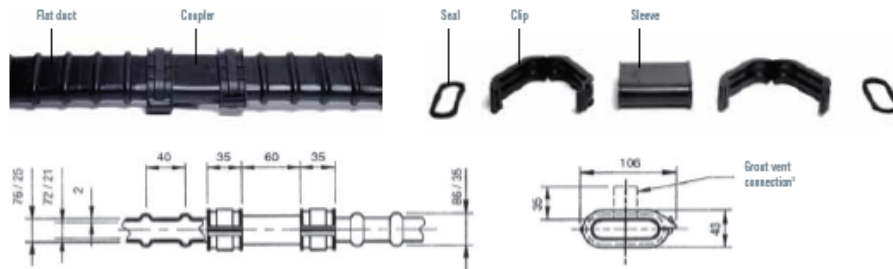
Dimensions for PT-PLUS® duct system

Dimensions in mm, subject to modifications

Type	Tendon unit		β A	β B	β C	D	E	β F	G	H	Nominal weight	
	0.5"	0.8"									Duct kg/m	Coupler kg/unit
22	5-1	6-1	22	25	31	1.5	55	27.5*	80*	27.5*	0.180	0.010
59	5-12	6-7	58	63	73	2.5	42	82	108	106	0.480	0.200
76	5-19	6-12	76	81	91	2.5	52.5	100	116	124	0.620	0.250
100	5-31	6-19/22	100	106	116	3.0	60	123	126	147	0.980	0.270
115	5-37	6-27	115	121	131	3.0	60	138	127	162	1.120	0.320
130	5-43/55	6-31/37	130	136	146	3.0	52	153	134	177	1.200	0.380
150		6-55	150	157	167	3.5	60	175	126	198	1.620	0.420

* One-piece sleeve/coupler

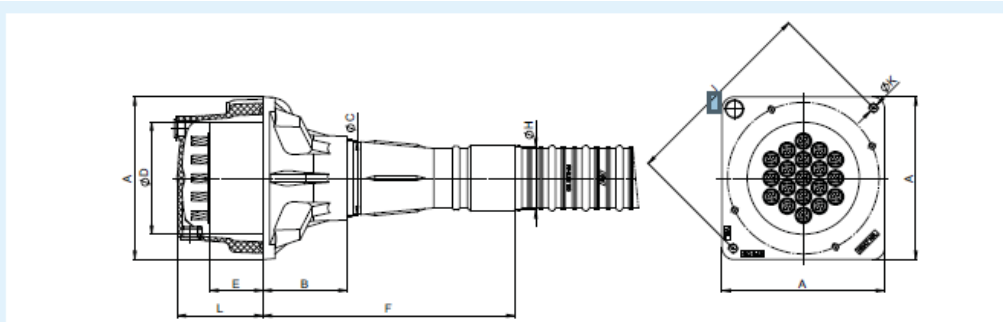
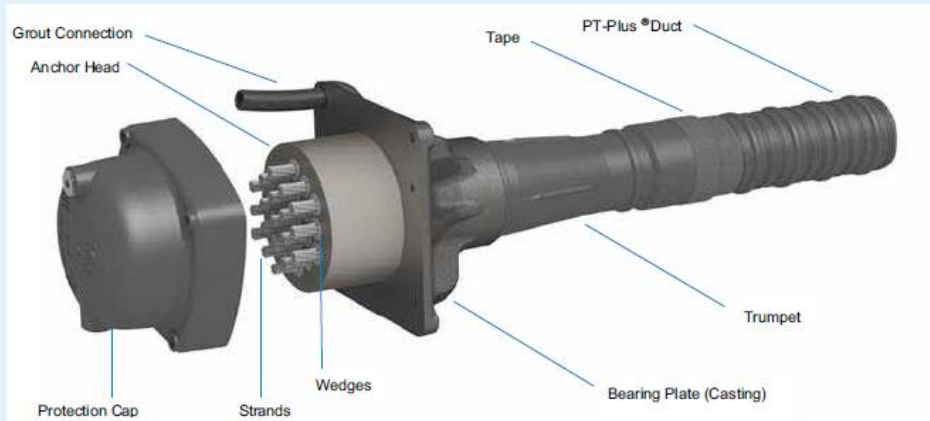
While PT-PLUS® ducts come in lengths of approximately 6 m, type 22 ducts are 7 m long



Dimensions in mm, subject to modifications

* Couplers are available with/without grommet vents for a smooth tube with dia. 25 / 26 mm

Multistrand Post-Tensioning System
Internal Bonded Post-Tensioning
ANCHORAGE TYPE GC



Unit	□A	B	ØC	ØD	E	F	ØH ⁽²⁾	J ⁽¹⁾	ØK	L
6-3	130	120	50	95	50	120	50	140	M12	105
6-4	140	120	60	110	55	120	60	154	M12	110
6-7	180	135	76	135	60	135	69	210	M12	120
6-12	230	220	92	170	75	220	92	264	M16	135
6-15	260	240	113	190	85	240	113	316	M16	145
6-19	290	150	131	200	95	450	112	354	M16	155
6-22	320	150	153	220	100	640	112	400	M16	160
6-27	350	170	164	240	110	620	127	430	M16	170
6-31	375	170	173	260	120	580	143	470	M16	180
6-37	410	170	196	280	135	770	142	524	M16	200
6-43	470	180	230	320	145	935	166	420	M20	215
6-55	520	180	240	340	160	1035	166	452	M20	230

Notes

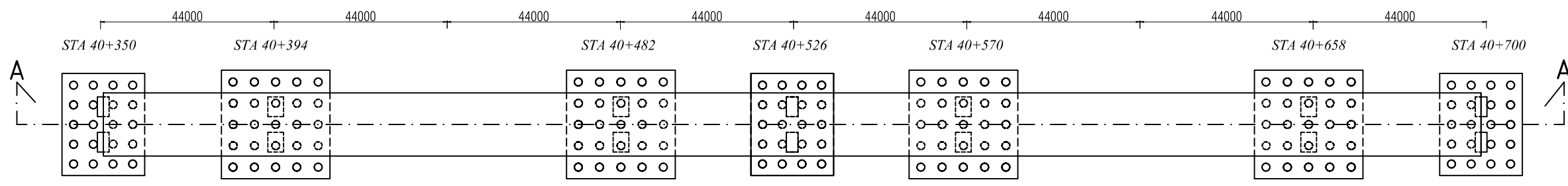
All dimensions in [mm]

System applicable to strands with $A_p = 140 \text{ mm}^2$ or $A_p = 150 \text{ mm}^2$

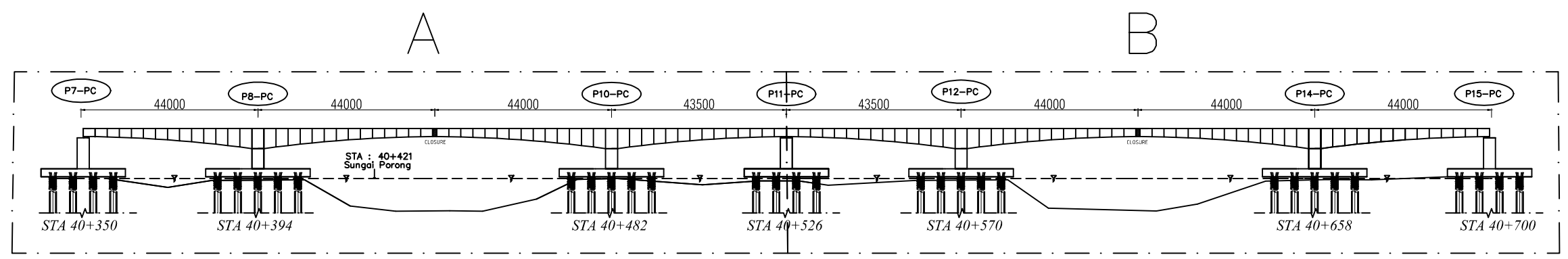
(1) J-spacing of bolts for fixation to formwork

(2) ØH- Inner dia of the trumpet

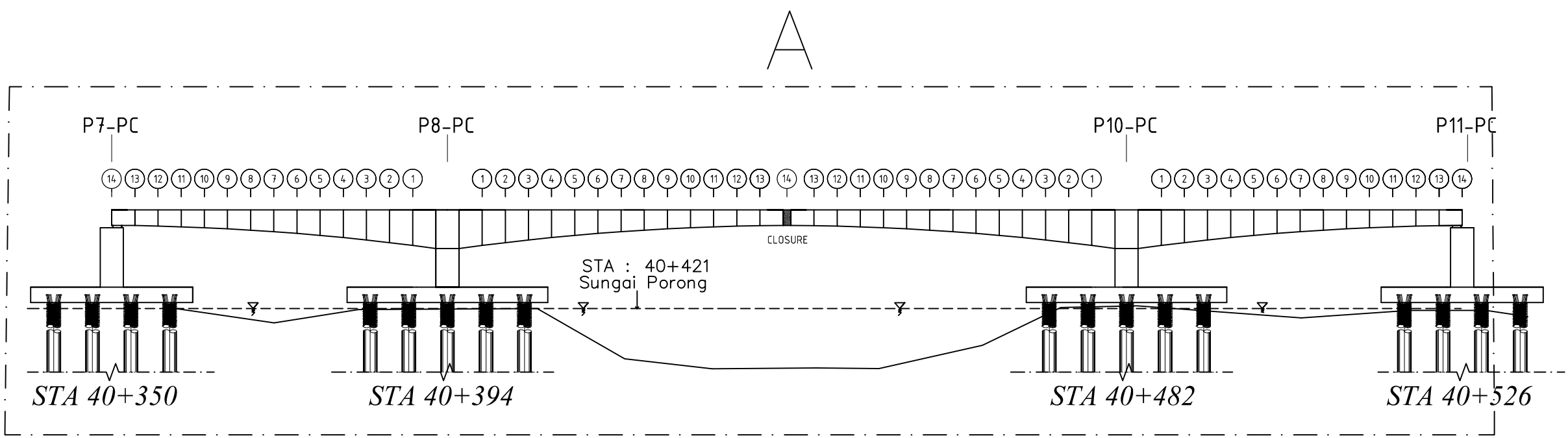
System can be used with corrugated steel duct or with PT-Plus® duct



TAMPAK ATAS JEMBATAN
SKALA 1 : 1000



POTONGAN MEMANJANG A-A
SKALA 1 : 1000



PENAMPANG MEMANJANG P7-PC S/D P11-PC (BAGIAN A)
SKALA 1 : 500

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

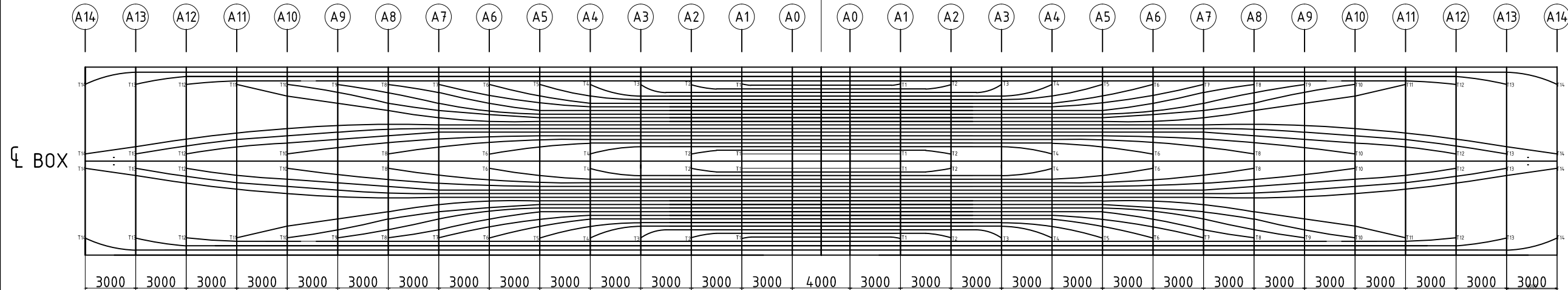
DIGAMBAR	NAMA	PARAF	TANGGAL
	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

Catatan :

Bagian A dan B sama-sama Simetris

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
01	RENCANA MODIFIKASI	45

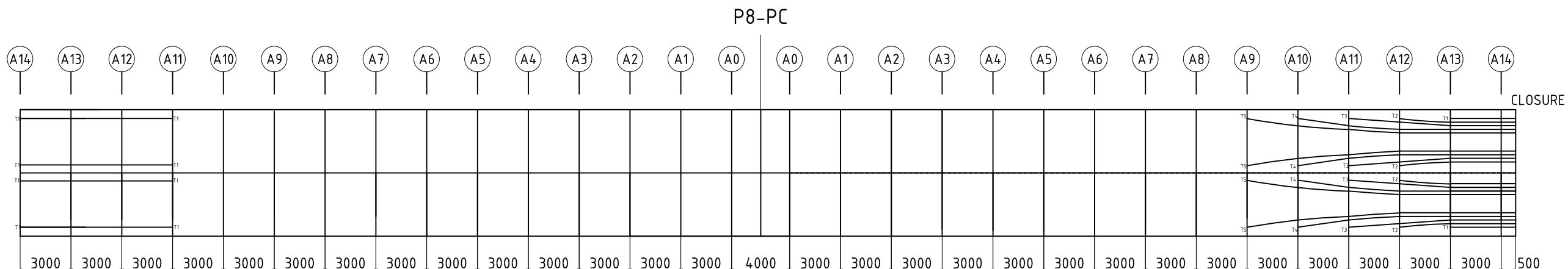
P8-PC



RENCANA TENDON ATAS
SKALA 1:250

IDENTIFIKASI TENDON ATAS

SEGMENT	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
JUMLAH TENDON	4	8	12	14	18	20	24	26	30	32	36	38	42	46	46
JENIS TENDON	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27	6-27



RENCANA TENDON BAWAH
SKALA 1:250

IDENTIFIKASI TENDON BAWAH UJUNG

SEGMENT	A14	A13	A12	A11
JUMLAH TENDON	4	4	4	4
JENIS TENDON	6-12	6-12	6-12	6-12

IDENTIFIKASI TENDON BAWAH TENGAH

SEGMENT	A14	A13	A12	A11	A10	A9
JUMLAH TENDON	18	18	16	12	8	4
JENIS TENDON	6-15	6-15	6-15	6-15	6-15	6-15

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

PROYEK AKHIR TERAPAN (RC - 146599)

JUDUL GAMBAR :

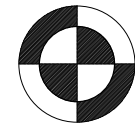
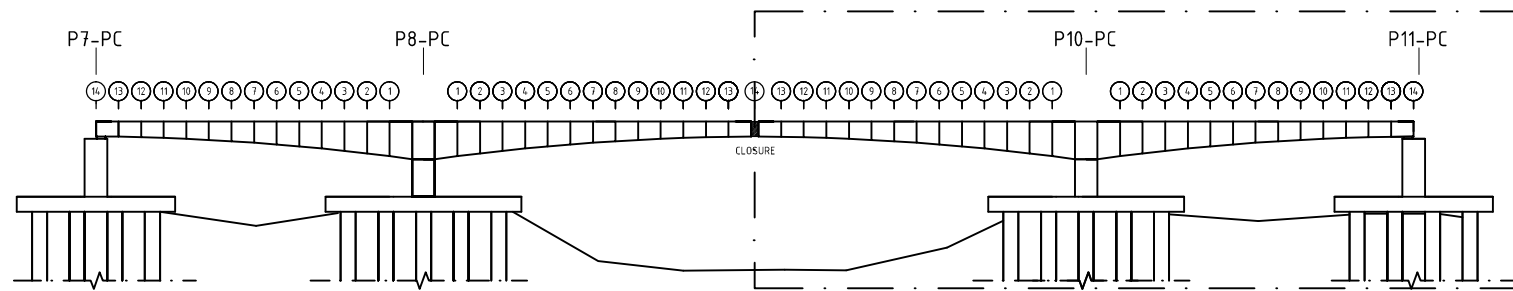
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

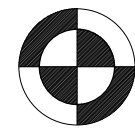
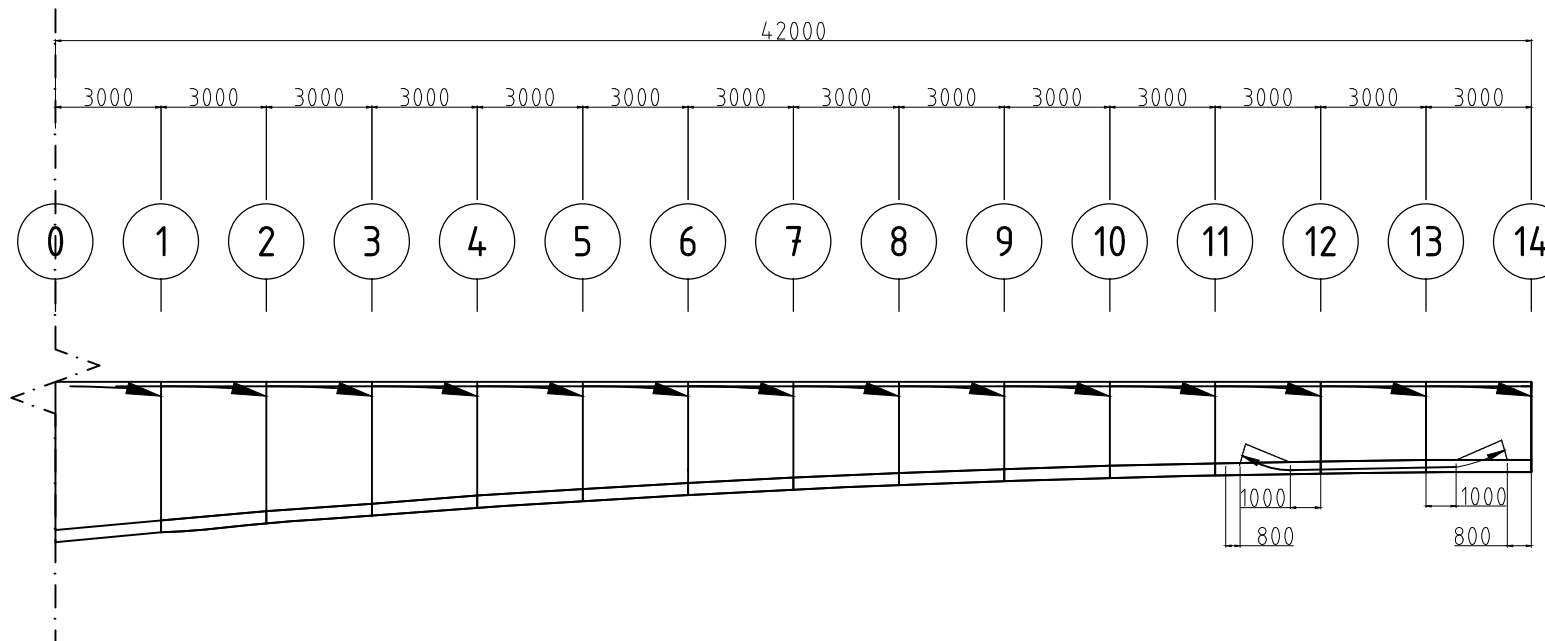


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

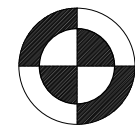
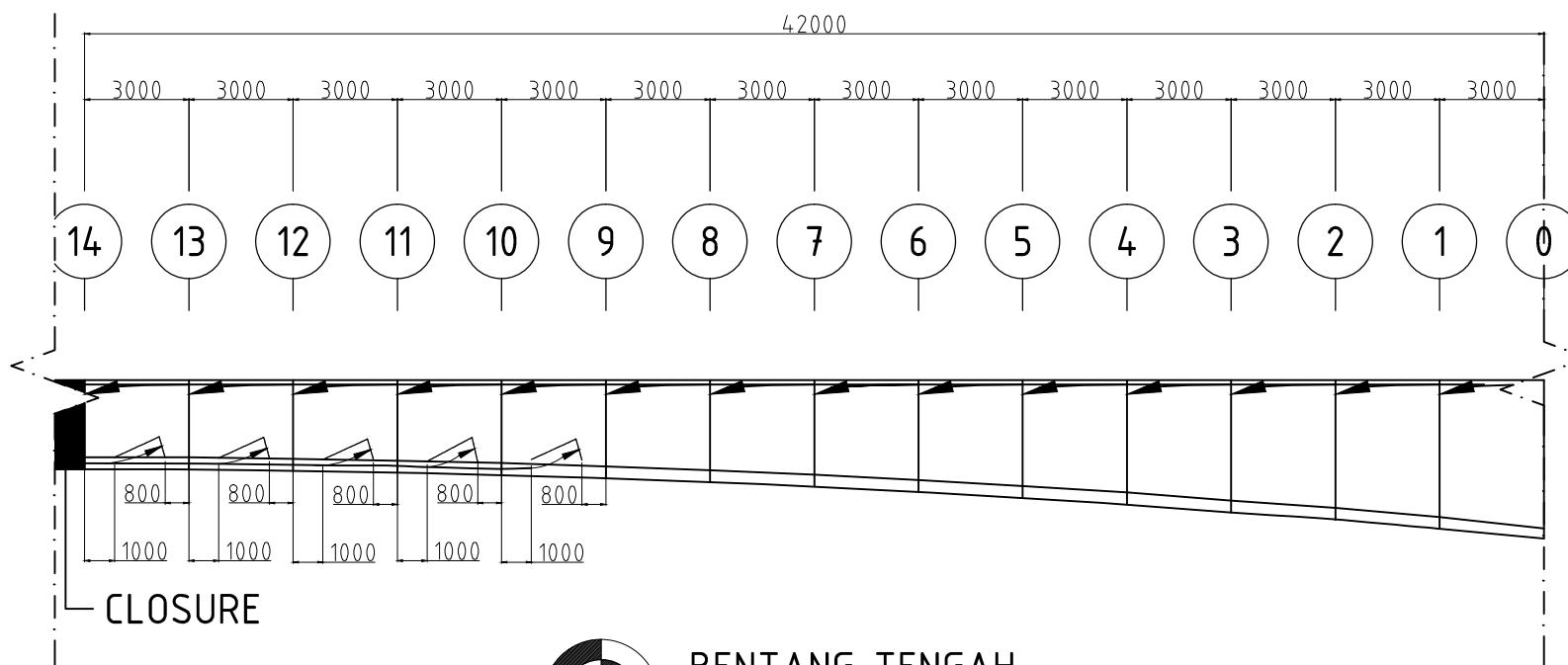
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
02	RENCANA MODIFIKASI	45	



POTONGAN MEMANJANG
SKALA 1 : 1000

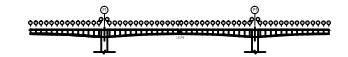


BENTANG TEPI
SKALA 1 : 250



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

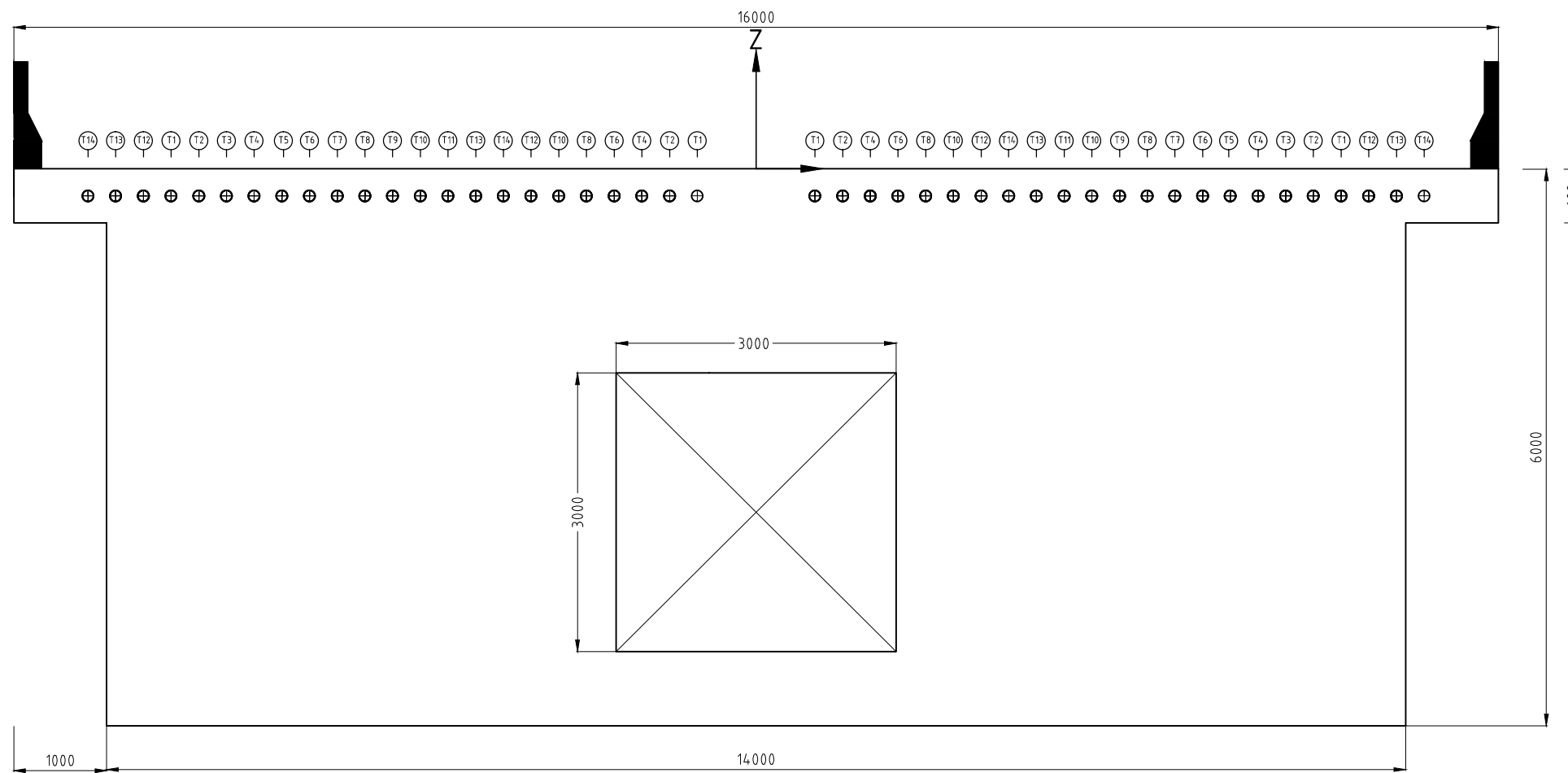
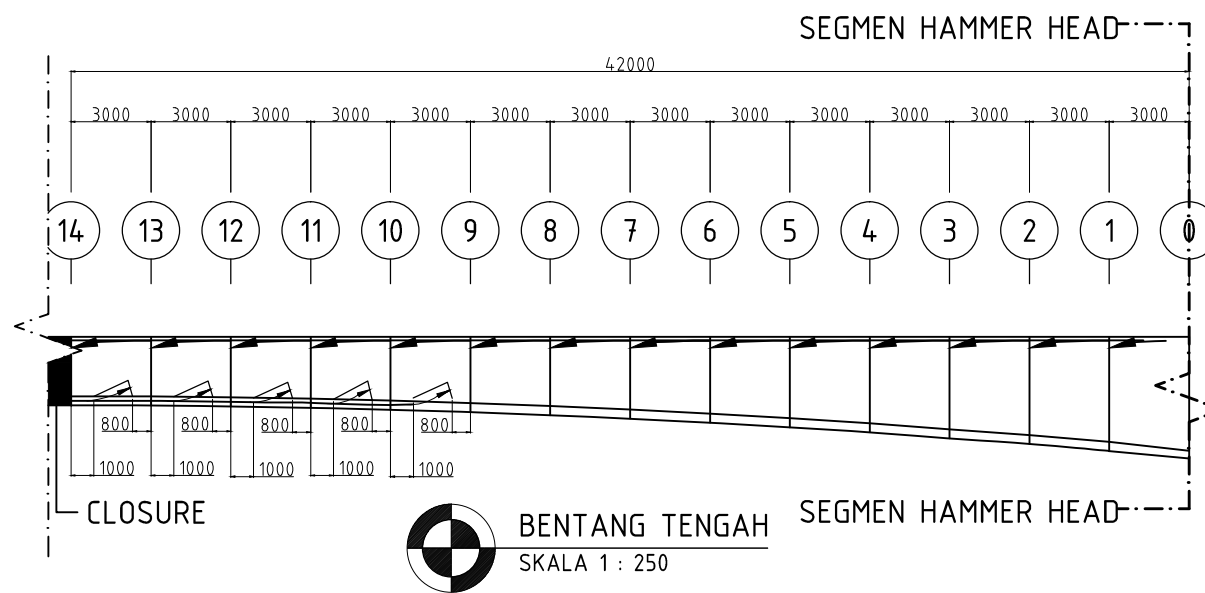
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
3	LAYOUT TENDON	45	

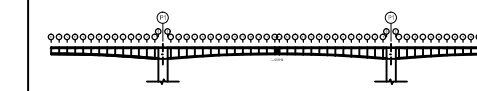


COORDINAT TENDON POTONGAN AS HAMMER HEAD

COORDINAT TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-6300	-6000	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200	-900	-600
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
COORDINAT Y	7200	6900	6600	6300	6000	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900	600
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

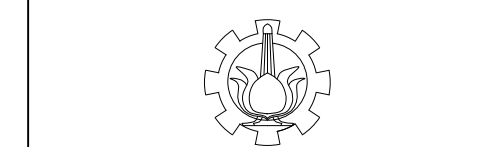
NAMA PROYEK :

PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)

JUDUL GAMBAR :

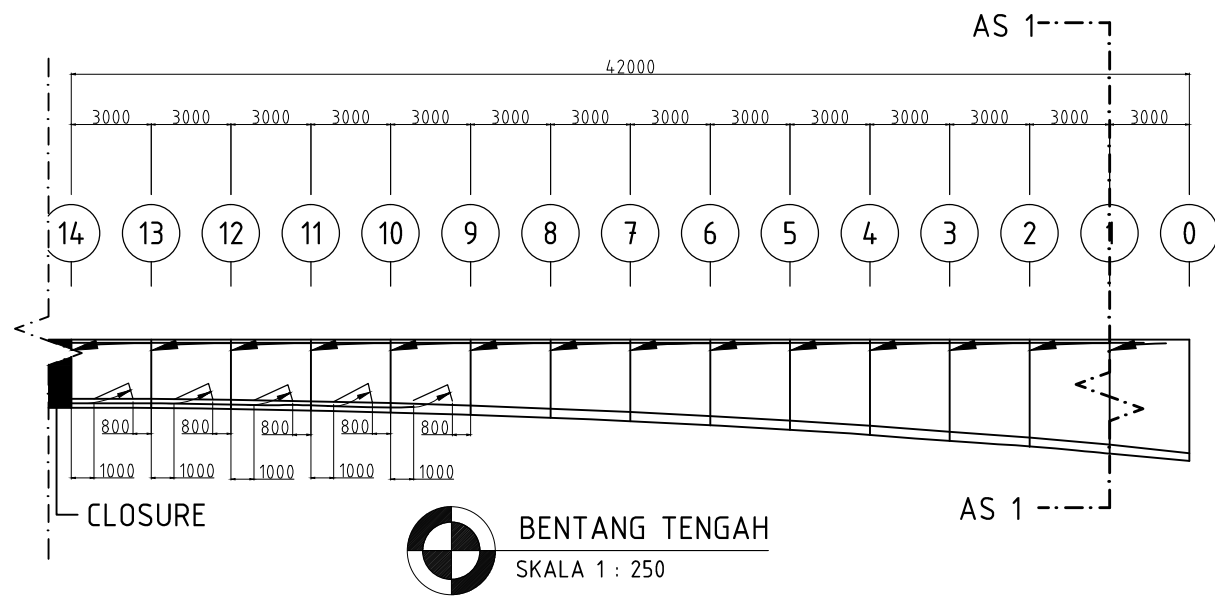
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

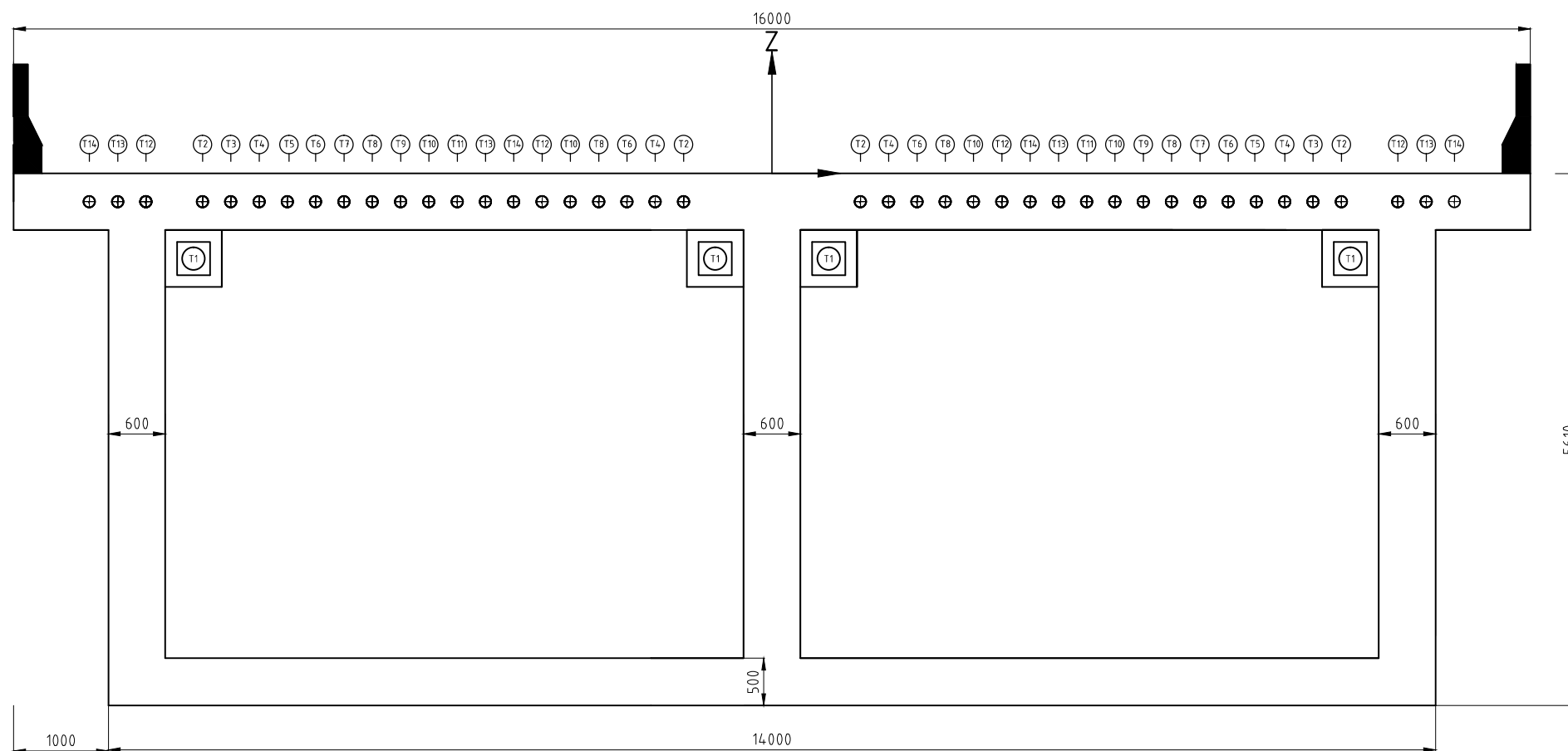


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
4	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

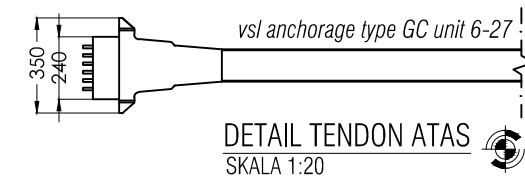


POTONGAN AS 1
SKALA 1 : 50

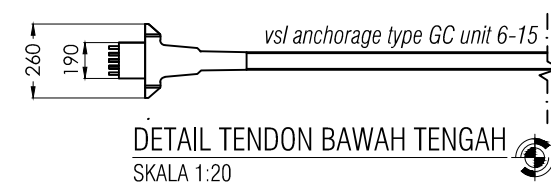
KOORDINAT TENDON ATAS AS 1

TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-6300	-6000	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200	-900	-600
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	6300	6000	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900	600
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

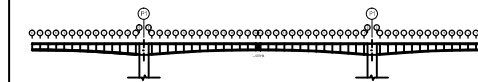


DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20



DETAIL TENDON BAWAH TENGAH
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA PARAF TANGGAL

DIGAMBAR IOBAL MAULANA

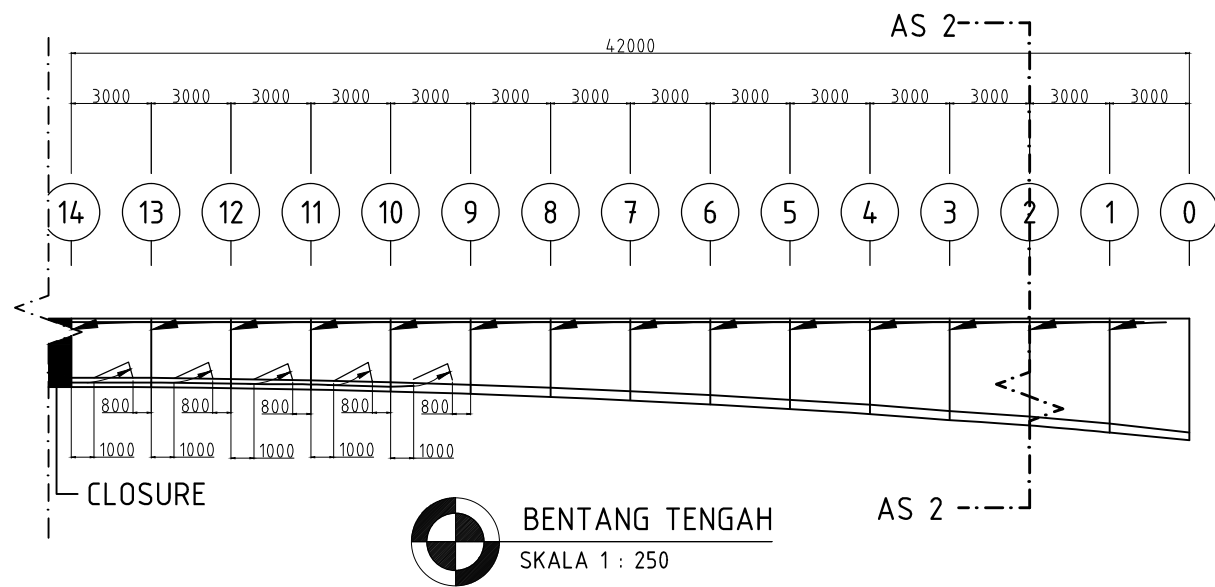
DIAJUKAN IOBAL MAULANA

DIKOREKSI Ir. IBNU PUJJI R., MS.

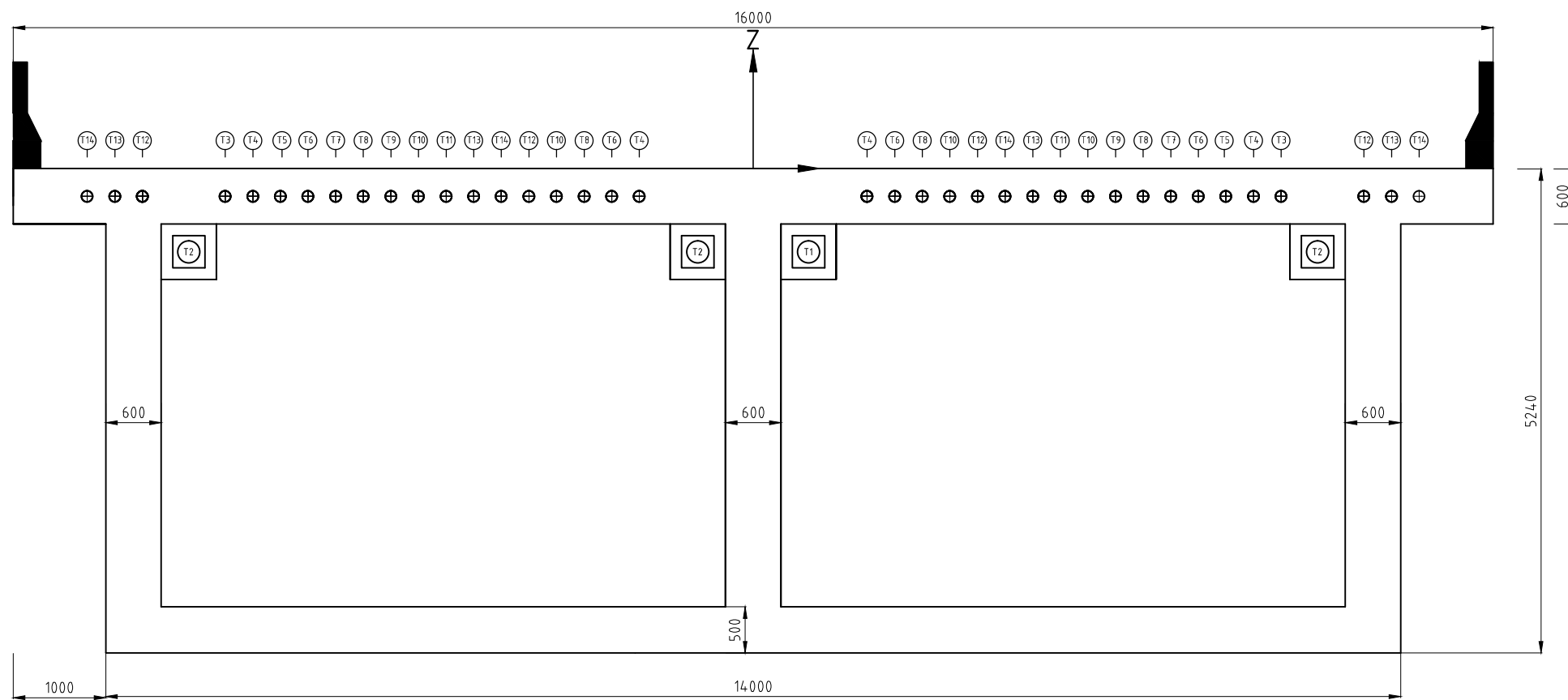
Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.

NO. GAMBAR KODE GAMBAR JUMLAH GAMBAR

5 BOX 45



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

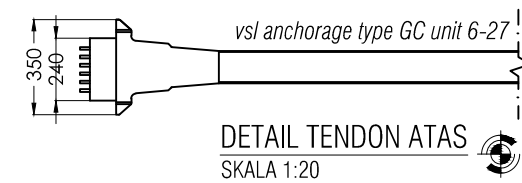


POTONGAN AS 2
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 2

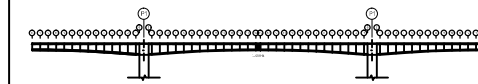
COORDINAT TENDON	14	13	12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-6000	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200	-900
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2
COORDINAT Y	7200	6900	6600	6000	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
- MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

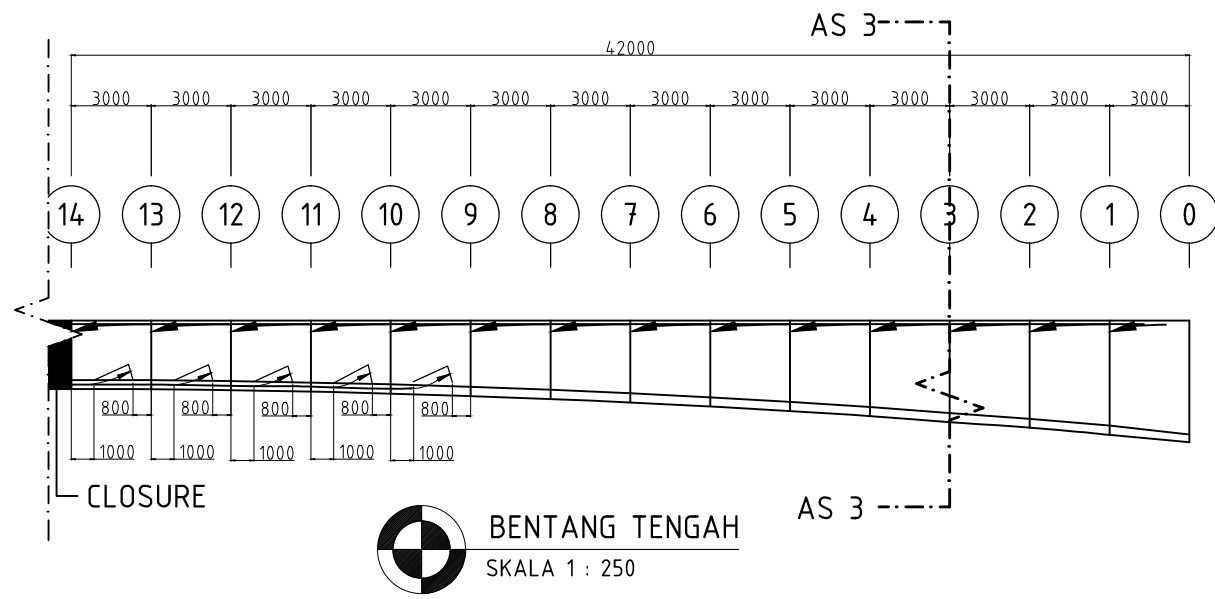
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
MENGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
CONCRETE SEGMENTAL
SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

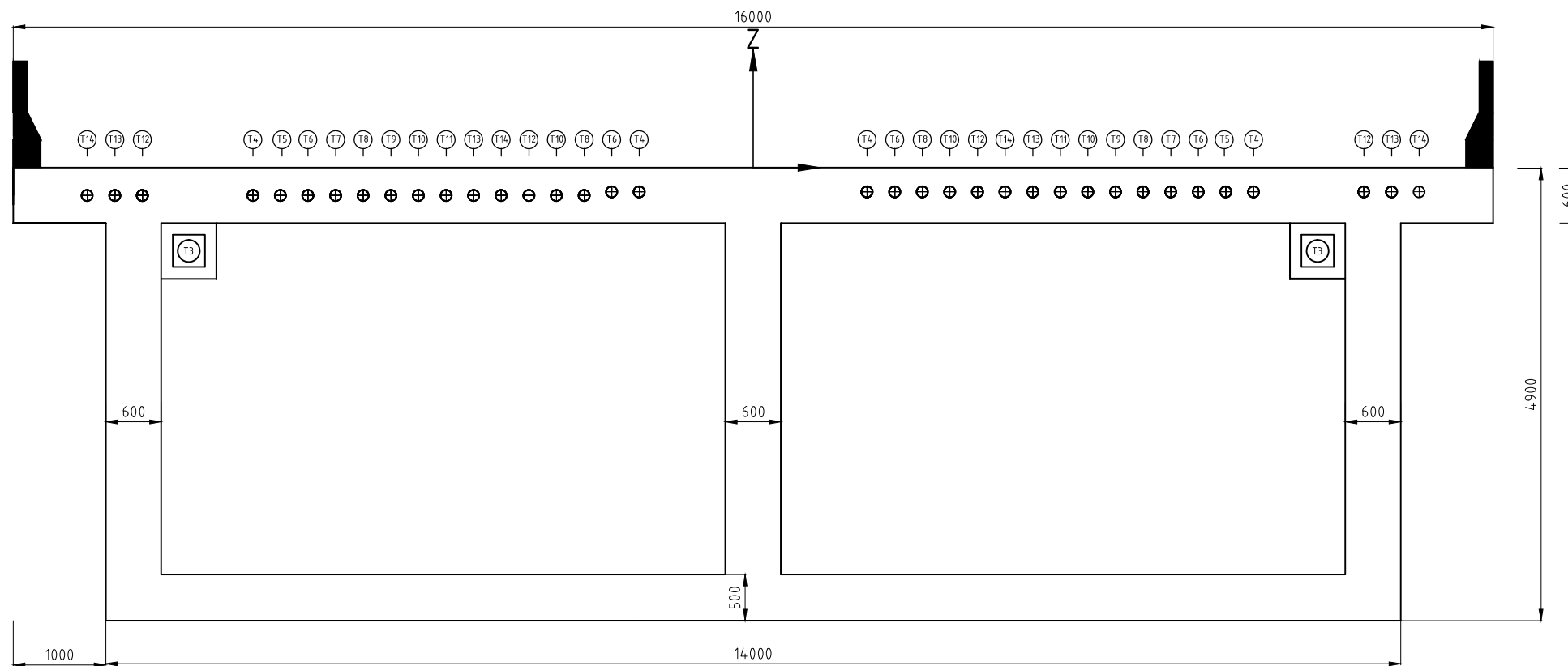


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
6	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

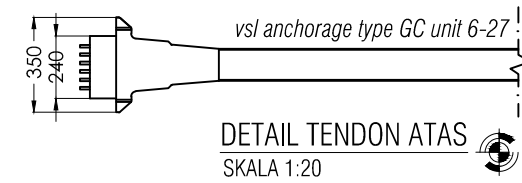


POTONGAN AS 3
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 3

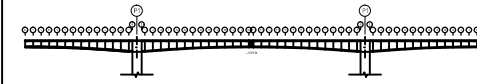
COORDINAT TENDON	14	13	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
COORDINAT Y	7200	6900	6600	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

NAMA PROJEK :

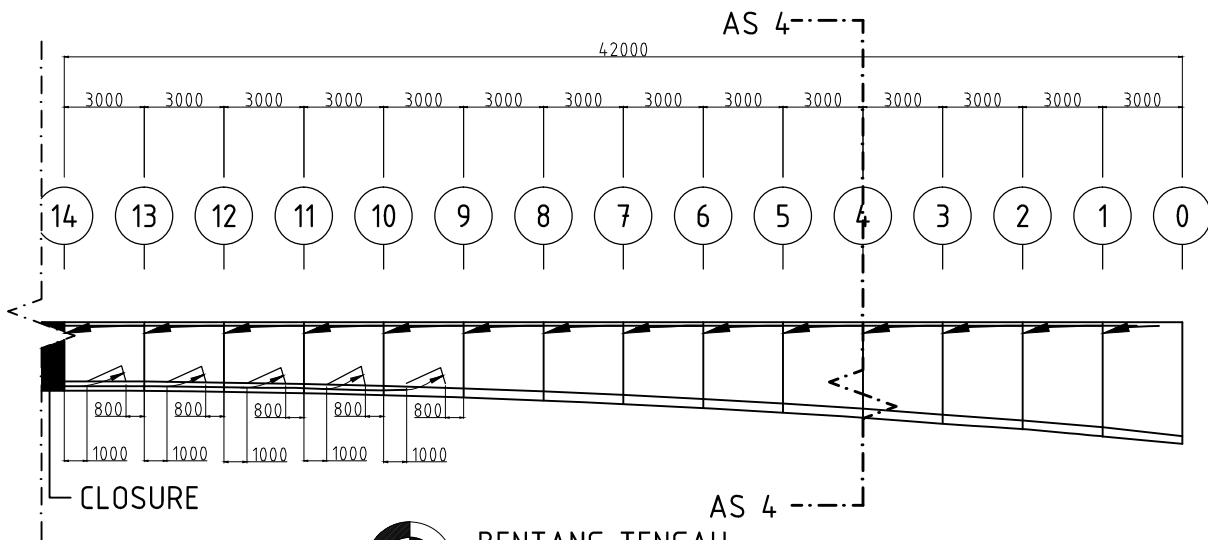
**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :
 MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

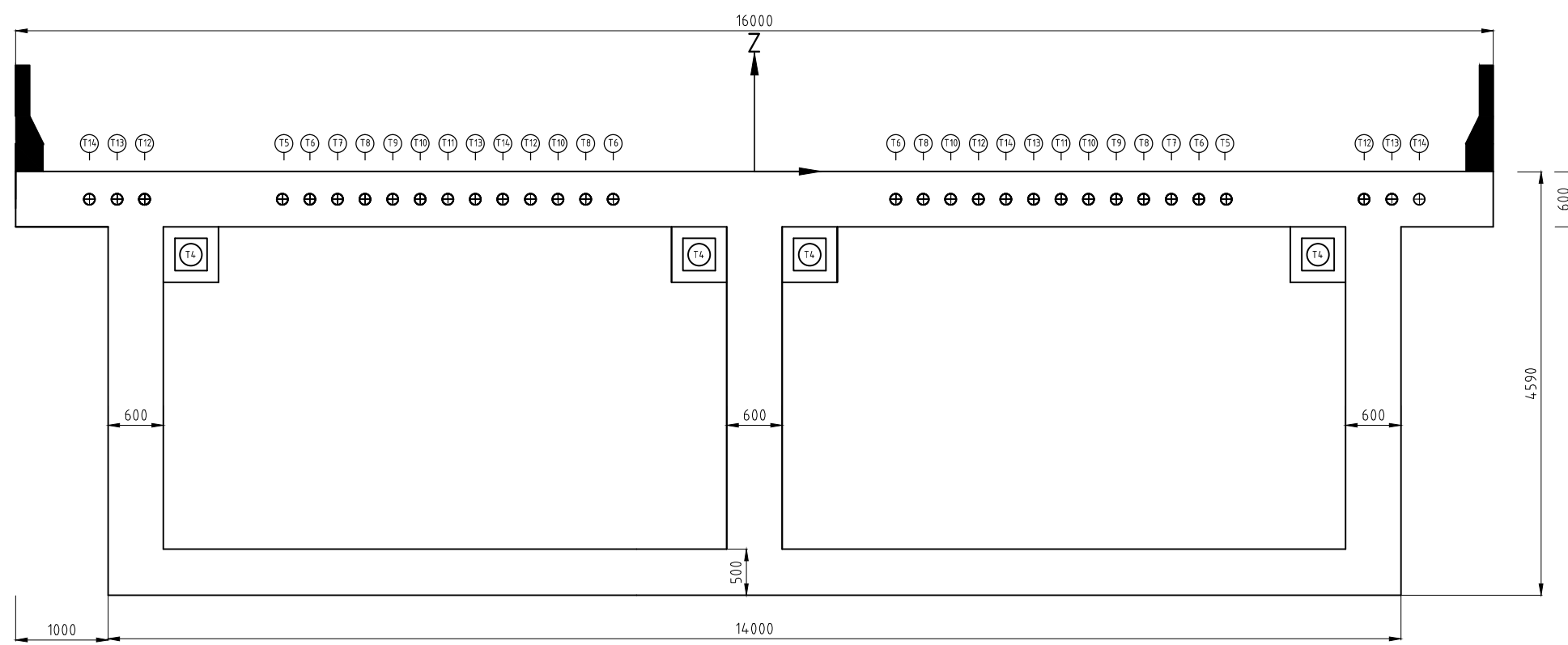
INSTITUT:

 PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
7	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

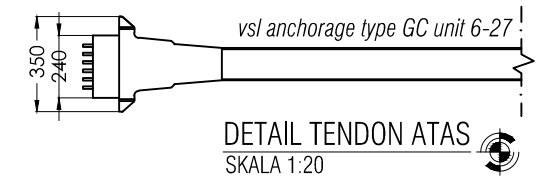


POTONGAN AS 4
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 4

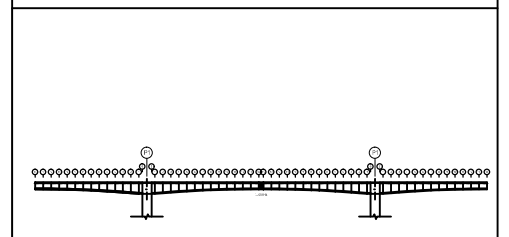
TENDON	14	13	12	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROJEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

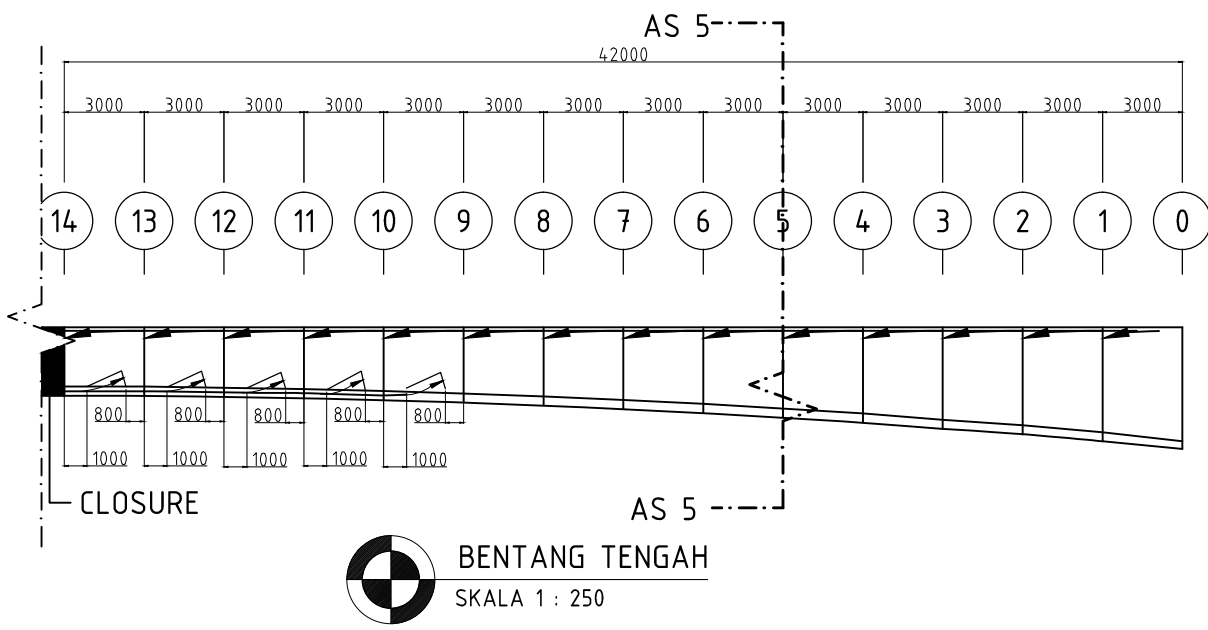
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

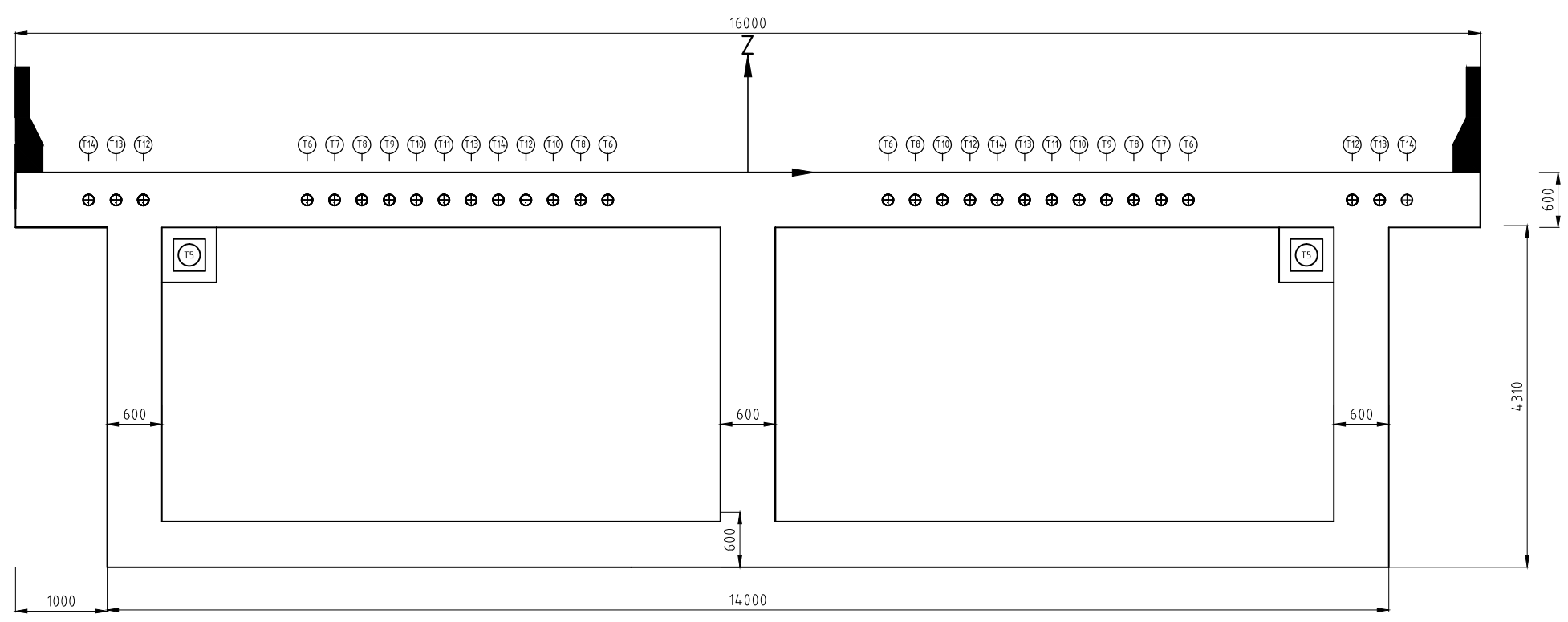


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
8	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

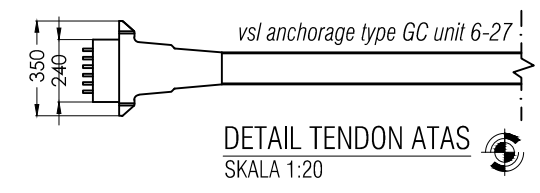


POTONGAN AS 5
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 5

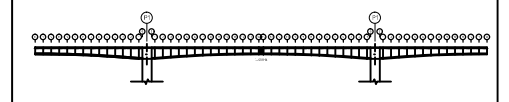
COORDINAT TENDON	14	13	12	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
COORDINAT Y	7200	6900	6600	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

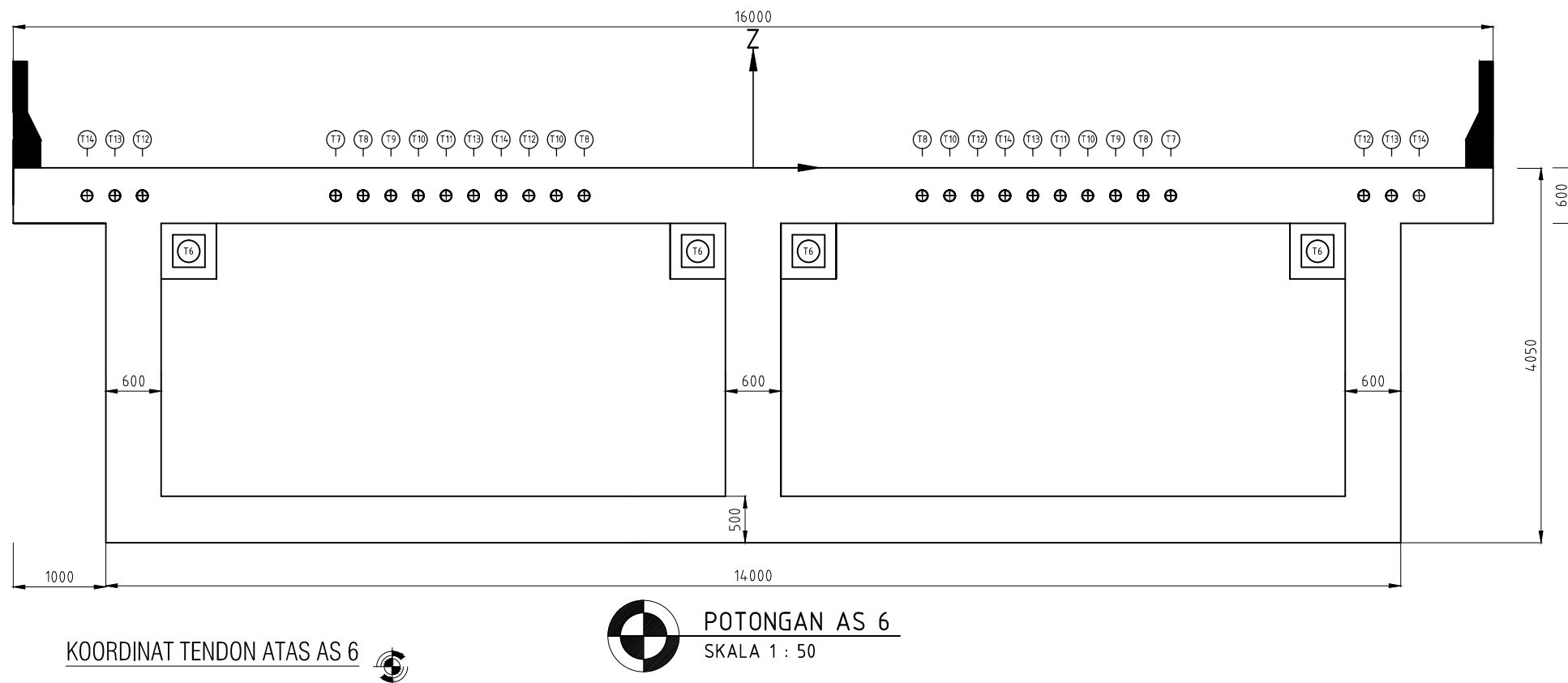
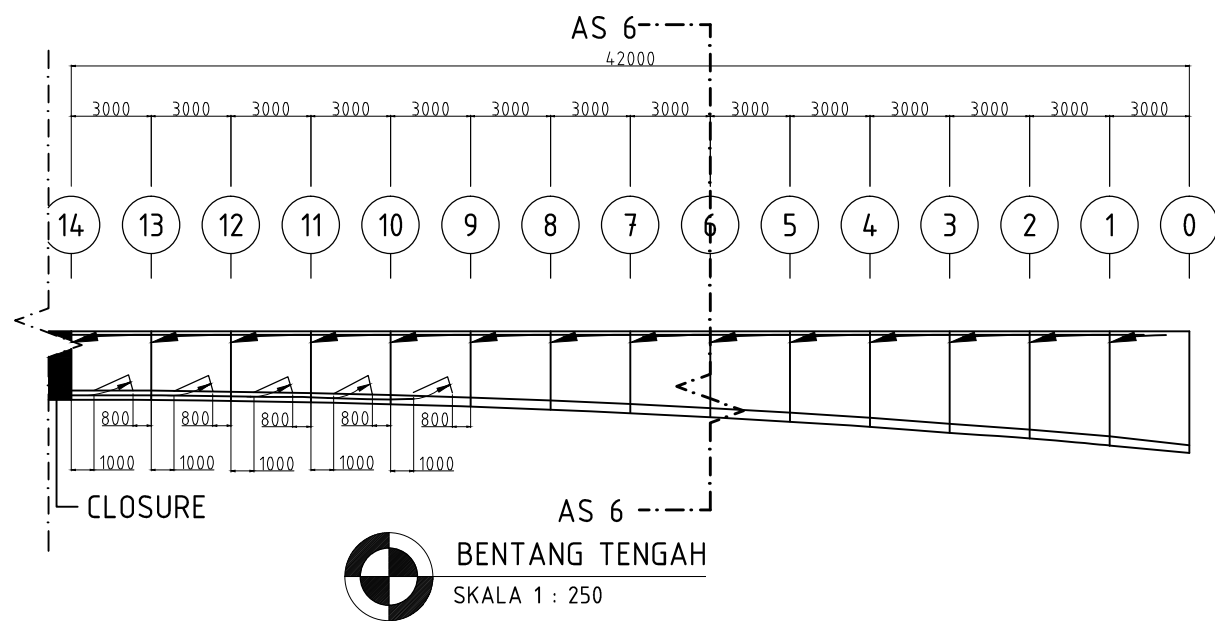
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

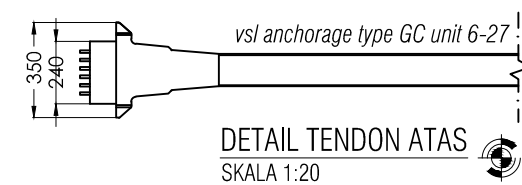
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
9	BOX	45	



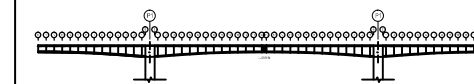
KOORDINAT TENDON ATAS AS 6

TENDON	14	13	12	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

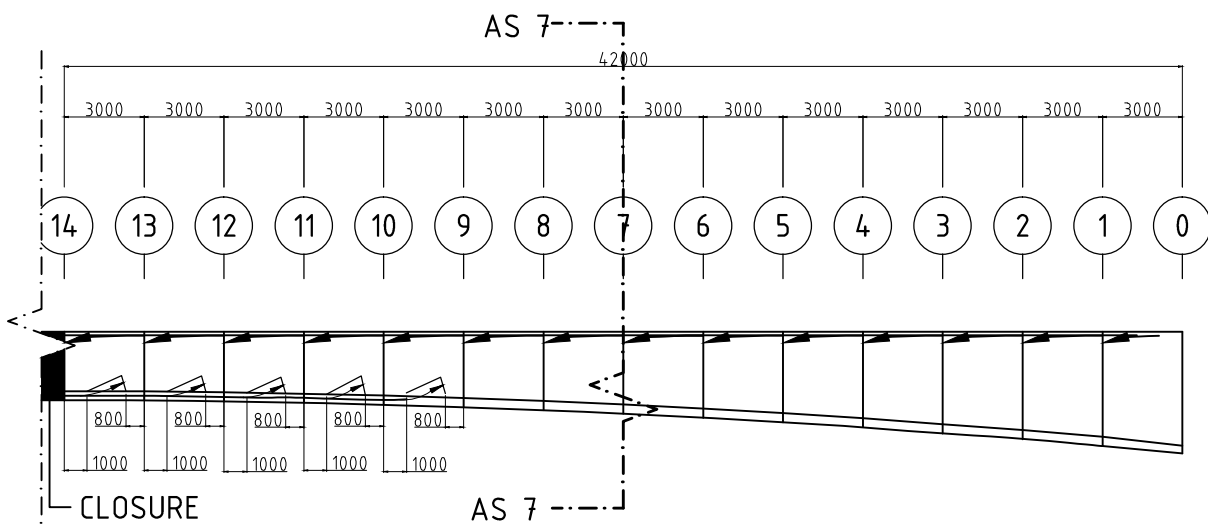
INSTITUT:



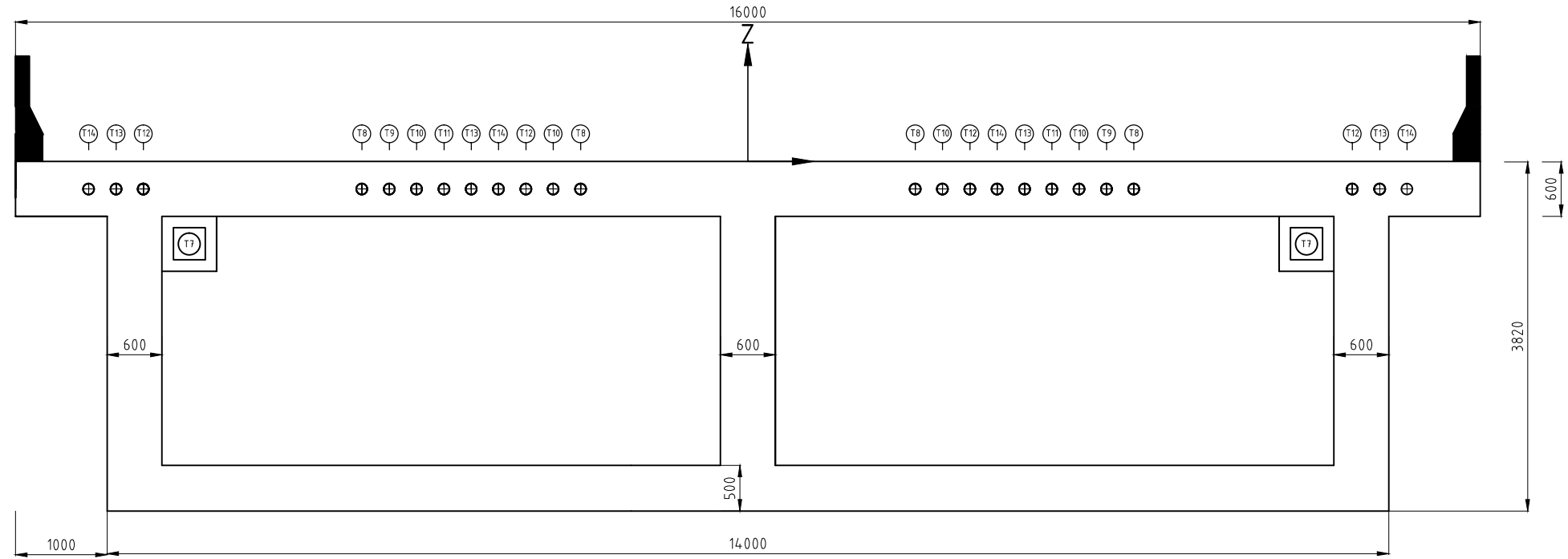
PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
10	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

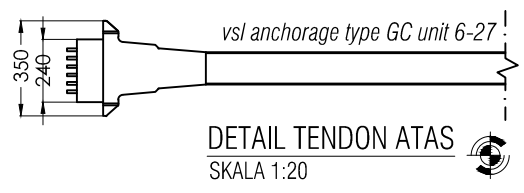


POTONGAN AS 7
SKALA 1 : 50

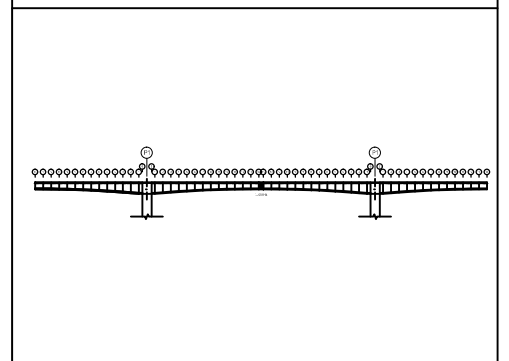
KOORDINAT TENDON ATAS AS 7

TENDON	14	13	12	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

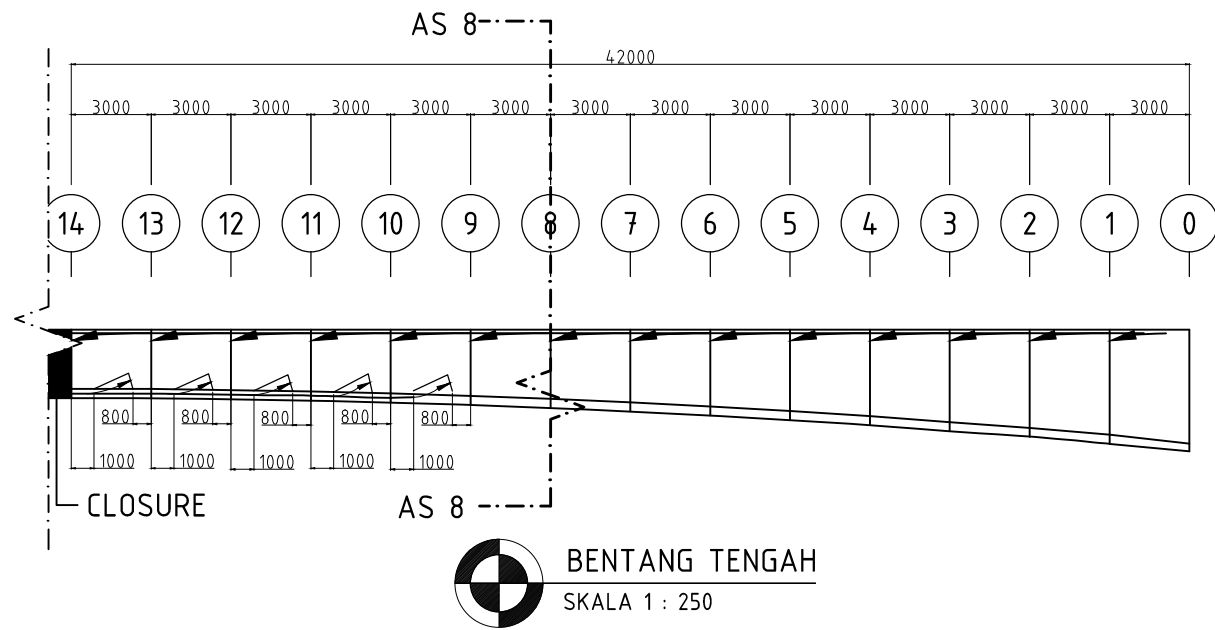
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

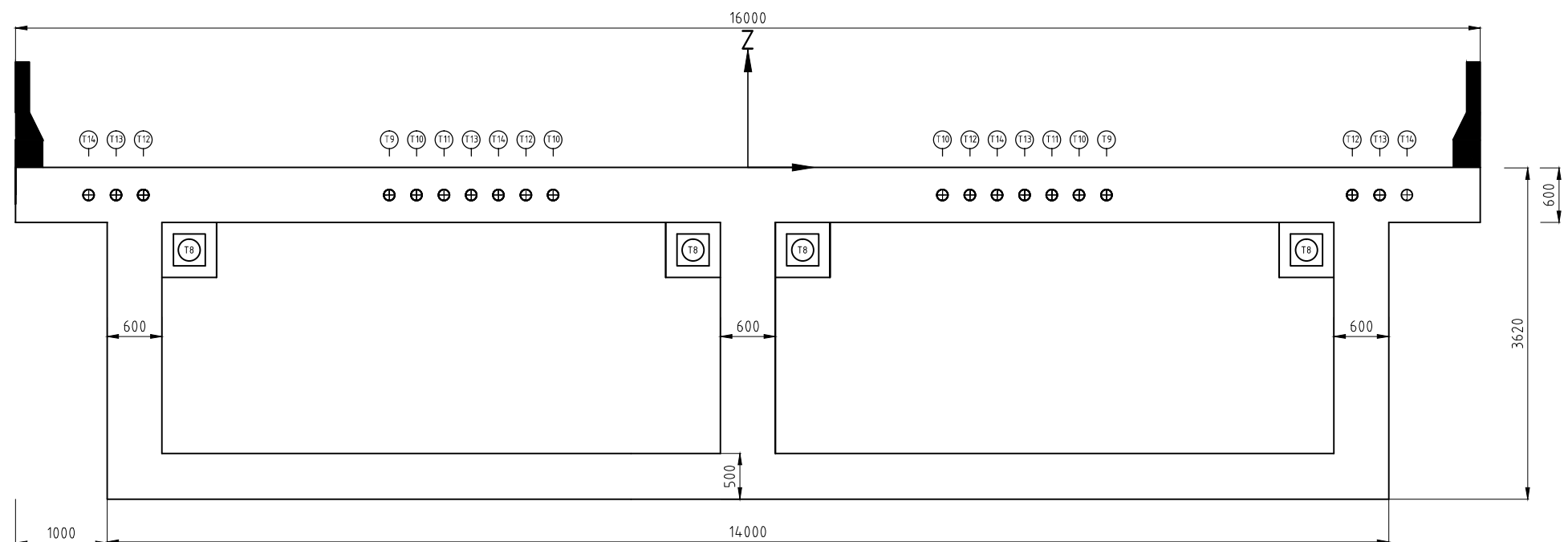


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IQBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IQBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
11	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250

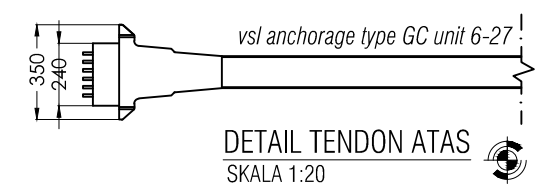


POTONGAN AS 8
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 8

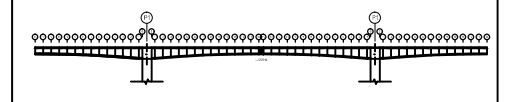
COORDINAT \ TENDON	14	13	12	8	9	10	11	13	14	12	10	8
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	8	9	10	11	13	14	12	10	8
COORDINAT Y	7200	6900	6600	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300



DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

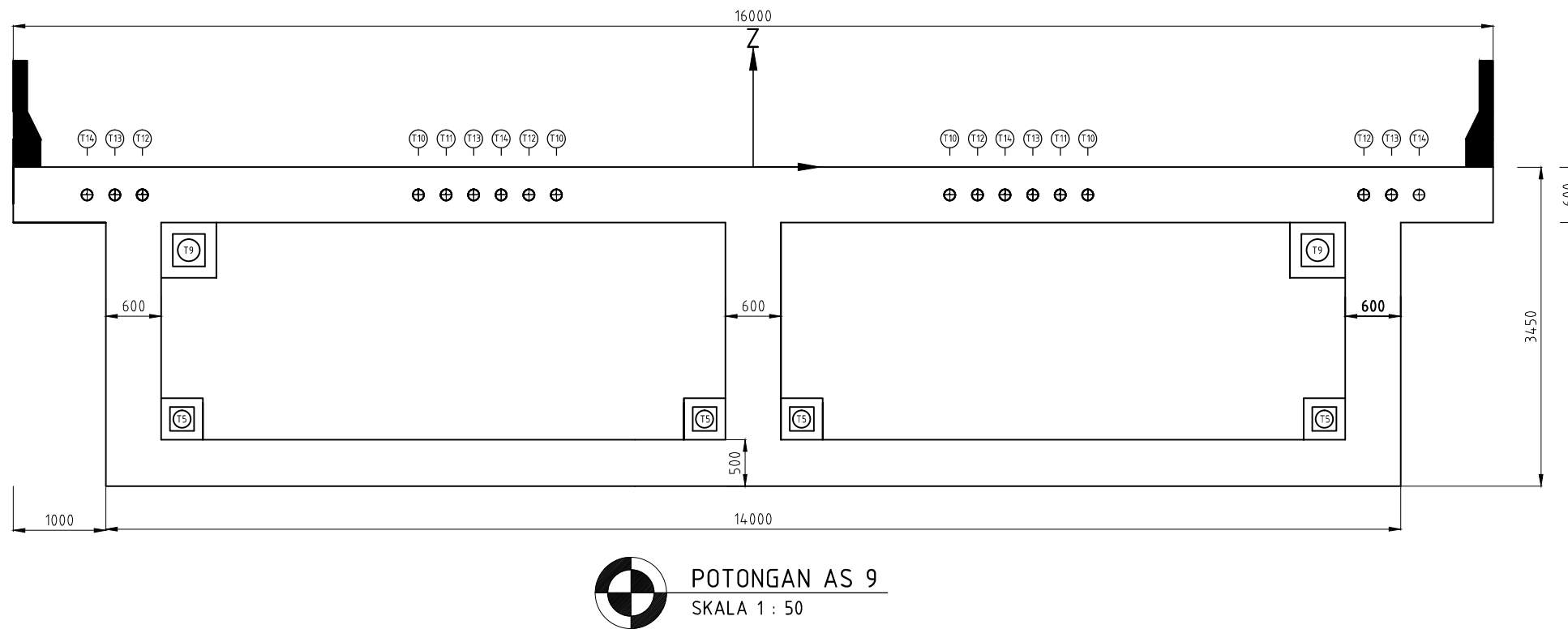
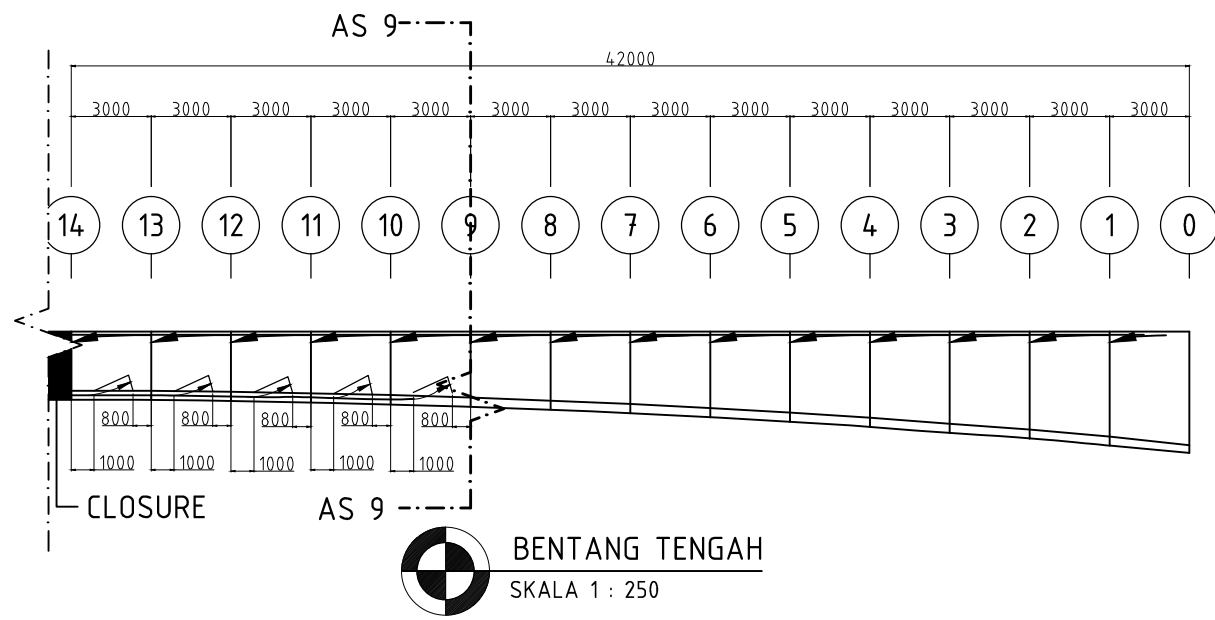
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
12	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 9

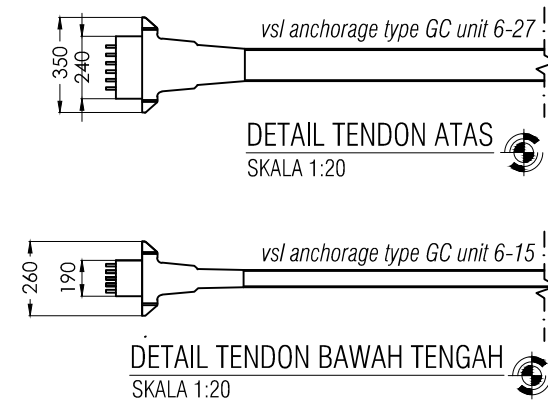
COORDINAT \ TENDON	14	13	12	9	10	11	13	14	12	10
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	9	10	11	13	14	12	10
COORDINAT Y	7200	6900	6600	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

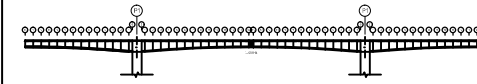
COORDINAT TENDON BAWAH AS 9

COORDINAT \ TENDON	5	5
COORDINAT Y	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	5	5
COORDINAT Y	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200



KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

NAMA PROYEK :

PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)

JUDUL GAMBAR :

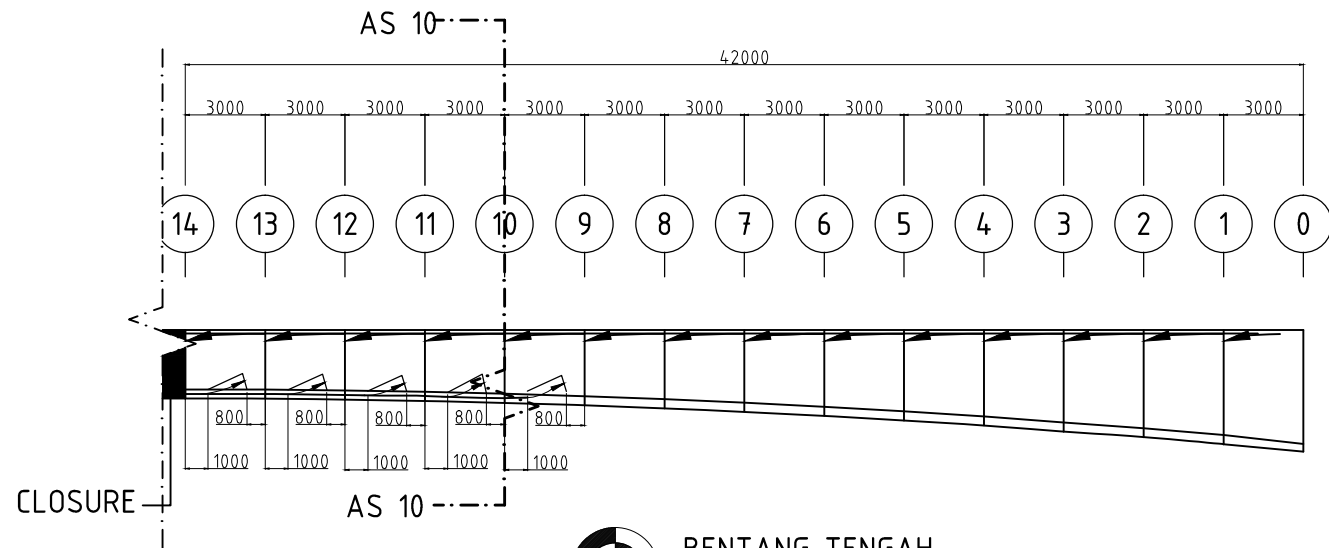
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

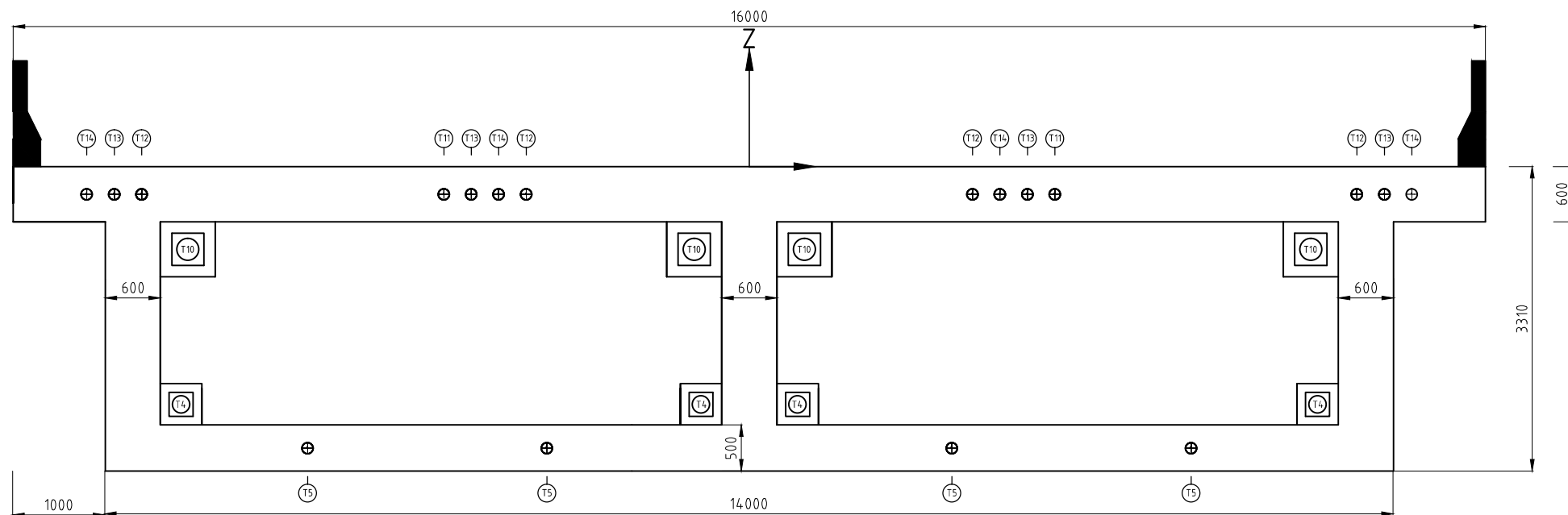


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
13	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



POTONGAN AS 10
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 10

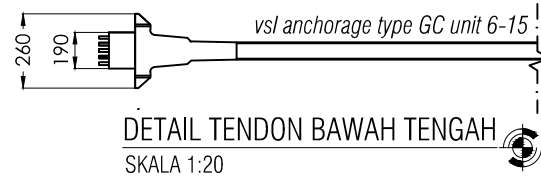
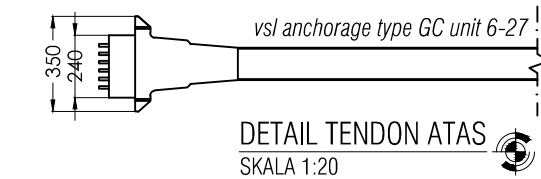
COORDINAT \ TENDON	14	13	12	10	11	13	14	12	10
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100
KOORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	10	11	13	14	12	10
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	3600	3300	3000	2700	2400	2100
KOORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

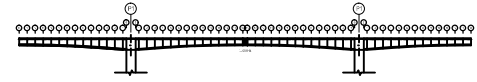
KOORDINAT TENDON BAWAH AS 10

COORDINAT \ TENDON	4	4	5	5
KOORDINAT Y	-5100	-1900	-4800	-2200
KOORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	4	4	5	5
KOORDINAT Y	5100	1900	4800	2200
KOORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200



KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

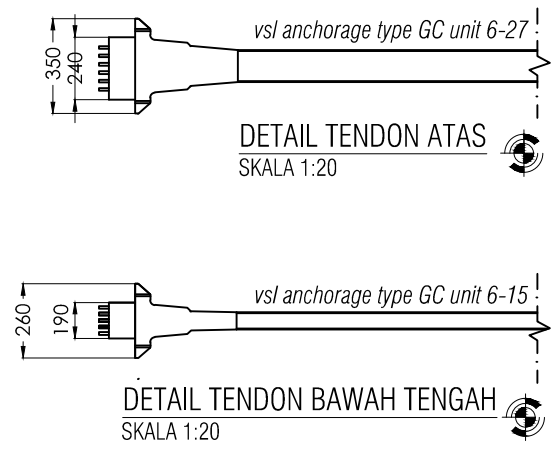
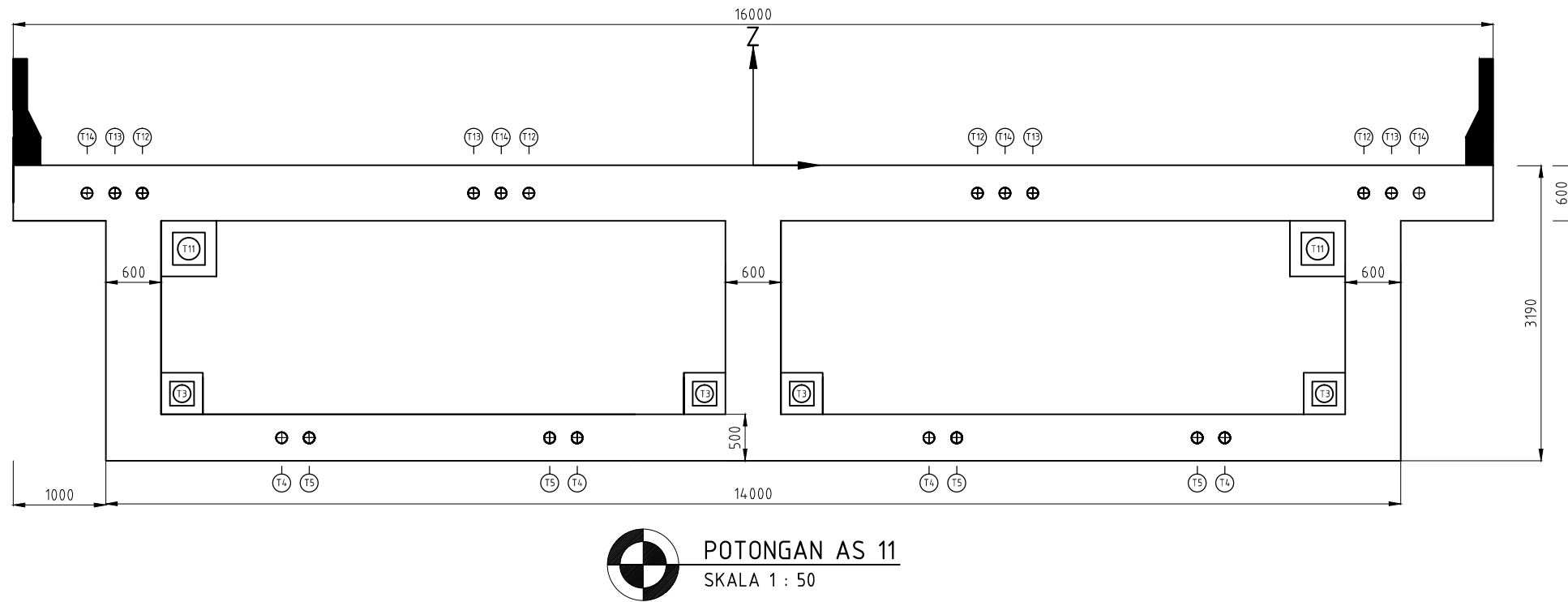
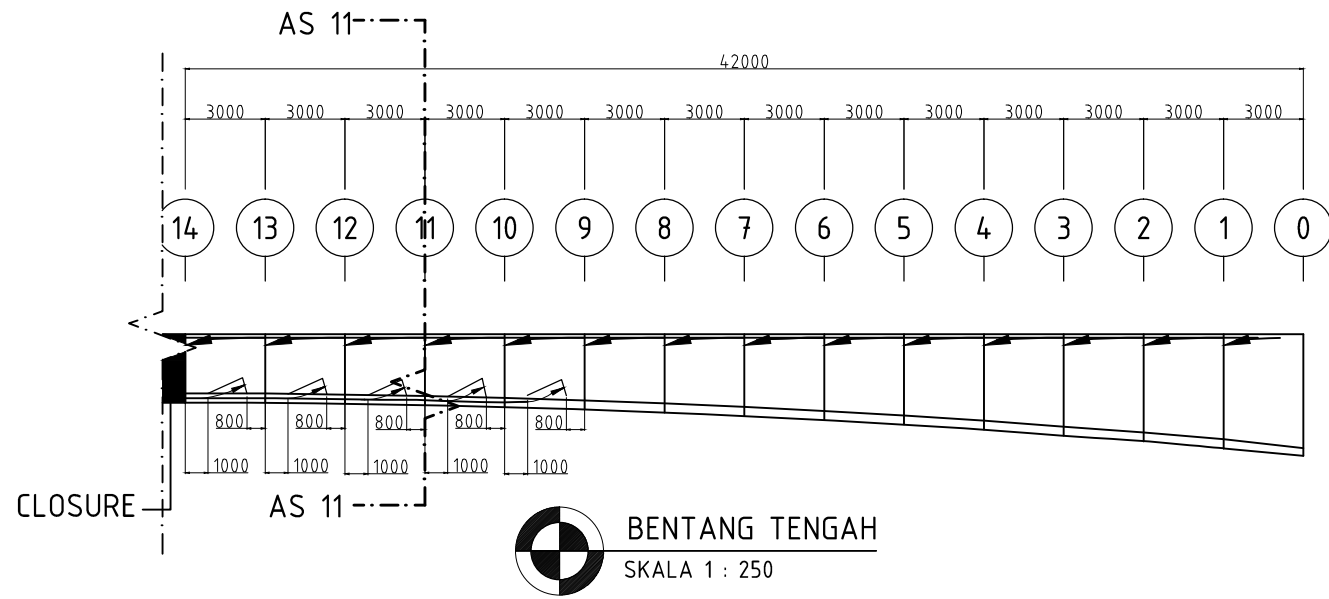
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
14	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 11

COORDINAT TENDON	14	13	12	11	13	14	12
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3300	-3000	-2700	-2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

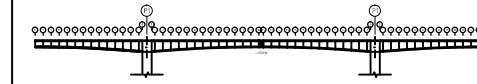
COORDINAT TENDON	14	13	12	11	13	14	12
COORDINAT Y	7200	6900	6600	3300	3000	2700	2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 11

COORDINAT TENDON	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT TENDON	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

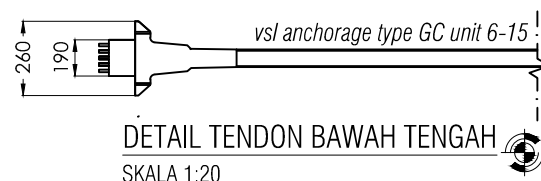
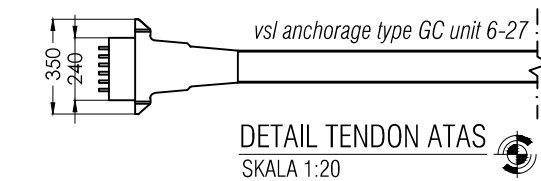
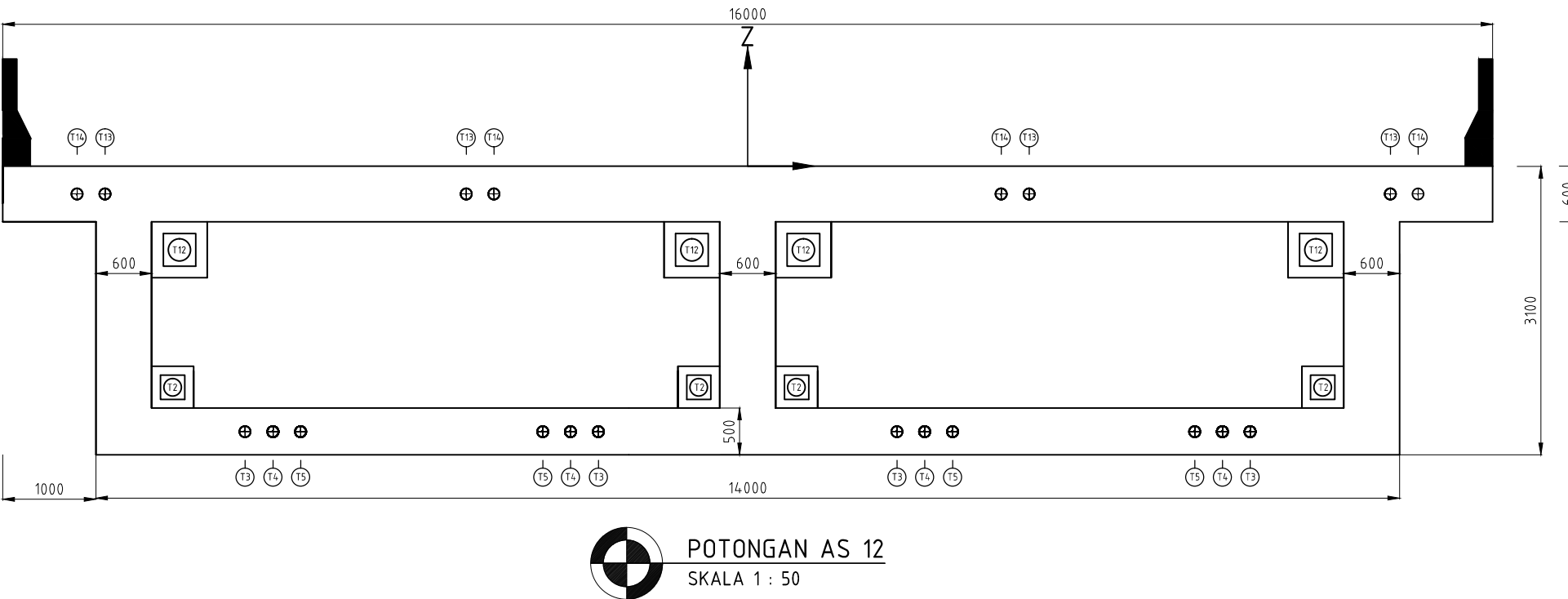
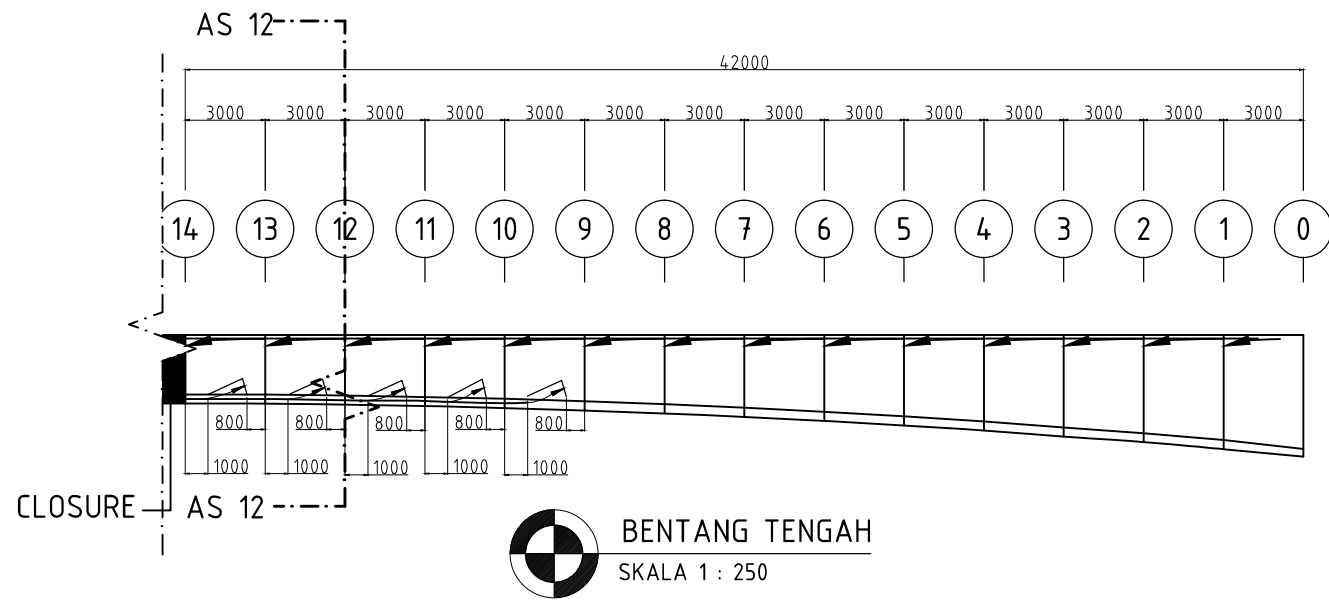
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
15	BOX	45	



KOORDINAT TENDON ATAS AS 12

COORDINAT TENDON	14	13	12	13	14	12
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3000	-2700	-2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200

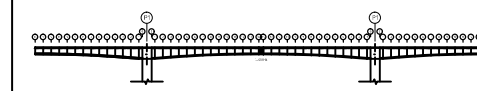
COORDINAT TENDON	14	13	12	13	14	12
COORDINAT Y	7200	6900	6600	3000	2700	2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200

KOORDINAT TENDON BAWAH AS 12

COORDINAT TENDON	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	-5700	-1600	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT TENDON	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	5700	1600	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
- MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

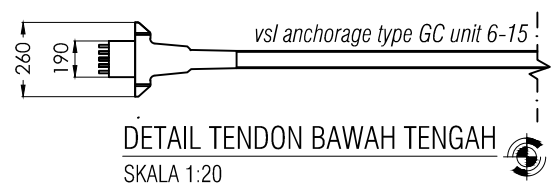
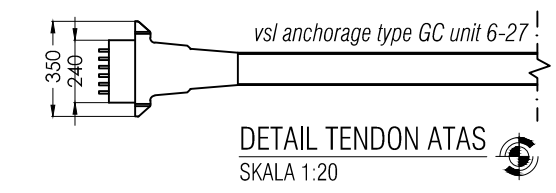
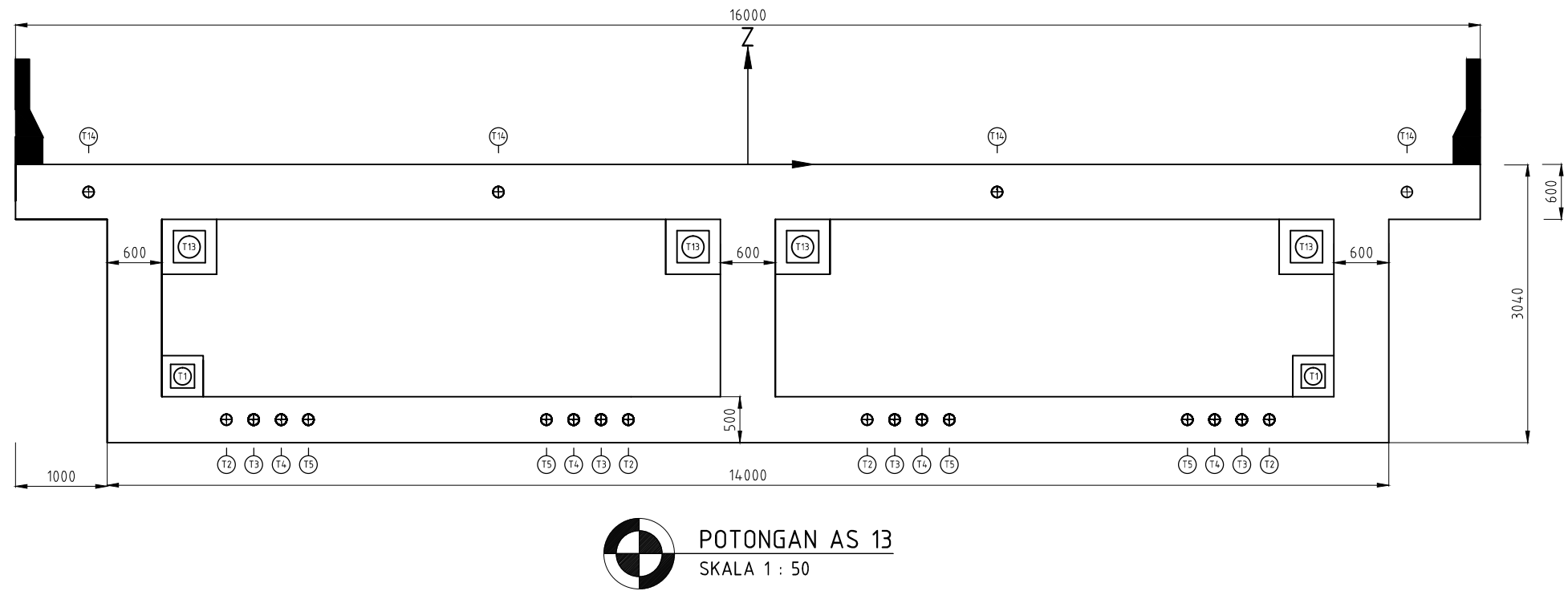
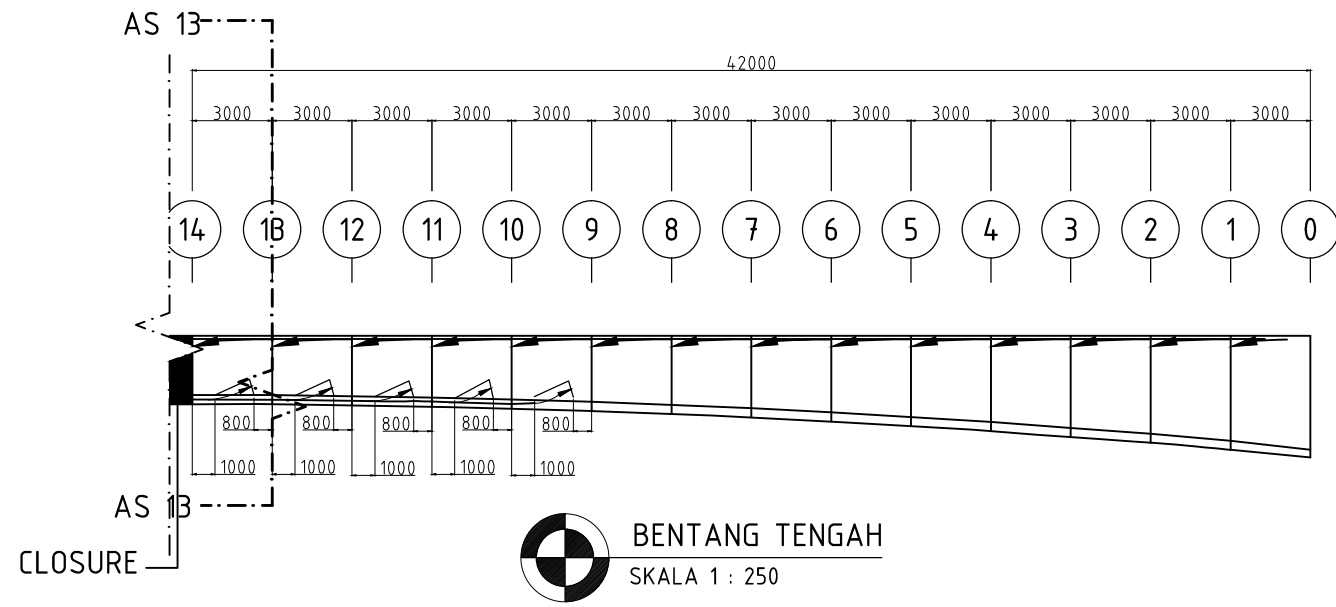
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
16	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 13

COORDINAT \ TENDON	14	13	13	14
COORDINAT Y	-7200	-6900	-3000	-2700
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200

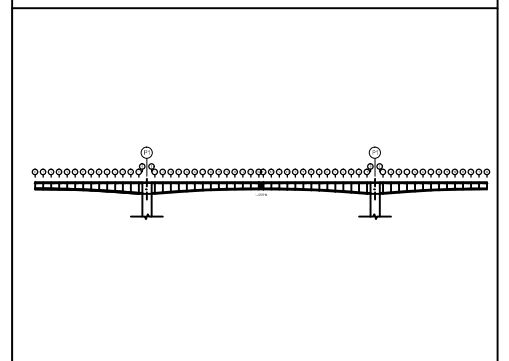
COORDINAT \ TENDON	14	13	13	14
COORDINAT Y	7200	6900	3000	2700
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 13

COORDINAT \ TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	-6000	-5700	-1600	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	6000	5700	1600	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)

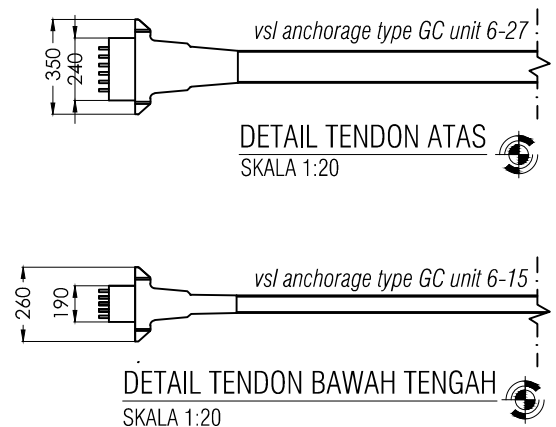
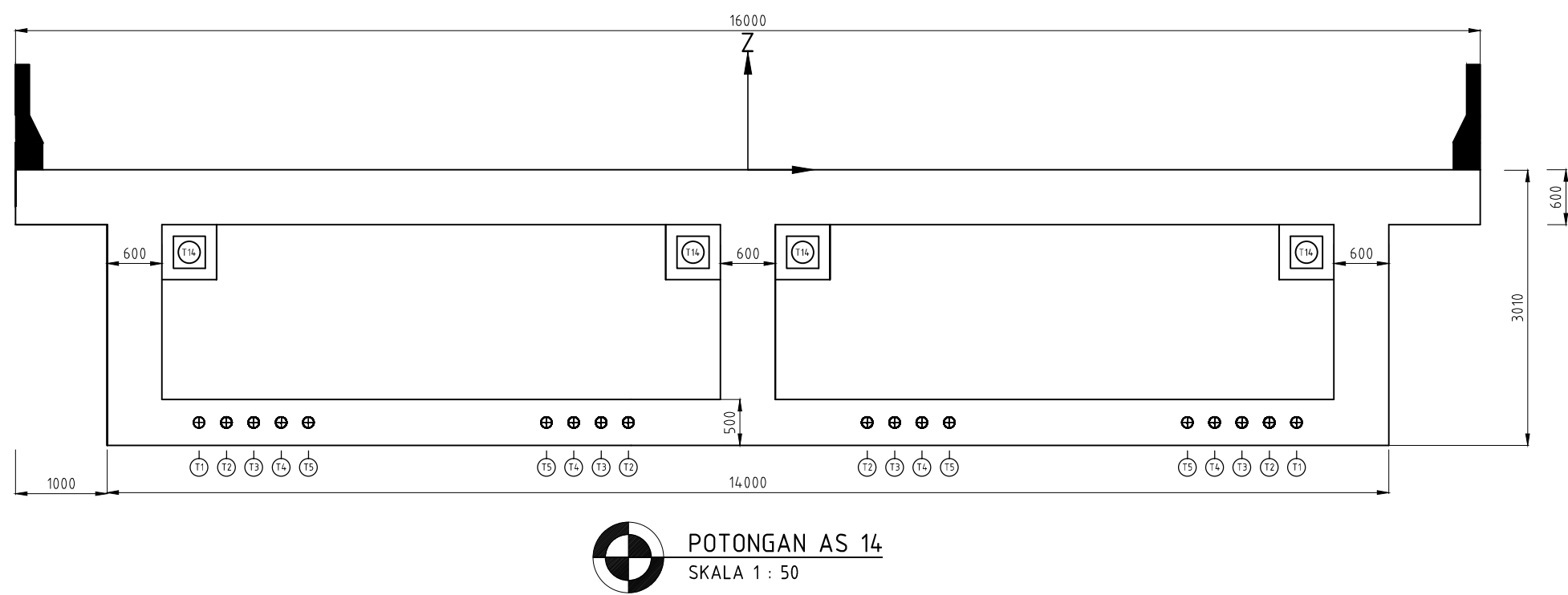
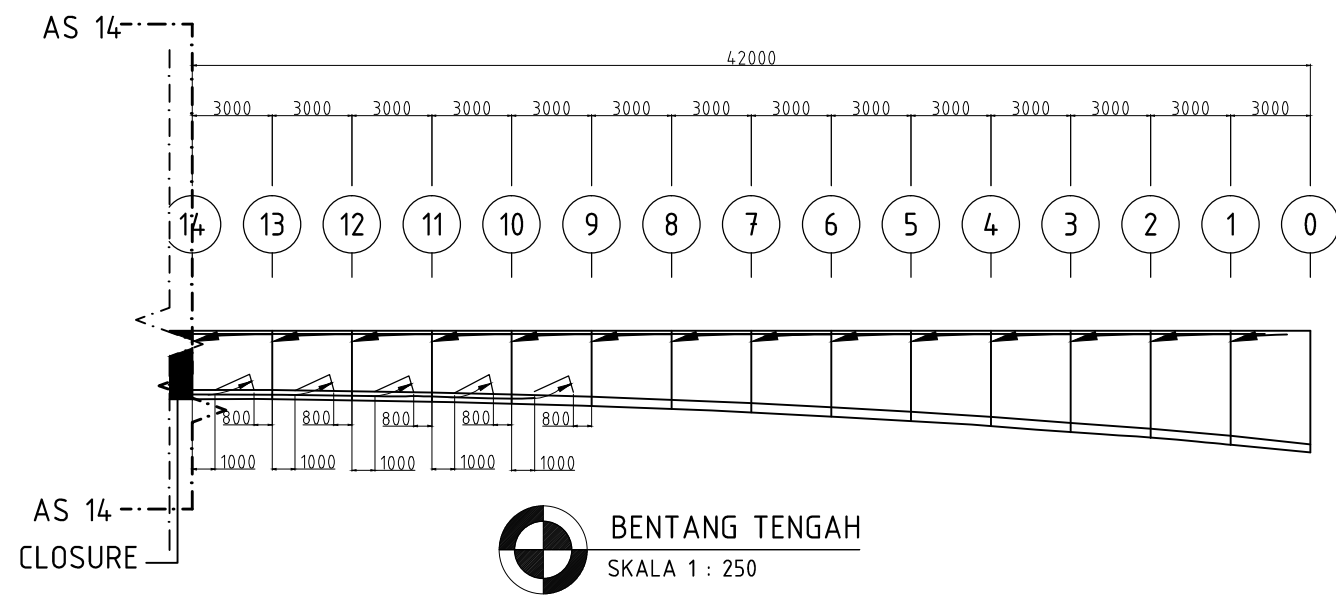
JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
17	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 14

COORDINAT	TENDON	14	14
COORDINAT Y		-7200	-2700
COORDINAT Z		-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 14

COORDINAT	TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y		-6000	-5700	-1600	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z		-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT	TENDON	14	14
COORDINAT Y		7200	2700
COORDINAT Z		-200	-200

COORDINAT	TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y		6000	5700	1600	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z		-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)

MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

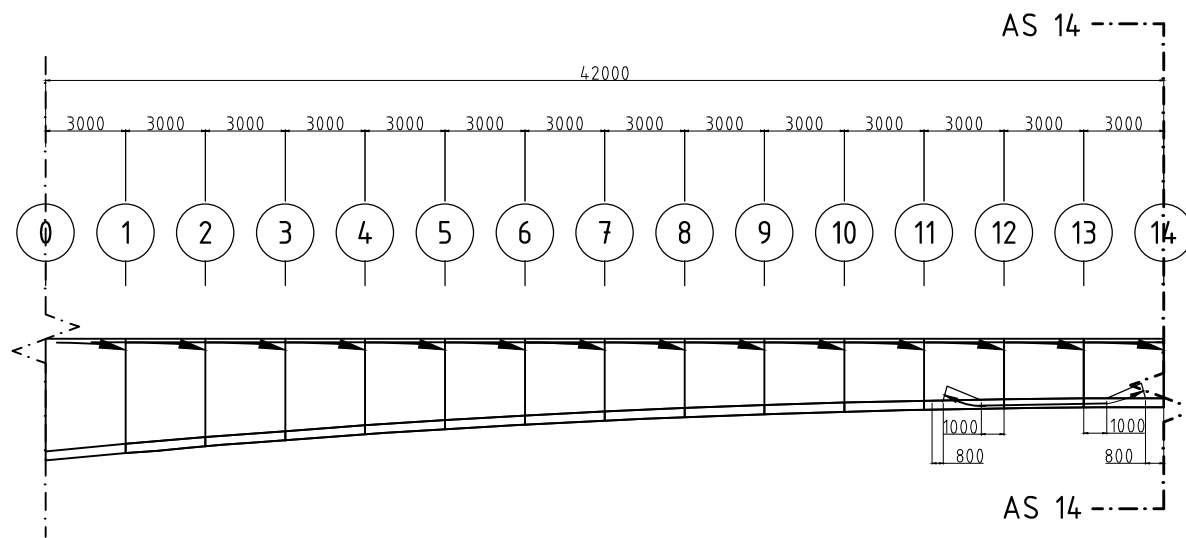
JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

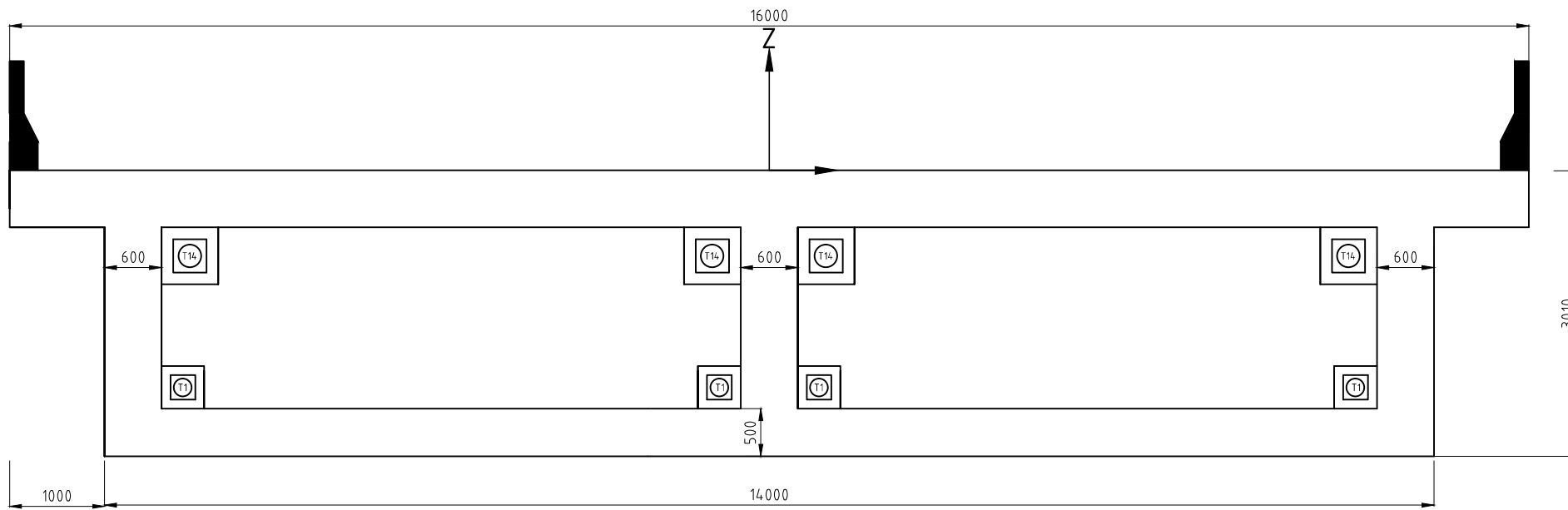
INSTITUT:

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
18	BOX	45	



BENTANG TEPI
SKALA 1 : 250



POTONGAN AS 14
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 14

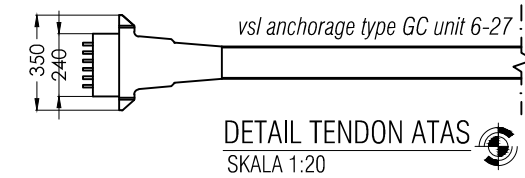
COORDINAT	TENDON	14	14
COORDINAT Y		-7200	-2700
COORDINAT Z		-200	-200

COORDINAT	TENDON	14	14
COORDINAT Y		7200	2700
COORDINAT Z		-200	-200

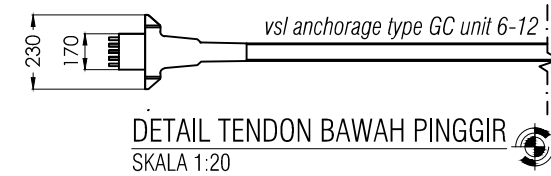
KOORDINAT TENDON BAWAH AS 14

COORDINAT	TENDON	1	1
COORDINAT Y		-6000	-1000
COORDINAT Z		-3200	-3200

COORDINAT	TENDON	1	1
COORDINAT Y		6000	1000
COORDINAT Z		-3200	-3200

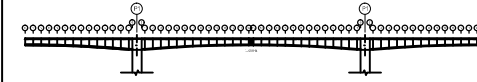


DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20



DETAIL TENDON BAWAH PINGGIR
SKALA 1:20

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

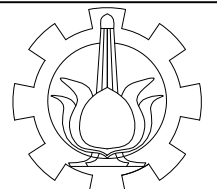
NAMA PROYEK :

PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA PARAF TANGGAL

DIGAMBAR IOBAL MAULANA

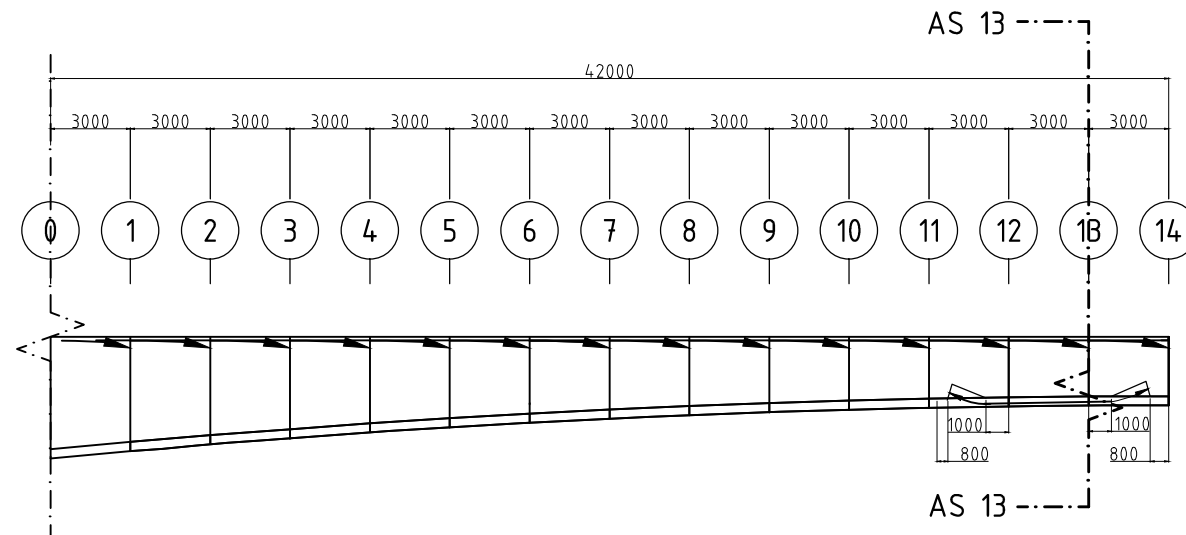
DIAJUKAN IOBAL MAULANA

Ir. IBNU PUDJI R., MS.

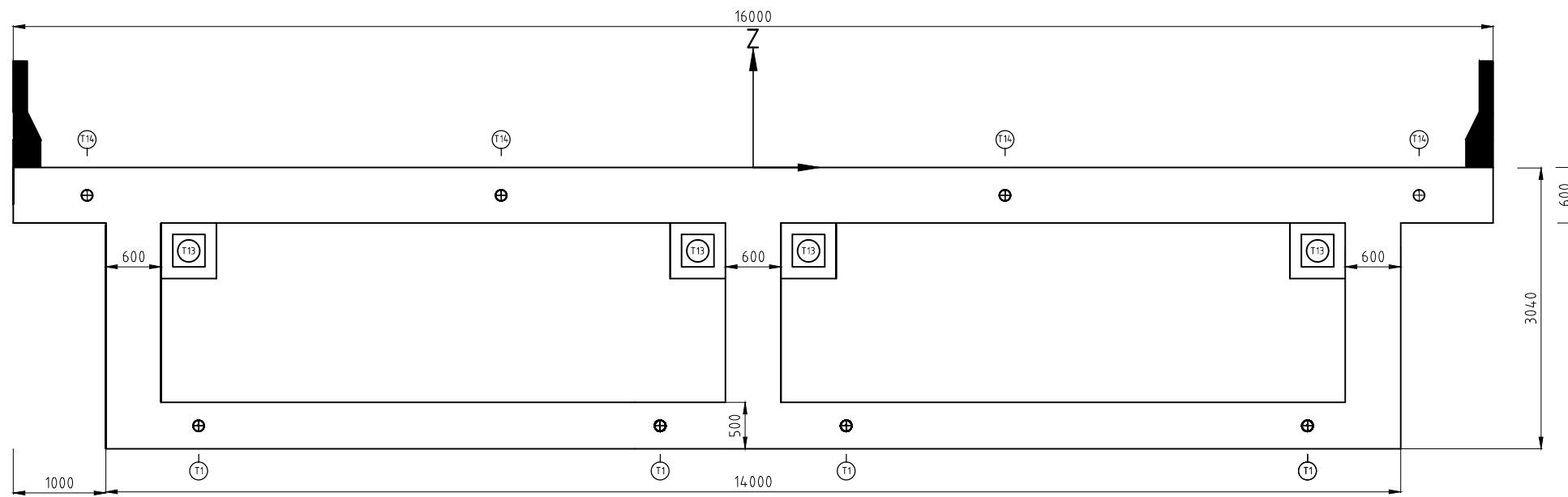
Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.

NO. GAMBAR KODE GAMBAR JUMLAH GAMBAR

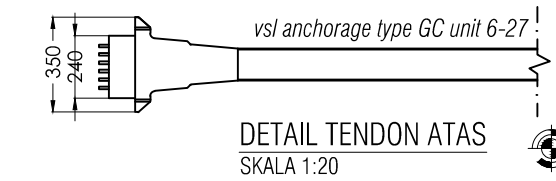
19 BOX 45



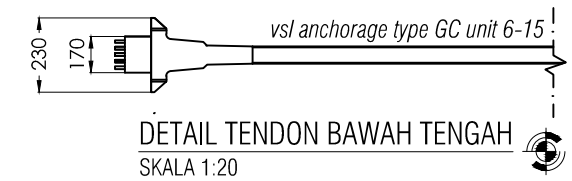
BENTANG TEPI
SKALA 1 : 250



POTONGAN AS 13
SKALA 1 : 50



DETAIL TENDON ATAS
SKALA 1:20



DETAIL TENDON BAWAH TENGAH
SKALA 1:20

KOORDINAT TENDON ATAS AS 13

COORDINAT \ TENDON	14	13	13	14
COORDINAT Y	-7200	-6900	-3000	-2700
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200

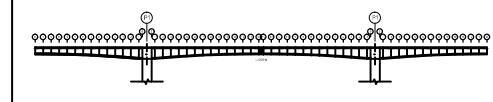
COORDINAT \ TENDON	14	13	13	14
COORDINAT Y	7200	6900	3000	2700
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200

KOORDINAT TENDON BAWAH AS 13

COORDINAT \ TENDON	1	1
COORDINAT Y	-6000	-1000
COORDINAT Z	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	1	1
COORDINAT Y	6000	1000
COORDINAT Z	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

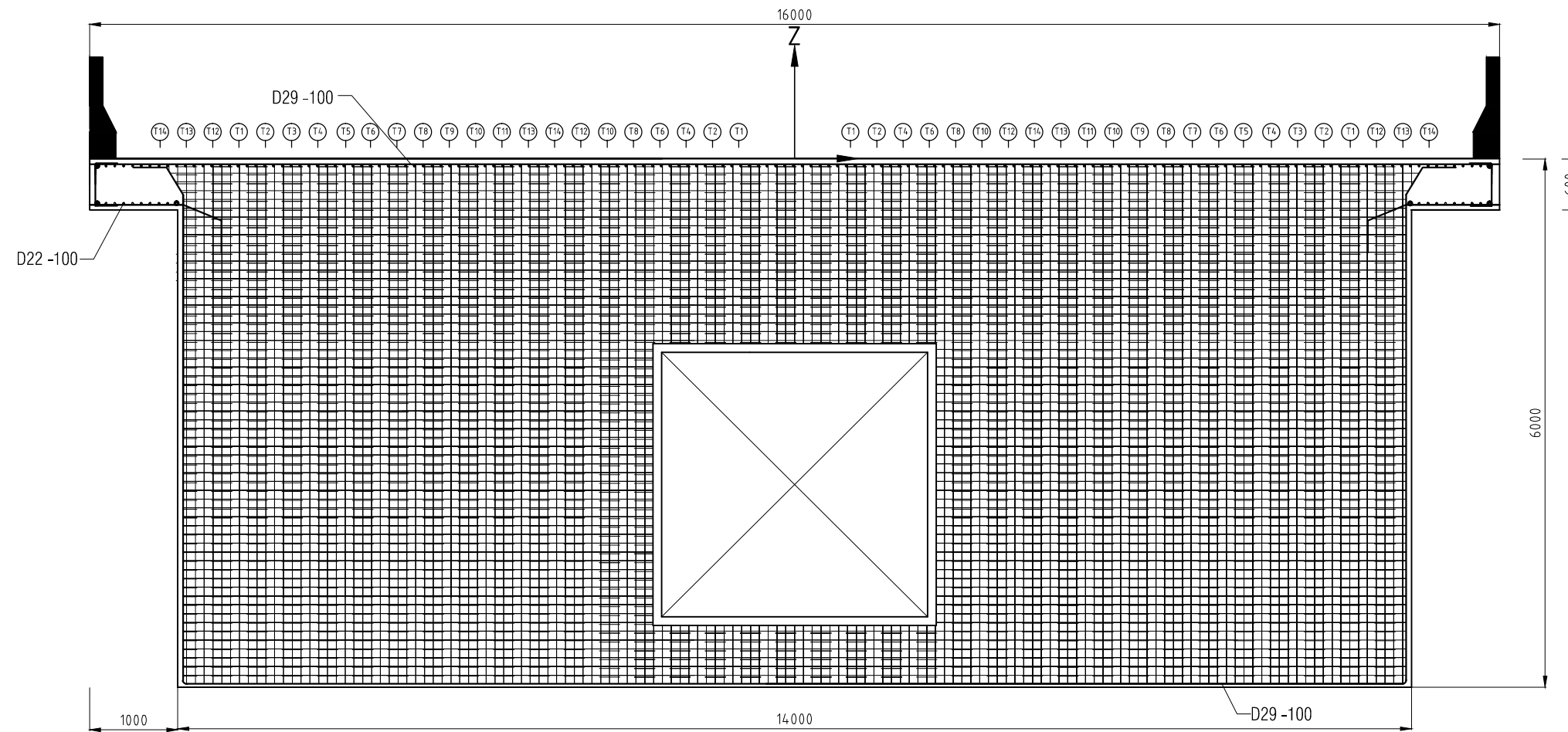
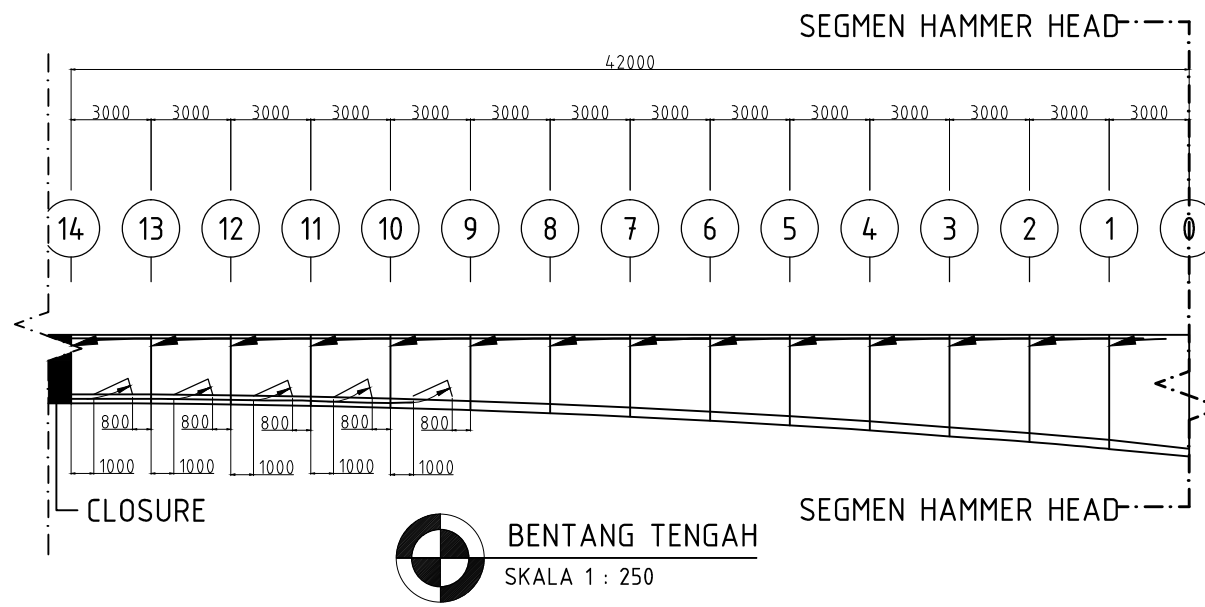
JUDUL GAMBAR :
 MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
20	BOX	45	

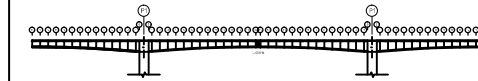


COORDINAT TENDON POTONGAN AS HAMMER HEAD

COORDINAT TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-6300	-6000	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200	-900	-600
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
COORDINAT Y	7200	6900	6600	6300	6000	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900	600
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

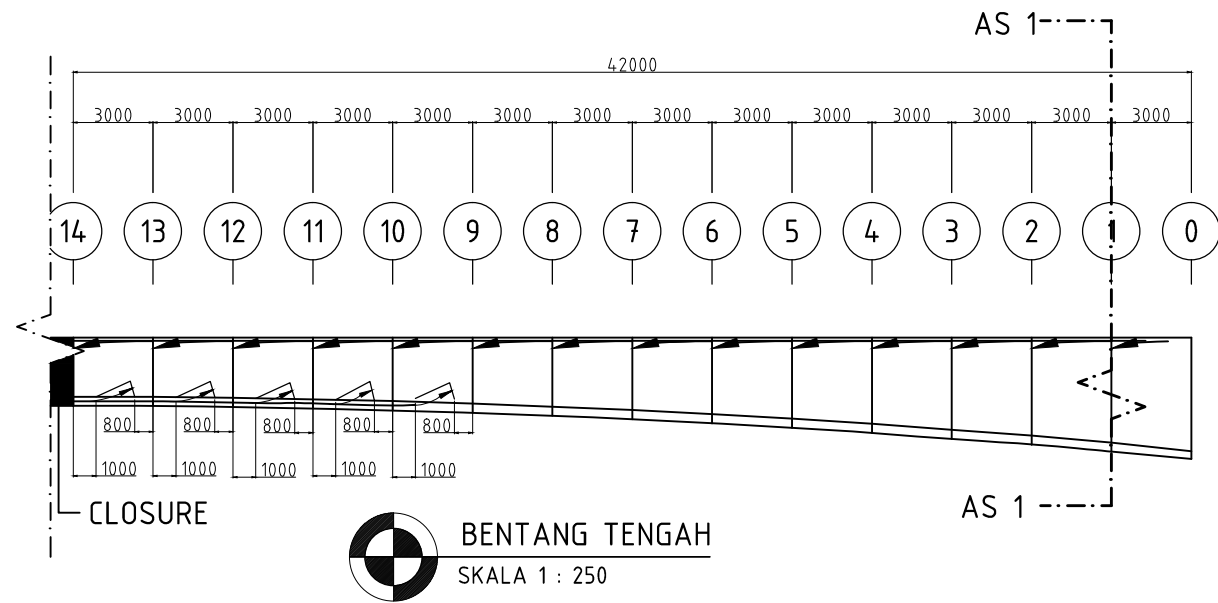
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

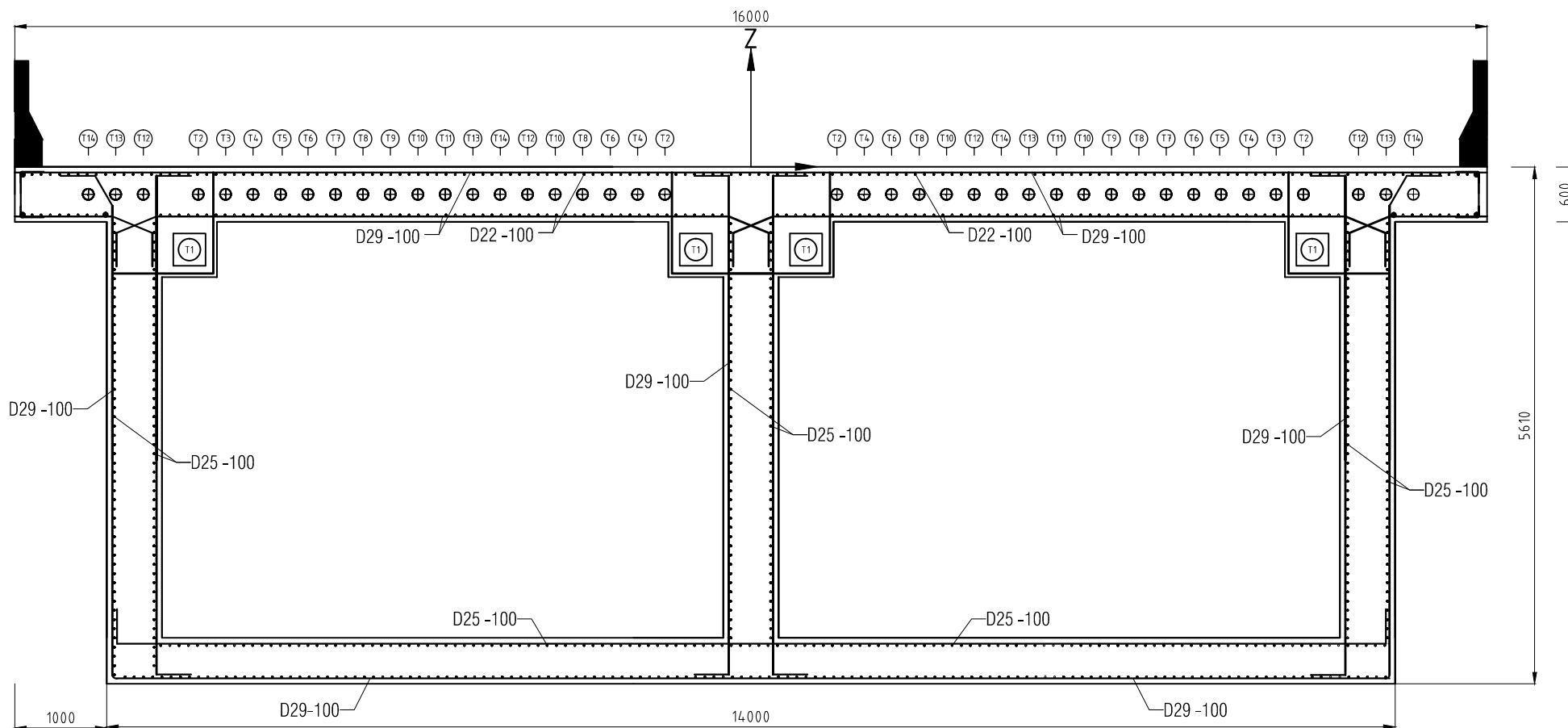


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
21	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



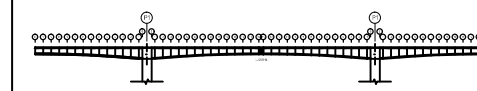
POTONGAN AS 1
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 1

TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-6300	-6000	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200	-900	-600
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2	1
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	6300	6000	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900	600
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

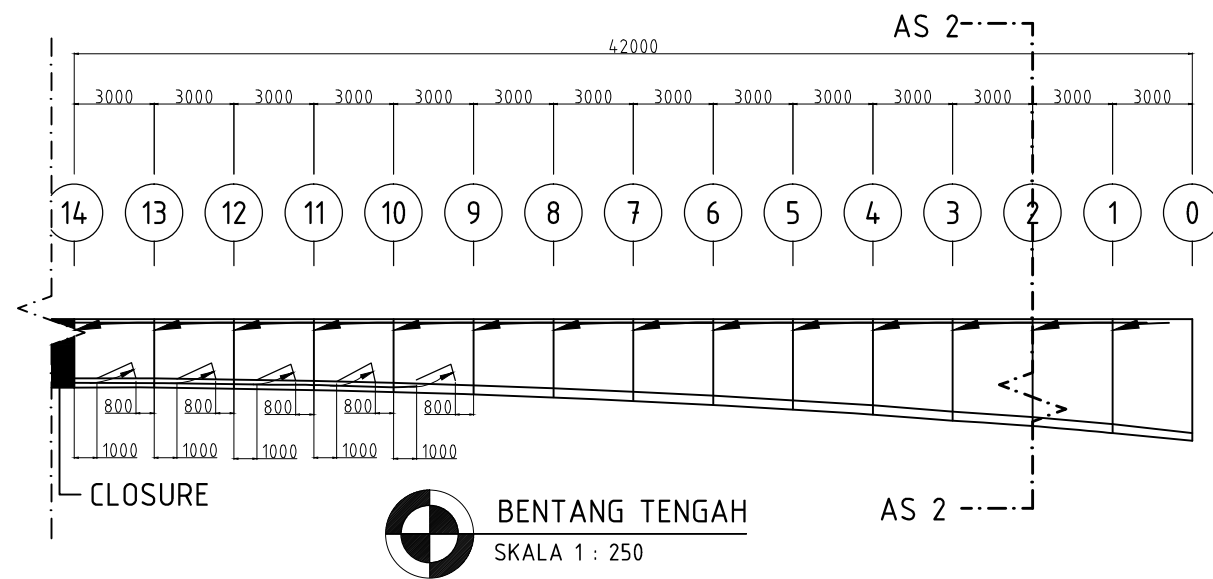
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

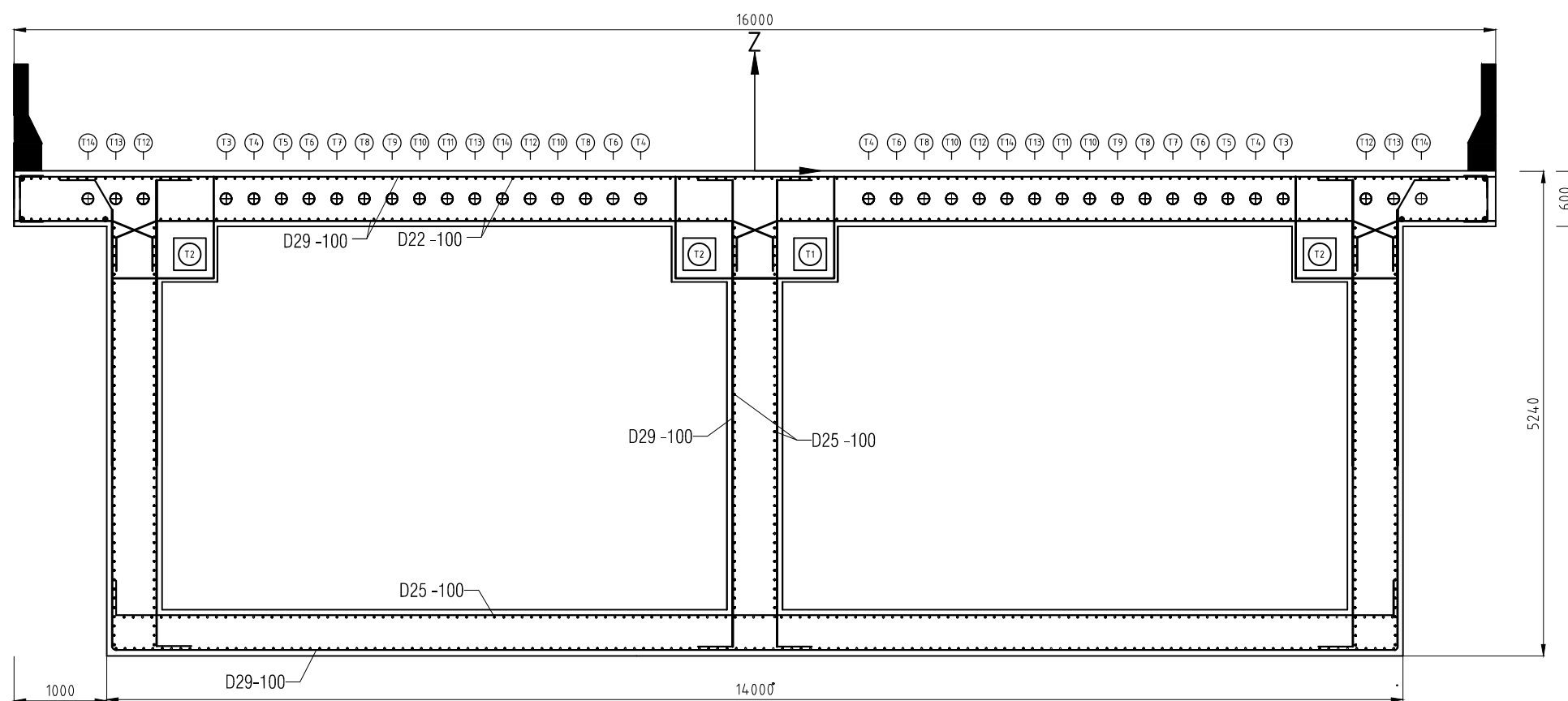


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
22	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



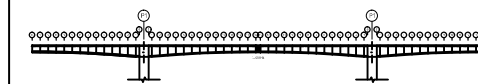
POTONGAN AS 2
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 2

COORDINAT TENDON	14	13	12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-6000	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200	-900
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4	2
COORDINAT Y	7200	6900	6600	6000	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

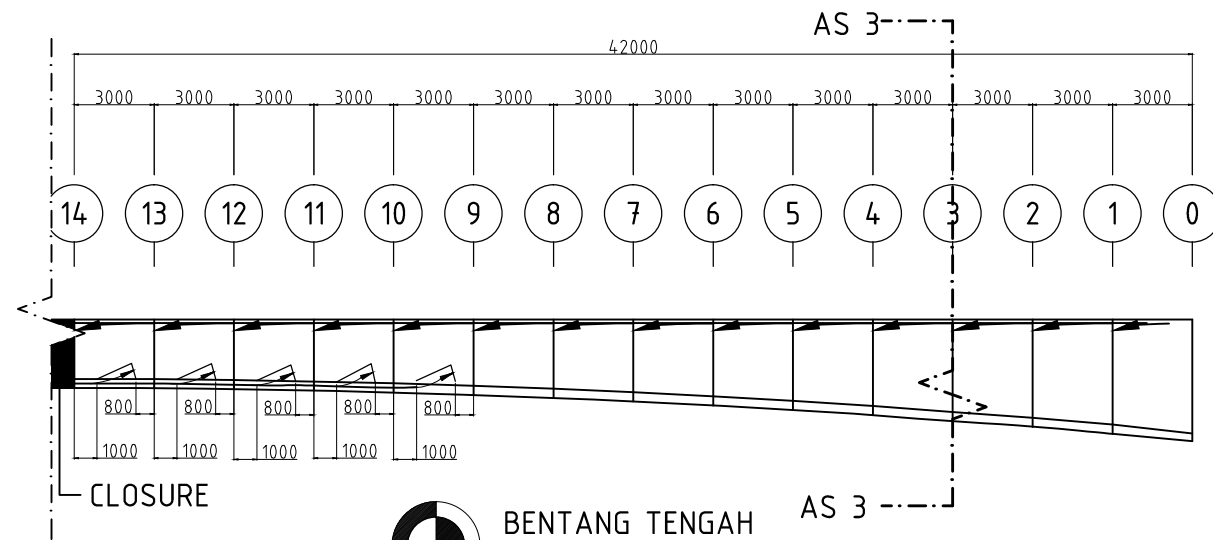
INSTITUT:



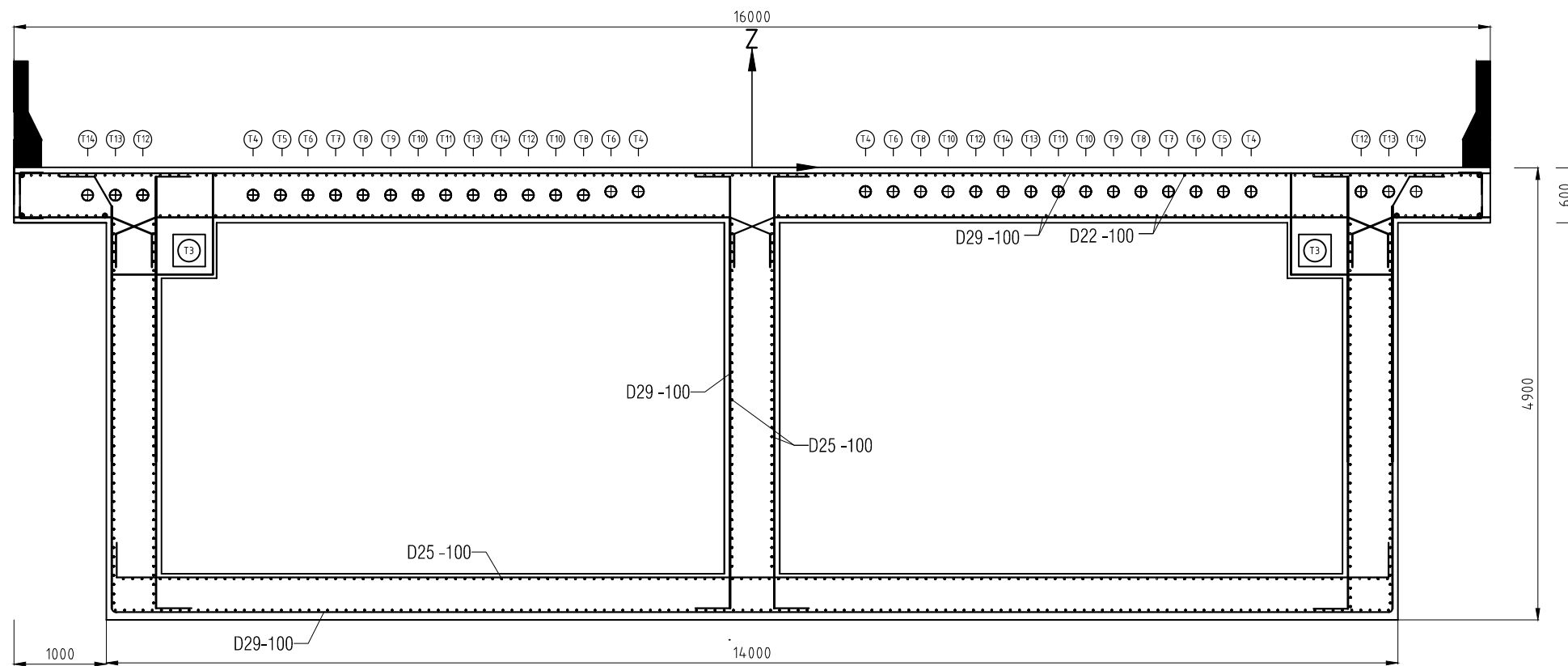
PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
23	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



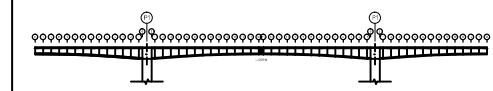
POTONGAN AS 3
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 3

TENDON	14	13	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-5700	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	5700	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

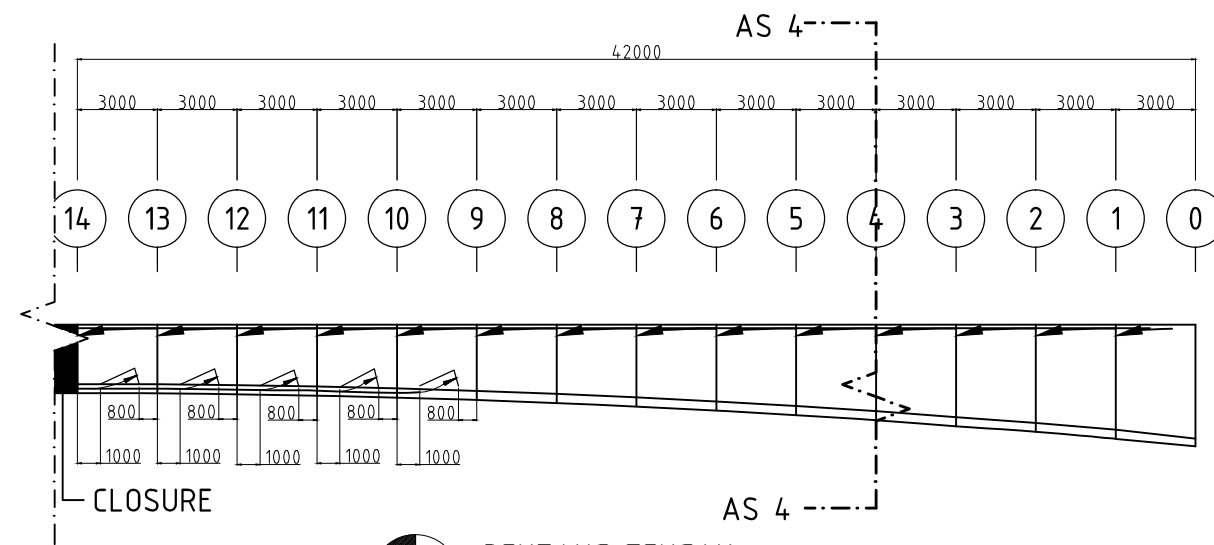
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

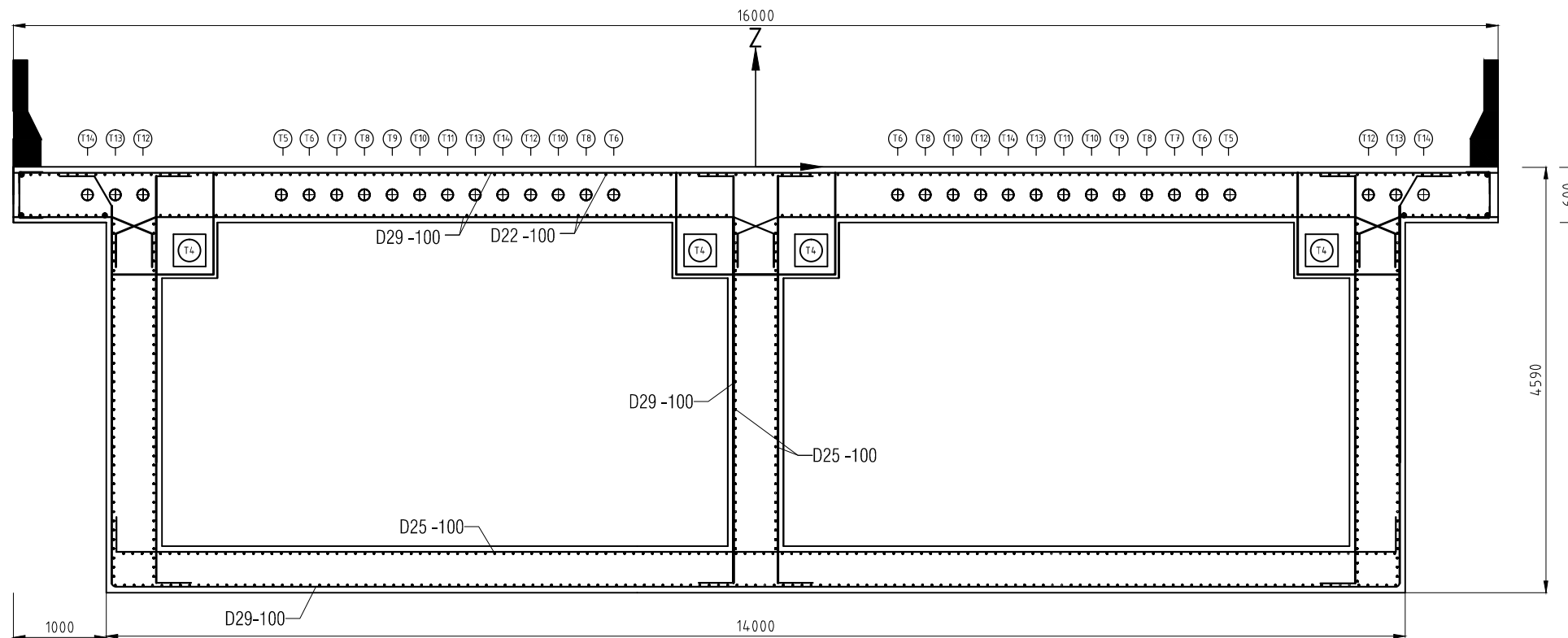


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
24	BOX	45	



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



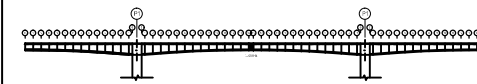
POTONGAN AS 4
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 4

TENDON	14	13	12	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-5400	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500	-1200
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

TENDON	14	13	12	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6	4
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	5400	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500	1200
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

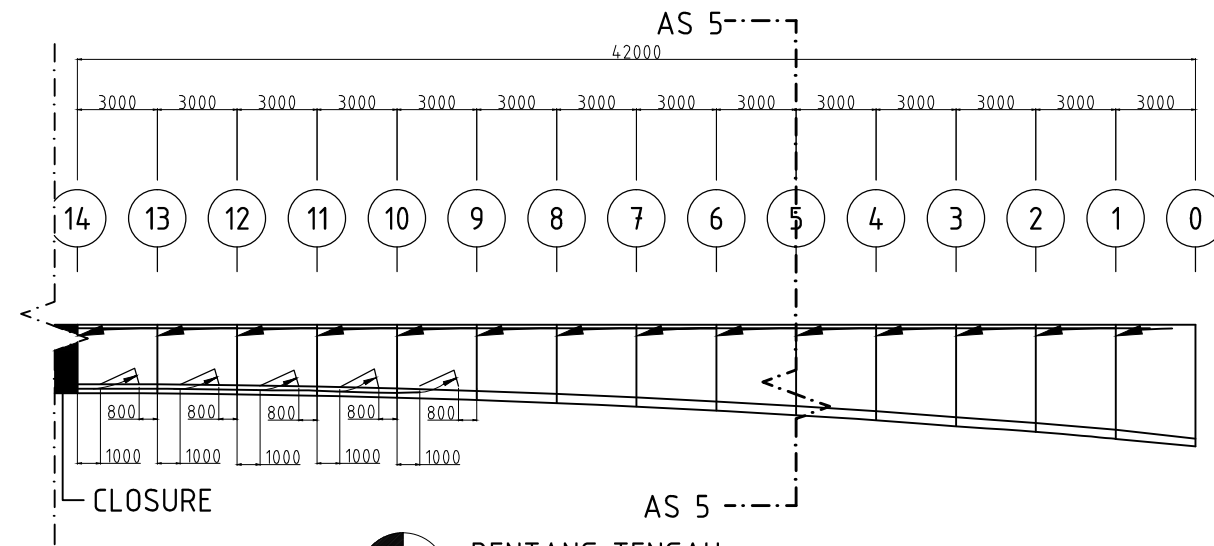
INSTITUT:



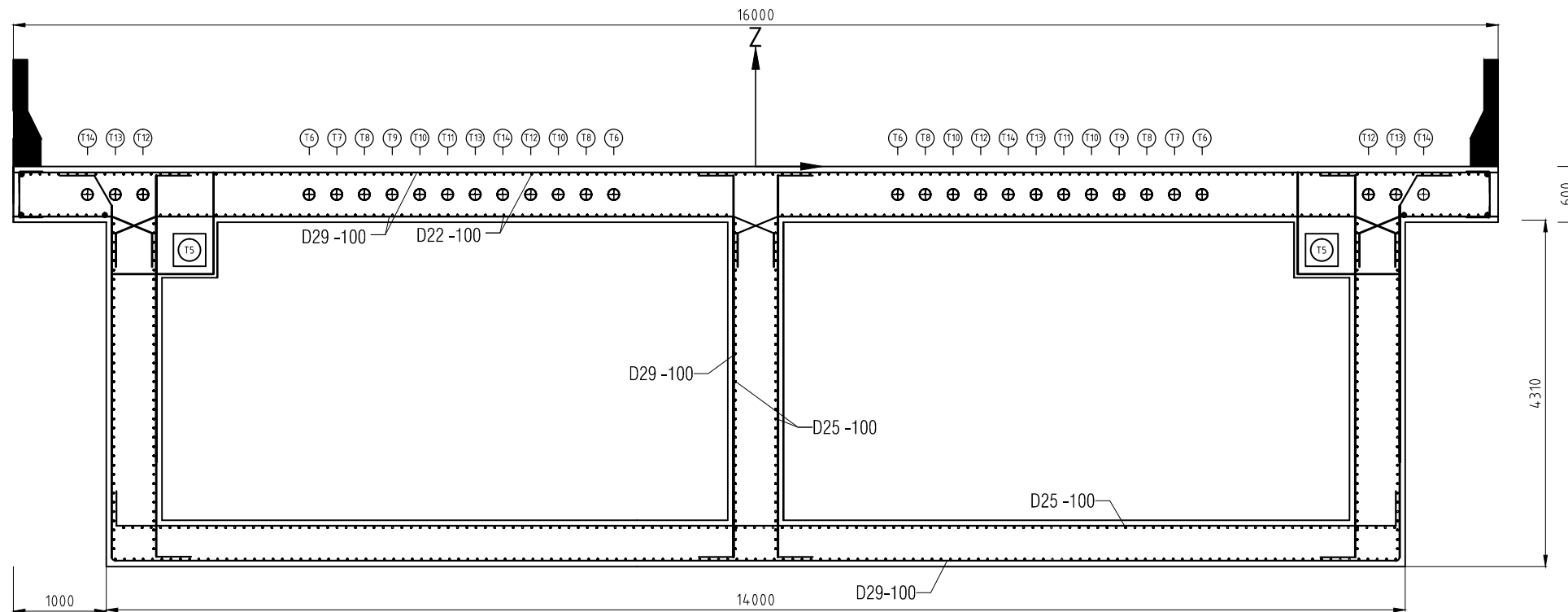
PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
25	BOX	45



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



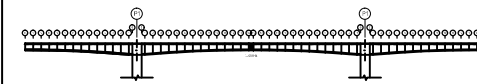
POTONGAN AS 5
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 5

COORDINAT TENDON	14	13	12	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-5100	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	5	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
COORDINAT Y	7200	6900	6600	5100	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

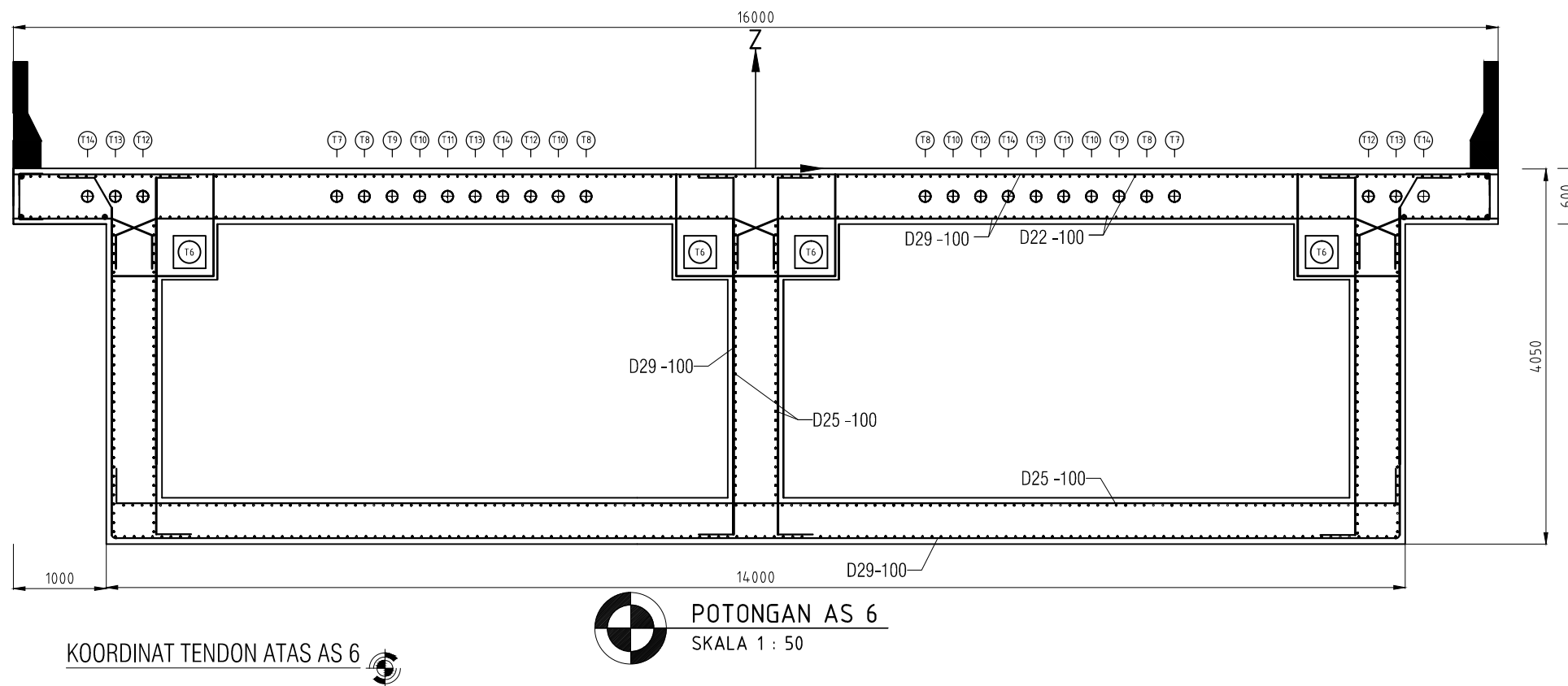
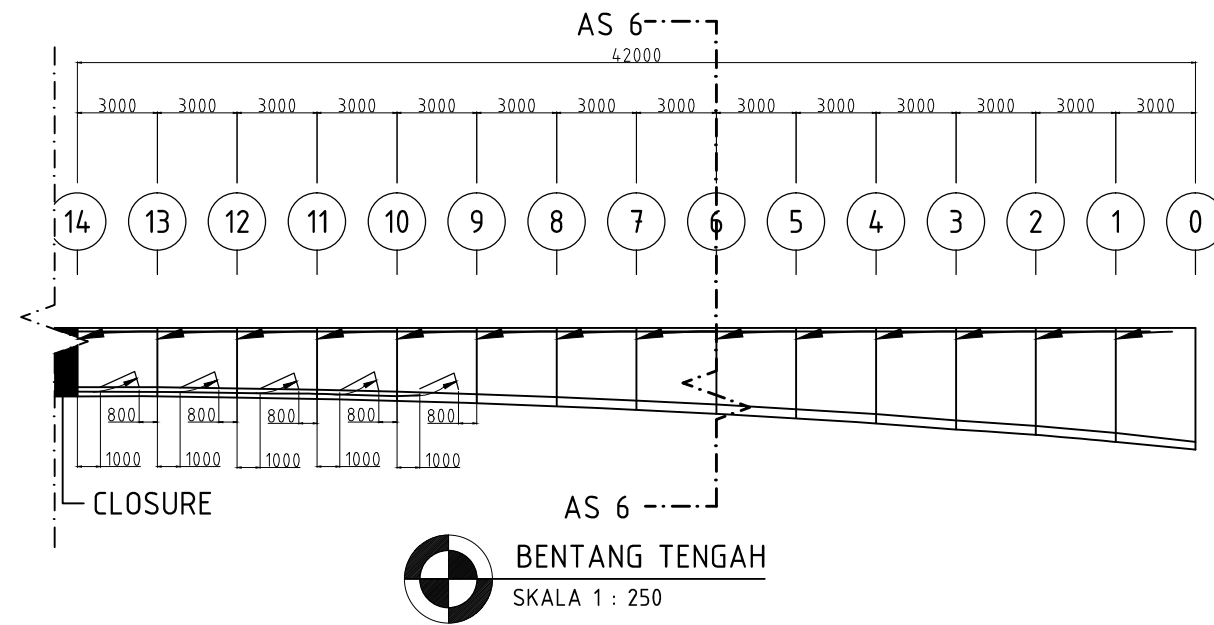
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
26	BOX	45	

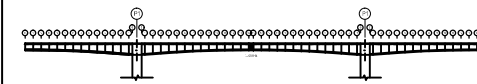


KOORDINAT TENDON ATAS AS 6

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-4800	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800	-1500
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	6	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8	6
COORDINAT Y	7200	6900	6600	4800	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800	1500
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
- MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

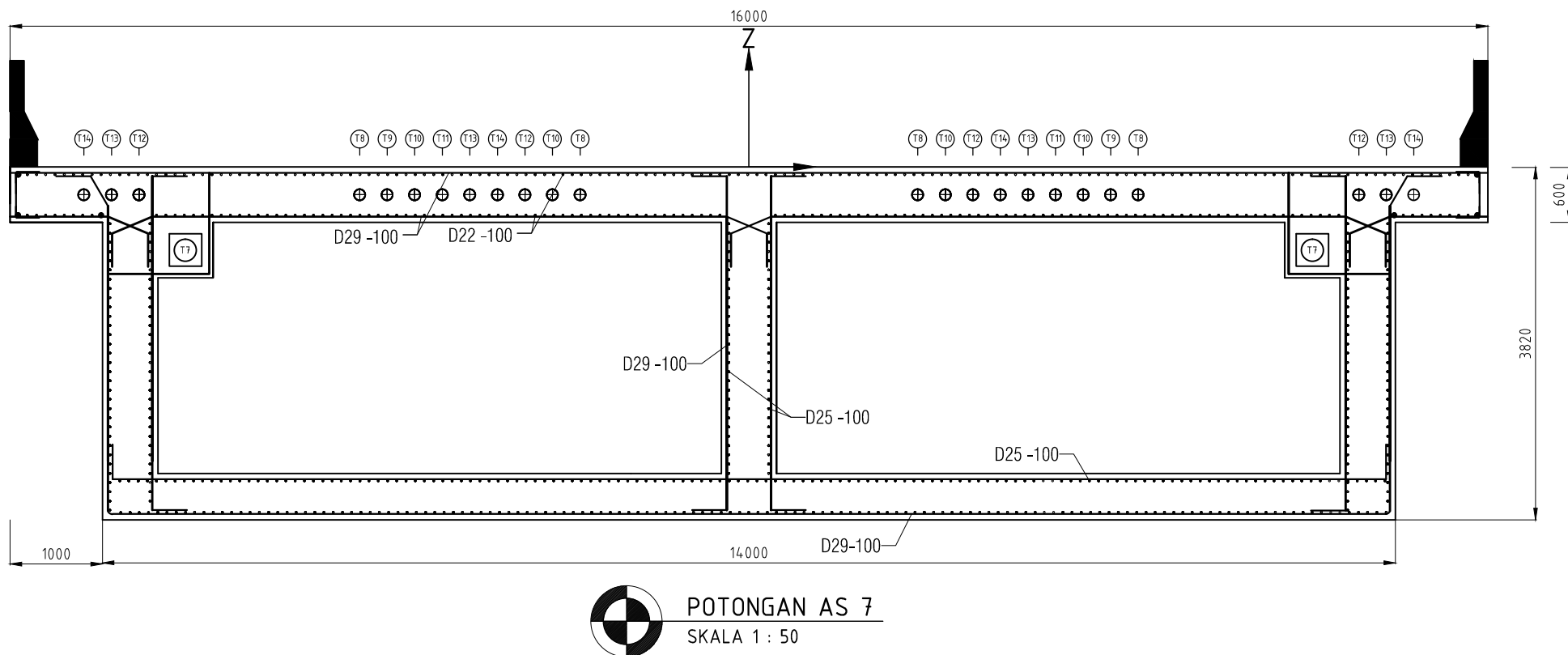
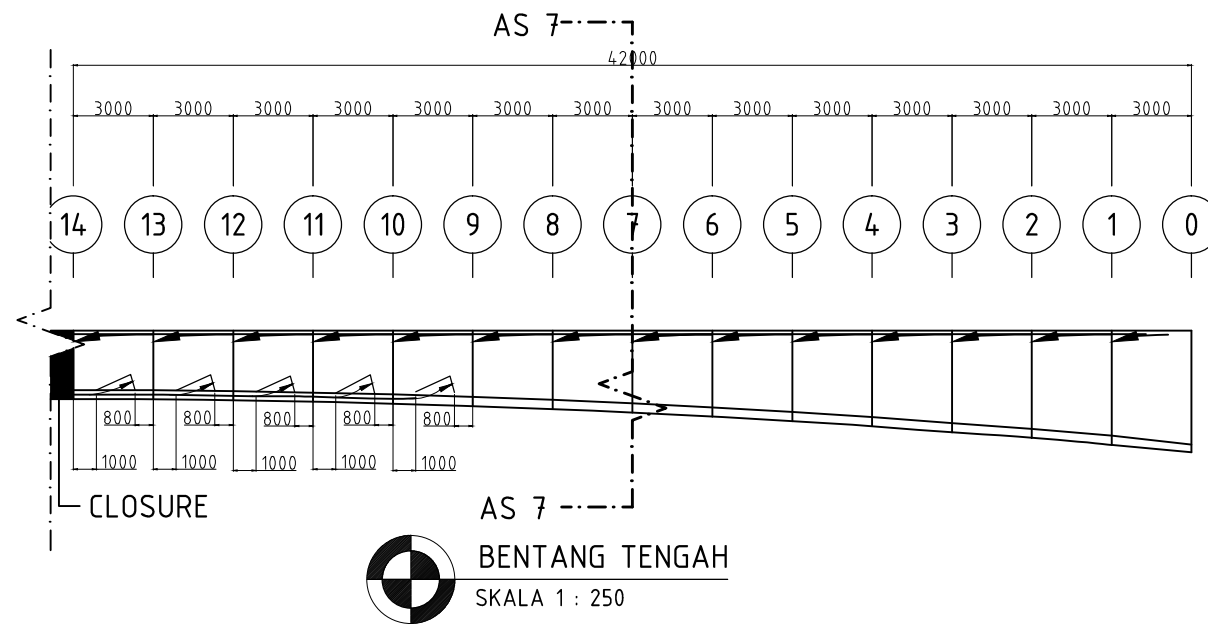
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
27	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 7

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8
KOORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-4500	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	7	8	9	10	11	13	14	12	10	8
KOORDINAT Y	7200	6900	6600	4500	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800
KOORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)

MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

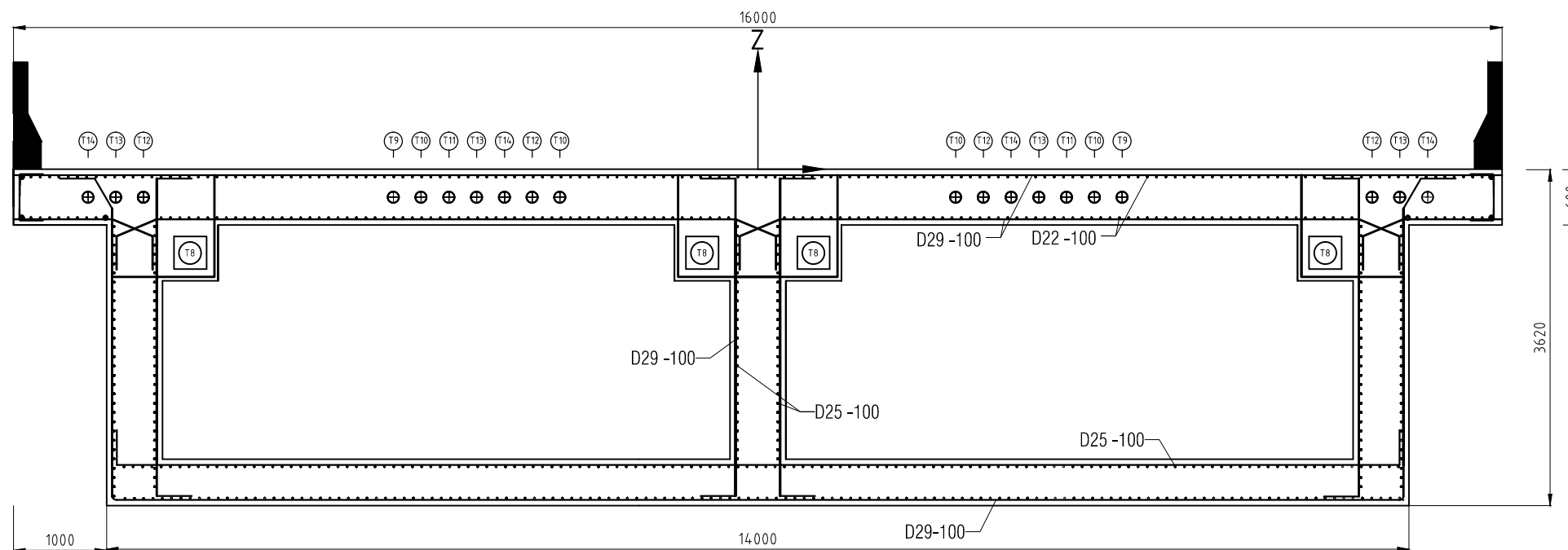
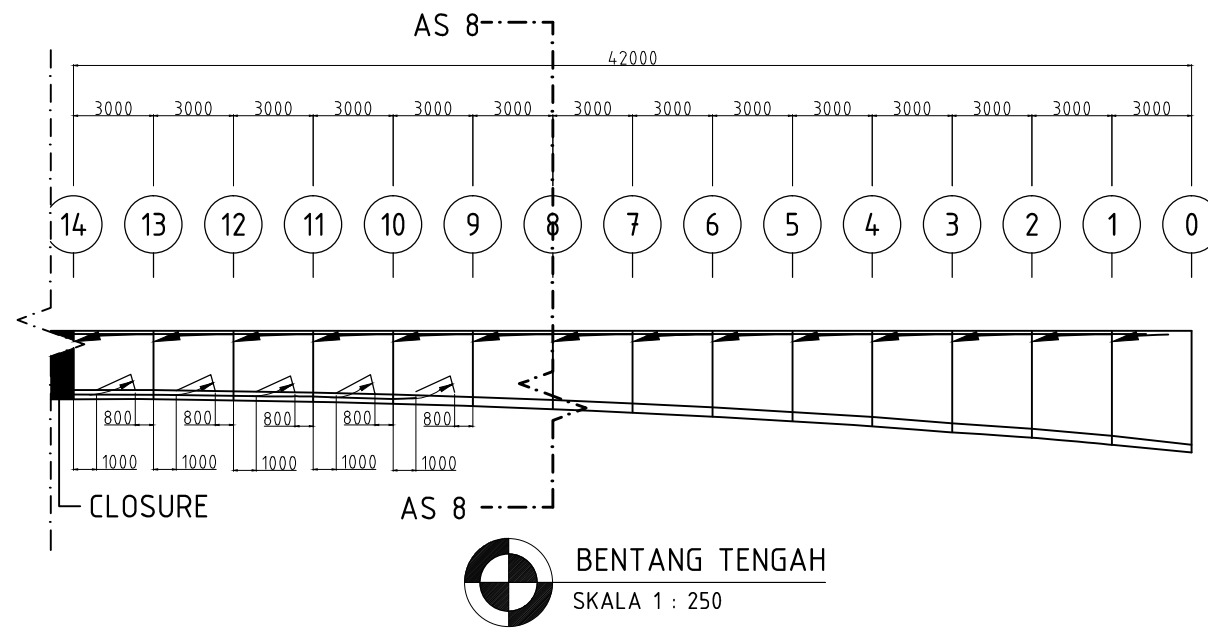
JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
28	BOX	45	

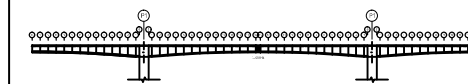


KOORDINAT TENDON ATAS AS 8

COORDINAT TENDON	14	13	12	8	9	10	11	13	14	12	10	8
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-4200	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100	-1800
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON	14	13	12	8	9	10	11	13	14	12	10	8
COORDINAT Y	7200	6900	6600	4200	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100	1800
COORDINAT Z	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

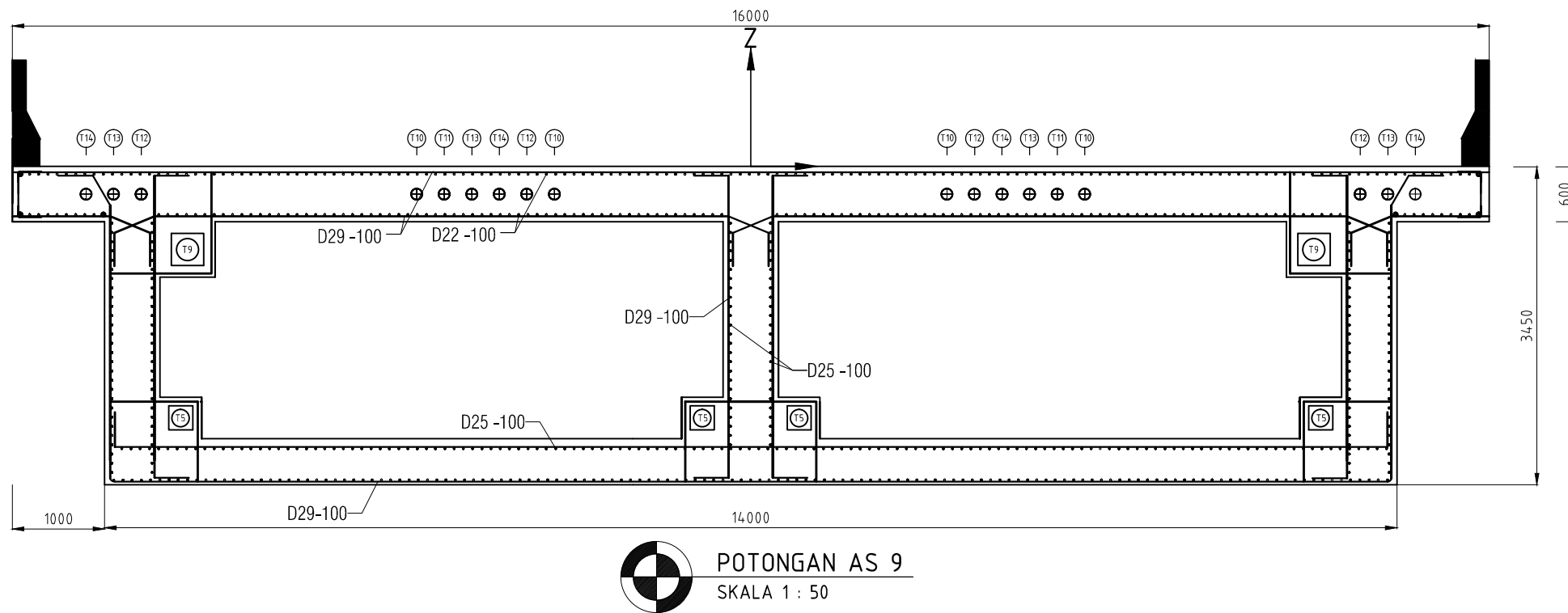
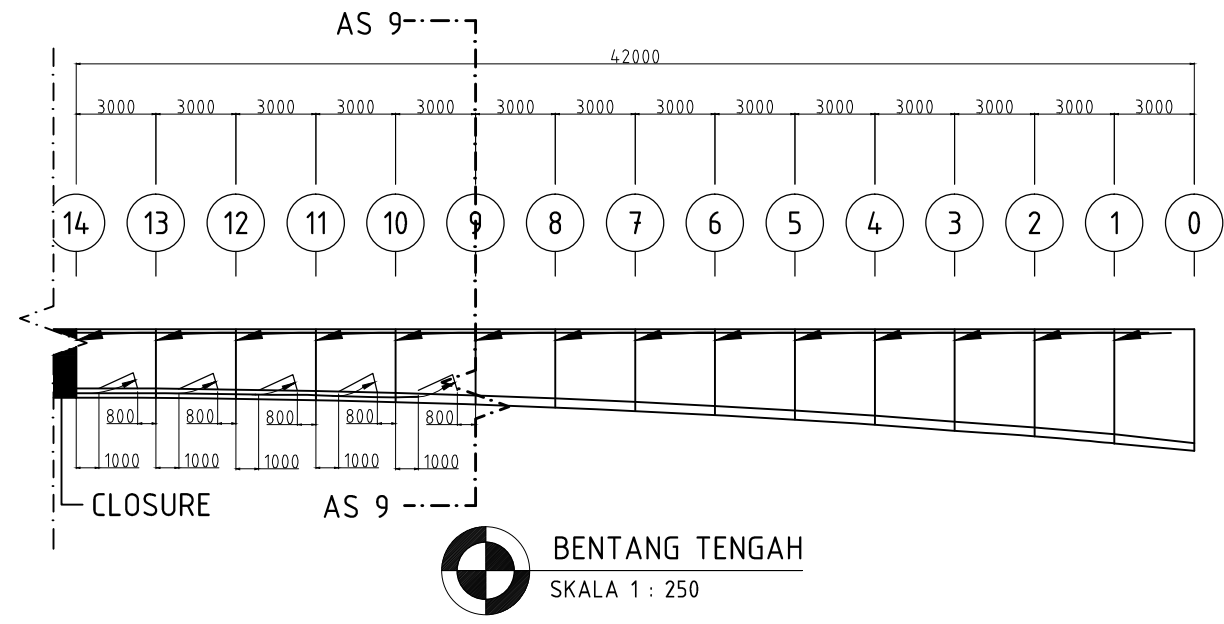
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
29	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 9

COORDINAT	TENDON	14	13	12	9	10	11	13	14	12	10
COORDINAT Y		-7200	-6900	-6600	-3900	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100
COORDINAT Z		-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

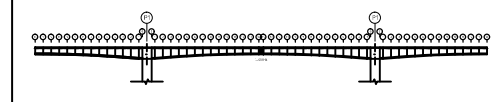
COORDINAT	TENDON	14	13	12	9	10	11	13	14	12	10
COORDINAT Y		7200	6900	6600	3900	3600	3300	3000	2700	2400	2100
COORDINAT Z		-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300

COORDINAT TENDON BAWAH AS 9

COORDINAT	TENDON	5	5
COORDINAT Y		-4800	-2200
COORDINAT Z		-3200	-3200

COORDINAT	TENDON	5	5
COORDINAT Y		4800	2200
COORDINAT Z		-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

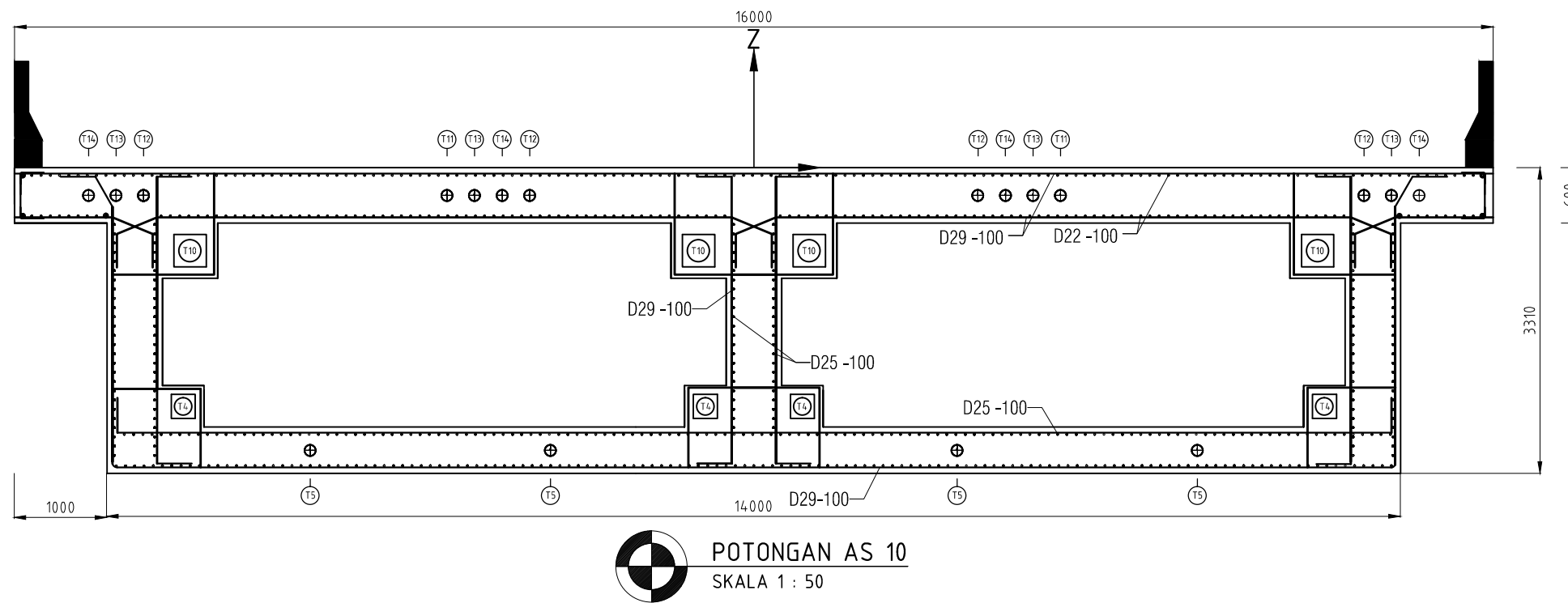
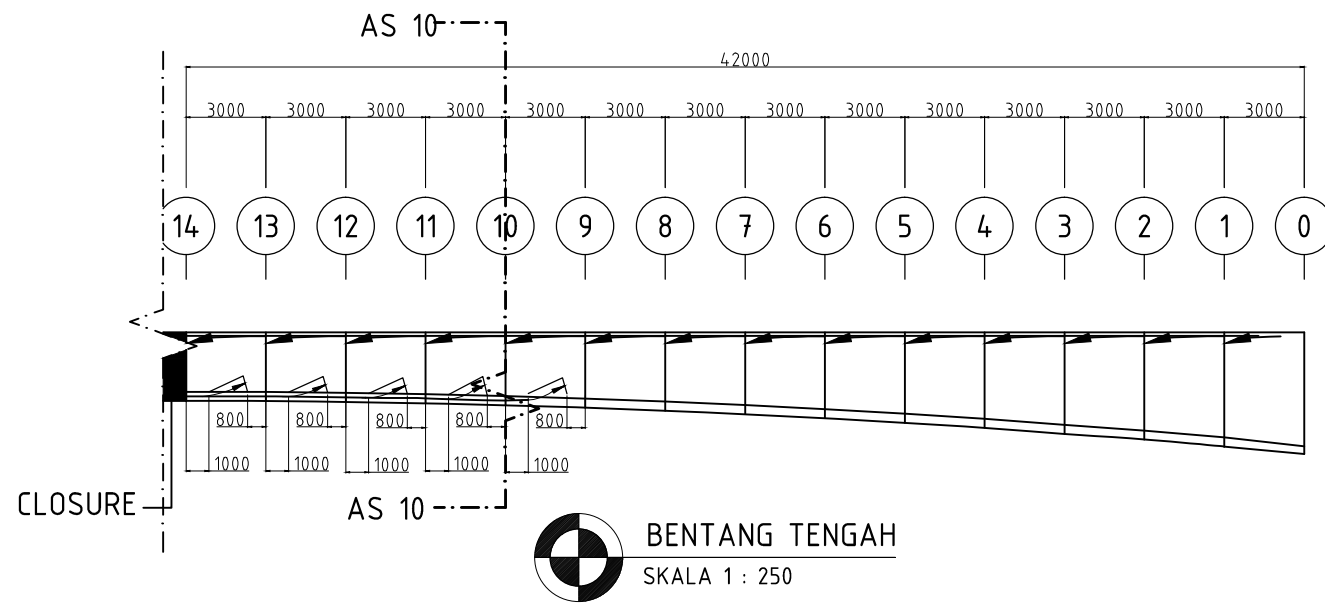
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
30	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 10

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	10	11	13	14	12	10
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3600	-3300	-3000	-2700	-2400	-2100
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

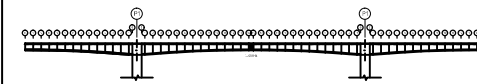
COORDINAT \ TENDON	14	13	12	10	11	13	14	12	10
COORDINAT Y	7200	6900	6600	3600	3300	3000	2700	2400	2100
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 10

COORDINAT \ TENDON	4	4	5	5
COORDINAT Y	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	4	4	5	5
COORDINAT Y	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

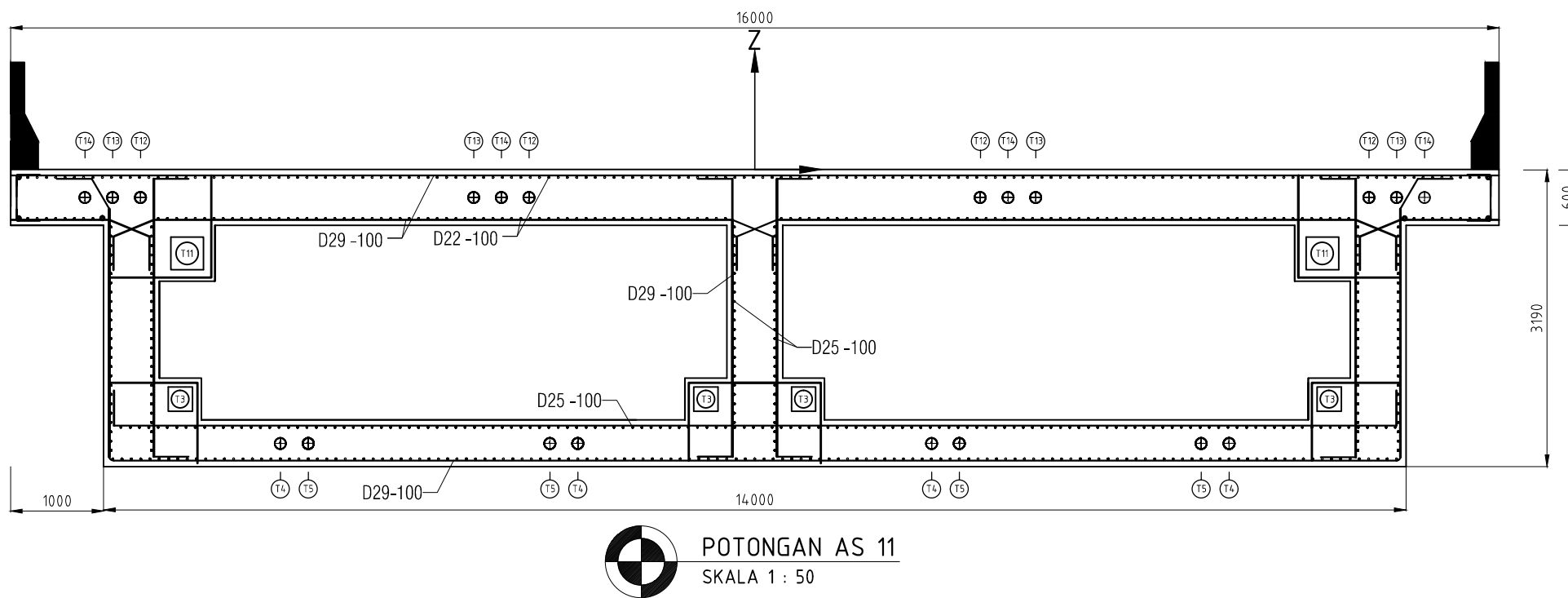
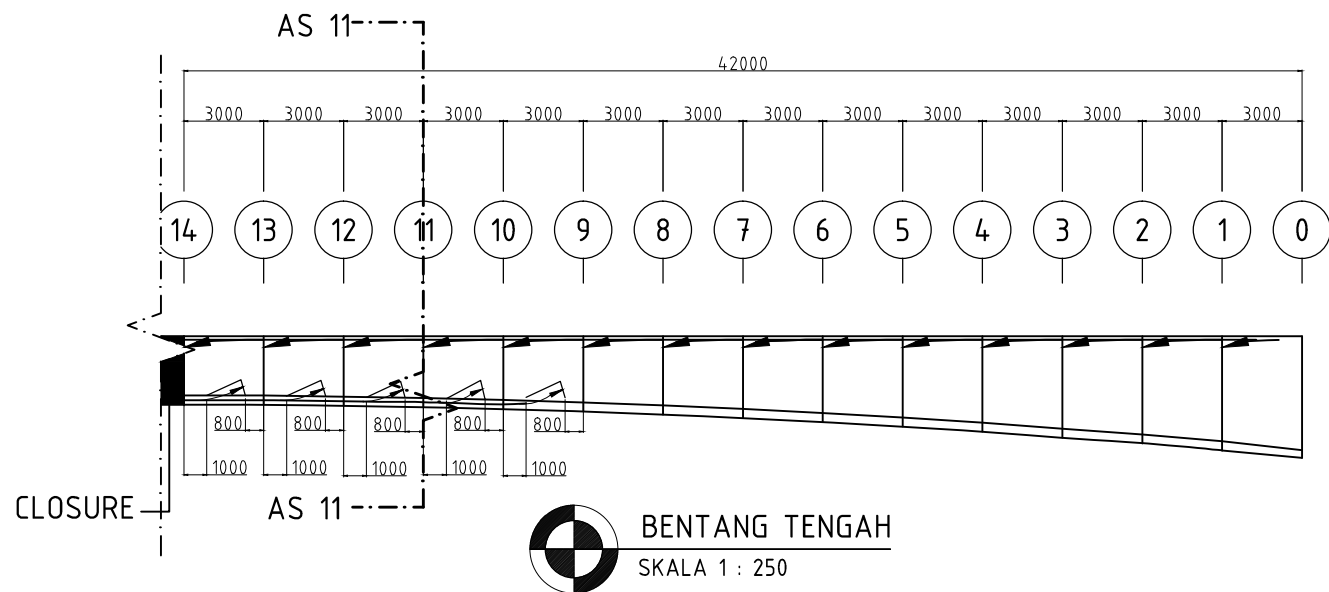
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
31	BOX	45	



COORDINAT TENDON ATAS AS 11

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	11	13	14	12
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3300	-3000	-2700	-2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

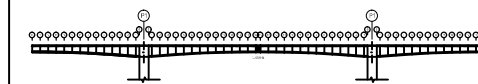
COORDINAT \ TENDON	14	13	12	11	13	14	12
COORDINAT Y	7200	6900	6600	3300	3000	2700	2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 11

COORDINAT \ TENDON	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA PARAF TANGGAL

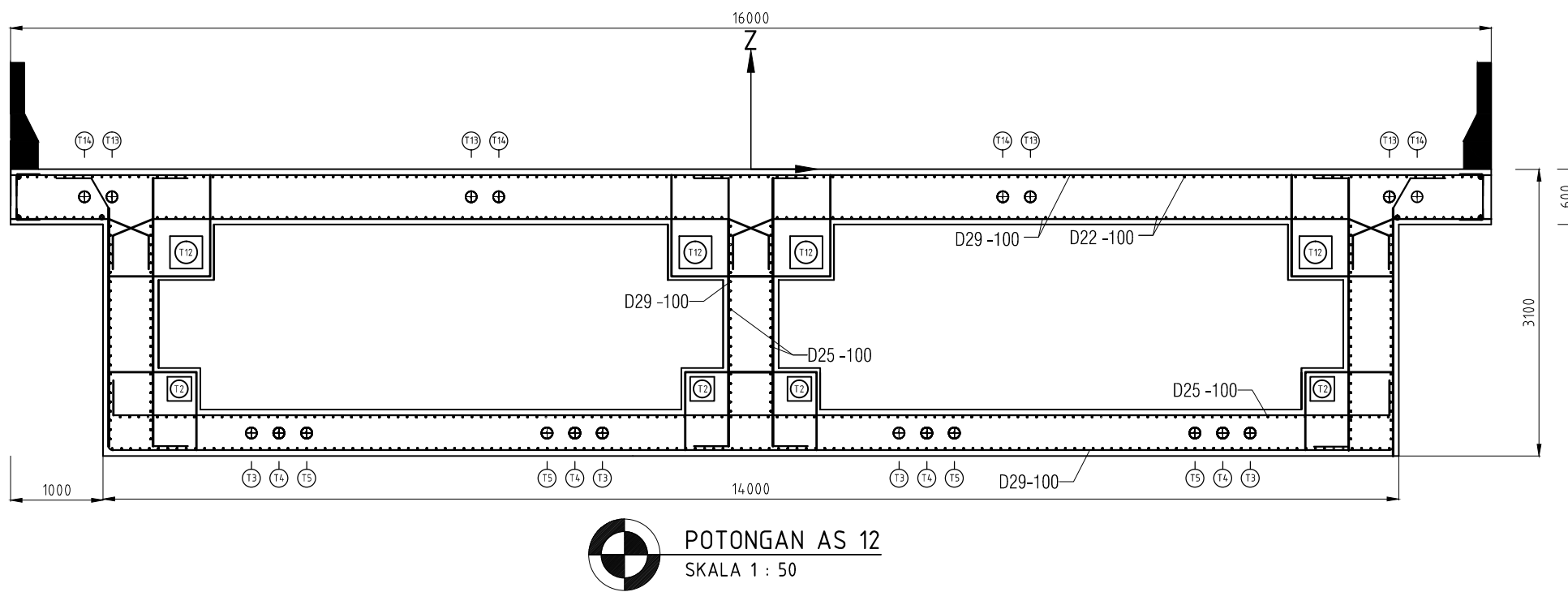
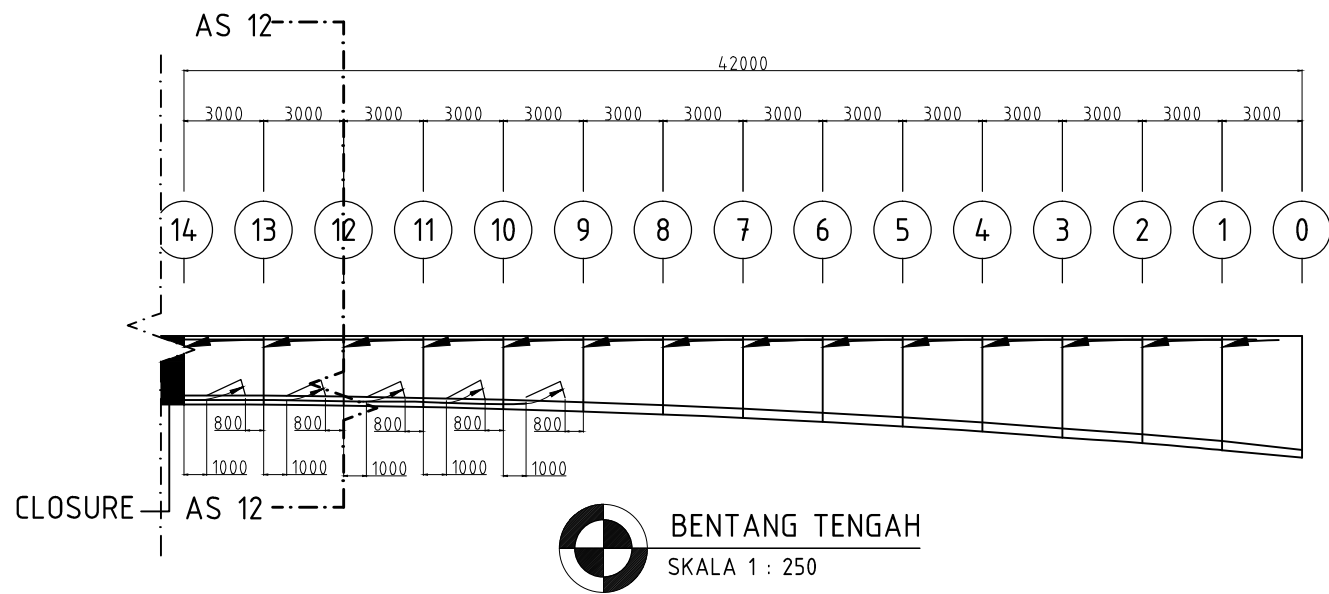
DIGAMBAR IOBAL MAULANA

DIAJUKAN IOBAL MAULANA

Ir. IBNU PUDJI R., MS.

Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.

NO. GAMBAR 32 KODE GAMBAR BOX JUMLAH GAMBAR 45



COORDINAT TENDON ATAS AS 12

COORDINAT \ TENDON	14	13	12	13	14	12
COORDINAT Y	-7200	-6900	-6600	-3000	-2700	-2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200

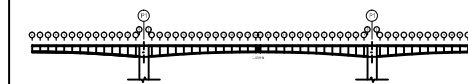
COORDINAT \ TENDON	14	13	12	13	14	12
COORDINAT Y	7200	6900	6600	3000	2700	2400
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200	-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 12

COORDINAT \ TENDON	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	-5700	-1600	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	5700	1600	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

DIGAMBAR	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		

DIAJUKAN	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		

DIKOREKSI	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
DIKOREKSI	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

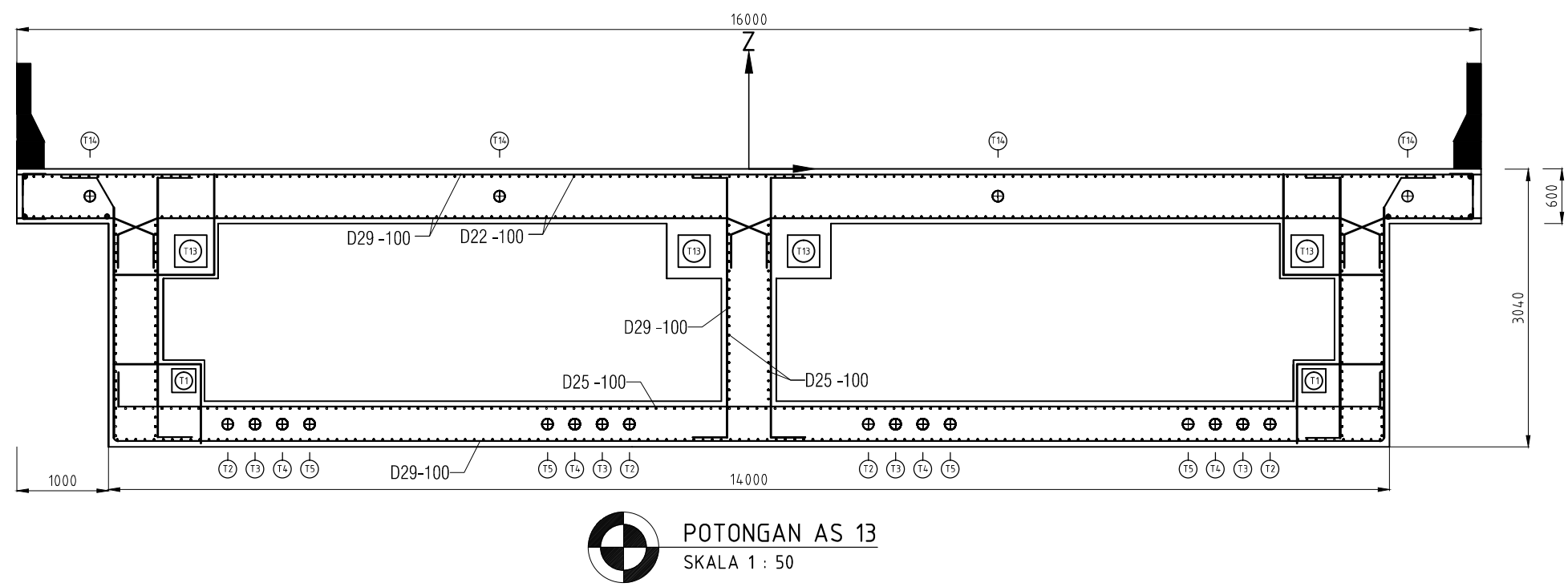
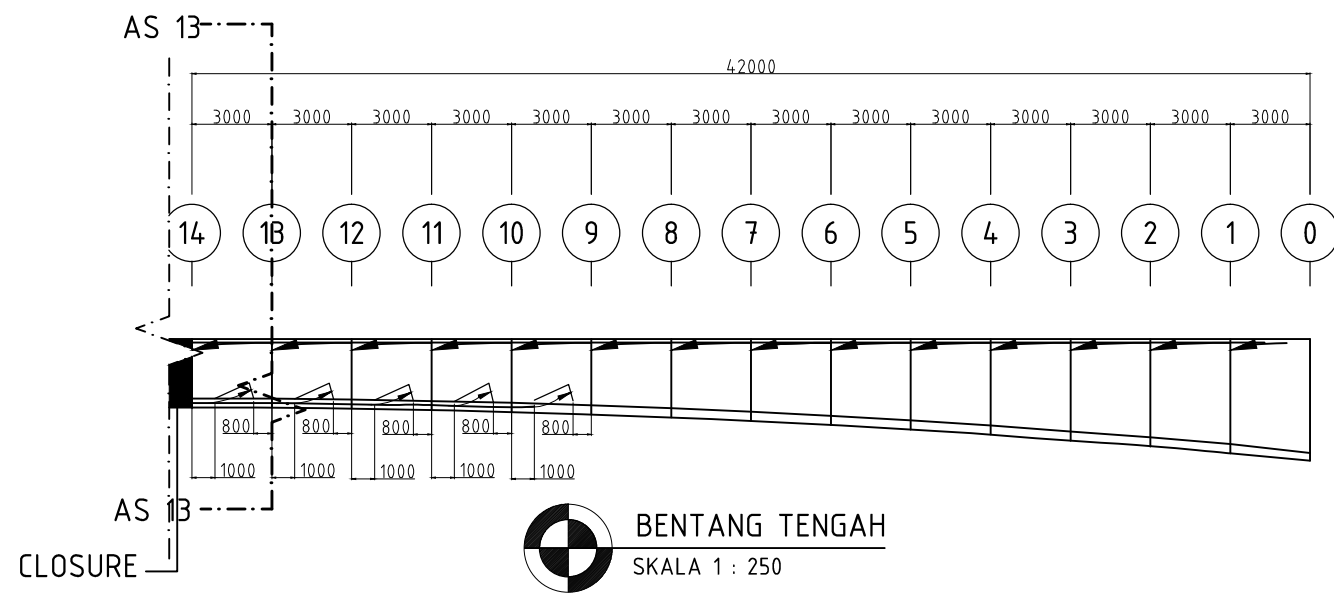
DIKOREKSI	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
DIKOREKSI	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

DIKOREKSI	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
DIKOREKSI	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

DIKOREKSI	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
DIKOREKSI	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

DIKOREKSI	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
DIKOREKSI	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
33	BOX	45	



KOORDINAT TENDON ATAS AS 13

COORDINAT \ TENDON	14	13	13	14
COORDINAT Y	-7200	-6900	-3000	-2700
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200

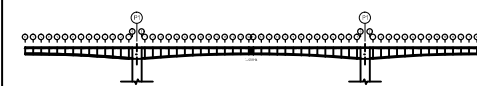
COORDINAT \ TENDON	14	13	13	14
COORDINAT Y	7200	6900	3000	2700
COORDINAT Z	-200	-200	-200	-200

KOORDINAT TENDON BAWAH AS 13

COORDINAT \ TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	-6000	-5700	-1600	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT \ TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y	6000	5700	1600	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

- MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
- MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

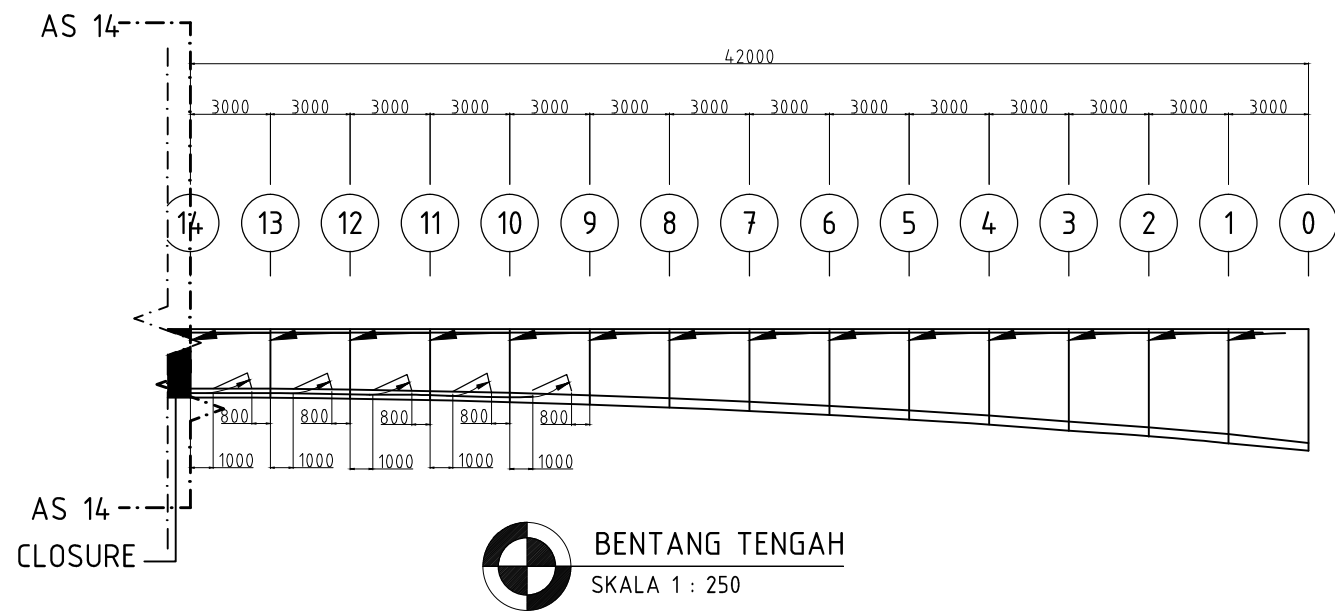
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

DIGAMBAR	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		

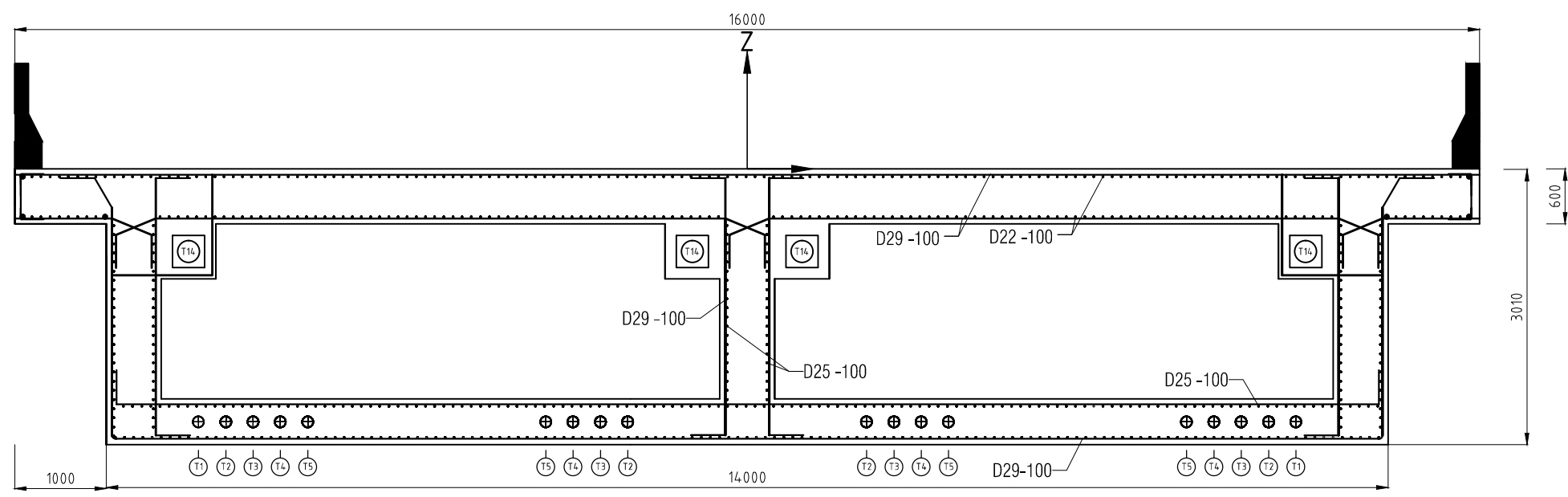
DIAJUKAN	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		

DIKOREKSI	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
34	BOX	45



BENTANG TENGAH
SKALA 1 : 250



POTONGAN AS 14
SKALA 1 : 50

COORDINAT TENDON ATAS AS 14

COORDINAT	TENDON	14	14
COORDINAT Y		-7200	-2700
COORDINAT Z		-200	-200

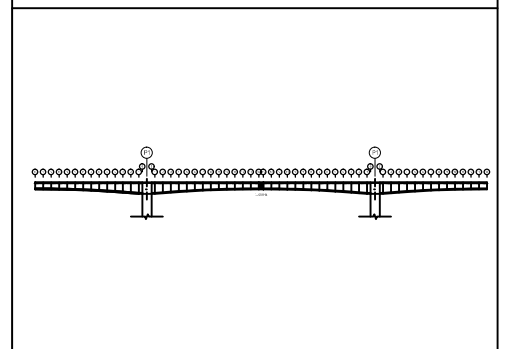
COORDINAT	TENDON	14	14
COORDINAT Y		7200	2700
COORDINAT Z		-200	-200

COORDINAT TENDON BAWAH AS 14

COORDINAT	TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y		-6000	-5700	-1600	-5400	-1600	-5100	-1900	-4800	-2200
COORDINAT Z		-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

COORDINAT	TENDON	1	2	2	3	3	4	4	5	5
COORDINAT Y		6000	5700	1600	5400	1600	5100	1900	4800	2200
COORDINAT Z		-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

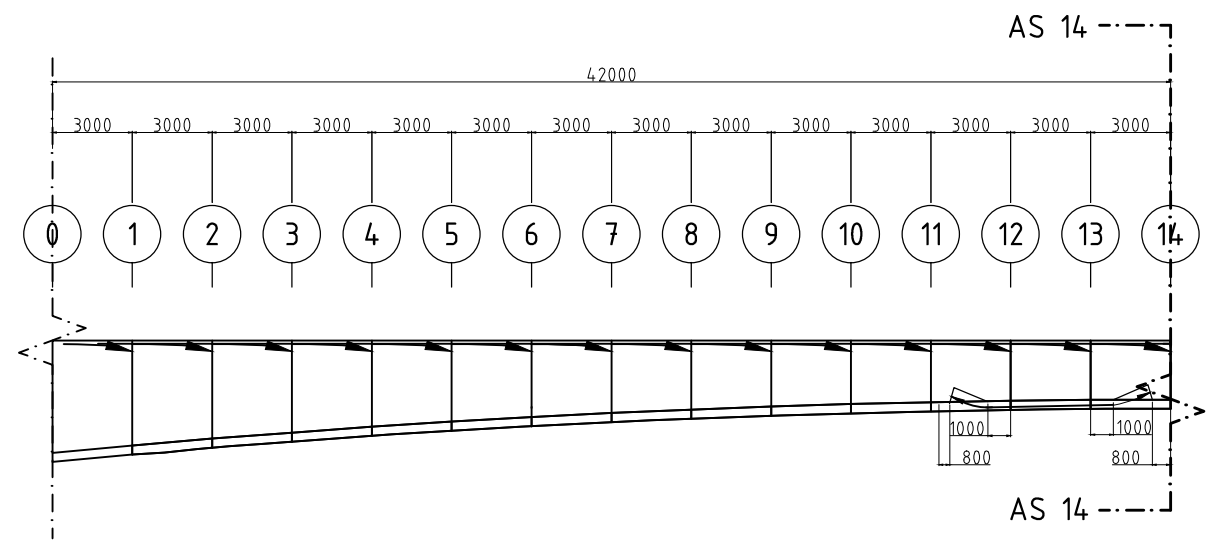
JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

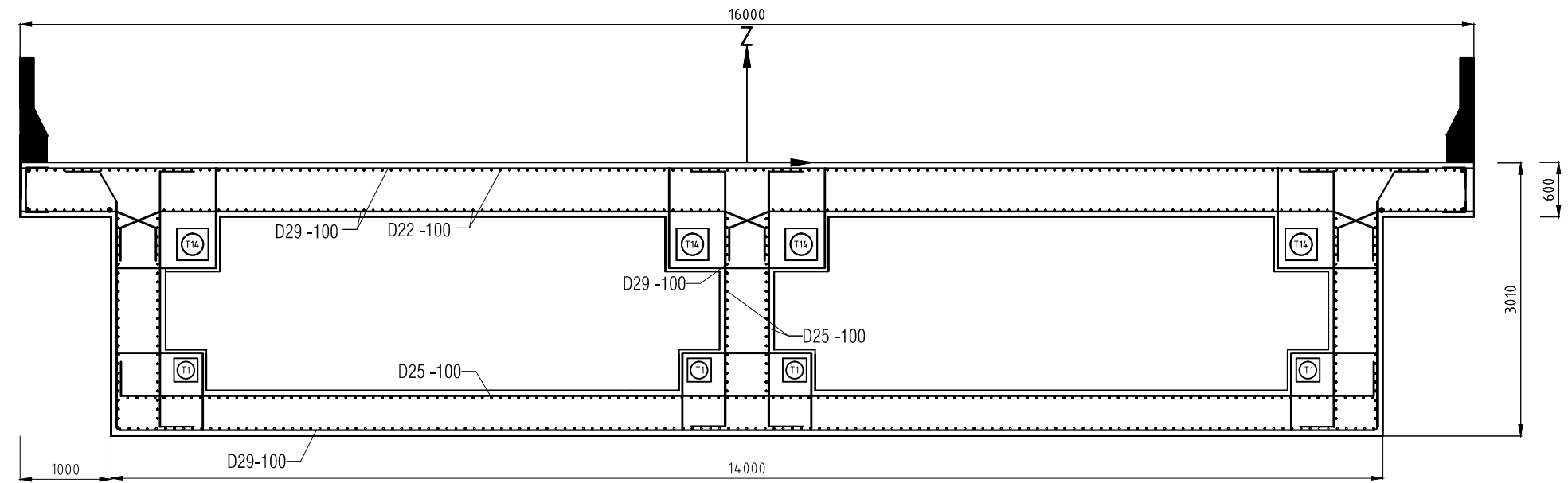
INSTITUT:

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
35	BOX	45	



BENTANG TEPI
SKALA 1 : 250



POTONGAN AS 14
SKALA 1 : 50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 14

COORDINAT	TENDON	14	14
KOORDINAT Y		-7200	-2700
KOORDINAT Z		-200	-200

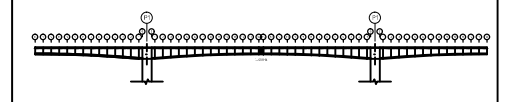
COORDINAT	TENDON	14	14
KOORDINAT Y		7200	2700
KOORDINAT Z		-200	-200

KOORDINAT TENDON BAWAH AS 14

COORDINAT	TENDON	1	1
KOORDINAT Y		-6000	-1000
KOORDINAT Z		-3200	-3200

COORDINAT	TENDON	1	1
KOORDINAT Y		6000	1000
KOORDINAT Z		-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50
 DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

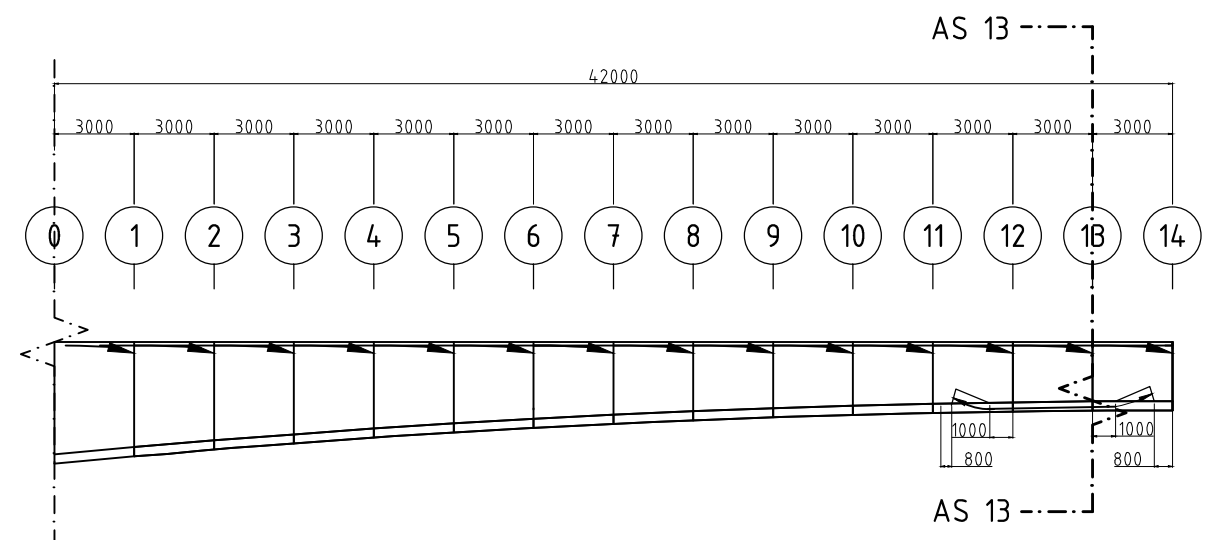
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

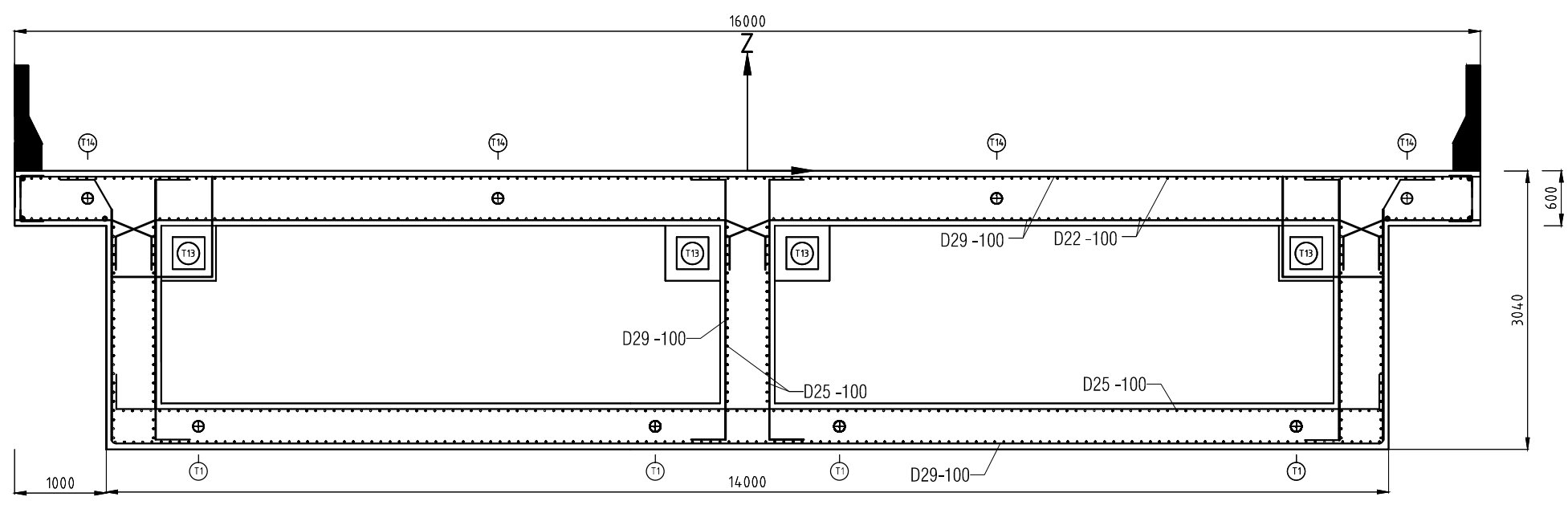


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
36	BOX	45	



Bentang Pinggir
SKALA 1 : 250



POTONGAN AS 13
SKALA 1:50

KOORDINAT TENDON ATAS AS 13

COORDINAT	TENDON	14	13	13	14
KOORDINAT Y		-7200	-6900	-3000	-2700
KOORDINAT Z		-200	-200	-200	-200

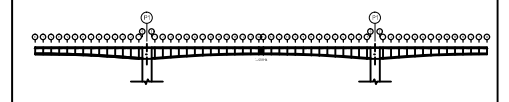
COORDINAT	TENDON	14	13	13	14
KOORDINAT Y		7200	6900	3000	2700
KOORDINAT Z		-200	-200	-200	-200

KOORDINAT TENDON BAWAH AS 13

COORDINAT	TENDON	1	1
KOORDINAT Y		-6000	-1000
KOORDINAT Z		-3200	-3200

COORDINAT	TENDON	1	1
KOORDINAT Y		6000	1000
KOORDINAT Z		-3200	-3200

KEY PLAN :



CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

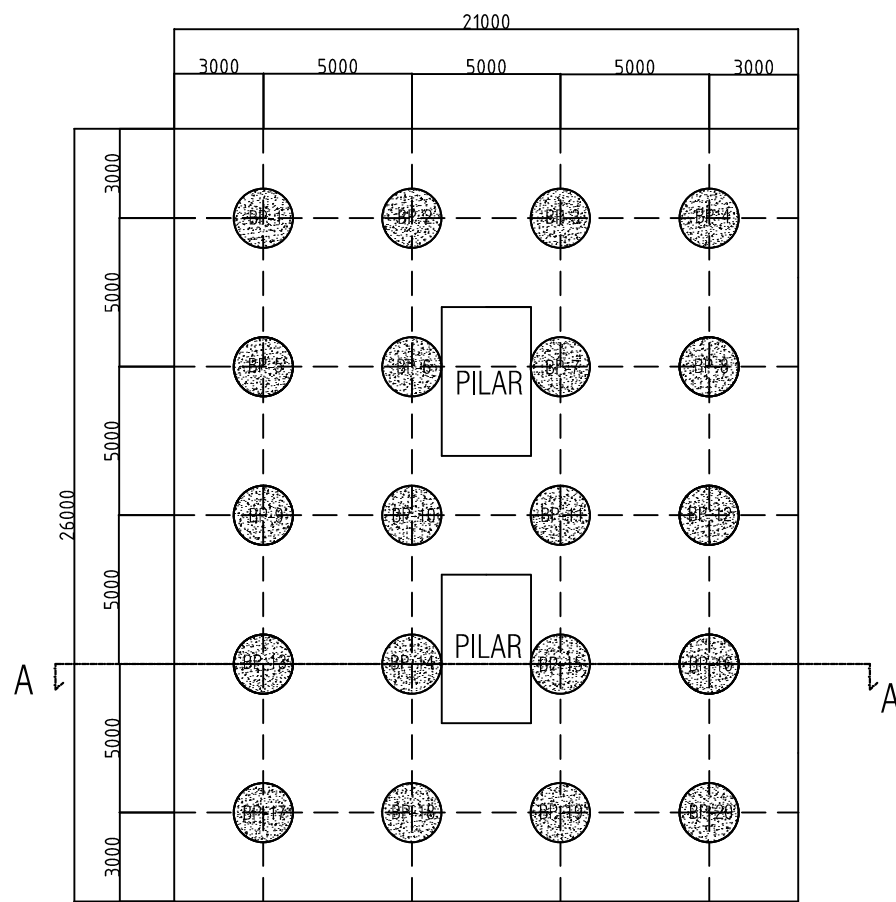
JUDUL GAMBAR :
 MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

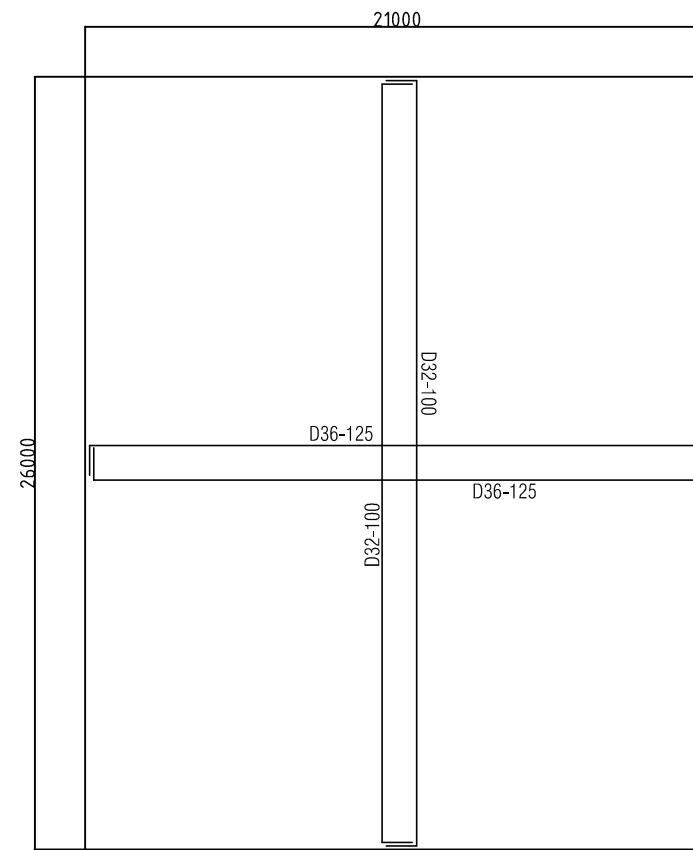


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
37	BOX	45	



DENAH PILECAP P7-PC
SKALA 1 : 200



DENAH PENULANGAN PILECAP P7-PC
SKALA 1 : 200



KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

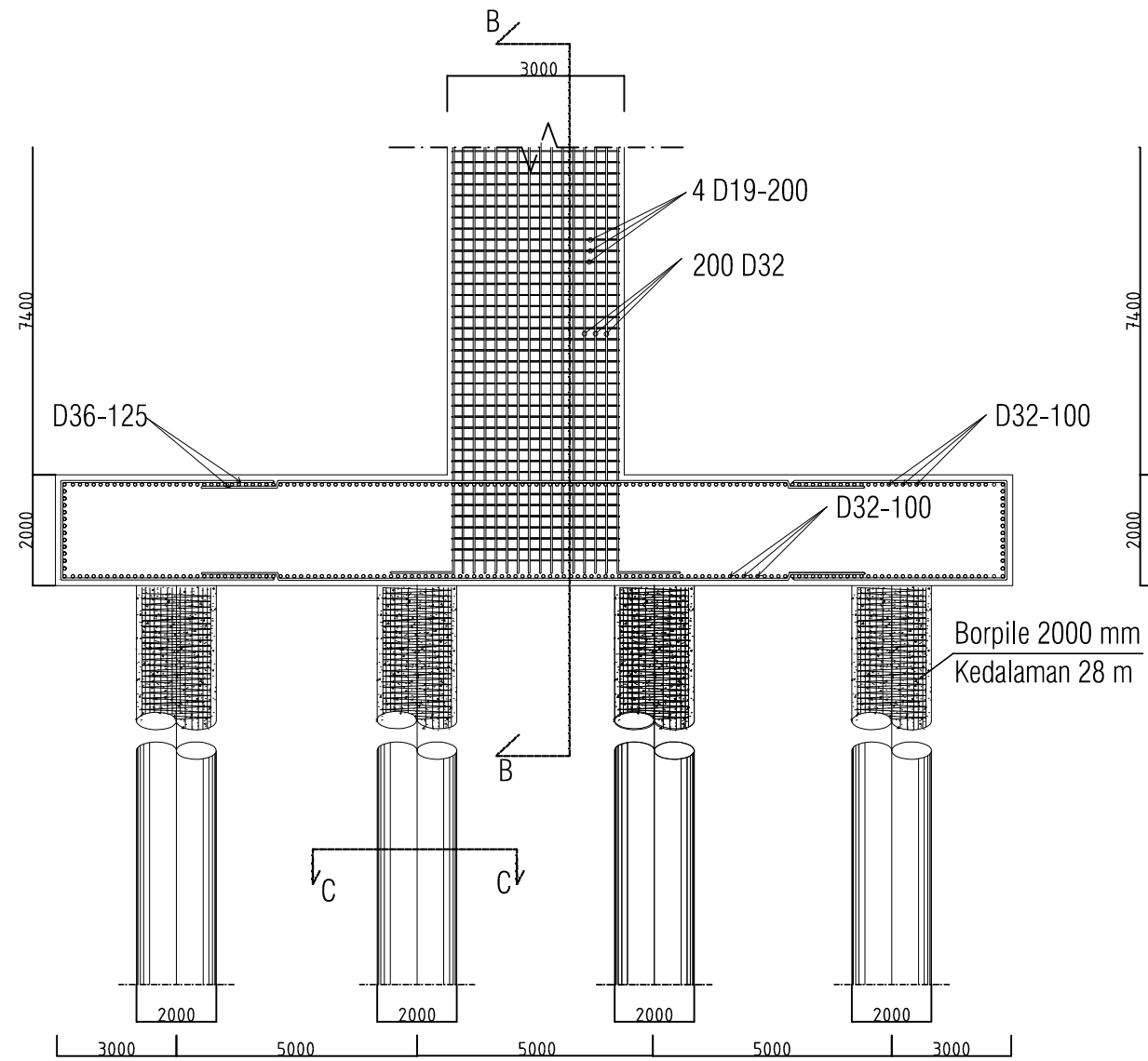
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

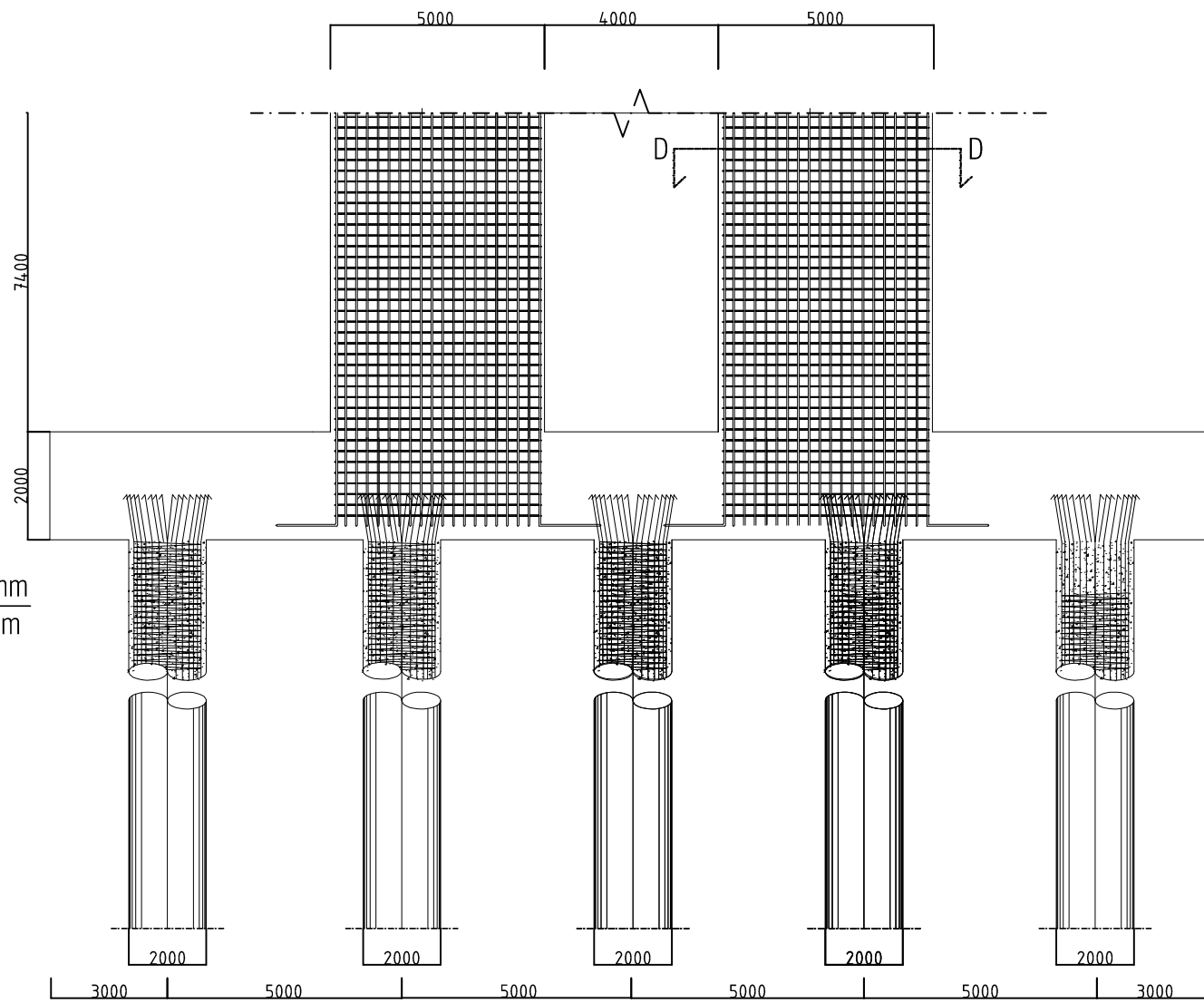


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

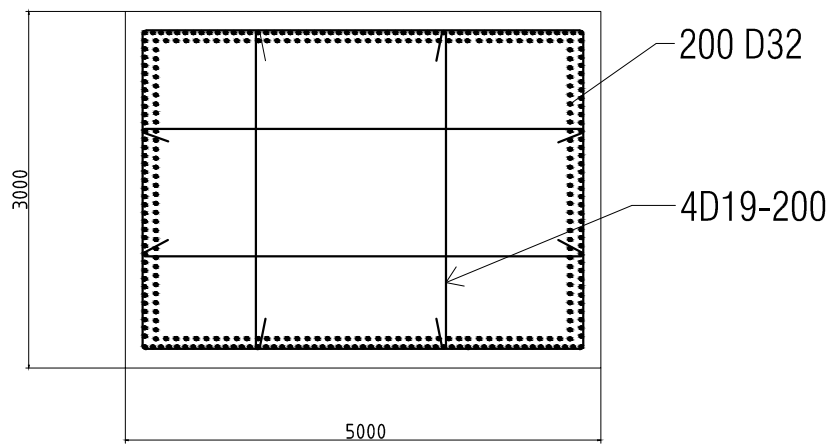
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
38	RENCANA MODIFIKASI	45	



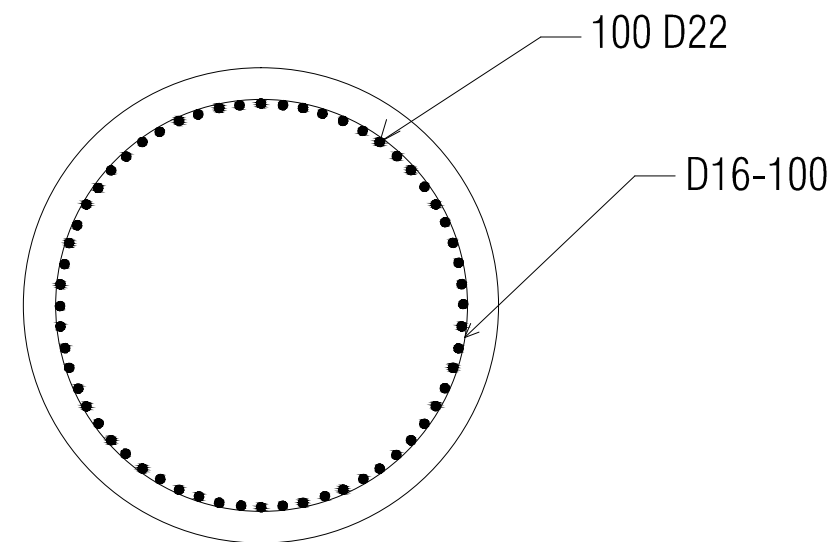
POTONGAN A-A P7-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN B-B P7-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN D-D P7-PC
SKALA 1 : 50



POTONGAN D-D P7-PC
SKALA 1 : 50

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f'c = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f'c = 40$ Mpa (Pilar)
 $f'c = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

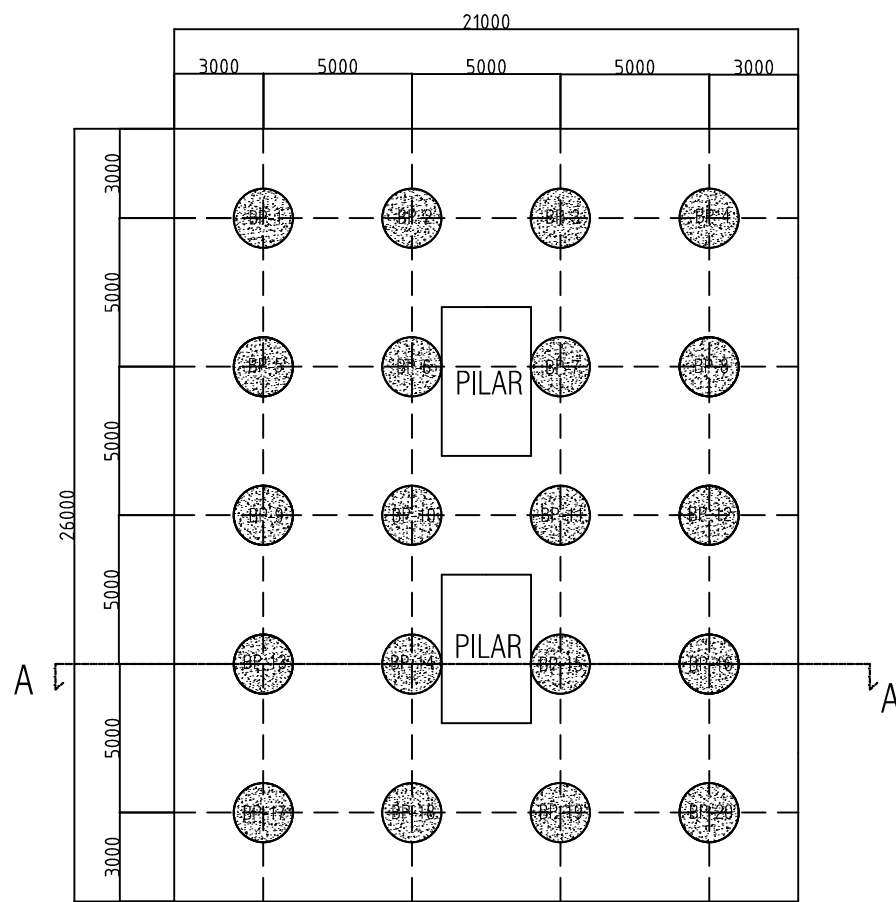
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

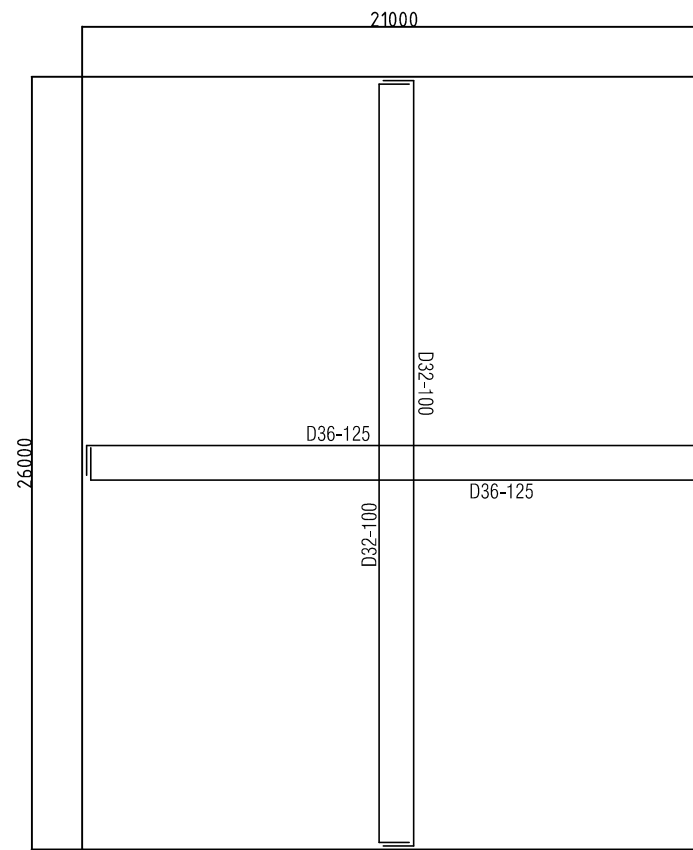


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
39	RENCANA MODIFIKASI	45	



DENAH PILECAP P11-PC
SKALA 1 : 200



DENAH PENULANGAN PILECAP P11-PC
SKALA 1 : 200

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

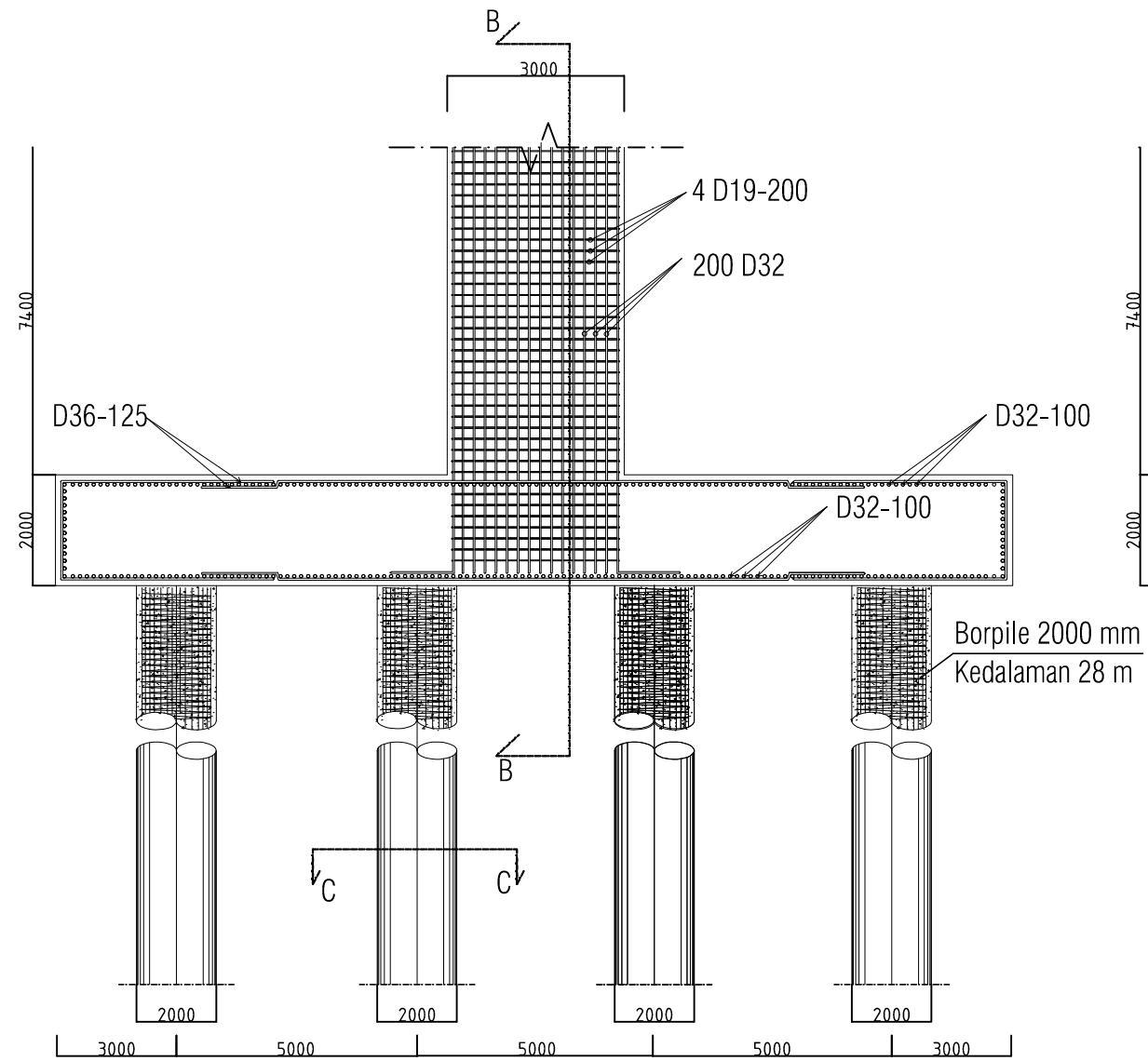
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

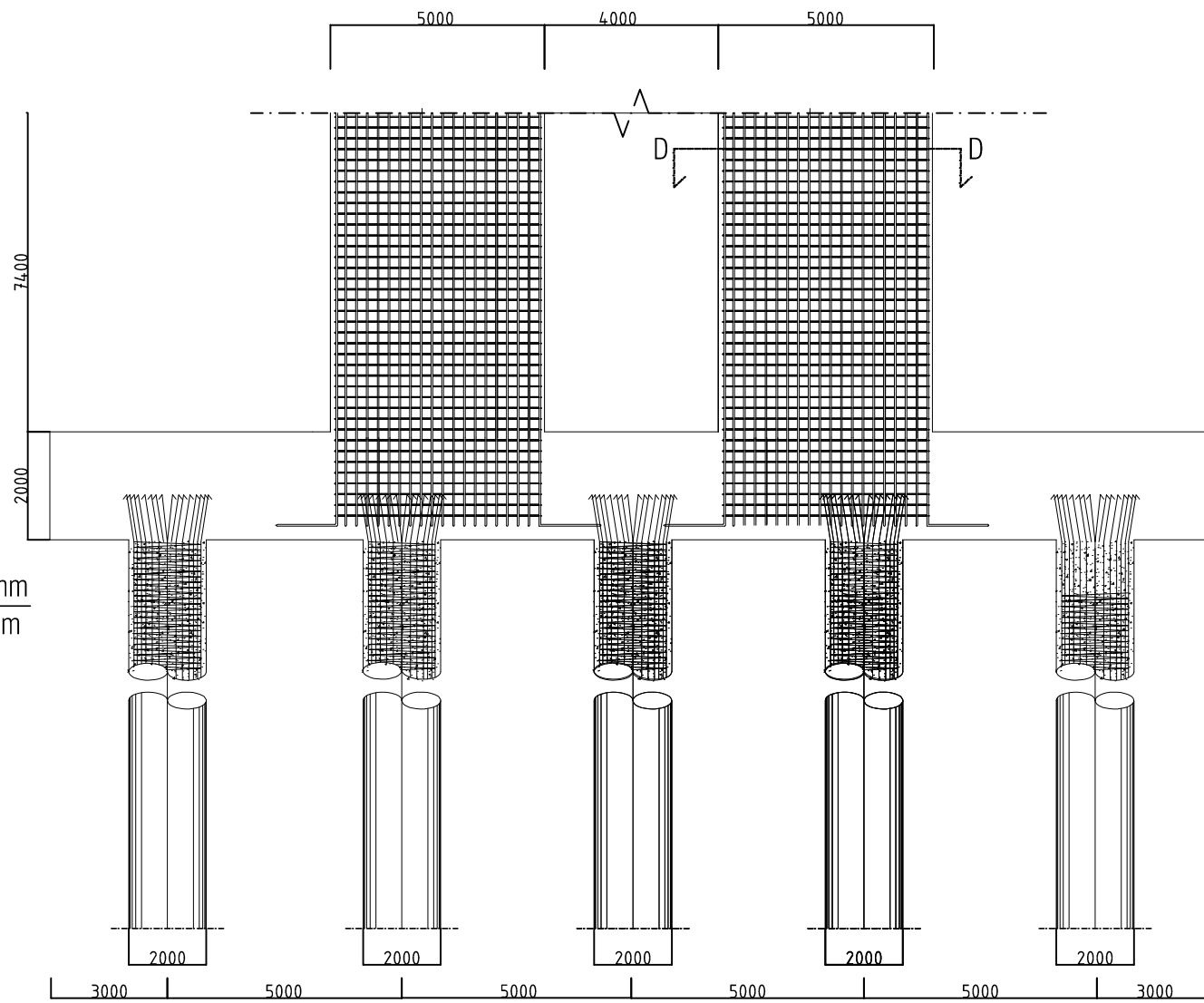


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

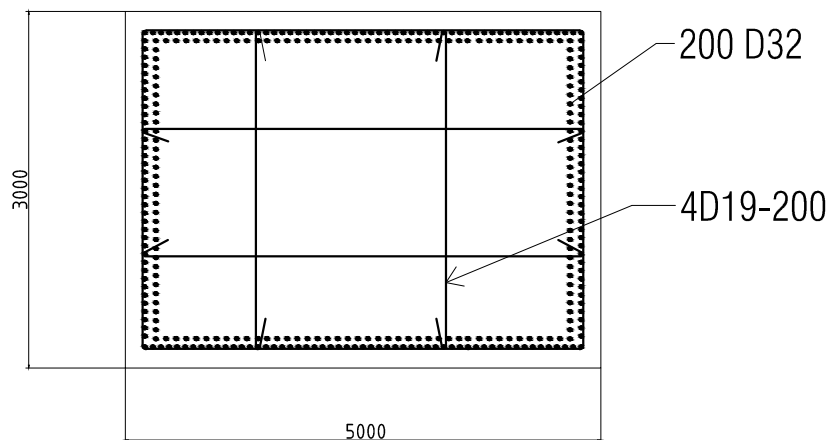
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
40	RENCANA MODIFIKASI	45	



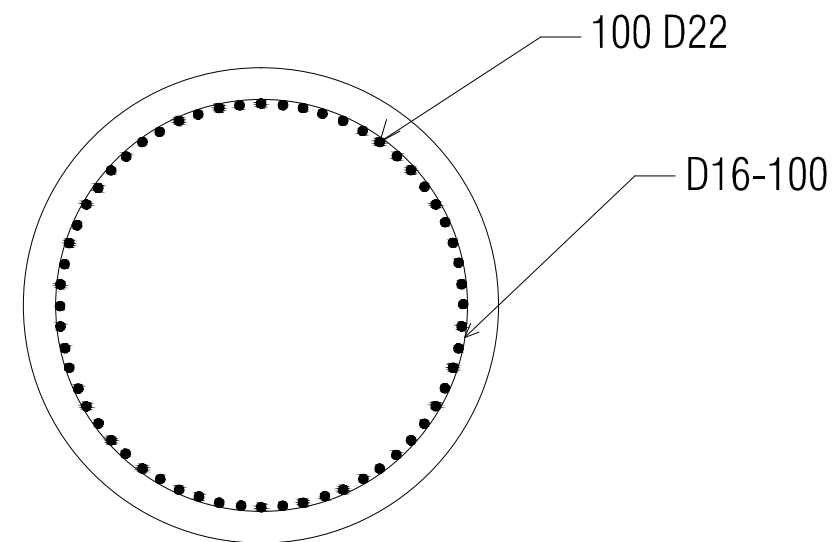
POTONGAN A-A P11-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN B-B P11-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN D-D P11-PC
SKALA 1 : 50



POTONGAN D-D P11-PC
SKALA 1 : 50

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f'c = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f'c = 40$ Mpa (Pilar)
 $f'c = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

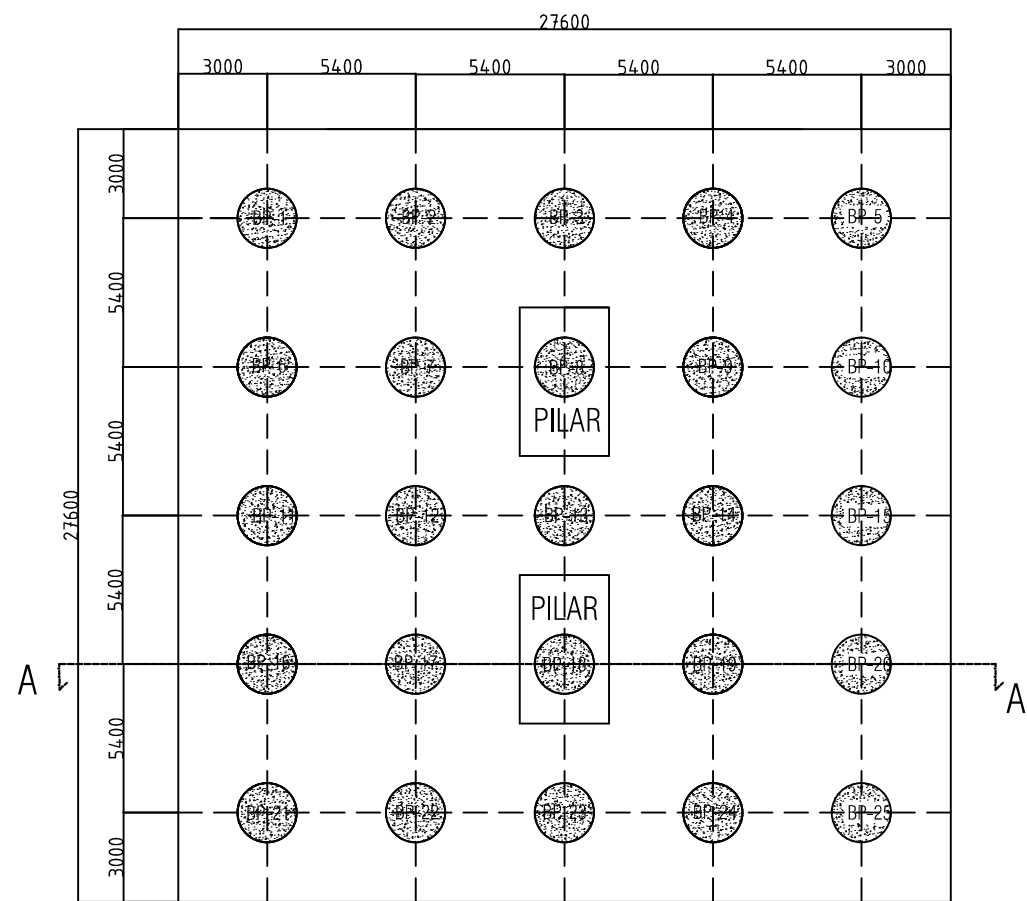
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

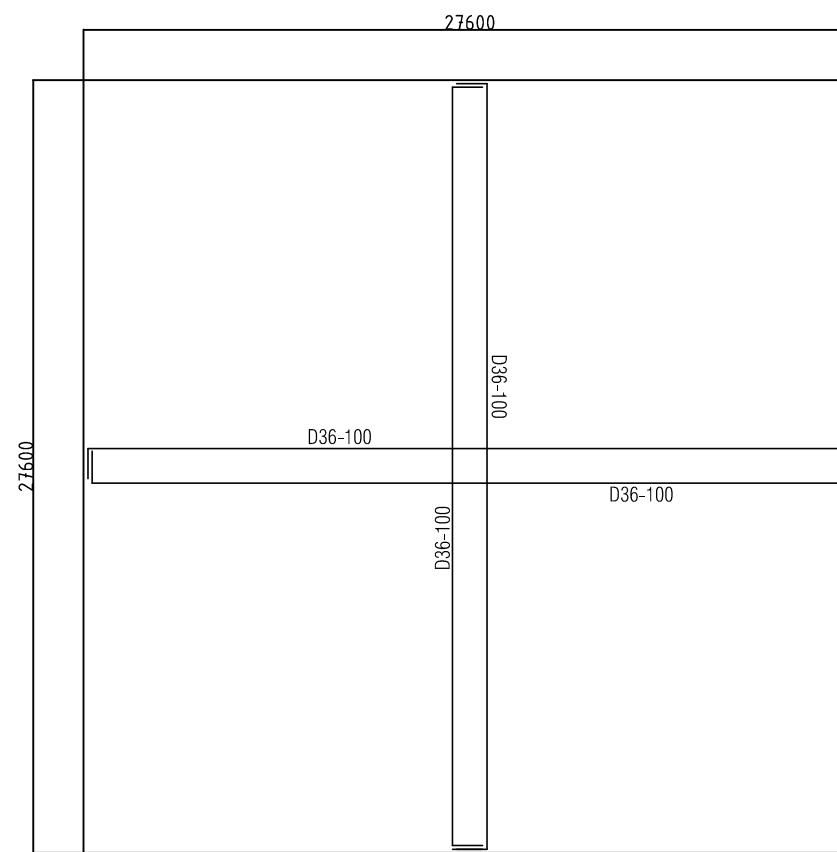


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
41	RENCANA MODIFIKASI	45	



DENAH PILECAP P8-PC
SKALA 1 : 200



DENAH PENULANGAN PILECAP P8-PC
SKALA 1 : 200

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

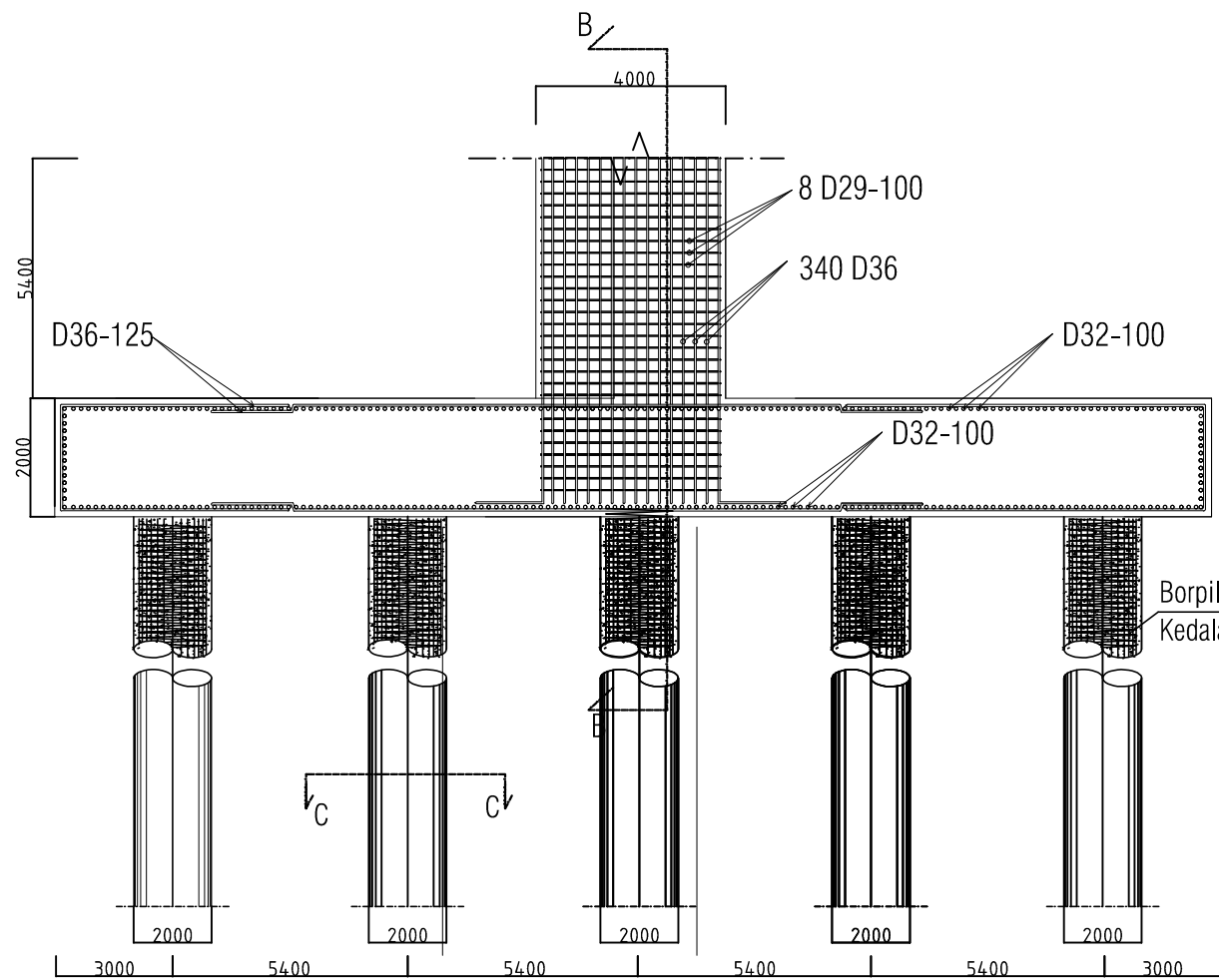
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

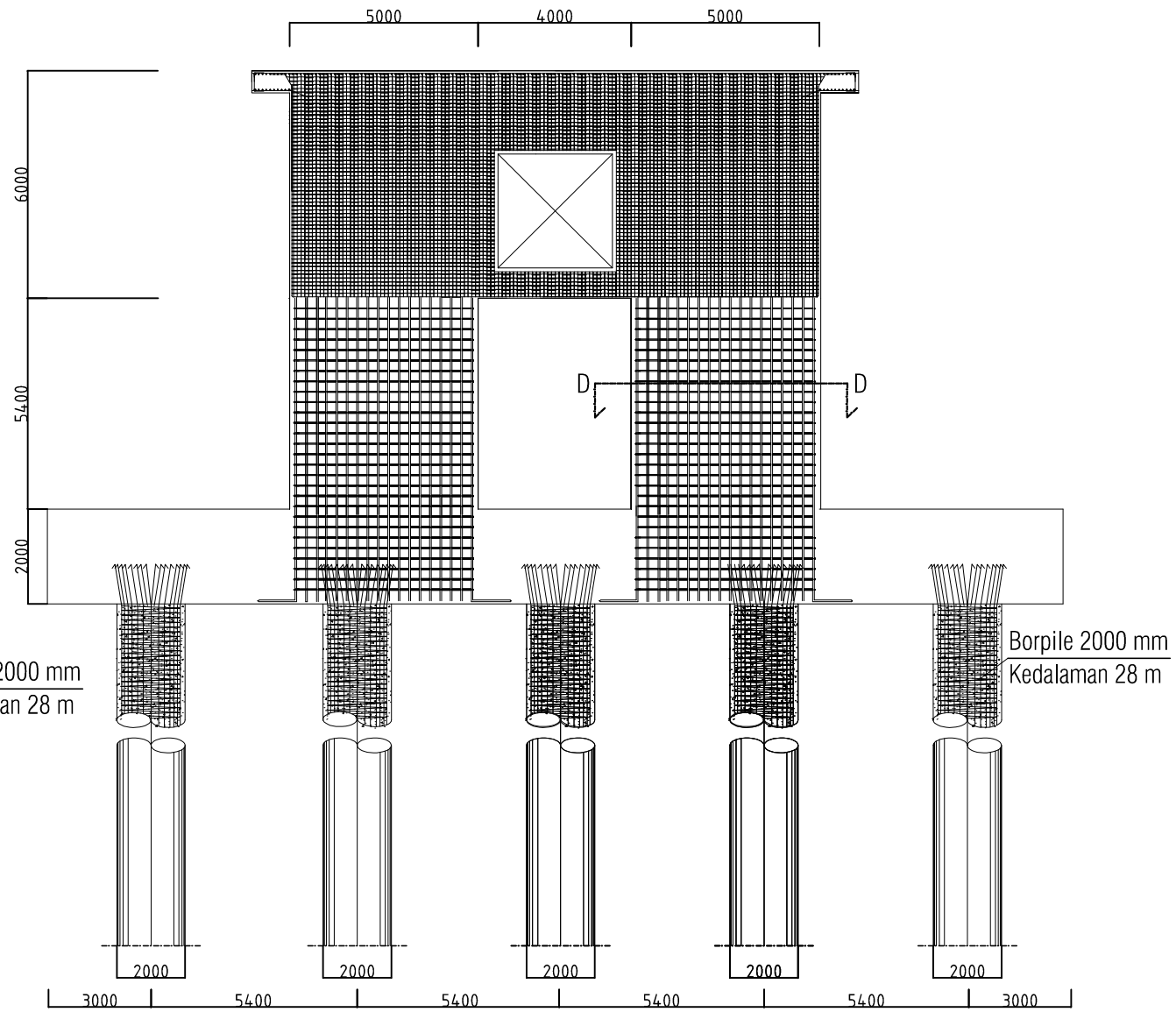


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

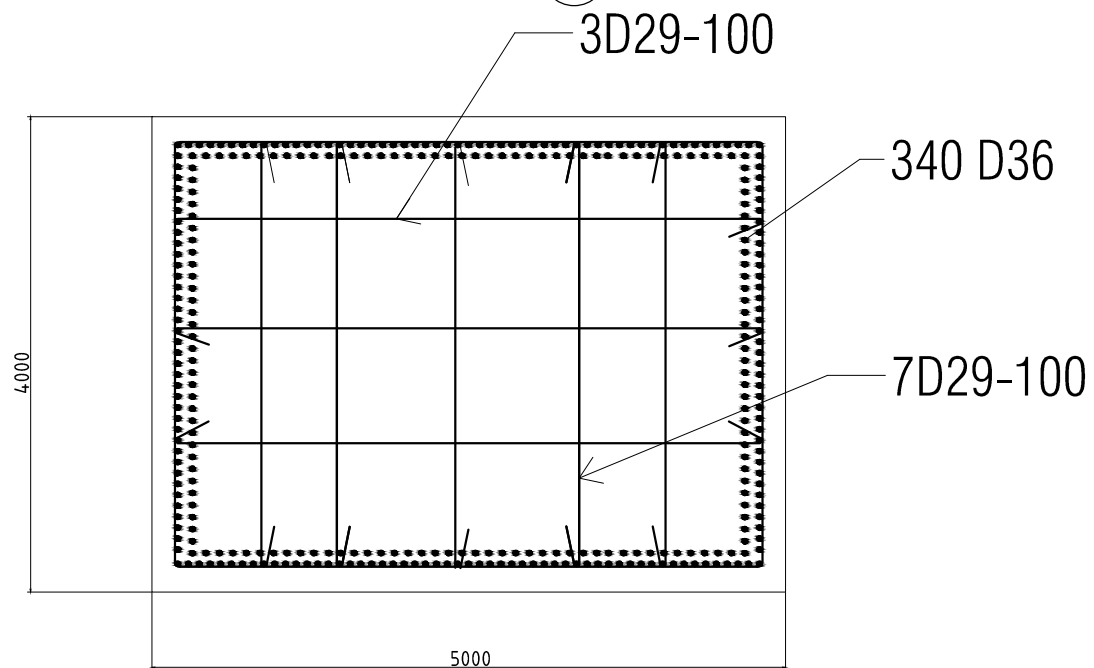
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
42	RENCANA MODIFIKASI	45	



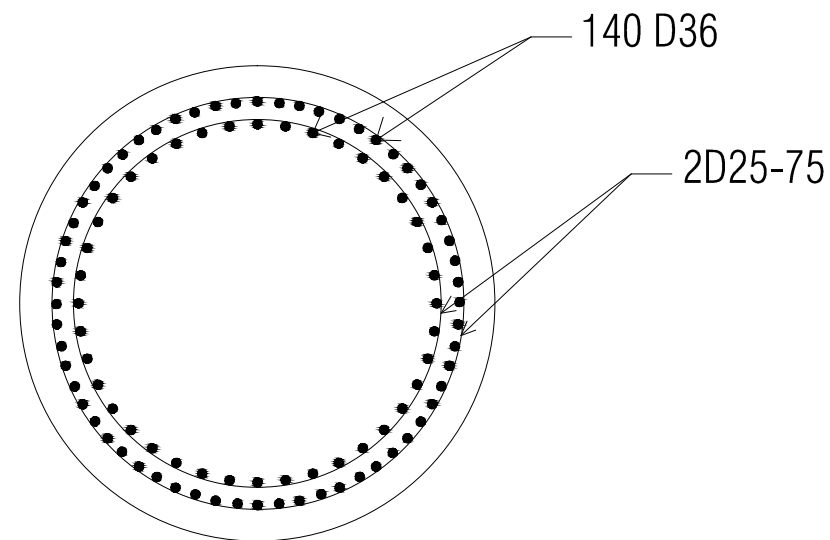
POTONGAN A-A P8-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN B-B P8-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN D-D P8-PC
SKALA 1 : 50



POTONGAN D-D P8-PC
SKALA 1 : 50

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

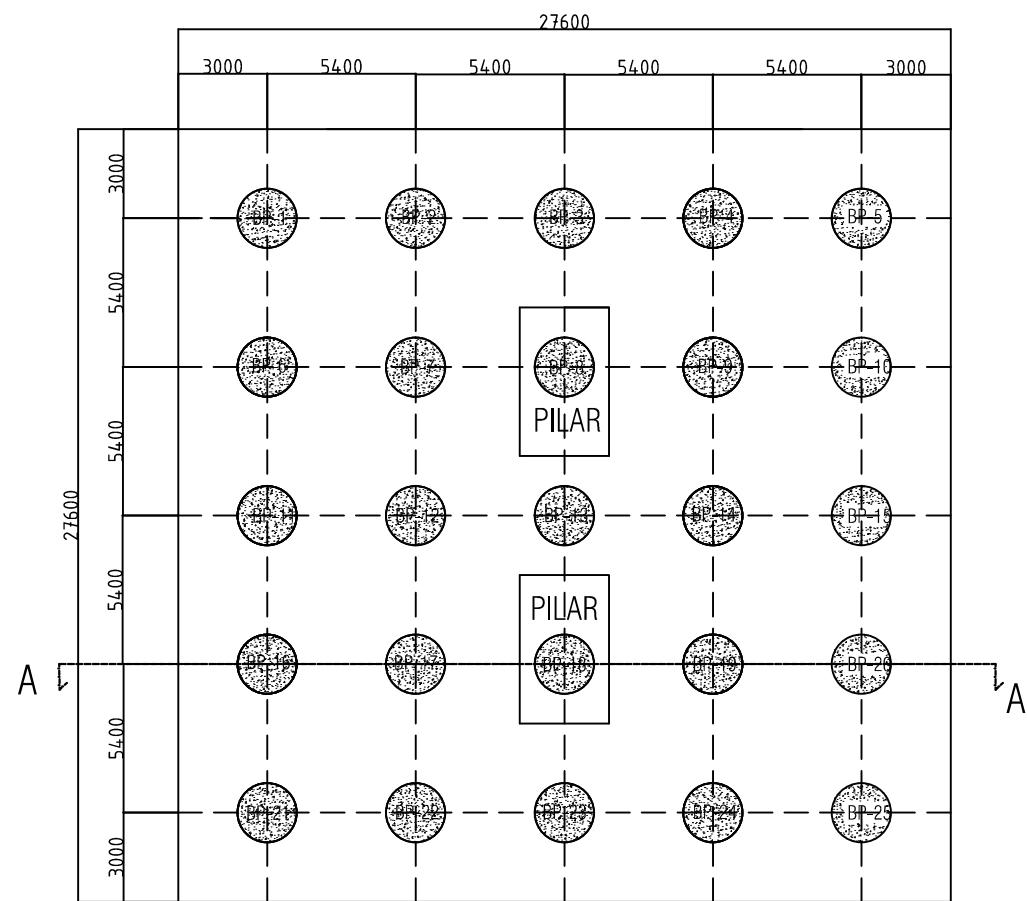
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

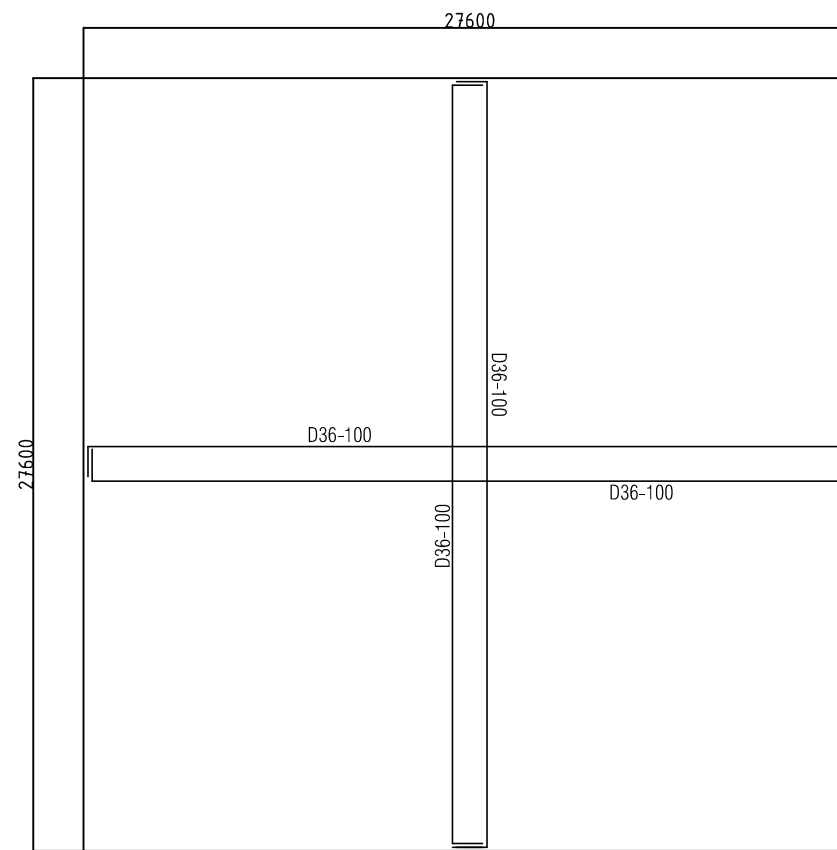


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
43	RENCANA MODIFIKASI	45	



DENAH PILECAP P10-PC
SKALA 1 : 200



DENAH PENULANGAN PILECAP P10-PC
SKALA 1 : 200

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50 \text{ Mpa}$ (Box Girder)
 $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ (Pilar)
 $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360 \text{ Mpa}$
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

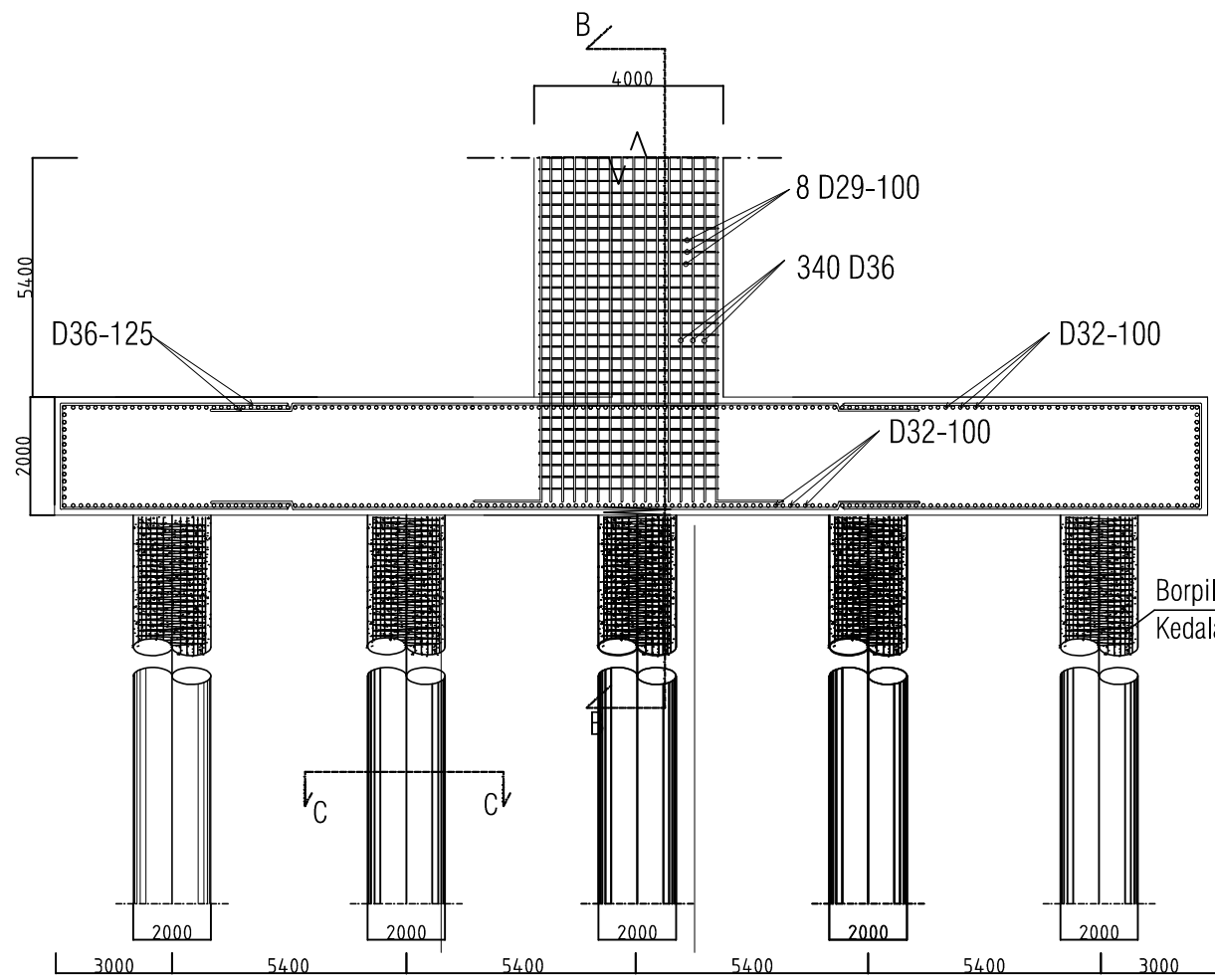
MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:

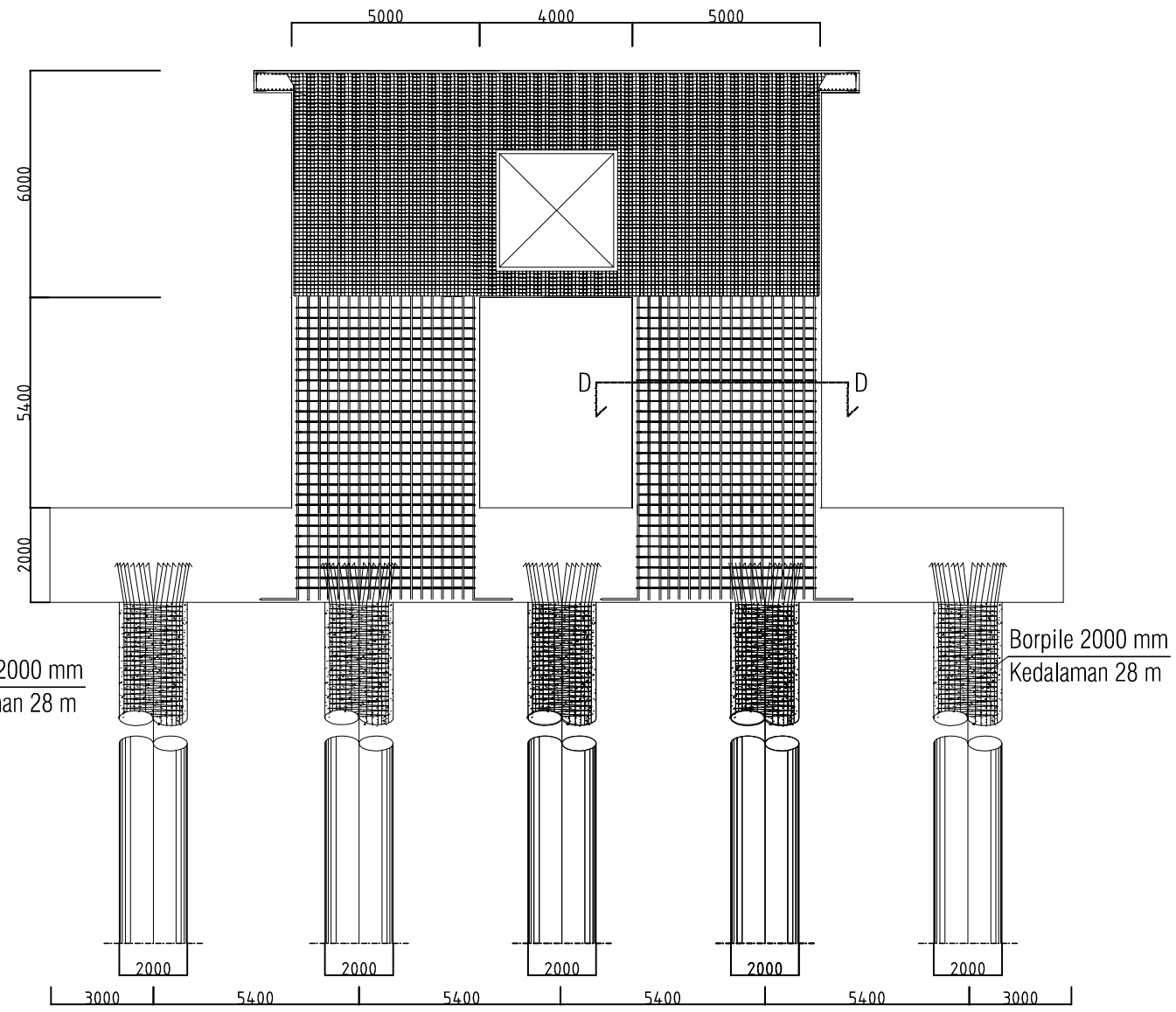


PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

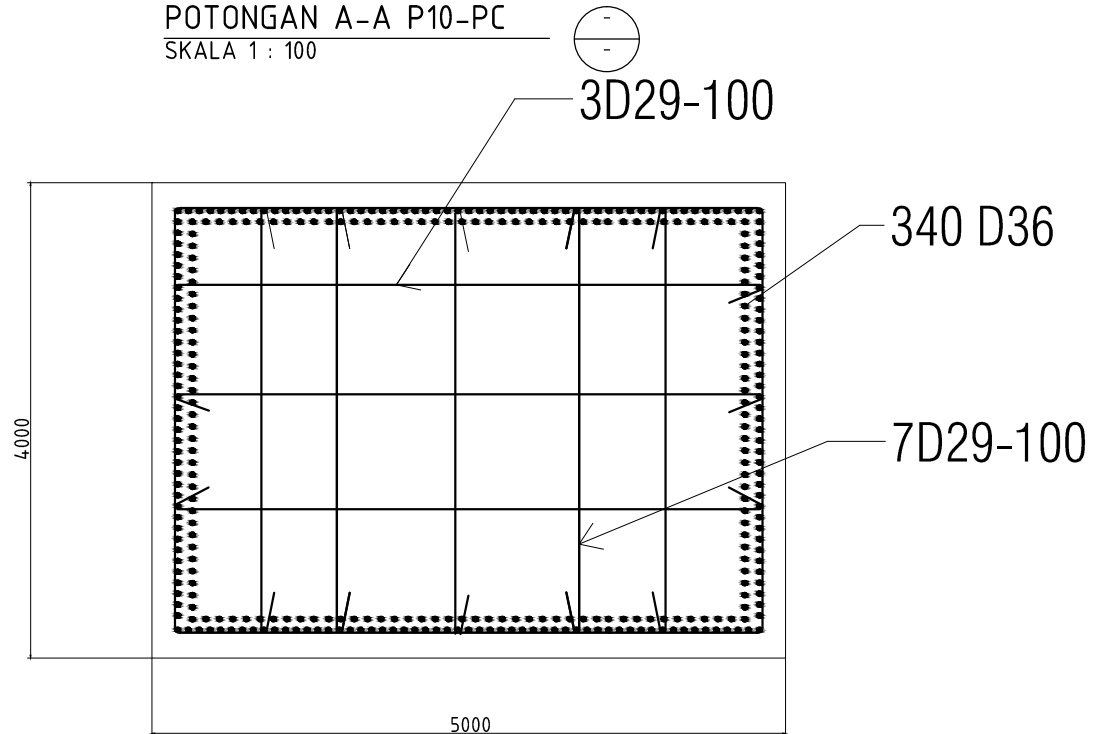
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUDJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		
NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
44	RENCANA MODIFIKASI	45	



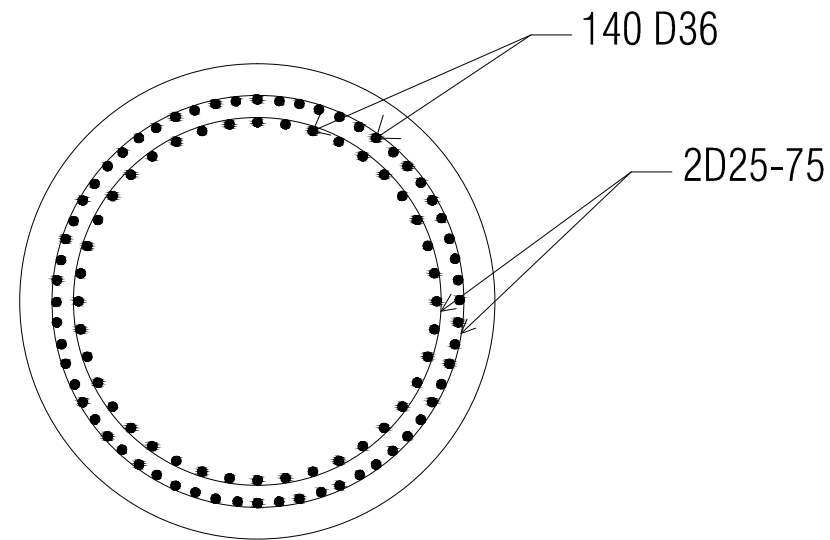
POTONGAN A-A P10-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN B-B P10-PC
SKALA 1 : 100



POTONGAN D-D P10-PC
SKALA 1 : 50



POTONGAN D-D P10-PC
SKALA 1 : 50

KEY PLAN :

CATATAN :

MUTU BETON:
 $f_c' = 50$ Mpa (Box Girder)
 $f_c' = 40$ Mpa (Pilar)
 $f_c' = 30$ Mpa (Borpile)
 MUTU BAJA TULANGAN:
 Baja Tulangan < D13 mm, $f_y = 240$ Mpa
 Baja Tulangan > D13 mm, $f_y = 360$ Mpa
 MUTU BAJA BJ 50

DIMENSI SATUAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK AKHIR TERAPAN
(RC - 146599)**

JUDUL GAMBAR :

MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR JEMBATAN
 PORONG-GEMPOL PAKET 2 (STA40+350s/d40+700)
 MENGGUNAKAN BOX GIRDER PRESTRESSED
 CONCRETE SEGMENTAL
 SISTEM BALANCED CANTILEVER

INSTITUT:



PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	IOBAL MAULANA		
DIAJUKAN	IOBAL MAULANA		
DIKOREKSI	Ir. IBNU PUJJI R., MS.		
	Ir. CHOMAEDI, CES., GEO.		

NO. GAMBAR	KODE GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
45	RENCANA MODIFIKASI	45

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 02 bulan Agustus tahun 1996 dan merupakan anak tunggal. Penulis bernama Iqbal Maulana merupakan lulusan dari SD Negeri Masangan Kulon, SMP Negeri 2 Sukodono, dan SMA Muhammadiyah 1 Taman. Penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) dan diterima di program studi DIV jurusan Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 10111410000046. Selama masa perkuliahan penulis pernah mengikuti LKMM Pra-TD. Penulis juga aktif dalam kegiatan-kegiatan yang ada dalam jurusan, fakultas, maupun institut. Penulis mendapatkan kesempatan mengikuti kerja praktek di Proyek Relokasi Jalan Tol Porong-Gempol Paket 2 pada tahun 2018. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: *iqbalmaulana711@gmail.com*.