



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

**ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK
WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO**

MUHAMMAD ARSY DHYAKSAPUTRA
10111815000057

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. ISMAIL SA'UD, M.MT.
NIP 19600517 198903 1 002

Ir. IBNU PUDJI RAHARDJO, MS.
NIP 19600105 198603 1 003

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

**ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK
WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO**

**MUHAMMAD ARSY DHYAKSAPUTRA
10111815000057**

**DOSEN PEMBIMBING :
Ir. ISMAIL SA'UD, M.MT.
NIP 19600517 198903 1 002**

**Ir. IBNU PUDJI RAHARDJO, MS.
NIP 19600105 198603 1 003**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



FINAL PROJECT - VC 181819

**ALTERNATIVE DESIGN OF MAIN DAMS USING
CONCRETE STRUCTURE IN WADUK BENDO PROJECT,
KEC. SAWOO, PONOROGO**

**MUHAMMAD ARSY DHYAKSAPUTRA
10111815000057**

SUPERVISOR :
Ir. ISMAIL SA'UD, M.MT.
NIP 19600517 198903 1 002

Ir. IBNU PUDJI RAHARDJO, MS.
NIP 19600105 198603 1 003

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana Terapan
Teknik pada
Program Studi Diploma IV Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 26 JULI 2019

Disusun oleh :
Mahasiswa



Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing

29 JUL 2019



Ir. ISMAIL SA'UD, M.MT. DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
NIP 19600517 198903 1002

Ir. IBNU PUDJI RAHARDJO, MS.
NIP 19600105 198603 1 003



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM SARJANA TERAPAN LANJUT JENJANG
TEKNOLOGI SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019

Tanggal :
27-6-2019

Judul Tugas Akhir Terapan: Alternatif Desain Tubuh Bendungan Dengan Menggunakan Struktur Beton Pada Proyek Waduk Bendo, Kec. Sawoo, Ponorogo

Nama Mahasiswa 1	Muh. Ansy Dhyaekaputra	NRP	10111815000057
Nama Mahasiswa 2	-	NRP	-
Dosen Pembimbing 1	Ir. Imali Sa'ud, M.MT. NP 19600517 198903 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ir. Ibnu Puji Rahardjo, M.S. NP 19600105 198603 1 003	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p>- Perhitungan disiletasi sket - Tekanan air, tekanan, gempa dll</p>	
	Dr. Ir. Kuntjoro, M.T. NP 19580629 198703 1 002
<p>1. Teahit. beban hidrodinamik bagaimana hubungannya dengan spektrum respon partapalam gempa 2. Gerdam: penulangan di layang 3. Beban: partapalam probasi beton pile parta di perjes</p>	
	Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S. NP 19590209 198503 1 002
	-
	NIP -
	-
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
		-	-
Dr. Ir. Kuntjoro, M.T. NP 19580629 198703 1 002	Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S. NP 19590209 198503 1 002	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiwaan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Imali Sa'ud, M.MT.	Ir. Ibnu Puji Rahardjo, M.S.



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 MUI ABY, DHYAKANTRA 2
 NRP : 1 1081500037 2
 Judul Tugas Akhir : ALTERNATIF BUDUK TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON RATA PANGKAL WAJUK BEMO, KEC. SALOO, PONOROGO.
 Dosen Pembimbing : Ir. Ismail, Sa'ud, M. MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1		- Revisi tugas dan pami As bendungan, geometri tanah, dan Ertolan - Waktu sement "kayangan" budi		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K
2		- Pilih As Bendungan dan bendungan As tersebut, dan pilih Ertolan tersebut - Analisis beban yang terjadi pada bendungan		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K
3		- Pencantuman Gambar melintang dan menyanggah satu penitir. deskripsi an dan bagian-bagian bendungan. - dan lebar "c" dan nya berat.		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K
4		- Cara kontrol stabilitas bendungan, terutama gaya "ud budi" - Cara atau rebanan beban beban kerja menurut Desain Cara		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K
5		- Gambar tersebut bendungan yg terbaru data "analisis" dan gambar Lapiran - Analisis data dan analisis data hasil kerja		<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K

dit.
 B = Sesuai dengan jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertunda dari jadwal



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. MUH. HASY. DUNYAKAFITRA 2
NRP : 1. 10101500007 2
Judul Tugas Akhir : ALTERNATIF DESAIN TUGAS BENDUNGAN DENGAN MENGELOMPOKAN STRUKTUR BESI MP4 PROYEK WADUK BENDU, KEC. JAWO, PANGRABE
Dosen Pembimbing : Ir. Iwan Ridji Rahardjo M.S

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1.		- Rencana Ar Bendungan dan bentuknya Bentang segit kejut berong minimal 100 m.		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
		- Tentukan tinggi dan perencanaan lebar bendungan.		B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
2.		- Sederhanakan model bendungan dengan melubangi dan ukhitar		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
		- Hitung gaya-gaya kebetan bendungan dan hitung lebar rencana bendungan		B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
3.		- Modelkan bendungan pada SAP dan input gaya kebetan		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
		- Analisis output tekan dan Cabut pada terbetakan.		B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
4.		- untuk menggambar gaya cabut pada bendungan, tambahkan pada dgn t = 5 m.		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
5.		- Analisis output tekan dan cabut pada bendungan nomor 2		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
5.		- Hitung element balok beton tuas dan untuk tahanan.		B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>

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



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

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5638025
<http://www.dokmaipg-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 MUH. ARSY. DHARAKAPUTRA 2
 NRP : 1 100815 40057 2
 Judul Tugas Akhir : ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNG DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BENTUK PIRA PERSEK LUNDA BANGS, LEL. SANG POKONG
 Dosen Pembimbing : Ir. Hary Rudy, Rahardjo, M. S

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
		- Tugast dan tinggi daya Bangs		
		- Potensi pondasi bendungan 4' menyempit Gabus		B C K
		$t = 15$		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Daya 12m x 2m.		
6.		- Desain pondasi bendungan		
		dada-lebar dan dipukul		B C K
		$t = 18$ dan lebar total = 66 m		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Urang hidrodinamik		
		kedalaman sistem		B C K
		karat.		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.		- Urang daya dukung tanah		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Urang daya dukung tanah		
		dulu pada saat pelaksanaan.		
		- Bore pile 2 m, daya dukul		B C K
8		- Desain pondasi bendungan		
		diperlebar bore pile sedalau		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		55 m		
		- Analisis bugeter pile		B C K
		- Gambar Bendungan resmi		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lulus tepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertunda dari jadwal

ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO

Nama Mahasiswa : Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP : 10111815000057
Jurusan : Program Studi Diploma IV Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi – ITS
Institut Teknologi Sepuluh November
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Ismail Sa’ud, M.MT
NIP 19600517 198903 1 002
2. Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.
NIP 19600105 198603 1 003

Abstrak

Proyek Waduk Bendo merupakan salah satu proyek upaya untuk mengembangkan daerah Kabupaten Ponorogo yang berkaitan dengan pengembangan sumber daya air, guna memenuhi berbagai keperluan masyarakat, seperti penyediaan air irigasi, air baku domestik dan industri serta pengendalian banjir. Dalam perencanaan eksisting tubuh bendungan waduk bendo menggunakan bendungan tipe timbunan zonasi inti tegak

Pada tugas akhir ini direncanakan tubuh bendungan dengan menggunakan stuktur beton dengan bendungan tipe pelengkung sebagai salah satu alternatif desain yang dapat menjadi solusi pengganti bendungan urugan yang memiliki kekurangan dari segi kekuatan, dan rembesan.

Perencanaan Struktur bendungan didesain berdasarkan data perencanaan eksisting, dilakukan preliminary design dengan menentukan dimensi-dimensi utama tubuh bendungan. Analisa beban yang terjadi terdiri dari analisa berat sendiri, analisa beban hidrostatis, analisa beban hidrodinamis, analisa beban

sedimen, dan beban Uplift. Kemudian dilakukan perhitungan analisa dimensi tebal bendungan ,dan geometri lengkung bendungan berdasarkan topografi. Selanjutnya dilakukan analisa perhitungan gaya dalam elemen struktur bendungan.

Lalu, perhitungan penulangan elemen struktur, kontrol tegangan retak, kontrol tegangan tarik, perhitungan geser, perhitungan kekuatan dan stabilitas yang meliputi kontrol gelincir, guling, amblas turun, dan erosi bawah tanah. Perhitungan struktur mengacu pada peraturan yang berlaku terhadap bidang perencanaan ini. Hasil akhir dari tugas akhir ini adalah bentuk dan dimensi penampang tubuh bendungan, dan pondasi yang sesuai beserta detail penulangannya. Serta menentukan letak layout rencana As bendungan, Detail pelengkun bendungan, yang dituangkan dalam bentuk tabel dan gambar.

Kata Kunci : Banjir, Bendungan Pelengkung , gelincir, guling, amblas turun, erosi bawah tanah

**ALTERNATIVE DESIGN OF MAIN DAMS USING
CONCRETE STRUCTURE IN WADUK BENDO
PROJECT, KEC. SAWOO, PONOROGO**

Name of student : Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP : 10111815000057
Study program : Program Studi Diploma IV Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi – ITS
Institut Teknologi Sepuluh November
Supervisor : 1. Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP 19600517 198903 1 002
2. Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.
NIP 19600105 198603 1 003

Abstract

Waduk Bendo Project is one of the projects to develop the Ponorogo Regency area that is related to the development of water resources, to meet various community needs, such as the provision of irrigation water, domestic and industrial raw water and flood control. In the planning of the existing main dams uses upright core zoning pile dams

In this final project the main dams is planned by using a concrete structure with a arch type of dams as one of the alternative designs that can be a substitute solution for the dam that has disadvantages in terms of strength, seepage.

Planning Dam structures are designed based on existing planning data, carried out preliminary design by determining the main dimensions of the dam body. The load analysis that occurs consists of its own weight analysis, hydrostatic load analysis, hydrodynamic load analysis, sediment load analysis, and Uplift load. Then the thickness dimension analysis of the dam is carried out, and the bend geometry is based on topography. Then the

force calculation analysis is carried out in the structural elements of the dam.

Then, the calculation of structural element reinforcement, crack stress control, tensile stress control, shear calculation, strength and stability calculation which includes slip control, overturning, collapse and underground erosion. Structure calculations refer to the regulations that apply to this field of planning. The final result of this final project is the shape and dimensions of the body of the main dam, and the appropriate foundation along with the details of the reinforcement. As well as determining the layout layout of the As Dam plan, the details of arch dams, which are outlined in the form of tables and drawings.

Keyword : Flood control, Arch Dams , slip control, overturning control, collapse, underground erosion

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir terapan dengan judul “Alternatif Desain Tubuh Bendungan Dengan Menggunakan Struktur Beton Pada Proyek Waduk Bendo, Kec Sawoo, Ponorogo” sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada program Diploma IV, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Laporan proyek tugas akhir terapan ini dapat selesai berkat peran dari banyak pihak yang membantu langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua serta keluarga, atas doa, bimbingan, perhatian dan semangat yang selalu diberikan kepada kami.
2. Ir. Ismail Sa’ud, MMT. dan Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan.
3. S. Kamilia Aziz, ST, MT. selaku dosen wali pada program lintas jalur DIV Teknik Infrastruktur Sipil.
4. Dr. Ir. Kuntjoro, MT selaku Ketua Prodi Departemen Infrastruktur Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS. Serta,
6. Pihak – pihak lain yang tiada sempat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini tak lepas dari kesalahan. Oleh karena itu diharapkan atas kritik dan saran yang membangun guna penulisan

yang lebih baik kedepannya. Akhir kata, besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 23 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Lokasi Proyek.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjaun Umum	7
2.1.1 Kondisi Umum	7
2.1.2 Data Teknis Eksisting	8
2.2 Tubuh Bendungan Utama	13
2.2.1 Bendungan Utama Tipe Urugan (<i>Fill Dams</i>)	14
2.2.2 Bendungan Utama Tipe Beton (<i>Concrete Dams</i>)	15
2.3 Bangunan Pelimpah (Spillway)	19
2.3.1 <i>Overfall</i> atau <i>Ogee</i>	19

2.3.2	<i>Orifice</i> atau <i>Sluice</i>	20
2.3.3	<i>Chute</i> atau <i>Trough</i>	22
2.3.4	<i>Side Channel</i>	23
2.3.5	<i>Tunnel / Shaft</i> atau <i>Morning Glory</i>	25
2.3.6	<i>Siphon</i>	27
2.4	Analisa Stabilitas	29
2.4.1	Stabilitas Gelincir (<i>Sliding</i>).....	29
2.4.2	Stabilitas Guling (<i>Overtuning</i>)	30
2.4.3	Stabilitas Amblas Bendungan turun.....	32
2.4.4	Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah	33
2.5	Pembebanan Struktur Bendungan	35
2.5.1	Beban Mati	35
2.5.2	Beban Tekan Atas (<i>Uplift</i>).....	36
2.5.3	Beban Hidrostatik	37
2.5.4	Beban Hidrodinamis	37
2.5.5	Beban Lumpur	39
2.5.6	Beban Kombinasi	39
2.5.7	Beban Gempa	40
2.6	Beton Bertulang.....	48
2.7	Daya Dukung Pondasi Menerus.....	49
2.8	Daya Dukung Tiang.....	50
2.8.1	Perhitungan Pondasi	51
BAB III METODOLOGI		55

3.1	Umum.....	55
3.2.1	Studi Literatur.....	55
3.2.2	Pengumpulan Data.....	55
3.2.3	Analisis Data	56
3.2.4	Perencanaan Konstruksi.....	56
3.2.5	Perhitungan Stabilitas Tubuh Bendungan	56
3.2	Diagram Alir.....	57
3.3	Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir.....	58
BAB IV PERENCANAAN TUBUH BENDUNGAN.....		59
4.1	<i>Preliminary Design</i>	59
4.1.1	Perencanaan Lokasi As Tubuh Bendungan.....	59
4.1.2	Tinggi Tubuh Bendungan	66
4.1.3	Tebal Tubuh Bendungan.....	66
4.2	Analisa Pembebanan Tubuh Bendungan	69
4.2.1	Beban Mati	69
4.2.2	Beban Air Statis.....	69
4.2.3	Beban Air	72
4.2.4	Beban Sedimen	76
4.2.5	Beban Tanah Aktif.....	79
4.2.6	Beban Tanah Pasif	82
4.2.7	Beban Gempa	85
4.3	Perencanaan Analisis Tubuh Bendungan.....	89
4.3.1	Analisis Tegangan Gaya Elemen Struktur	90

4.3.2	Kontrol Tegangan Gaya Elemen Struktur	142
4.3.3	Tulangan Utama Arah X.....	144
4.3.4	Tulangan Utama Arah Y.....	148
4.3.5	Tulangan Utama Arah Z	152
BAB V PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN BAWAH		
157		
5.1	Desain struktur bangunan bawah bendungan.....	157
5.2	Analisis Pondasi Menerus.....	158
5.2.1	Analisis Daya Dukung Tanah pada dasar bendungan	158
5.2.2	Kontrol Daya Dukung Tanah pada dasar bendungan	159
5.3	Analisis Pondasi Bore Pile.....	160
5.3.1	Penulangan Bore Pile.....	171
5.4	Kontrol Stabilitas Bendungan.....	173
5.4.1	Stabilitas Gelincir (<i>Sliding</i>).....	173
5.4.2	Stabilitas Guling (<i>Overtuning</i>)	173
5.4.3	Stabilitas Amblas Turun	174
5.4.4	Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah	175
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
177		
6.1	Kesimpulan.....	177
6.2	Saran.....	178
DAFTAR PUSTAKA.....		
179		
BIODATA PENULIS.....		
181		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Peta Lokasi Proyek Bendungan Bendo</i>	4
Gambar 2. 1 <i>Denah Umum Tubuh Bendungan Eksisting</i>	8
Gambar 2. 2 <i>Potongan Melintang Tubuh Bendungan Eksisting</i> ...	8
Gambar 2. 3 <i>Potongan Memanjang Tubuh Bendungan Eksisting</i> 9	
Gambar 2. 4 <i>Potongan Tipikal Tubuh Bendungan Eksisting</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Denah Umum Pelimpah Samping Eksisting</i>	10
Gambar 2. 6 <i>Potongan Memanjang Pelimpah Samping Eksisting</i>	11
Gambar 2. 7 <i>Potongan Melintang Pelimpah Samping Eksisting</i>	11
Gambar 2. 8 <i>Ilustrasi Potongan Melintang Bendungan Homogen</i>	14
Gambar 2. 9 <i>Ilustrasi Potongan Melintang Bendungan Zonasi</i> ..	15
Gambar 2. 10 <i>Ilustrasi Potongan Melintang Bendungan Urugan Batu</i>	15
Gambar 2. 11 <i>Ilustrasi Potongan Memanjang (Atas) dan Melintang Bendungan Beton Gravitasi (Bawah)</i>	16
Gambar 2. 12 <i>Ilustrasi Denah Umum (Atas) dan Melintang Bendungan Beton dengan Penyangga (Bawah)</i>	17
Gambar 2. 13 <i>Ilustrasi Potongan Memanjang (Atas) dan Melintang Bendungan Beton Tipe Lengkung(Bawah)</i>	18
Gambar 2. 14 <i>Ilustrasi Potongan Bangunan Pelimpah Tipe Ogee</i>	20
Gambar 2. 15 <i>Ilustrasi Potongan Bangunan Pelimpah Orifice Sederhana</i>	21
Gambar 2. 16 <i>Ilustrasi Potongan Bangunan Pelimpah Orifice Modifikasi</i>	22
Gambar 2. 17 <i>Ilustrasi Denah Umum (Atas) dan Potongan Memanjang (Bawah) Bangunan Pelimpah Chute</i>	23
Gambar 2. 18 <i>Ilustrasi Skema Pelimpah Samping</i>	24

Gambar 2. 19 <i>Ilustrasi Potongan Memanjang Bangunan Pelimpah Samping</i>	25
Gambar 2. 20 <i>Ilustrasi Denah Umum (Kiri) dan Potongan Bangunan Spillway tipe Morning Glory (Kanan)</i>	26
Gambar 2. 21 <i>Ilustrasi Potongan Memanjang Bangunan Pelimpah Tipe Siphon</i>	27
Gambar 2. 22 <i>Ilustrasi Stabilitas Gelincir Bendungan</i>	29
Gambar 2. 23 <i>Ilustrasi Stabilitas Guling Bendungan</i>	30
Gambar 2. 24 <i>Ilustrasi Stabilitas Amblas Bendungan</i>	32
Gambar 2. 25 <i>Ilustrasi Tekanan Uplift pada Bendungan</i>	36
Gambar 2. 26 <i>Ilustrasi Gaya Hidrostatik pada Bendungan</i>	37
Gambar 2. 27 <i>Ilustrasi Gaya Hidrodinamis pada Bendungan</i>	37
Gambar 2. 28 Ss, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget.....	43
Gambar 2. 29 S1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget.....	43
Gambar 2. 30 <i>Gambar Spektrum Respon Desain</i>	47
Gambar 2. 31 <i>Diagram intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi ujung tiang</i>	52
Gambar 3. 1 <i>Diagram Alir</i>	57
Gambar 3. 2 <i>Jadwal Pekerjaan</i>	58
Gambar 4. 1 <i>Rencana Lokasi As Bendungan 1</i>	60
Gambar 4. 2 <i>Galian Lokasi As Bendungan 1</i>	61
Gambar 4. 3 <i>Rencana Lokasi As Bendungan 2</i>	61
Gambar 4. 4 <i>Galian Lokasi As Bendungan 2</i>	62
Gambar 4. 5 <i>Rencana Lokasi As Bendungan 3</i>	63
Gambar 4. 6 <i>Galian Lokasi As Bendungan 3</i>	64
Gambar 4. 7 <i>Rencana Lokasi As Bendungan 4</i>	64
Gambar 4. 8 <i>Galian Lokasi As Bendungan 4</i>	65

Gambar 4. 9 Model Pembebanan Hidrostatik pada SAP 2000	70
Gambar 4. 10 Model Pembebanan Hidrodinamis pada SAP 2000	73
Gambar 4. 11 Model Pembebanan Sedimen pada SAP 2000	76
Gambar 4. 12 Model Pembebanan Tekanan Tanah Aktif pada SAP 2000	80
Gambar 4. 13 Model Pembebanan Tekanan Tanah Pasif pada SAP 2000	83
Gambar 4. 14 Peta Ss (Percepatan batuan dasar pada periode pendek) untuk daerah Ponorogo	85
Gambar 4. 15 Peta S1 (Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) untuk daerah Ponorogo.....	86
Gambar 4. 16 Grafik Respons Spektrum	89
Gambar 4. 17 Tegangan S 11 Melintang Segmen Bendungan Utama.....	91
Gambar 4. 18 Tegangan S 22 Melintang Segmen Bendungan Utama.....	91
Gambar 4. 19 Tegangan S 33 Melintang Segmen Bendungan Utama.....	92
Gambar 4. 20 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 14	93
Gambar 4. 21 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 14	93
Gambar 4. 22 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 14	94
Gambar 4. 23 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 13	95
Gambar 4. 24 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 13	95
Gambar 4. 25 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 13	96
Gambar 4. 26 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 12	97
Gambar 4. 27 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 12	97
Gambar 4. 28 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 12	98
Gambar 4. 29 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 11	99
Gambar 4. 30 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 11	99
Gambar 4. 31 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 11	100

Gambar 4. 32 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 10	101
Gambar 4. 33 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 10	101
Gambar 4. 34 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 10	102
Gambar 4. 35 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 9	103
Gambar 4. 36 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 9	103
Gambar 4. 37 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 9	104
Gambar 4. 38 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 8	105
Gambar 4. 39 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 8	105
Gambar 4. 40 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 8	106
Gambar 4. 41 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 7	107
Gambar 4. 42 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 7	107
Gambar 4. 43 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 7	108
Gambar 4. 44 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 6	109
Gambar 4. 45 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 6	109
Gambar 4. 46 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 6	110
Gambar 4. 47 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 5	111
Gambar 4. 48 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 5	111
Gambar 4. 49 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 5	112
Gambar 4. 50 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 4	113
Gambar 4. 51 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 4	113
Gambar 4. 52 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 4	114
Gambar 4. 53 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 3	115
Gambar 4. 54 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 3	115
Gambar 4. 55 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 3	116
Gambar 4. 56 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 2	117
Gambar 4. 57 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 2	117
Gambar 4. 58 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 2	118
Gambar 4. 59 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 1	119
Gambar 4. 60 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 1	119
Gambar 4. 61 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 1	120
Gambar 4. 62 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 11	121

Gambar 4. 63 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 11	121
Gambar 4. 64 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 11	122
Gambar 4. 65 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 10.....	123
Gambar 4. 66 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 10.....	123
Gambar 4. 67 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 10.....	124
Gambar 4. 68 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 9.....	125
Gambar 4. 69 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 9.....	125
Gambar 4. 70 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 9.....	126
Gambar 4. 71 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 8.....	127
Gambar 4. 72 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 8.....	127
Gambar 4. 73 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 8.....	128
Gambar 4. 74 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 7.....	129
Gambar 4. 75 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 7.....	129
Gambar 4. 76 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 7.....	130
Gambar 4. 77 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 6.....	131
Gambar 4. 78 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 6.....	131
Gambar 4. 79 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 6.....	132
Gambar 4. 80 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 5.....	133
Gambar 4. 81 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 5.....	133
Gambar 4. 82 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 5.....	134
Gambar 4. 83 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 4.....	135
Gambar 4. 84 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 4.....	135
Gambar 4. 85 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 4.....	136
Gambar 4. 86 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 3.....	137
Gambar 4. 87 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 3.....	137
Gambar 4. 88 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 3.....	138
Gambar 4. 89 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 2.....	139
Gambar 4. 90 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 2.....	139
Gambar 4. 91 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 2.....	140
Gambar 4. 92 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 1.....	141
Gambar 4. 93 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 1.....	141

Gambar 4. 94 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 1	142
Gambar 5. 1 Rencana Desain Struktur Bangunan Bawah Bendungan	157
Gambar 5. 2 Hasil Reaksi Perletakan Struktur Bangunan Bawah Bendungan	159
Gambar 5. 3 Kebutuhan tulangan borepile (output SAP2000) .	172

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Harga – harga minimum Angka Rembesan Lane (C_L)	35
Tabel 2. 2 Tabel Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	41
Tabel 2. 3 Tabel Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (lanjutan)	42
Tabel 2. 4 Faktor Keutamaan Gempa	42
Tabel 2. 5 Tabel Klasifikasi Situs	44
Tabel 2. 6 Tabel Koefisien Situs, F_a	45
Tabel 2. 7 Tabel Koefisien Situs, F_v	45
Tabel 2. 8 Tabel Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Perioda Pendek	46
Tabel 2. 9 Tabel Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Perioda 1 Detik	46
Tabel 2. 10 Tabel Prosedur Analisis yang Boleh Digunakan	47
Tabel 2. 11 Koefisien Daya Dukung milik Terzaghi	50
Tabel 2. 12 Intensitas gaya geser dinding tiang	52
Tabel 2. 13 Faktor Keamanan	53
Tabel 4. 1 Analisis Preliminary Desain Penampang Tubuh Bendungan	67
Tabel 4. 2 Analisis Preliminary Desain Penampang Tubuh Bendungan (Tabel Lanjutan)	68
Tabel 4. 3 Analisis Beban Hidrostatik	71
Tabel 4. 4 Analisis Beban Hidrodinamis	75
Tabel 4. 5 Analisis Beban Sedimen	78
Tabel 4. 6 Analisis Beban Tekanan Aktif	81
Tabel 4. 7 Analisis Beban Tekanan Pasif	84

Tabel 4. 8 Hasil Spektrum Respon Desain	88
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Tegangan Gaya Elemen Stuktur.....	143
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah X (S11).	146
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah X (S11) (Tabel Lanjutan).....	147
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Y (S22).	150
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Y (S22) (Tabel Lanjutan).....	151
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Z (S33) .	154
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Z (S33) (Tabel Lanjutan).....	155
Tabel 5. 1 Intensitas gaya eser dinding tiang	162
Tabel 5. 2 Tabel perkiraan qd untuk tiang di cor ditempat	162
Tabel 5. 3 Hasil perhitungan gaya geser dinding tiang	163
Tabel 5. 4 Hasil perhitungan gaya geser dinding tiang (Lanjutan)	164
Tabel 5. 5 Perhitungan daya dukung <i>ultimate</i> Bore Pile.....	165
Tabel 5. 6 Perhitungan daya dukung <i>ultimate</i> Bore Pile (Lanjutan)	166
Tabel 5. 7 Perhitungan daya dukung ijin tiang Bore Pile.....	167
Tabel 5. 8 Perhitungan daya dukung ijin tiang Bore Pile (Lanjutan).....	168
Tabel 5. 9 Reaksi yang terjadi pada borepile	171
Tabel 5. 10 Hasil perhitungan penulangan	172

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Ponorogo adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur berlokasi dengan kawasan yang dikelilingi oleh pegunungan yang tandus disekitarnya. Karena kondisi kawasan seperti ini yang membuat daerah kabupaten ponorogo memiliki permasalahan pengelolaan Sumber Daya Air yaitu sering dilanda banjir ketika musim penghujan dan juga sering dilanda kekeringan pada musim kemarau. Penyebabnya yakni karena adanya pendangkalan sungai dan perambahan hutan disekitarnya. Salah satu lokasi yang terdampak banjir dan juga kekeringan yaitu desa Bendo, Kec. Sawoo, Kabupaten Ponorogo.

Untuk mengatasi hal ini maka direncanakan bendungan Bendo ini adalah merupakan salah satu upaya untuk mengembangkan daerah Kabupaten Ponorogo yang berkaitan dengan pengembangan sumber daya air, guna memenuhi berbagai keperluan masyarakat, seperti penyediaan air irigasi, air baku domestik dan industri serta pengendalian banjir.

Dalam perencanaan bendungan khususnya di Indonesia rata – rata menggunakan bendungan dengan tipe urugan dikarenakan faktor biaya yang dianggarkan. Bendungan beton seringkali diaplikasikan di negara-negara maju. Pengaplikasian tersebut dipengaruhi oleh faktor ekonomi yang menyebutkan bahwa untuk membangun sebuah bangunan penampung air harus seefektif mungkin, dimana panjang dari sebuah bendungan yang melintang sungai harus sependek mungkin selama hal tersebut memungkinkan. Efisiensi pada perencanaan suatu bendungan beton sangatlah diperlukan untuk meminimalisir anggaran biaya. Perencanaan bendungan beton memerlukan pertimbangan dari

banyak faktor. Faktor utama adalah keamanan bangunan, dimana akan memberikan nilai keamanan terhadap keruntuhan.

Pada tugas akhir ini penulis menganalisis bendungan dengan menggunakan tipe beton dengan judul "*Alternatif Desain Tubuh Bendungan Dengan Menggunakan Struktur Beton Pada Proyek Waduk Bendo, Kec. Sawoo, Ponorogo*" harapan dapat memberikan alternatif desain khususnya dalam perencanaan bendungan beton dengan memperhatikan aspek stabilitas yang ditinjau terhadap geser, guling, daya dukung tanah dan dimensi bendungan beton.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang ditinjau dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan geometri dalam menentukan as bendungan ?
2. Bagaimana penentuan beban – beban pada desain bendungan ?
3. Bagaimana rencana desain struktur bendungan dan bentuk bangunan bawah pada bendungan ?
4. Bagaimana analisa stabilitas bendungan beton terhadap Guling, Gelincir, dan Amblas Turun pada kondisi saat tinggi muka air reservoir banjir ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data debit dan data tanah menggunakan hasil pengamatan yang didapatkan dari Instansi terkait,
2. Perencanaan bendungan menggunakan data sekunder
3. Data teknis terkait dengan tinggi bendungan disesuaikan dengan desain eksisting

4. Tidak meninjau sisi arsitektural
5. Tidak memperhitungkan biaya, analisa waktu pelaksanaan dan manajemen konstruksinya,
6. Tidak membahas tentang pemilihan metode konstruksi

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir secara umum adalah untuk memenuhi syarat kelulusan pendidikan dan khususnya untuk mengetahui lebih jauh aplikasi disiplin ilmu, serta untuk menerapkan ilmu yang telah didapat sebelumnya.

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan hasil perencanaan as bendungan dan penggambaran desain layout
2. Mendapatkan hasil dalam penentuan beban – beban yang terjadi pada bendungan
3. Mendapatkan hasil perencanaan desain struktur bendungan dan bentuk bangunan bawah ,serta penggambaran desain
4. Mendapatkan hasil faktor keamanan (*Stability Factor*) dari analisa stabilitas bendungan terhadap Guling, Gelincir, dan Amblas Turun pada kondisi saat tinggi muka air reservoir banjir.

1.5 Manfaat

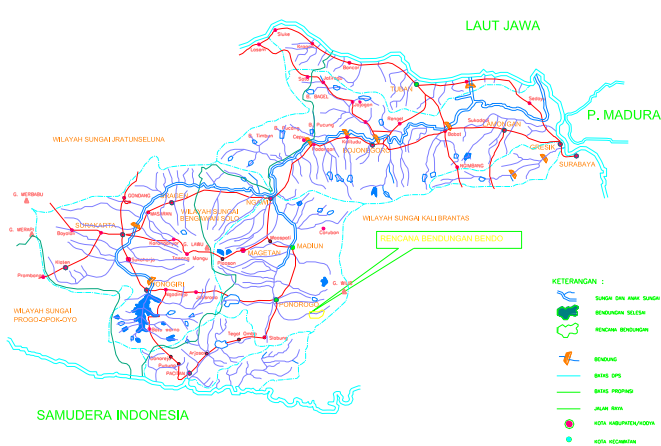
Penyusunan tugas akhir ini diharapkan memberikan manfaat antara lain :

1. Mahasiswa mampu mengaplikasikan keseluruhan ilmu yang telah dipelajari selama proses kuliah
2. Mahasiswa dapat memahami konsep dan proses desain struktur bendungan beton sesuai peraturan yang ada

3. Sebagai alternatif dalam teknik perencanaan bendungan dengan menggunakan beton.

1.6 Lokasi Proyek

Lokasi Waduk Bendo terletak di Sungai Kali Keyang atau juga dikenal dengan nama Kali Ngindeng di Dusun Bendo, Desa Ngindeng, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo. Secara geografis lokasi rencana Bendungan Bendo terletak pada posisi antara $7^{\circ} 49' 33''$ - $7^{\circ} 59' 36''$ LS dan $111^{\circ} 34' 57''$ - $111^{\circ} 44' 40''$ BT. Daerah genangan bendungan Bendo meliputi desa Ngindeng dan desa Temon Kecamatan Sawoo dan desa Ngadirojo Kecamatan Sooko.



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek Bendungan Bendo

Lokasi bendungan Bendo secara morfologi merupakan daerah perbukitan bergelombang, dengan ketinggian berkisar antara elevasi + 150 m sebagai dasar sungai Keyang sampai dengan elevasi + 450 m, yaitu daerah Gunung Tumpak Bengle di

selatan rencana lokasi bendungan. Disebelah utara rencana bendungan ketinggiannya lebih rendah dari yang sebelah selatan, yaitu sekitar elevasi + 250 m diatas permukaan air laut.

“Halaman Sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Kondisi Umum

Tubuh bendungan utama dibangun pada lokasi terpilih sebagaimana hasil analisis Studi Review F/S Waduk Bendo, yang dilakukan pada tahun 2003. Adapun tipe bendungan dipilih berdasarkan kondisi topografi, kondisi geologi pondasi calon bendungan serta ketersediaan material timbunan disekitar lokasi bendungan. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka bendungan Bendo direncanakan dengan tipe urugan zonal (zone type) dengan inti tegak. Adapun zona-zona pada tubuh bendungan terdiri dari lempung untuk material inti, pasir halus untuk material filter, zona random (transisi) dengan ukuran butiran bergradasi tertentu, dan material batu. Profil melintang tubuh bendungan ini disajikan pada lampiran 1.

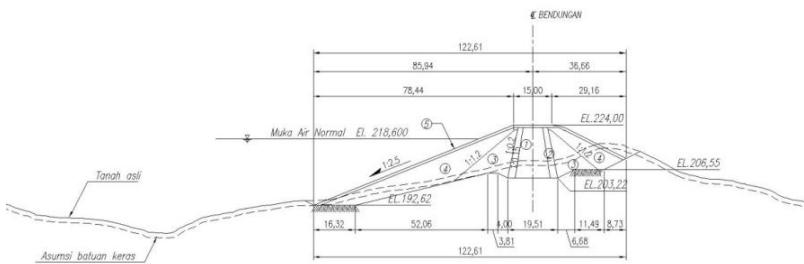
Berdasarkan SNI 03-3432-1994, bendungan utama direncanakan berdasarkan banjir desain dengan memperhatikan jenis dan kelas bendungan. Berdasarkan kriteria tersebut maka bendungan bendo dapat dimasukkan ke dalam kategori bendungan berkonsekuensi besar, karena daerah hilir bendungan menuju kota Ponorogo dan dibagian akhir sungainya bertemu dengan kali Madiun yang akan meneruskan aliran menuju kota Madiun, sehingga tubuh bendungan harus didesain mampu menahan banjir rancangan dengan periode ulang 1000 tahun (Q_{1000}) sebesar $649.16 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang akan dikontrol dengan banjir maksimum boleh jadi (Q_{PMF}) sebesar $1,635.51 \text{ m}^3/\text{detik}$.

2.1.2 Data Teknis Eksisting

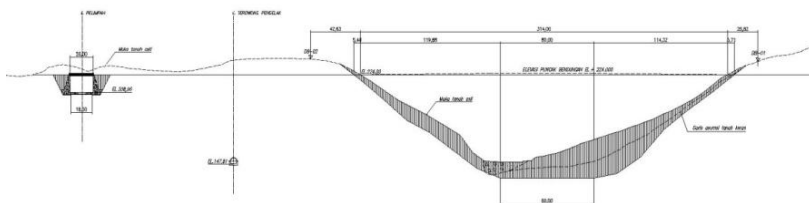
2.1.2.1 Gambar Teknis Bendungan



Gambar 2. 1 Denah Umum Tubuh Bendungan Eksisting



Gambar 2. 2 Potongan Melintang Tubuh Bendungan Eksisting



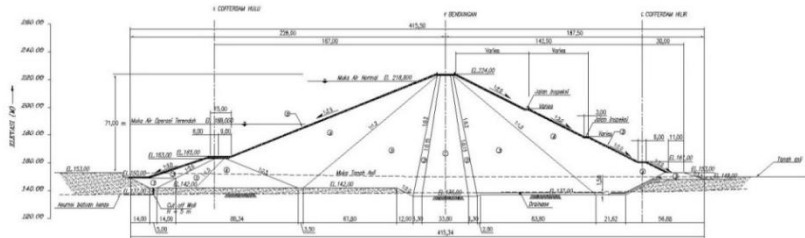
Gambar 2.3 Potongan Memanjang Tubuh Bendungan Eksisting

2.1.2.2 Spesifikasi Teknis Tubuh Bendungan

Bendungan Utama direncanakan tipe zonal inti tegak dengan inti di tengah. Timbunan mempunyai 5 (lima) zona terdiri dari timbunan inti (Zona 1), timbunan filter halus (zona 2), timbunan random (zona 3), timbunan batu (zona 4), timbunan rip-rap (zona 5).

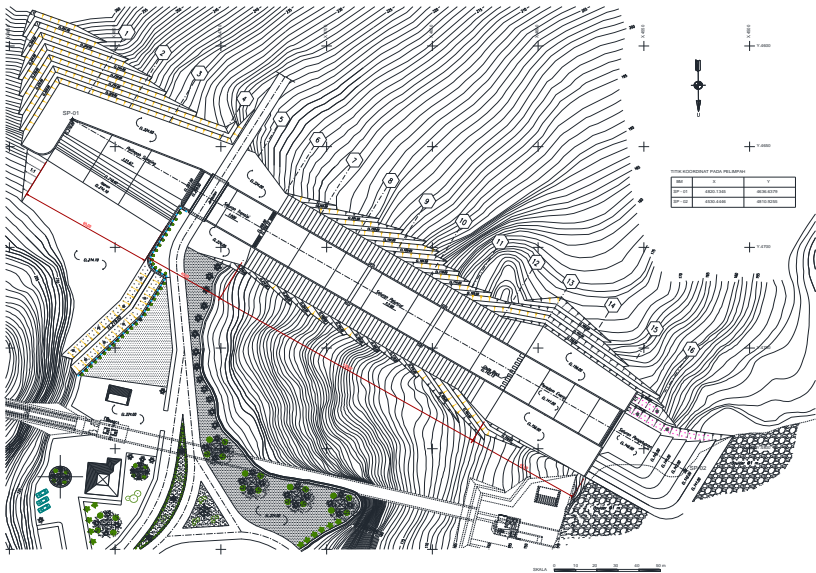
Secara terperinci data teknis Bendungan Utama sebagai Berikut:

- Tipe : Timbunan Zonal Inti Tegak
- Elevasi Puncak : El +224.00 m
- Tinggi Bendungan : 71 m (dari dasar sungai)
- Lebar Puncak : 15 m
- Panjang Puncak : 311,90 m
- Kemiringan Hulu : 1 : 2,50
- Kemiringan Hilir : 1 : 2,00
- Volume Timbunan : 3,088 juta m³

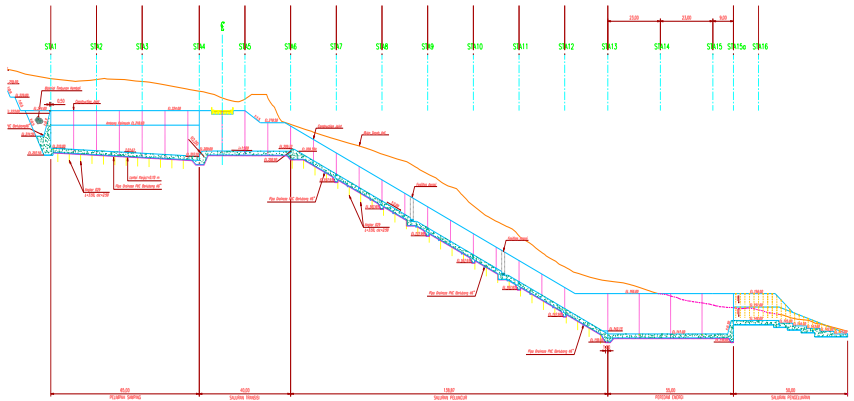


Gambar 2. 4 Potongan Tipikal Tubuh Bendungan Eksisting

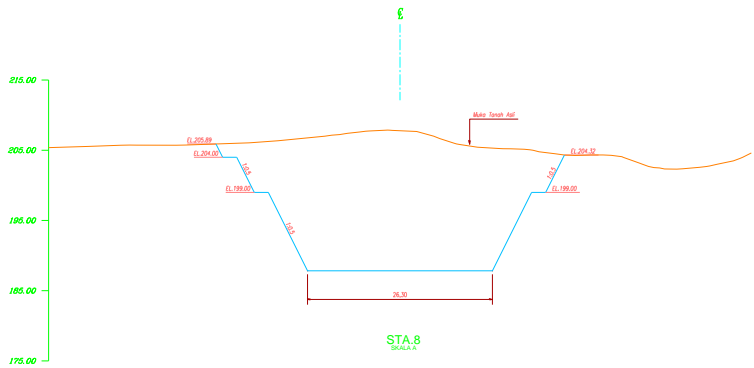
2.1.2.3 Gambar Teknis Spillway



Gambar 2. 5 Denah Umum Pelimpah Samping Eksisting



Gambar 2. 6 Potongan Memanjang Pelimpah Samping Eksisting



Gambar 2. 7 Potongan Melintang Pelimpah Samping Eksisting

2.1.2.4 Spesifikasi Teknis Spillway

Tipe pelimpah direncanakan pelimpah samping dengan ambang pelimpah tipe Ogee dan mempunyai kemiringan 1 : 0,7 di bagian hilirnya. Pada bagian hilir pelimpah direncanakan saluran samping yang berguna untuk menenangkan aliran pada saluran pelimpah, sepanjang 65 m dengan bentuk penampang segi empat dengan lebar dasar dari 10 - 20 m.

Saluran pelimpah terdiri dari saluran pelimpah samping, saluran samping, saluran transisi, saluran peluncur dan saluran peredam energi. Elevasi saluran pelimpah ditentukan berdasarkan pertimbangan topografi dengan dimensi penampang sebagai berikut:

- 1) Saluran Pelimpah Samping (*Side Spillway Channel*)
 - Bentuk : Trapesium
 - Panjang : 65 m
 - Lebar : 10 – 20 m
 - Elevasi Dasar : El. 213,00 m pada bagian hulu, dan 209,00 m pada bagian hilir
 - Kemiringan : $i = 1 : 16$

- 2) Saluran Transisi (*Transition Channel*)
 - Bentuk : Segi Empat
 - Lebar : 20 m
 - Panjang : 40 m

- Elevasi Dasar : El. 209,00 m pada bagian hulu, dan 208,92 m pada bagian hilir
- Kemiringan : $i = 1 : 500$

3) Saluran Peluncur (*Chute way*)

- Bentuk : Segi Empat
- Lebar : 20 m
- Panjang : 138,889 m
- Elevasi Dasar : El. 209,72 m pada bagian hulu, dan 141,372 m pada bagian hilir
- Kemiringan : $i = 1 : 20$

4) Saluran Peredam Energi (*Stiling Basin*)

- Bentuk : Segi Empat
- Lebar : 20 m
- Panjang : 46 m
- Elevasi Dasar : El. 141,00 m
- Kemiringan : $i = 1 : 124$
- Tipe Peredam Energi : USBR – II

5) *Terminal Channel*

- Saluran : terbuka panjang 48,40 m, dengan kekuatan dasar rip – rap El. 141,00 m

2.2 Tubuh Bendungan Utama

Menurut ICOLD (*The International Commission on Large Dams*) Tubuh Bendungan dibagi menjadi 2 tipe umum

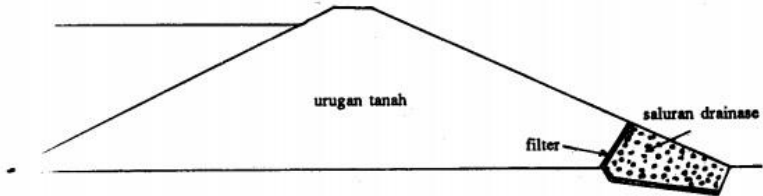
yaitu Bendungan Tipe Urugan dan Bendungan Tipe Beton, dimana Bendungan Tipe Urugan memiliki 2 Tipe dan Bendungan Tipe Beton memiliki 4 Tipe. Tipe Bendungan dibahas sebagai berikut :

2.2.1 Bendungan Utama Tipe Urugan (*Fill Dams*)

2.2.1.1 Bendungan Urugan Tanah (*Earthfill Dams*)

Menurut ICOLD definisinya adalah bendungan yang dibangun dari bahan (material) tanpa tambahan bahan lain yang bersifat campuran secara kimia, jadi bendungan tersebut murni material tanah. Contoh bendungan yaitu :

- a. Bendungan Urugan Serbasama (*homogeneous dams*)

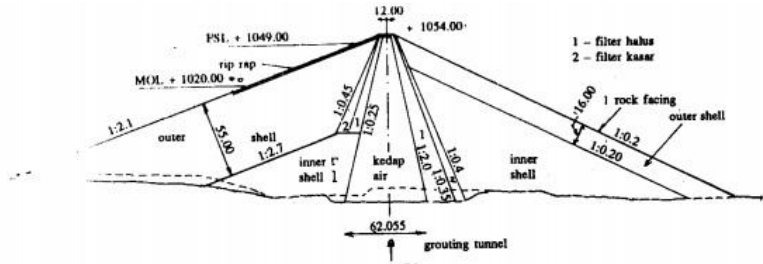


Gambar 2. 8 *Ilustrasi Potongan Melintang Bendungan Homogen*

2.2.1.2 Bendungan Urugan Batu (*Rockfill Dams*)

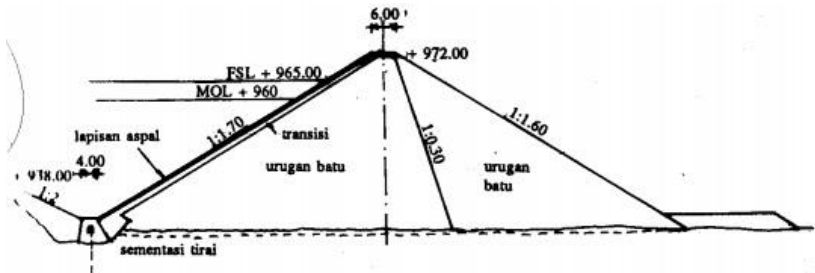
Adalah bendungan urugan yang kekuatannya didasarkan pada urugan batu dan sebagai lapisan kedap air memakai tanah liat, tanah liat bercampur kerikil/pasir, lapisan aspal, beton bertulang atau geotextile. Di dalam tipe ini termasuk bendungan urugan berlapis – lapis dan bendungan urugan batu dengan lapisan kedap air. Contoh bendungan yaitu :

- a. Bendungan Urugan Batu Zonasi (*Zone dams*)



Gambar 2. 9 Ilustrasi Potongan Melintang Bendungan Zonasi

- b. Bendungan Urugan Batu dengan Lapis Kedap Air dimuka (*impermeable face rockfill dams*)



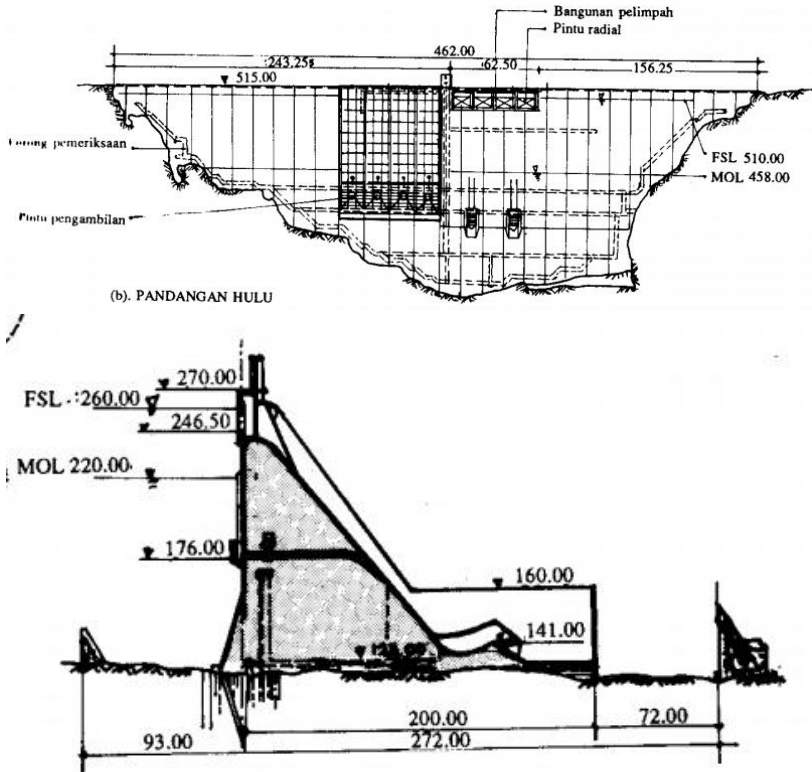
Gambar 2. 10 Ilustrasi Potongan Melintang Bendungan Urugan Batu

2.2.2 Bendungan Utama Tipe Beton (*Concrete Dams*)

Bendungan yang dibuat dari konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak. Bendungan ini dapat dibagi menjadi :

2.2.2.1 Bendungan Beton Berdasarkan Berat Sendiri (*Concrete Gravity Dams*)

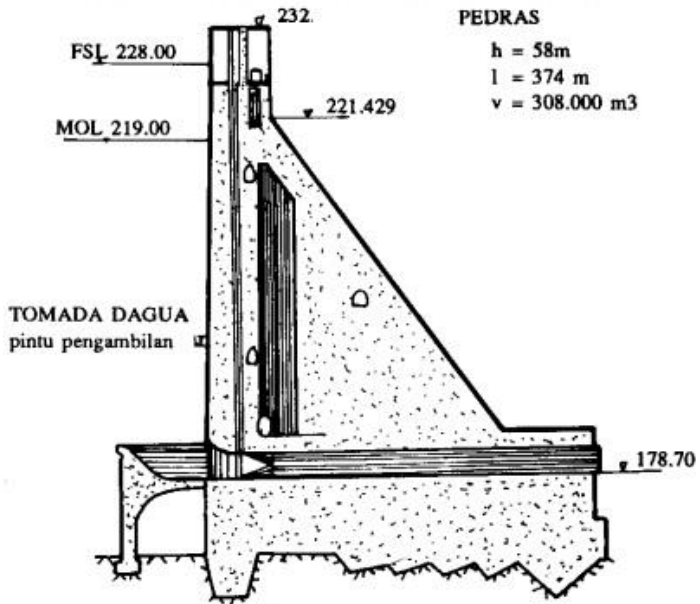
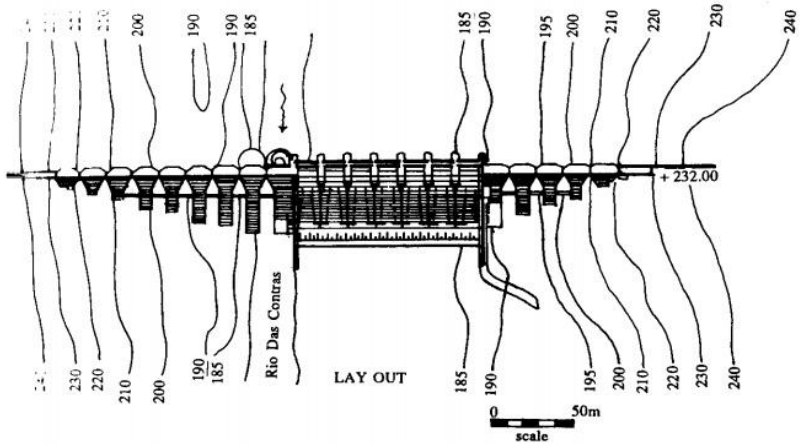
Merupakan bendungan beton yang didesain untuk menahan beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi hanya dengan berat sendiri saja



Gambar 2. 11 *Ilustrasi Potongan Memanjang (Atas) dan Melintang Bendungan Beton Gravitasi (Bawah)*

2.2.2.2 Bendungan Beton Dengan Penyangga (*Concrete Buttress Dams*)

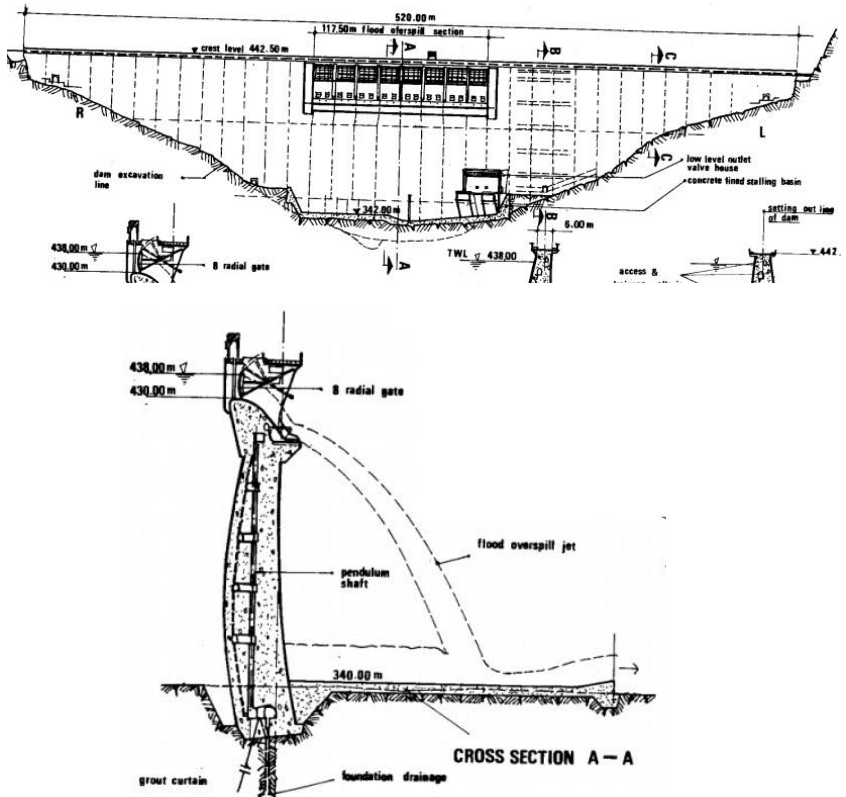
Merupakan Bendungan beton yang mempunyai penyangga untuk menyalurkan gaya – gaya yang bekerja pada konstruksi. Biasa digunakan apabila sungai sangat lebar sedangkan keadaan geologi sekitar sungai tersebut baik.



Gambar 2. 12 *Ilustrasi Denah Umum (Atas) dan Melintang Bendungan Beton dengan Penyangga (Bawah)*

2.2.2.3 Bendungan Beton Berbentuk Lengkung (Concrete Arch Dams)

Merupakan Bendungan beton yang didesain untuk menyalurkan gaya – gaya yang bekerja pada konstruksi lewat abutmen kiri dan abutmen kanan bendungan



Gambar 2. 13 Ilustrasi Potongan Memanjang (Atas) dan Melintang Bendungan Beton Tipe Lengkung(Bawah)

2.2.2.4 Bendungan Beton Kombinasi (*Combination Concrete Dams*)

Merupakan Bendungan kombinasi antara lebih dari satu tipe. Berikut salah satu contoh yaitu apabila suatu bendungan beton berdasar berat sendiri berbentuk lengkung maka disebut dengan bendungan beton berbentuk lengkung berdasarkan berat sendiri (*Concrete Arch Gravity Dams*)

2.3 Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

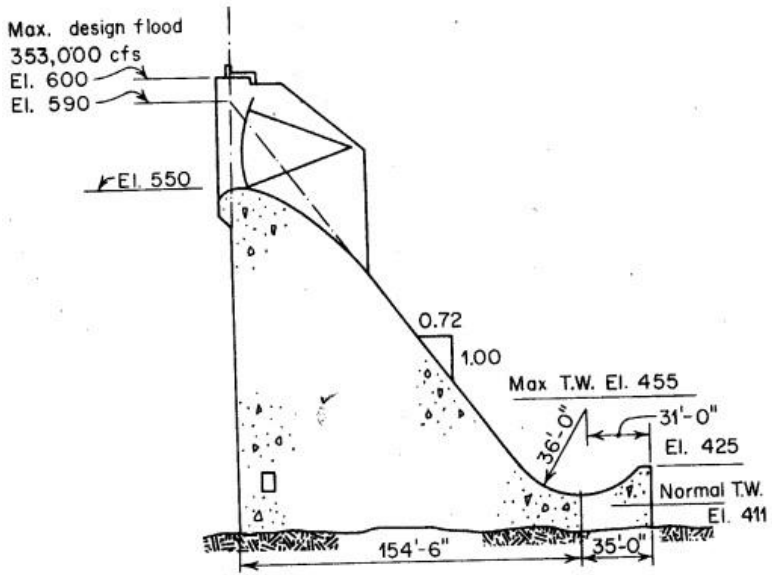
Pelimpah memiliki fungsi utama yaitu melepaskan kelebihan air dari waduk dan melewati banjir desain dengan aman ke bagian hilir, untuk mencegah terjadinya bahaya pada tubuh bendungannya. Tipe – tipe pelimpah yang sering digunakan yaitu :

2.3.1 *Overfall* atau *Ogee* (Limpasan diatas mercu)

Jenis *overfall* sejauh ini adalah yang paling umum dan disesuaikan dengan bendungan *masonry* yang ada panjang lambang yang cukup untuk menyediakan kapasitas yang diinginkan. Tipe ini terdiri dari bendung kontrol yang berbentuk ogee atau S. Bentuk ogee sesuai ke profil *nappe* rendah aerasi dari bendung jambul tajam. Kurva atas pada lambang dapat dibuat lebih lebar atau lebih tajam dari pada *nappe*. Kurva yang lebih luas akan mendukung lembaran dan tekanan hidrostatis positif akan terjadi di sepanjang permukaan kontak. Itu lembar pendukung sehingga menciptakan efek *backwater* dan mengurangi koefisien debit. Puncak yang lebih tajam di sisi lain menciptakan tekanan negatif, meningkatkan efektifitas kepala dan dengan demikian debit.

Spillway ini umumnya disediakan di bendungan *Masonry* / Beton dan juga dalam komposit bendungan sebagai

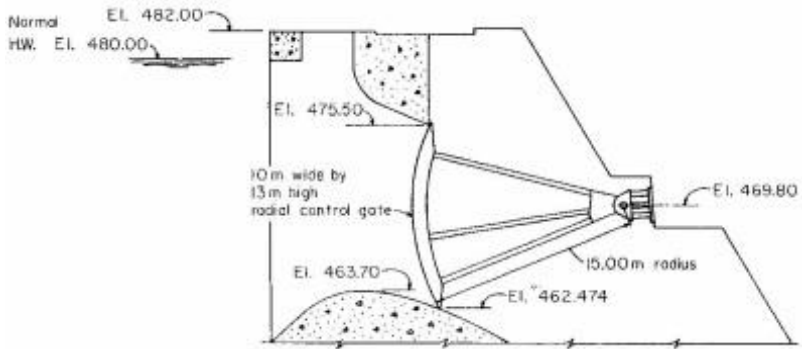
tumpahan pusat yang terletak di jalur sungai utama.
Contoh *spillway* ogee untuk bendungan beton yaitu :



Gambar 2. 14 Ilustrasi Potongan Bangunan Pelimpah Tipe Ogee

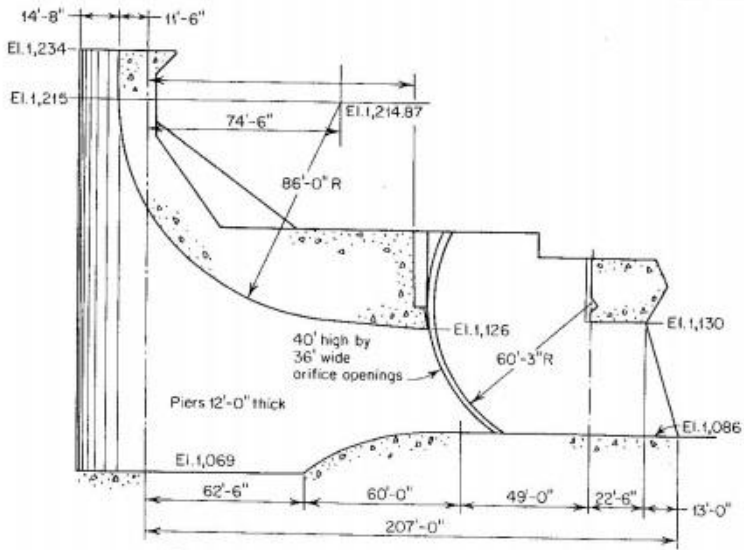
2.3.2 Orifice atau Sluice (Pelimpah Air dibawah mercu)

Spillways rendah dengan susunan dinding katup atau pintu air sekarang semakin disediakan untuk membuang lumpur dan mengendalikan masuknya lumpur di asupan daya yang disimpan di atas puncak *spillway*. *Spillways* ini disebut *orifice* atau saluran air melimpah. Contoh pelimpah *Orifice* sebagai berikut :



Gambar 2. 15 *Ilustrasi Potongan Bangunan Pelimpah Orifice Sederhana*

Lubang pembuangan *orifice* memiliki keuntungan memiliki kapasitas pengosongan yang tinggi karena kepala air yang tinggi. Di tempat-tempat yang hanya terbatas dan panjangnya relatif pendek cocok bahan pondasi tersedia untuk struktur pelimpah, lubang pembuangan *orifice* menawarkan kebanyakan sarana ekonomi untuk melewati banjir desain. Namun, hasil lubang pembuangan *orifice* dalam konsentrasi aliran tinggi, yang meningkatkan ukuran dan biaya kerja disipasi energi di bawah



Gambar 2. 16 *Ilustrasi Potongan Bangunan Pelimpah Orifice Modifikasi*

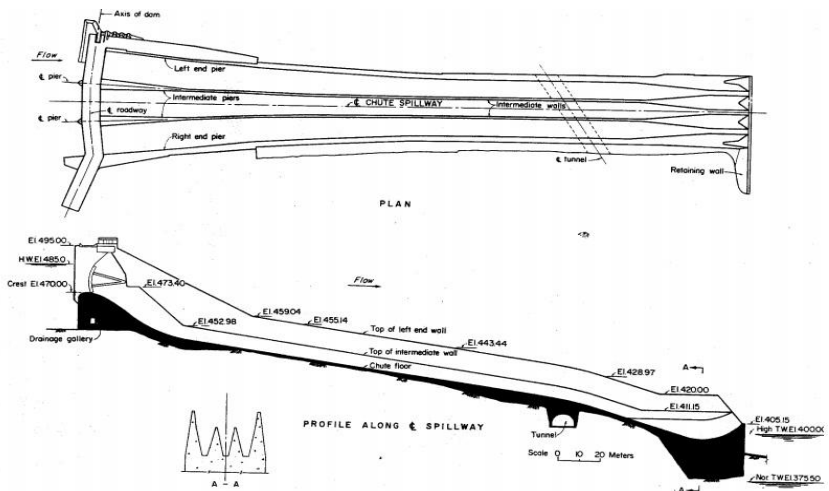
Spillways Orifice sedang disediakan di banyak bendungan pengalihan baru-baru ini di sungai membawa beban lumpur yang berat. Asupan daya disimpan di atas puncak *spillway* dan sedekat mungkin *spillway* mungkin. Pengaturan pelimpahan semacam ini dengan demikian menjalankan keduanya fungsi melewati banjir dan mengelola sedimen di waduk

2.3.3 *Chute* atau *Trough* (Tipe Peluncur)

Limpahan tempat buangan dialirkan dari waduk ke sungai hilir melalui saluran terbuka atau saluran di sepanjang abutment bendungan atau melalui sadel disebut

parasut atau tumpahan. *Chute* adalah jenis konduktor air yang paling umum digunakan untuk menyampaikan aliran antara struktur kontrol dan disipator energi.

Chute bisa terbentuk di hilir menghadapi bendungan gravitasi, memotong ke abutment batuan dan Garis beton yang bagus atau dibiarkan tidak bergaris dan dibangun sebagai struktur yang berdiri bebas di atas fondasi batu atau tanah. Ini sebagian besar digunakan dengan dam bumi / *rockfill* dan memiliki keuntungan utama berikut:

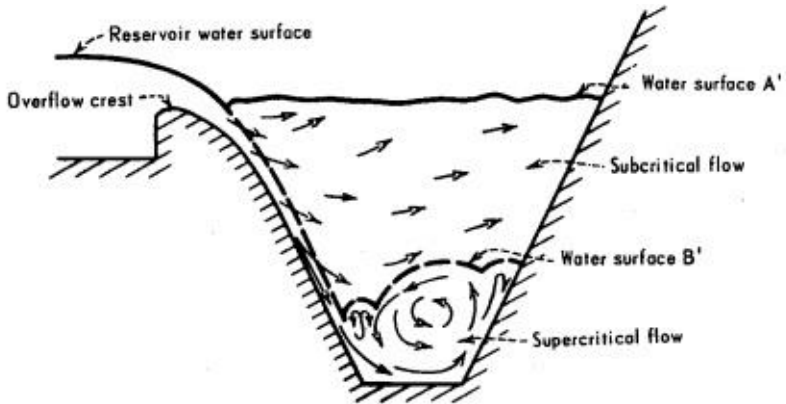


Gambar 2. 17 Ilustrasi Denah Umum (Atas) dan Potongan Memanjang (Bawah) Bangunan Pelimpah *Chute*

2.3.4 Side Channel (Pelimpah Samping)

Ciri khas dari saluran saluran samping yang membedakannya dari saluran *spillway* lainnya adalah

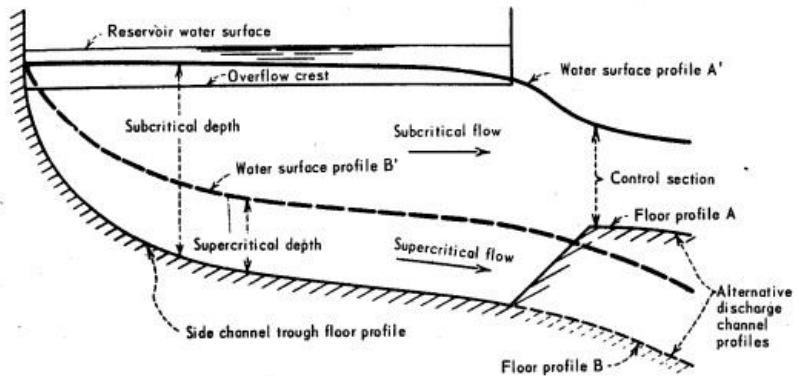
bahwa sedangkan di saluran pembuangan air mengalir di sudut kanan ke sumbu bendungan, di saluran samping *spillway*, aliran awalnya di saluran sejajar dengan sumbu bendungan dan setelah itu mengalir di saluran pembuangan di sekitar sudut kanan ke poros bendungan.



Gambar 2. 18 Ilustrasi Skema Pelimpah Samping

Jenis *spillway* ini cocok untuk ngarai sempit dengan sisi curam yang meningkat menjadi ketinggian yang cukup tinggi di atas bendungan. Jenis *spillway* ini juga disediakan di situs mana Jenis *overfall* dikesampingkan karena beberapa alasan dan di mana pelana dengan lebar yang cukup tidak tersedia untuk menampung *spillway* tipe *trough (chute)*. Diasumsikan bahwa semua energy air yang tumpah hilang dalam turbulensi di saluran samping. Contoh sisi saluran *spillway* adalah Proyek Pancheshwar.

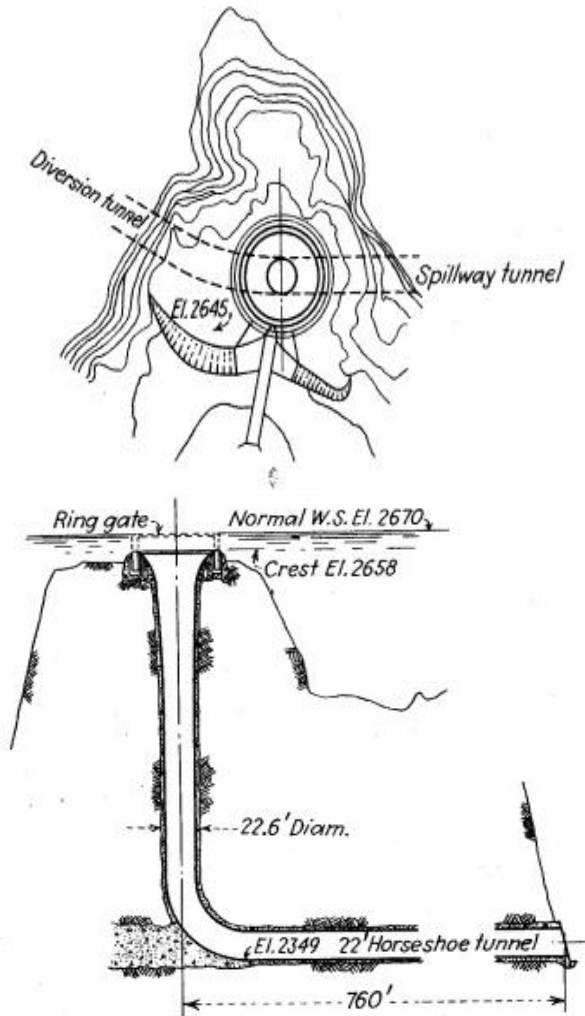
Tata letak tipikal saluran samping spillway diilustrasikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 19 *Ilustrasi Potongan Memanjang Bangunan Pelimpah Samping*

2.3.5 *Tunnel / Shaft* atau *Morning Glory (Spillway Terowong)*

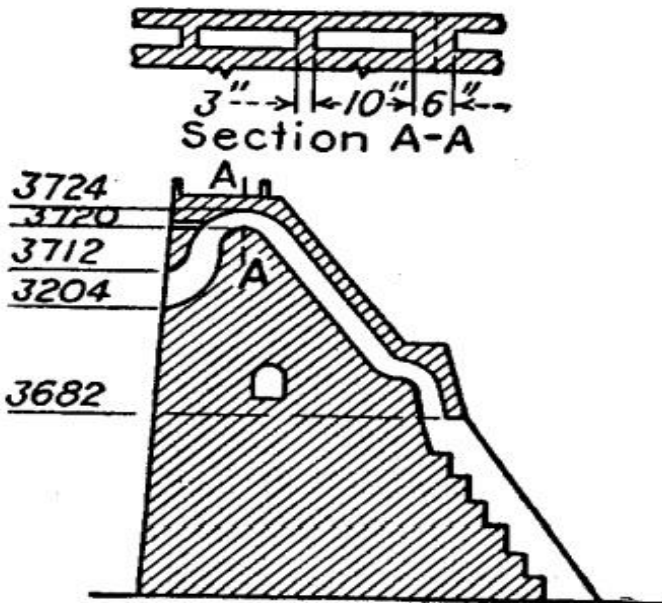
Dalam jenis air tumpahan ini masuk ke bibir dari puncak melingkar horizontal dan tetes melalui poros vertikal atau miring dan kemudian mengalir hilir melalui horizontal saluran atau terowongan. *Spillway* ini cocok untuk situs bendungan di lembah sempit di mana kamar untuk pembatasan *spillway*.



Gambar 2. 20 *Ilustrasi Denah Umum (Kiri) dan Potongan Bangunan Spillway tipe Morning Glory (Kanan)*

Dalam beberapa contoh, keuntungan dari terowongan pengalihan yang ada telah diambil konversi menjadi terowongan *spillway*. Kerugian dari tipe ini adalah bahwa pelepasan di luar titik tertentu hanya meningkat sedikit dengan meningkatnya kedalaman limpahan dan karenanya tidak memberikan banyak faktor keamanan terhadap debit banjir yang terlalu rendah dibandingkan dengan tipe yang lain.

2.3.6 Siphon (Spillway Bentuk Pipa)



Gambar 2. 21 Ilustrasi Potongan Memanjang Bangunan Pelimpah Tipe Siphon

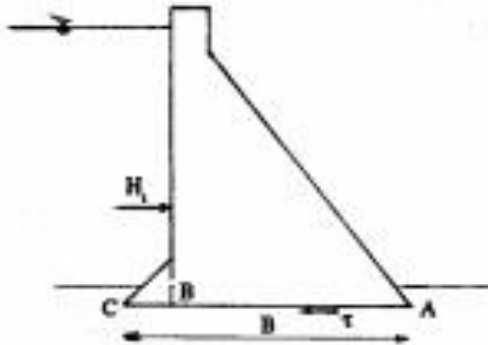
Spillway syphon didasarkan pada prinsip tindakan siphonic di dalam pipa bengkok terbalik. Jika pipa tersebut pernah diisi dengan air, akan terus mengalir selama permukaan cair lebih tinggi dari kaki bagian bawah pipa kecuali tentu saja, kaki bagian atas terpapar lebih awal.

Saluran tumpahan siphon sering lebih unggul daripada bentuk lain di mana ruang yang tersedia terbatas dan debitnya tidak terlalu besar. Saluran ini berguna dalam menyediakan otomatis pengaturan tingkat permukaan dalam batas yang sempit. *Spillway Siphon* utama dengan cepat dan mewujudkan kapasitas penuh. Oleh karena itu, saluran tumpahan sangat berguna dalam mengatur rumah akhir saluran listrik panjang dengan kapasitas *forebay* terbatas di mana yang cukup besar kapasitas debit diperlukan dalam waktu yang sangat singkat untuk menghindari meluapnya bank saluran.

2.4 Analisa Stabilitas

2.4.1 Stabilitas Gelincir (*Sliding*)

Bendungan Beton dinyatakan stabil terhadap perbandingan antara jumlah gaya vertical dikalikan sudut geser tanah dengan jumlah gaya – gaya horizontal harus lebih besar dari nilai keamanan yang ditentukan.



Gambar 2. 22 *Ilustrasi Stabilitas Gelincir Bendungan*

Dengan adanya Gaya Horizontal total yang menekan bendungan (H_t), akan menyebabkan tendensi menggeser dibagian pondasi sepanjang lebar Pondasi (B), Akibat gaya vertical akan terjadi gaya perlawanan geseran (τ) yang bekerja sepanjang lebar pondasi.

Rumus agar bendungan tidak menggeser maka :

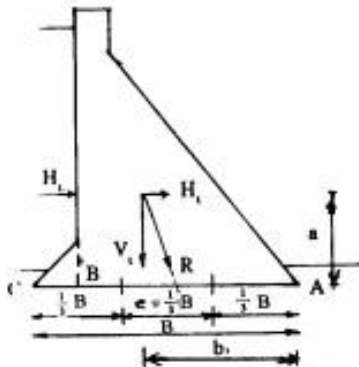
$$N = \frac{f \sum V + \tau A}{\sum H} \geq 4$$

Keterangan : N = angka keamanan terhadap guling

- f = Koefisien geseran antara beton dengan beton atau beton dengan batuan pondasi = $\text{tg } \phi$
 τ = tegangan geser dari beton terhadap batuan pondasi
 A = luas permukaan pondasi

2.4.2 Stabilitas Guling (*Overtuning*)

Bangunan akan aman terhadap guling, apabila semua gaya yang bekerja pada bagian bangunan diatas bidang horizontal, termasuk gaya angkat, harus memotong bidang guling dan tidak boleh ada tarikan pada bidang irisan manapun, tiap bagian bangunan diandalkan berdiri sendiri dan tidak mungkin ada gaya – gaya melalui momen lentur.



Gambar 2. 23 *Ilustrasi Stabilitas Guling Bendungan*

Dengan adanya Gaya Horizontal total yang menekan bendungan (H_t) akan menyebabkan tendensi terjadi penggulingan pada titik A dengan momen sebesar $M_{Ah} = H_t \times a$, dan momen ini akan ditahan oleh momen pelawan sebagai akibat gaya vertical yaitu $M_{Av} = V \times b$. jadi agar bangunan stabil momen M_{Av} ditambah angka keamanan harus lebih besar disbanding dengan M_{Ah} (angka keamanan diambil lebih besar dari 1,5)

Rumus ketahanan terhadap gelincir sebagai berikut :

$$n = \frac{\sum M_{Av}}{\sum M_{Ah}} \geq 1,5$$

Keterangan : n = angka keamanan terhadap guling

M_{Av} = momem vertical total terhadap titik A

M_{Ah} = momem horizontal total terhadap titik A

Dapat Pula dicari letak eksentrisitasnya. Apabila resultan Gaya Horizontal total yang menekan bendungan (H_t) dan Gaya Vertikal total yang menekan tanah dibawah pondasi (V_t) disebut R, maka garis gaya R akan memotong dasar bendungan dititik D. Ternyata Bendungan akan stabil apabila titik D terletak didalam batas 1/3 dari lebar pondasi

Atau bendungan tidak akan terguling apabila :

$$e = \left| \frac{\sum M}{\sum V} - \frac{B}{2} \right| < \frac{B}{6}$$

Keterangan : e = eksentrisitas, jarak antara titik tangkap gaya R

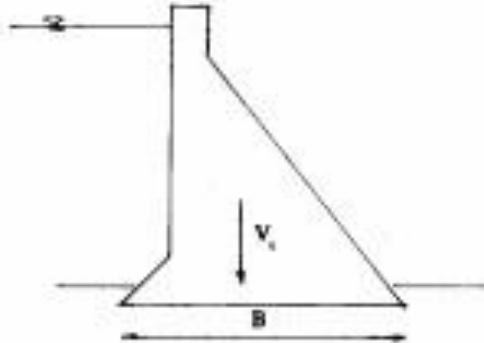
dengan titik tengah pondasi $T = DT$

B = Lebar Pondasi

V = V_t = gaya vertical total

M = momen total terhadap titik A

2.4.3 Stabilitas Amblas Bendungan turun



Gambar 2. 24 *Ilustrasi Stabilitas Amblas Bendungan*

Dari segi stabilitas Guling dan Geser, makin besar gaya vertical total akan semakin baik karena angka keamanan yang timbul makin besar. Tetapi dari segi tegangan tanah akan menjadi hal yang menguntungkan karena semakin besar Gaya Vertikal total yang menekan tanah dibawah pondasi (V_t), tegangan yang timbul akan semakin besar pula. Oleh karena itu untuk bendungan dengan tinggi lebih dari 50 m harus dipikirkan alternatif dengan tipe berongga (concrete hollow gravity dams)

Rumus Stabilitas Amblas Bendungan :

$$\sigma_{maks} = \frac{\sum V_t}{B L} \left(1 + \frac{6 e}{B} \right) \leq \sigma_t$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sum V_t}{B L} \left(1 - \frac{6 e}{B} \right) > 0$$

Keterangan :

- δ_{maks} = tegangan tanah maksimum yang timbul
- δ_{min} = tegangan tanah minimal yang timbul
- B = Lebar pondasi
- L = Panjang pondasi
- V = V_t = Gaya vertical total
- e = eksintrisitas
- $[\delta_t]$ = tegangan tanah yang diizinkan berdasarkan pengujian yang dilakukan

2.4.4 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah

Bangunan-bangunan utama seperti bendung, bendungan dan bendung gerak harus dicek stabilitasnya terhadap erosi bawah tanah dan bahaya runtuh akibat naiknya dasar galian (heave) atau rekahnya pangkal hilir bangunan.

Metode Lane, disebut metode angka rembesan Lane (weighted creep ratio method), adalah yang dianjurkan untuk mengecek bangunan-bangunan utama untuk mengetahui adanya erosi bawah tanah. Metode ini memberikan hasil yang aman dan mudah dipakai. Untuk

bangunan-bangunan yang relatif kecil, metode-metode lain mungkin dapat memberikan hasil-hasil yang lebih baik, tetapi penggunaannya lebih sulit

Metode ini membandingkan panjang jalur rembesan di bawah bangunan di sepanjang bidang kontak bangunan/pondasi dengan beda tinggi muka air antara kedua sisi bangunan. Di sepanjang jalur perkolasi ini, kemiringan yang lebih curam dari 450 dianggap vertikal dan yang kurang dari 450 dianggap horisontal. Jalur vertikal dianggap memiliki daya tahan terhadap aliran 3 kali lebih kuat daripada jalur horisontal.

Oleh karena itu, rumusnya :

$$C_L = \frac{\Sigma L_v + 1/3 \Sigma L_H}{H}$$

Dimana :

- CL = Angka Rembesan Lane
- ΣL_v = Jumlah panjang vertikal, m
- ΣL_H = jumlah panjang horisontal, m
- H = beda tinggi muka air, m

Tabel 2. 1 Harga – harga minimum Angka Rembesan Lane (CL)

Pasir sangat halus atau lanau	8,5
Pasir halus	7,0
Pasir sedang	6,0
Pasir kasar	5,0
Kerikil halus	4,0
Kerikil sedang	3,5
Kerikil kasar termasuk berangkal	3,0
Bongkah dengan sedikit berangkal dan kerikil	2,5
Lempung lunak	3,0
Lempung sedang	2,0
Lempung keras	1,8
Lempung sangat keras	1,6

Bila Angka Rembesan Lane (CL) kurang dari harga – harga minimum rembesan, maka dapat dikatakan aman terhadap bahaya erosi bawah tanah.

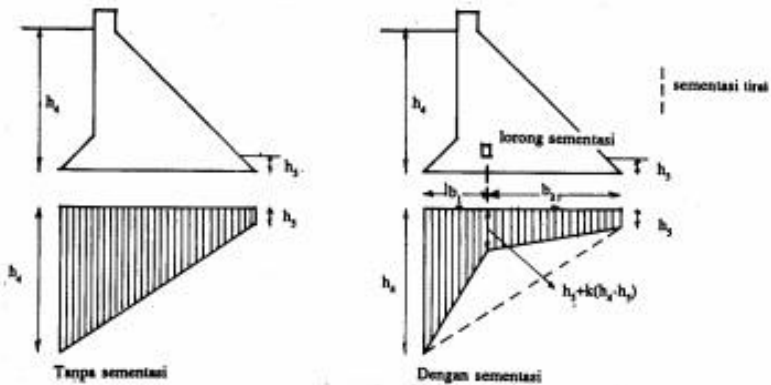
2.5 Pembebanan Struktur Bendungan

Beban – beban yang bekerja pada suatu struktur sangat berpengaruh dalam perencanaan bendungan. Beban – beban tersebut akan mempengaruhi besarnya dimensi dari komponen struktur serta tulangan yang digunakan.

2.5.1 Beban Mati

Beban mati adalah berat sendiri dari masing – masing komponen struktur bendungan. Semua komponen beton adalah 2500 kg/m^3 , yaitu beton bertulang dengan agregat maksimum 150 mm dengan berat volume agregat 2,65.

2.5.2 Beban Tekan Atas (*Uplift*)



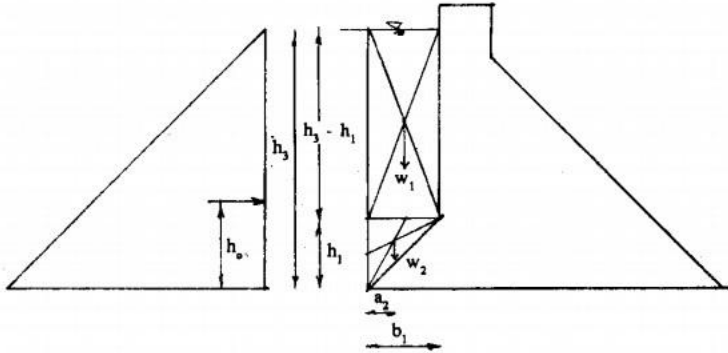
Gambar 2. 25 *Ilustrasi Tekanan Uplift pada Bendungan*

Tekanan Air ke atas adalah salah satu beban pada bangunan bendungan atau spillway dimana mendapat tekanan air bukan hanya pada permukaan luarnya, tetapi juga pada dasarnya dan dalam tubuh bangunan tersebut. Gaya tekan ke atas, yakni istilah umum untuk tekanan air dalam yang menyebabkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya.

Rumus Gaya Tekan ke atas untuk bangunan yang didirikan pada pondasi batuan, yaitu :

$$W_u = c \tau_w \left[h_2 + \frac{1}{2} \varepsilon (h_1 - h_2) \right] A$$

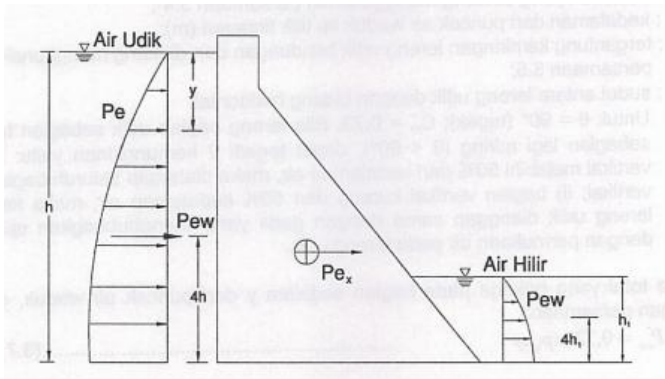
2.5.3 Beban Hidrostatik



Gambar 2. 26 *Ilustrasi Gaya Hidrostatik pada Bendungan*

Merupakan gaya air yang menekan arah horizontal bangunan bendungan ada ataupun tanpa angin, dimana fungsi dari kedalaman dikalikan dengan berat volume air. Berat Volume air diambil sebesar 10 kN/m^3 .

2.5.4 Beban Hidrodinamis



Gambar 2. 27 *Ilustrasi Gaya Hidrodinamis pada Bendungan*

Merupakan gaya air dinamis bereaksi akibat gaya gempa yang menekan arah horizontal bangunan bendungan, dengan menghitung gaya inersia air tumpangan akibat percepatan gempa horizontal.

Gaya hidrodinamis dapat dihitung berdasarkan formula Westergaard menggunakan pendekatan parabolik, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Pe &= C \times \alpha \times \gamma \times h \\ C &= \frac{Cm}{2} \left[\frac{z}{d} \left(2 - \frac{z}{d} \right) + \sqrt{\frac{z}{d} \left(2 - \frac{z}{d} \right)} \right] \\ Cm &= \frac{0.73 \times \theta}{90} \end{aligned}$$

Keterangan :

Pe = intensitas tekanan sedalam h (T/m²)

α = Koefisien Gempa Horizontal

C = Koefisien Air Dinamis

h = Kedalaman dari puncak air tumpangan ke titik tinjauan (m)

Cm = Kemiringan Lereng udik bendungan

θ = Sudut antara lereng udik dengan bidang horizontal

Gaya Total hidrodinamis yang bekerja sedalam h dari puncak air tumpangan, diperoleh formula sebagai berikut :

$$Pew = 0,726 \times Pe \times h$$

Keterangan :

Pew = Gaya Total Hidrodinamis (T/m)

2.5.5 Beban Lumpur

Sedimen diperlakukan seperti sedimen jenuh tanpa kohesi yang memiliki tekanan angkat penuh dan yang mana nilai gesekan dalam tidak benar benar berubah angka perendamannya.

Berat dan tekanan perendaman sedimen diambil dari penambahan berat dan tekanan air. Berat vertikal pada lereng dan tekanan horizontal sama seperti tekanan yang disebabkan oleh air.

Tekanan air dan sedimen horizontal diasumsikan sepadan dengan berat cairan sebesar 1.36 t/m^3 dan tekanan horizontal yang disebabkan oleh beban sedimen diambil $0.36 (h_1^2/2)$, dimana h_1 adalah tinggi dari sedimen yang akan ditampung. Kombinasi tekanan horizontal yang disebabkan oleh air dan sedimen diambil $1.36 (h_1^2/2)$. Dengan menjumlahkan tekanan vertikal, maka massa jenis air dan sedimen diambil 1.925 t/m^3 .

2.5.6 Beban Kombinasi

Menurut jurnal Training Program on Analysis and Design od Dams (Gravity, Embankment, Arch, RCC) For officials of Government of Bihar pada tahun 2014, untuk analisis stabilitas :

- Kombinasi A : Bangunan telah selesai tetapi tampungan belum terisi air dan tidak ada tail water
- Kombinasi B : Bangunan dalam kondisi tampungan elevasi penuh, cuaca kering normal tail water

- Kombinasi C : Tampungannya pada kondisi elevasi muka air banjir, semua pintu terbuka, tail water pada posisi elevasi banjir, dan tekanan normal uplift dan sedimen
- Kombinasi D : Kombinasi A dengan Gempa
- Kombinasi E : Kombinasi B dengan Gempa
- Kombinasi F : Kombinasi C dengan Gempa

2.5.7 Beban Gempa

Beban gempa diberikan dalam bagian parameter bangunan. Beban gempa didasarkan pada peta Indonesia yang menunjukkan berbagai daerah dan resiko. Faktor minimum yang dipertimbangkan adalah 0,1 g perapatan gravitasi sebagai harga percepatan. Faktor ini hendaknya dipertimbangkan dengan cara mengalikan massa bangunan sebagai gaya horizontal menuju ke arah hilir.

a. Desain Horizontal dengan koefisien Gempa

- Metode Koefisien Seismik

$$\alpha_h = \beta I \alpha_o$$

Dimana :

A = Desain koefisien seismik horizontal

β = Desain dasar koefisien seismic horizontal

I = Faktor utama pada bendungan (3.0 untuk bendungan)

α_o = Koefisien yang terdapat pada sistem pondasi (1.0 untuk bedungan)

- **Metode Respon Spektrum**

Berdasarkan peraturan gempa yang terbaru yakni SNI - 1726:2012. Langkah-langkah dalam menentukan beban gempa :

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung dan Non Gedung I-IV (SNI- 1726:2012 Pasal 4.1.)

Tabel 2. 2 Tabel Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

Tabel 2. 3 Tabel Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (lanjutan)

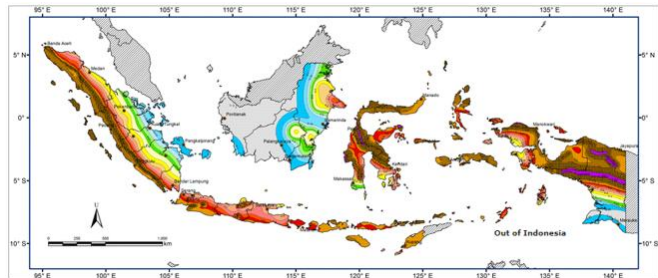
Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

2. Menentukan faktor keutamaan gempa (SNI 1726:2012 Pasal 4.1.2).

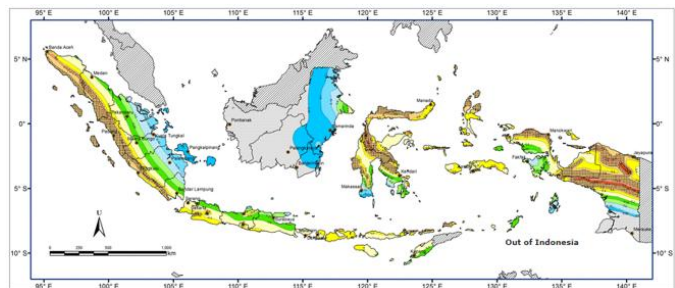
Tabel 2. 4 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

3. Menentukan parameter percepatan batuan dasar periode pendek (SS) dan percepatan batuan dasar periode 1 detik (S1) (SNI 1726:2012 Pasal 4.1.2), diperoleh dari peta gempa indonesia.



Gambar 2. 28 Ss, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget



Gambar 2. 29 S1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget

4. Menentukan klasifikasi situs (SA-SF) (SNI 1726:2012 Pasal 5.3)

Tabel 2. 5 Tabel Klasifikasi Situs

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	N atau \bar{N}_{60}	$\bar{\sigma}_v$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{\sigma}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{\sigma}_u < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

5. Menentukan faktor koefisien situs (F_a , F_v) (SNI 1726:2012 Pasal 6.2) Untuk penentuan respon spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait (F_v). Parameter spectrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) ditentukan dengan perumusan berikut :

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1$$

Tabel 2. 6 Tabel Koefisien Situs, Fa

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE _R) terpetakan pada periode pendek, T=0,2 detik, S _z				
	S _z ≤ 0,25	S _z = 0,5	S _z = 0,75	S _z = 1,0	S _z ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

CATATAN:

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_z dapat dilakukan interpolasi linier
 (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Tabel 2. 7 Tabel Koefisien Situs, Fv

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE _R terpetakan pada periode 1 detik, S ₁				
	S ₁ ≤ 0,1	S ₁ = 0,2	S ₁ = 0,3	S ₁ = 0,4	S ₁ ≥ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

CATATAN :

- (a) Untuk nilai-nilai antara S₁ dapat dilakukan interpolasi linier
 (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

6. Menghitung parameter percepatan desain (S_{DS}, S_{D1}) (SNI 1726:2012 Pasal 6.3). Parameter percepatan spectral desain untuk periode pendek (S_{DS}), dan pada periode 1 detik (S_{D1}) harus ditetapkan sebagai berikut :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1}$$

7. Menentukan kategori desain seismik (SNI 1726:2012 Pasal 6.5)

Tabel 2. 8 Tabel Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2. 9 Tabel Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

8. Menentukan prosedur analisis Gaya lateral Kosep SNI 1726:2012

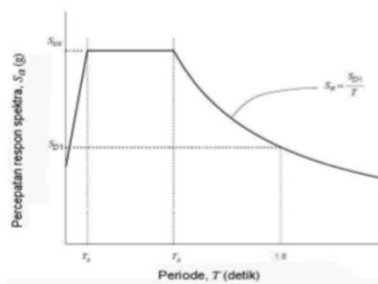
Tabel 2. 10 Tabel Prosedur Analisis yang Boleh Digunakan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen Pasal 7.8	Analisis spektrum respons ragam Pasal 7.9	Prosedur riwayat respons seismik Pasal 11
B, C	Bangunan dengan Kategori Risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat	I	I	I
	Bangunan lainnya dengan Kategori Risiko I atau II, dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat	I	I	I
	Semua struktur lainnya	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan Kategori Risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat	I	I	I
	Bangunan lainnya dengan Kategori Risiko I atau II dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat	I	I	I
	Struktur beraturan dengan $T < 3,5T_s$ dan semua struktur dari konstruksi rangka ringan	I	I	I
	Struktur tidak beraturan dengan $T < 3,5T_s$ dan mempunyai hanya ketidakaturan horisontal Tipe 2, 3, 4, atau 5 dari Tabel 10 atau ketidakaturan vertikal Tipe 4, 5a, atau 5b dari Tabel 11	I	I	I
	Semua struktur lainnya	TI	I	I

CATATAN: Dijinkan, TI: Tidak Dijinkan

Perencanaan bangunan ini penentuan beban gempa dilakukan dengan metode analisa ragam respon spektrum. Respon spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk kurva antara periode struktur, T , dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu.

9. Prosedur Spektrum Respon Desain



Gambar 2. 30 Gambar Spektrum Respon Desain

Sesuai SNI 1726-2012 Persamaan 9 dan 10 :

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

Ketentuan untuk perhitungan respons spectrum sesuai SNI 1726-2012 Pasal 6.4:

- Untuk $T < T_0$, nilai S_a sebagai berikut:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,2 \frac{T}{T_0} \right)$$

- Untuk $T \geq T_0$, nilai $S_a = S_{DS}$
- Untuk $T > T_s$, nilai $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$

Keterangan :

S_{DS} = Parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek

S_{D1} = Parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik

T = Perioda getar fundamental struktur

b. Desain Vertikal dengan koefisien Gempa

Desain vertical dengan koefisien gempa dapat diambil dengan setengah dari perhitungan desain horizontal dengan koefisien gempa.

2.6 Beton Bertulang

Berdasarkan SNI 2847-2013, Beton Bertulang adalah beton structural yang ditulangi dengan tidak kurang dari jumlah baja prategang atau tulangan non prategang minimum yang ditetapkan.

- Kekuatan Geser non prategang

Kekuatan geser non prategang untuk komponen struktur yang dikenai tekan aksial, memiliki fungsi untuk mencari penampang kritis. Maka dapat ditentukan menggunakan rumus pada SNI 2847 – 2013 pasal 11.2.1.2 sebagai berikut :

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \sqrt{f'_c} b_w d \lambda$$

Dimana :

V_c	=	Kuat Geser Nominal, N
N_u	=	Gaya Aksial Terfaktor tegak lurus terhadap penampang, N
A_g	=	Luas Bruto Penampang, mm ²
f'_c	=	Kuat Tekan Beton yang disyaratkan, Mpa
b_w	=	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan, mm
d	=	lebar badan (Web), mm

2.7 Daya Dukung Pondasi Menerus

Perhitungan daya dukung pondasi menerus dihitung dengan menggunakan metode Terzaghi, dimana daya dukung batas dihitung dengan rumus :

$$q_{ult} = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma B \cdot N_\gamma$$

Dengan c adalah kohesi tanah penyangga pondasi, sedangkan γ adalah berat isi.

Tabel 2. 11 Koefisien Daya Dukung milik Terzaghi

σ	N_{c1}	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0°	5,71	1,00	0	3,81	1,00	0
5°	7,32	1,64	0	4,48	1,39	0
10°	9,64	2,70	1,2	5,34	1,94	0
15°	12,8	4,44	2,4	6,46	2,73	1,2
20°	17,7	7,43	4,6	7,90	3,88	2,0
25°	25,1	12,7	9,2	9,86	5,60	3,3
30°	37,2	22,5	20,0	12,7	8,32	5,4
35°	57,8	41,4	44,0	16,8	12,8	9,6
40°	95,6	81,2	114,0	23,2	20,5	19,1
45°	172	173	320	34,1	35,1	27,0

N_c , N_q , dan N_γ , adalah fungsi yang tergantung dari sudut geser dalam dari tanah itu, dan dinamakan koefisien-koefisien daya dukung

2.8 Daya Dukung Tiang

Perhitungan daya dukung tiang baik dari arah vertikal dan horizontal dihitung dengan menggunakan metode *spring constant*. Dengan metode *spring constant* ini akan dimodelkan perbandingan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif adalah 1:1, jadi kekuatan tekanan tanah pasif yang akan melawan tekanan tanah aktif dimodelkan setara dengan kekuatan tanah aktif yang terjadi.

Metode ini memodelkan keliling permukaan sepanjang tiang pancang adalah spring/pegas dan ujung tiang adalah rol. Salah satu contoh rumus yang digunakan adalah *spring constant* nakazawa.

- Perhitungan daya dukung vertikal

$$K_v = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot A$$

Keterangan :

K_v = daya dukung vertikal (T/m)

$E_o = 28 N$ (N = jumlah SPT tiap 1 m) (kg/cm^2)

D = diameter tiang pancang (cm)

A = luas permukaan tiang pancang (cm^2)

- Perhitungan daya dukung horizontal

$$K = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot y^{-0,75}$$

$$K_x = K_y = K \cdot D \cdot Dz$$

Keterangan :

Y = tinjauan per 1 cm

Dz = kedalaman tinjauan (m)

2.8.1 Perhitungan Pondasi

- a. Daya dukung aksial pondasi tiang
 - Gaya geser dinding tiang (R_f)

$$R_f = U \times \Sigma(l_i \times f_i)$$

Keterangan :

R_f = Gaya geser dinding tiang (ton)

U = Keliling tiang (m)

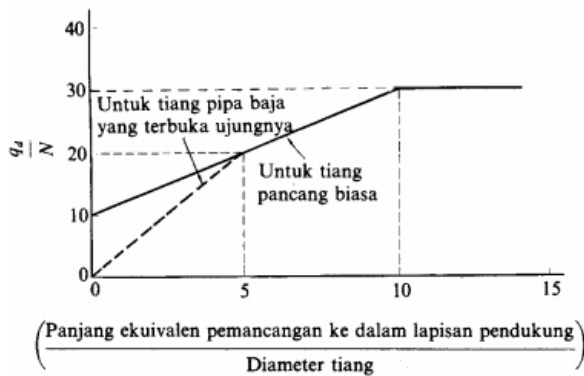
l_i = Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (m)

f_i = Besarnya gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m_2). Diperkirakan berdasar tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Intensitas gaya geser dinding tiang(Satuan: t/m^2)

Jenis tanah pondasi \ Jenis tiang	Tiang pracetak	Tiang yang dicor di tempat
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} (\leq 10)$	$\frac{N}{2} (\leq 12)$
Tanah kohesif	c atau $N (\leq 12)$	$\frac{c}{2}$ atau $\frac{N}{2} (\leq 12)$

- Daya dukung pada ujung tiang pancang (R_p)
Untuk daya dukung terpusat tiang dapat dicari dengan diagram di bawah ini :

**Gambar 2. 31 Diagram intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi ujung tiang**

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

$$R_p = q_d \times A$$

Keterangan :

R_p = daya dukung ujung tiang (ton)

q_d = daya dukung terpusat tiang (ton)

A = luas ujung tiang (m^2)

- Daya dukung ultimate tiang pada tanah pondasi (R_u)

$$R_u = R_p + R_f$$

Keterangan :

R_u = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

R_f = gaya geser dinding tiang (ton)

R_p = daya dukung ujung tiang (ton)

- Daya dukung ijin tiang (R_a)

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

Keterangan :

R_a = daya dukung ujung tiang (ton)

R_u = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

Tabel 2. 13 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

- Daya dukung mendatar yang diijinkan

$$k = k_0 \cdot y^{\frac{1}{2}}$$

$$k_0 = 0,2 \cdot E_0 \cdot D^{\frac{3}{4}}$$

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

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

Keterangan :

K = Koeffisien reaksi lapisan tanah di bawah permukaan dalam arah vertikal (kg/m^3)

y = besarnya pergeseran yang akan dicari (cm)

E0 = modulus deformasi tanah pondasi, biasanya diperkirakan dari $E_0 = 28N$

D = diameter tiang (cm)

EI = Kekakuan lentur dari tiang (kg/cm^{-1})

Ha = Daya dukung mendatar yang diijinkan (kg)

δ_a = besar pergeseran normal (cm)

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam upaya penyelesaian tugas akhir ini, diperlukan adanya metodologi yang baik dan benar karena metodologi merupakan acuan yang digunakan untuk menentukan langkah-langkah yang akan diambil. Untuk mulai mengerjakan tugas akhir ini, terlebih dulu harus dilakukan survey dari lokasi yang bersangkutan. Hal ini dilakukan untuk menunjang keberlangsungan pengerjaan tugas akhir ini, diantaranya adalah mendapatkan data-data yang diperlukan secara lengkap dan teliti. Dalam pengerjaan tugas akhir ini dibuat metodologi sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dengan mempelajari buku – buku bendungan beton. Sumber tulisan dapat berupa buku perkuliahan maupun jurnal literatur. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori dan acuan dalam analisis dan acuan dalam sistematika pengerjaan tugas akhir.

3.2.2 Pengumpulan Data

Data digunakan untuk proses mengerjakan tugas akhir sesuai dengan judul yang diambil, data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- Data perencanaan bendungan
- Data geologi
- Data Uji Tanah

3.2.3 Analisis Data

Data yang telah didapat kemudian diolah dan dianalisis sesuai kebutuhannya. Dari data geologi dan data ketersediaan perencanaan, akan didapat pilihan desain bangunan sesuai dengan pertimbangan. Selanjutnya analisa bendungan meliputi:

- Analisa perencanaan desain tubuh bendungan dengan struktur beton
- Analisa tahanan tanah dengan tahanan bangunan bendungan
- Analisa gaya – gaya berlaku pada tubuh bendungan
- Analisa dimensi / tebal beton pada bendungan
- Analisa stabilitas bendungan

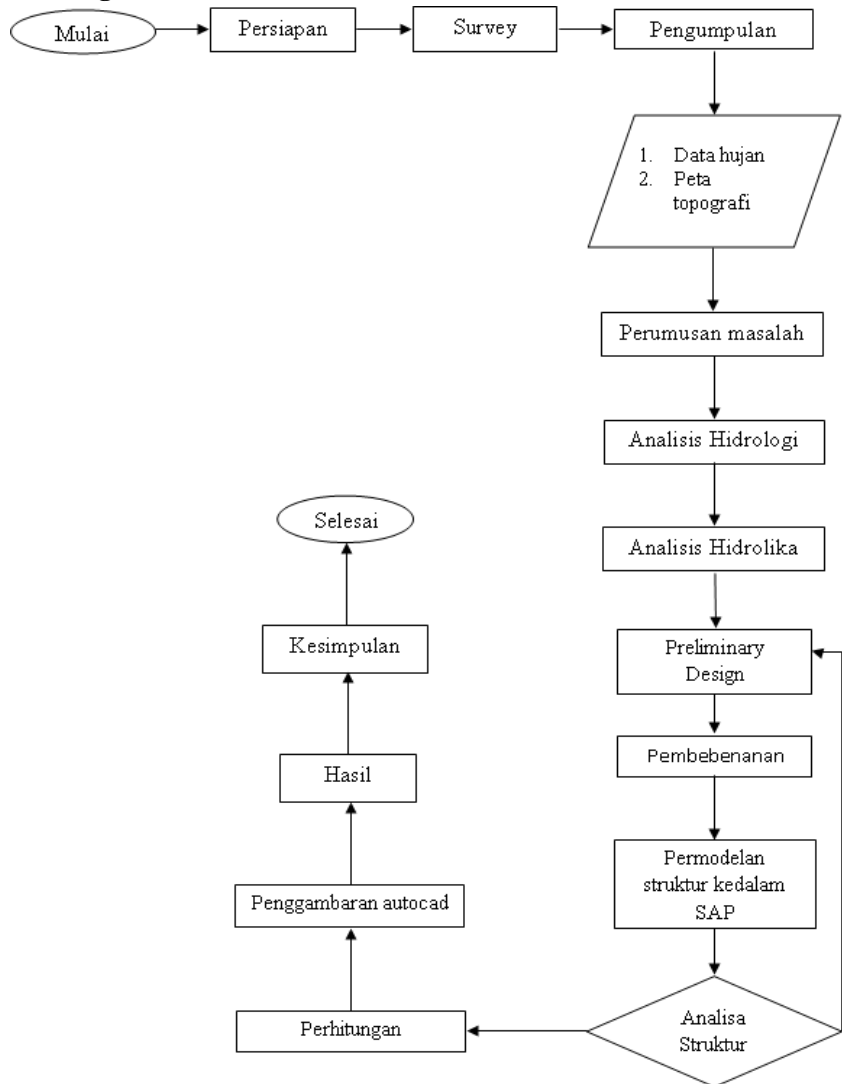
3.2.4 Perencanaan Konstruksi

Hasil dari analisa data digunakan untuk menentukan perencanaan konstruksi tubuh bendungan yang sesuai dengan kondisi lapangan saat ini. Perencanaan mencakup dimensi dan tubuh bendungan

3.2.5 Perhitungan Stabilitas Tubuh Bendungan

Dalam perencanaan tubuh bendungan perlu adanya perhitungan stabilitas, guna mengetahui apakah desain tersebut aman dari pengaruh gaya-gaya luar maupun beban yang diakibatkan oleh konstruksi itu sendiri. Dalam perhitungan stabilitas tubuh bendung ini akan digunakan program bantu yang nantinya juga akan dikalibrasikan dengan hitungan manual untuk membuktikan kebenaran hitungan pada software.

3.2 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.3 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir

Pembuatan jadwal pekerjaan Tugas Akhir Terapan ini bertujuan agar mahasiswa dapat memenuhi target yang telah direncanakan dalam mengerjakan Tugas Akhir Terapan. Diharapkan nantinya mahasiswa dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

No.	Kegiatan	Aug				Sept				Okt				Nov				Des			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
2	Pengumpulan Data									■	■	■	■	■	■	■	■				
3	Pembuatan Proposal Tugas Akhir Terapan									■	■	■	■	■	■	■	■				
4	Seminar Proposal Tugas Akhir Terapan																	■			

Gambar 3. 2 Jadwal Pekerjaan

BAB IV PERENCANAAN TUBUH BENDUNGAN

4.1 Preliminary Design

4.1.1 Perencanaan Lokasi As Tubuh Bendungan

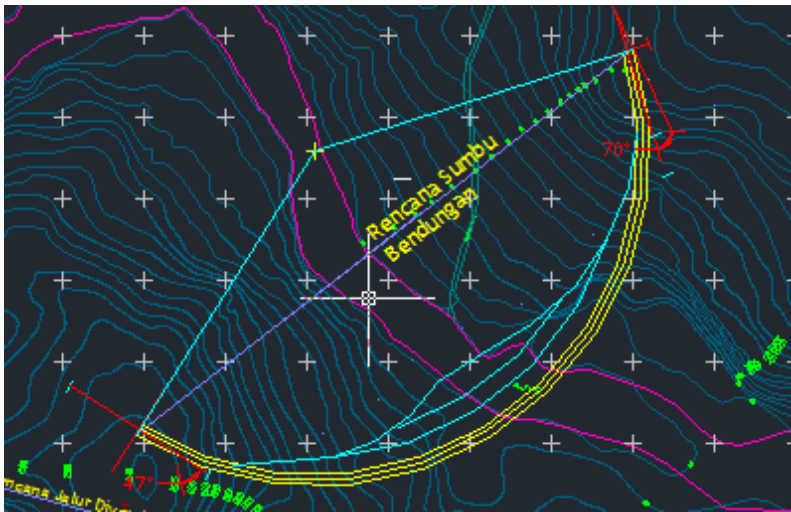
Tugas Akhir ini membahas tentang desain bendungan beton dengan tipe pelengkung (*Arch Concrete Dams*). Dimana memiliki lokasi As Tubuh Bendungan yang harus disesuaikan dengan topografi kondisi lapangan dengan menggunakan software autocad.

Dalam penentuan lokasi As Bendungan harus memiliki syarat sebagai berikut :

No	Kriteria	Keterangan
1	Topografi	Lebar Sungai harus sekecil mungkin, Memiliki elevasi kontur yang tinggi, dan bentuk sungai yang relatif sempit (Narrow), serta sisi upstream terbuka lebar untuk mendapatkan tampungan.
2	Geologi	Kategori geologi batuan harus memiliki tingkat kualitas batuan yang baik (Good Rock), baik dari sisi permukaan tanah dasar ,dan sisi tebing (Abutment) sungai.
3	Sisi Konstruksi	Baik dari sisi bahan material dapat menggunakan daerah lokasi calon bendungan, dan minim pekerjaan Galian pada As bendungan

Berikut analisis lokasi As Bendungan yang diambil dari beberapa titik yang dapat digunakan sebagai pertimbangan penentuan lokasi As Bendungan sebagai berikut :

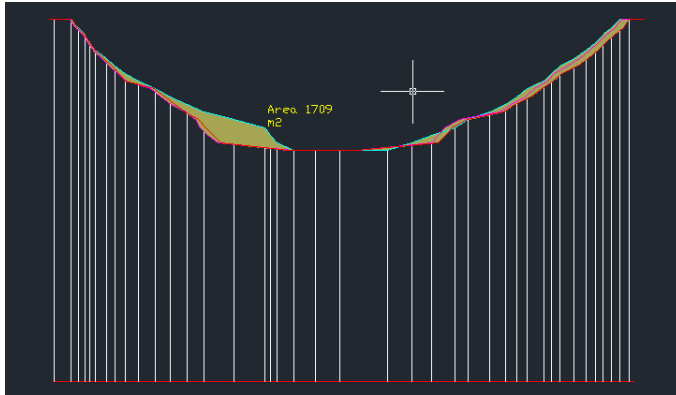
a. As Bendungan pada posisi 1



Gambar 4. 1 Rencana Lokasi As Bendungan 1

Pada Lokasi As Bendungan posisi 1, lokasi As sama dengan As Eksisting diperoleh Radius 203,50 m ,dengan panjang lengkung bendungan 399.845 m.

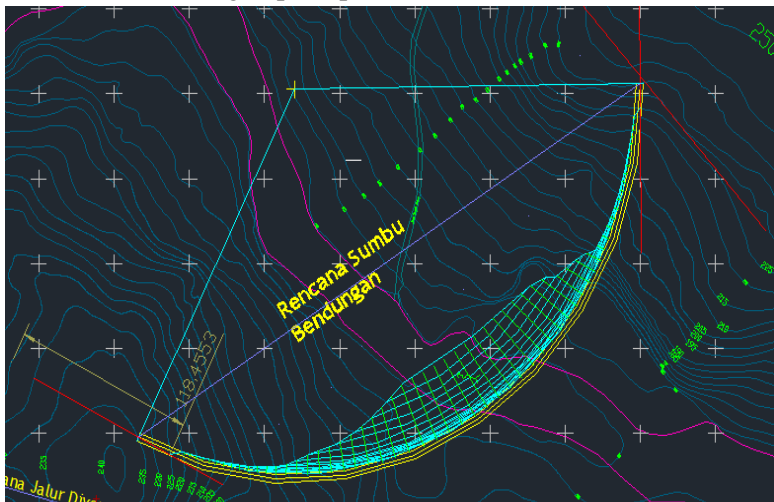
Keamanan stabilitas pada sisi tebing bendungan lokasi As Bendungan memiliki panjang tahanan pemikul gaya pada tebing kiri sebesar 173,180 m ,dan sisi kanan sebesar 118,212 m.



Gambar 4. 2 Galian Lokasi As Bendungan 1

Lalu ditinjau dari sisi luas galian lokasi As Bendungan pada posisi 1 yaitu sebesar 1709 m².

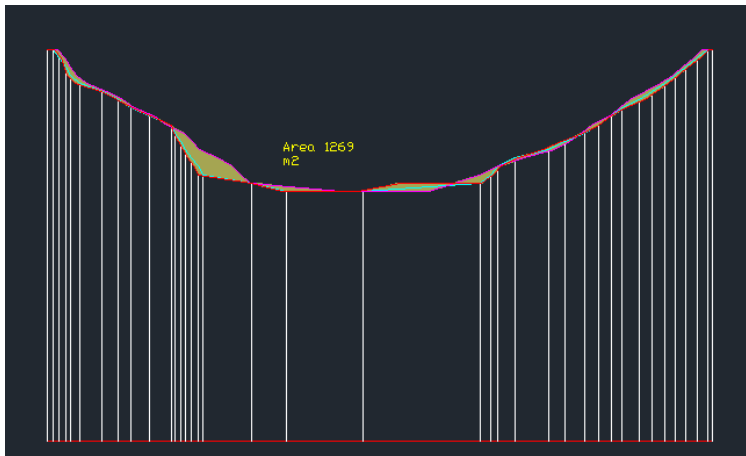
b. As Bendungan pada posisi 2



Gambar 4. 3 Rencana Lokasi As Bendungan 2

Pada Lokasi As Bendungan posisi 2, lokasi As sama dengan As Eksisting diperoleh Radius 232,125 m ,dengan panjang lengkung bendungan 472,969 m.

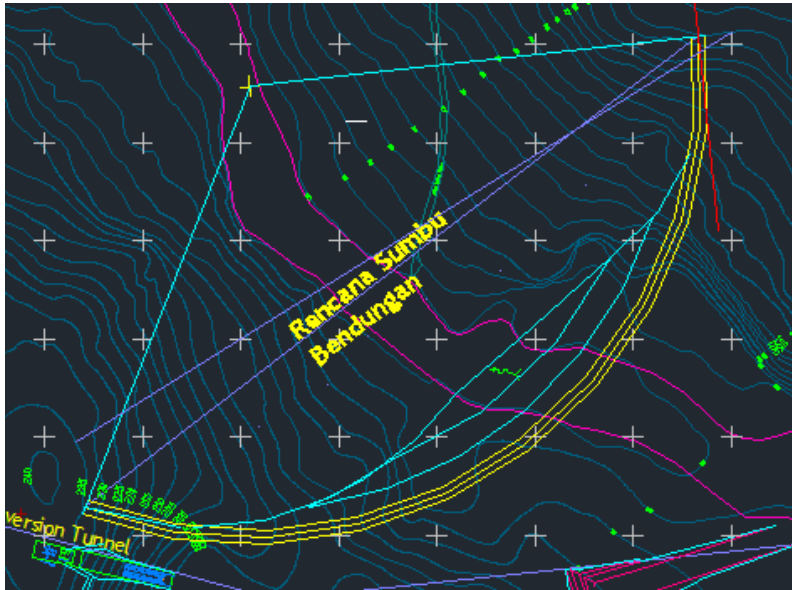
Keamanan stabilitas pada sisi tebing bendungan lokasi As Bendungan memiliki panjang tahanan pemikul gaya pada tebing kiri sebesar 216,477 m ,dan sisi kanan sebesar 118,453 m.



Gambar 4. 4 Galian Lokasi As Bendungan 2

Lalu ditinjau dari sisi luas galian lokasi As Bendungan pada posisi 2 yaitu sebesar 1269 m².

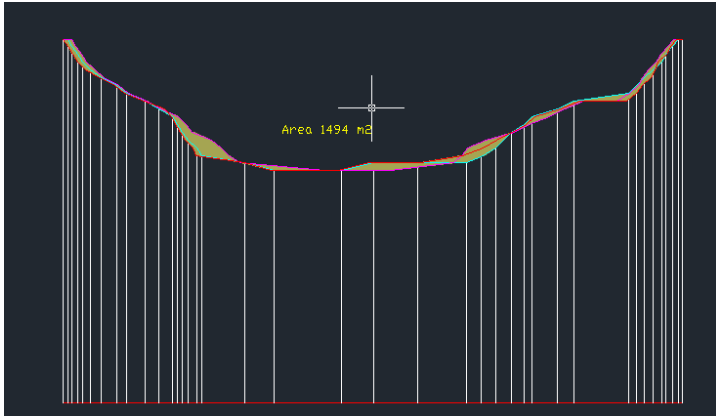
c. As Bendungan pada posisi 3



Gambar 4. 5 Rencana Lokasi As Bendungan 3

Pada Lokasi As Bendungan posisi 3, lokasi As sama dengan As Eksisting diperoleh Radius 233,50 m ,dengan panjang lengkung bendungan 480,167 m.

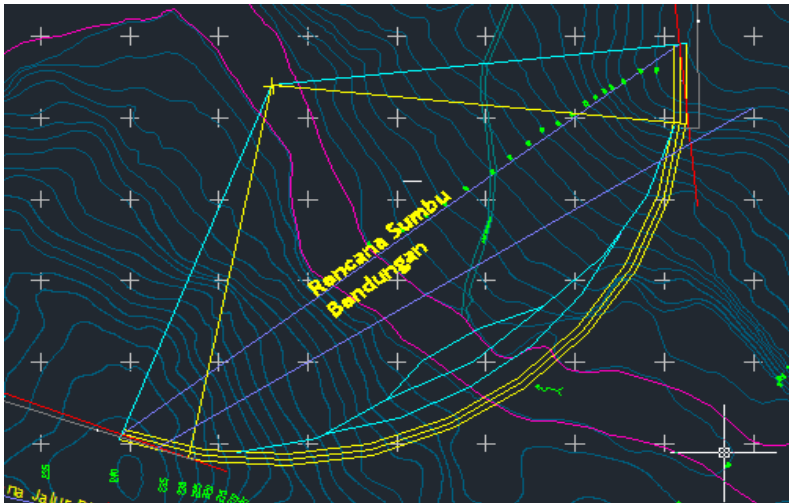
Keamanan stabilitas pada sisi tebing bendungan lokasi As Bendungan memiliki panjang tahanan pemikul gaya pada tebing kiri sebesar 198,328 m ,dan sisi kanan sebesar 123,556 m.



Gambar 4. 6 Galian Lokasi As Bendungan 3

Lalu ditinjau dari sisi luas galian lokasi As Bendungan pada posisi 3 yaitu sebesar 1494 m².

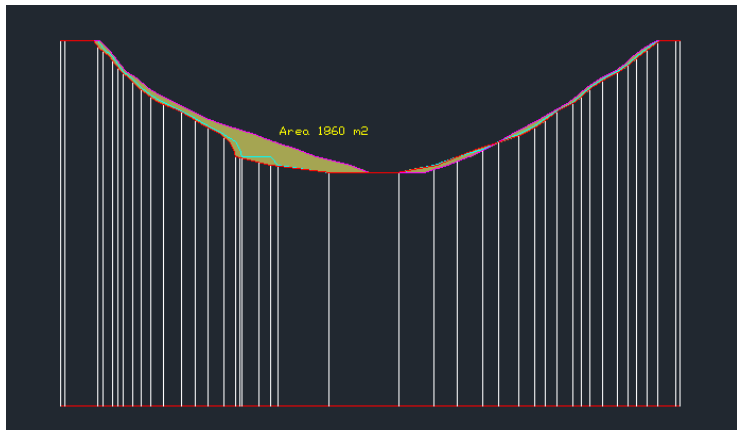
d. As Bendungan pada posisi 4



Gambar 4. 7 Rencana Lokasi As Bendungan 4

Pada Lokasi As Bendungan posisi 4, lokasi As sama dengan As Eksisting diperoleh Radius 233,50 m ,dengan panjang lengkung bendungan 480,167 m.

Keamanan stabilitas pada sisi tebing bendungan lokasi As Bendungan memiliki panjang tahanan pemikul gaya pada tebing kiri sebesar 130,754 m ,dan sisi kanan sebesar 112,896 m.



Gambar 4. 8 Galian Lokasi As Bendungan 4

Lalu ditinjau dari sisi luas galian lokasi As Bendungan pada posisi 4 yaitu sebesar 1860 m².

4.1.2 Tinggi Tubuh Bendungan

Langkah awal dalam menentukan dimensi bendungan dengan menentukan tinggi rencana (h_{rencana}) bangunan bendungan.

Taksiran tinggi bendungan ditentukan dari As Bendungan terpilih yang memiliki panjang pada elevasi kontur sesuai sebagai pemikul gaya tegak lurus akibat reaksi bendungan harus memiliki lebih besar daripada 100 m, dengan sudut pada batuan sejajar gaya sebesar 35 derajat.

Dan didapat yang paling sesuai dengan syarat dan tipikal bendungan yaitu As Bendungan 2, dengan tinggi rencana yaitu 75 meter.

4.1.3 Tebal Tubuh Bendungan

Dalam menentukan tebal atas dan tebal bawah bendungan harus memiliki tinggi bendungan rencana yang telah diperoleh yaitu 75 meter.

Dalam perencanaan bendungan beton ini, perhitungan digunakan beberapa literatur yaitu sebagai berikut :

- a. EM 1110-2-6053, Tentang "*Earthquake Design and Evaluation of Concrete Hydraulic Structures*" hal. 5-2
- b. SNI 2847-2012, Tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung Pasal. 11.2.1.2

Lalu setelah mendapatkan perhitungan tebal bendungan, Tugas Akhir ini juga memperhitungkan dengan menggunakan SNI 2847-2012, dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Analisis Preliminary Desain Penampang Tubuh Bendungan

Tinggi Bendungan	Penampang Kritis	Berat Beton	Gaya Hidro	Gaya Lumpur	Beban Ultimate	Beban Ultimate Terfaktor Reduksi	Kekuatan Geser Nominal Yang disediakan oleh Beton bila retak diagonal yang dihasilkan dari tegangan tarik utama yang tinggi dari lebar badan (Web)	Kuat Geser Nominal yang disediakan oleh tulangan geser
H (m)	d (m)	Wc (T)	Hair (T/m)	Hlumpur (T/m)	Hult (T/m)	Hu ϕ	Vcw (T/m)	Vs (T/m)
0.0	5.00							
2.5	5.00	30.00	0.000		0.000	0.000	604.905	Tul. Min
5.0	5.00	60.00	3.125		4.688	7.813	608.768	Tul. Min
7.5	5.00	90.00	12.500		18.750	31.250	612.632	Tul. Min
10.0	5.00	120.00	28.125		42.188	70.313	616.496	Tul. Min
12.5	5.00	150.00	50.000		75.000	125.000	620.360	Tul. Min
15.0	5.00	180.00	78.125		117.188	195.313	624.224	Tul. Min
17.5	5.00	210.00	112.500		168.750	281.250	628.088	Tul. Min
20.0	5.00	240.00	153.125		229.688	382.813	631.951	Tul. Min
22.5	5.00	270.00	200.000		300.000	500.000	635.815	Tul. Min
25.0	5.00	300.00	253.125		379.688	632.813	639.679	Tul. Min
27.5	5.25	330.75	312.50		468.750	781.250	673.692	107.558
30.0	6.00	364.50	378.13		567.188	945.313	768.194	177.118

Tabel 4. 2 Analisis Preliminary Desain Penampang Tubuh Bendungan (Tabel Lanjutan)

32.5	6.75	402.75	450.00		675.000	1125.000	863.277	261.723
35.0	7.50	445.50	528.13		792.188	1320.313	958.939	361.373
37.5	8.25	492.75	612.50		918.750	1531.250	1055.181	476.069
40.0	9.25	545.25	703.13	0.000	1054.688	1757.813	1182.151	575.662
42.5	10.25	603.75	800.00	2.127	1203.190	2005.316	1309.893	695.423
45.0	11.25	668.25	903.13	8.506	1367.447	2279.078	1438.409	840.670
47.5	12.50	739.50	1012.50	19.139	1547.459	2579.098	1597.845	981.252
50.0	14.00	819.00	1128.13	34.025	1743.225	2905.375	1788.397	1116.978
52.5	15.50	907.50	1250.00	53.164	1954.746	3257.910	1980.107	1277.803
55.0	17.00	1005.00	1378.13	76.556	2182.022	3636.703	2172.977	1463.726
57.5	18.50	1111.50	1512.50	104.202	2425.052	4041.754	2367.006	1674.748
60.0	20.25	1227.75	1653.13	136.100	2683.838	4473.063	2592.342	1880.720
62.5	22.00	1354.50	1800.00	172.252	2958.377	4930.629	2819.031	2111.597
65.0	24.00	1492.50	1953.13	212.656	3248.672	5414.453	3077.221	2337.232
67.5	26.00	1642.50	2112.50	257.314	3554.721	5924.535	3336.957	2587.578
70.0	28.00	1804.50	2278.13	306.225	3876.525	6460.875	3598.238	2862.637
72.5	30.00	1978.50	2450.00	359.389	4214.084	7023.473	3861.064	3162.408
75.0	32.00	2164.50	2628.13	416.806	4567.397	7612.328	4125.436	3486.892

4.2 Analisa Pembebanan Tubuh Bendungan

Beban – beban yang terjadi pada tahap perencanaan awal yaitu :

4.2.1 Beban Mati

Beban mati pada bendungan adalah beban terhadap berat sendiri struktur bendungan sebesar 2500 kgf/m³ atau dapat dihitung otomatis oleh program bantu SAP 2000

4.2.2 Beban Air Statis

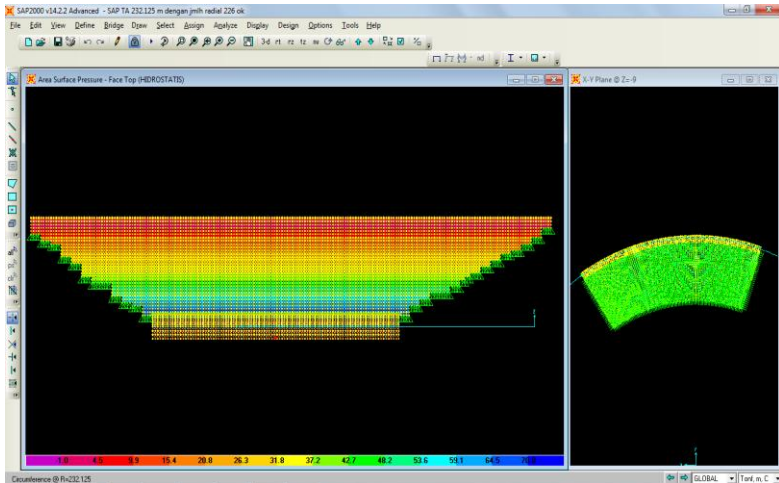
a. Beban Horizontal

- Berat Jenis (γ) $= 1 \frac{T}{m^3}$
- Tinggi Tekan Air (h) $= 70 \text{ m}$
- Lebar Tekan Air (b) $= 2 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Beban Air Statis (q)} &= \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 1 \frac{T}{m^3} \times 70 \text{ m} = 70 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Air Statis (H}_s) &= \frac{1}{2} \times q \frac{T}{m^2} \times h \text{ m} \\ &= \frac{1}{2} \times 70 \frac{T}{m^2} \times 70 \text{ m} \\ &= 2450 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Lalu dari hasil perhitungan manual diatas, dimodelkan pada SAP 2000 dengan beban Tekanan Air Statis di masukkan kedalam model dinding (Area) pada bagian Upstream Bendungan, sebagai beban luar. Besarnya beban Tekanan Air Statis dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 9 Model Pembebanan Hidrostatik pada SAP 2000

b. Beban Vertikal

$$\begin{aligned} \text{Beban Air Statis (q)} &= \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 1 \frac{T}{m^3} \times 70 \text{ m} = 70 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Air Statis (H}_s) &= q \frac{T}{m^2} \times b \text{ m} \\ &= 70 \frac{T}{m^2} \times 2 \text{ m} \\ &= 140 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Seluruh Rekapitulasi Perhitungan Beban Air Statis Vertikal dan Horizontal, dapat dilihat pada Tabel ... berikut :

Tabel 4. 3 Analisis Beban Hidrostatik

Tabel Gaya	Panjang Bendungan	Kalkulasi Beban	Beban Gempa		Lengan Beban Terhadap Titik Jempol (Toe) Dasar Bendungan	Momen terhadap Titik Tengah Dasar Bendungan (T.m = M)	
			Vertikal (W)	Horizontal (H)		-ve	+ve
1	2	Ton/m	Ton	Ton	m	7	8
Gaya Vertikal							
H1 (Hidro statis)	472.9699	140	66215.786	-	65		4304026
Gaya Horizontal							
H1 (Hidro statis)	472.9699	2450	-	-1158776	41.333	-	47895698.9

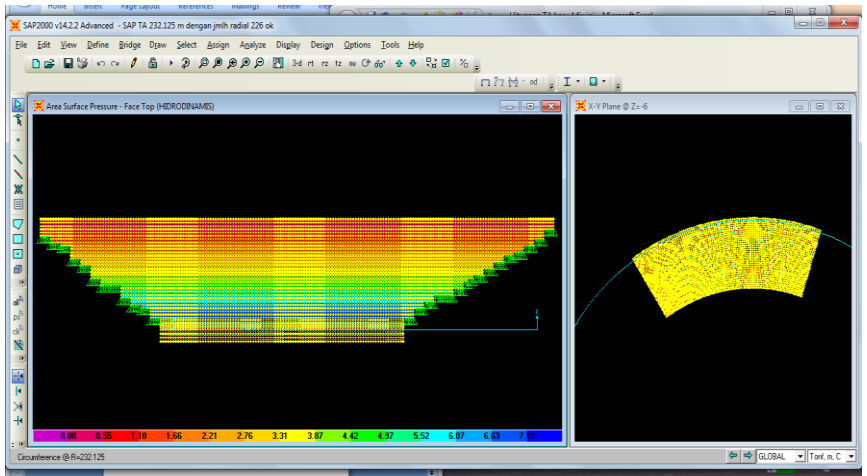
4.2.3 Beban Air Dinamis

- Berat Jenis (γ) $= 1 \frac{T}{m^3}$
- Tinggi Tekan Air (h) $= 70 \text{ m}$
- Kemiringan Lereng Udik (Cm) $= \frac{0.73 \times \theta}{90}$
 $= 0.73 \text{ (Tegak)}$
- Koefisien Air Dinamis (C) $=$
 $\frac{Cm}{2} \left[\frac{z}{d} \left(2 - \frac{z}{d} \right) + \sqrt{\frac{z}{d} \left(2 - \frac{z}{d} \right)} \right] = 1.365$
- Koef. Gempa Horizontal (α) $= 0.1 \text{ g}$

$$\begin{aligned} \text{Beban Air Dinamis (q)} &= C \times \alpha \times \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 0.73 \times 0.1 \text{ g} \times 1 \frac{T}{m^3} \times 70 \text{ m} \\ &= 5.111 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

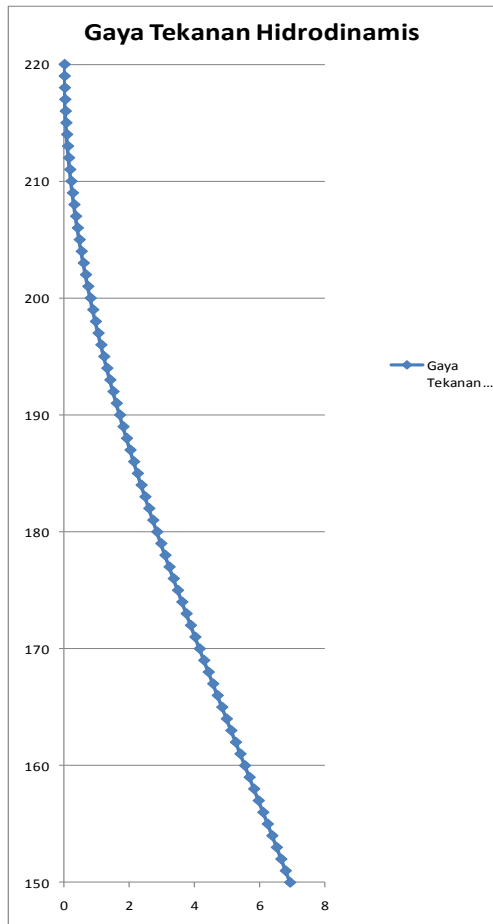
$$\begin{aligned} \text{Gaya Air Dinamis (H}_d) &= 0.726 \times q \frac{T}{m^2} \times h \text{ m} \\ &= 0.726 \times 5.111 \frac{T}{m^2} \times 70 \text{ m} \\ &= 259.690 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Lalu dari hasil perhitungan manual diatas, dimodelkan pada SAP 2000 dengan beban Tekanan Air Dinamis di masukkan kedalam model dinding (Area) pada bagian Upstream Bendungan, sebagai beban luar. Besarnya beban Tekanan Air Dinamis dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 10 Model Pembebanan Hidrodinamis pada SAP 2000

Hasil Grafik Sebaran Gaya dari Perhitungan manual Tekanan Air Dinamis yang di input kedalam SAP sebagai berikut :

Grafik 4. 1 Gaya Tekanan Hidrodinamis

Sumber : Analisis Perhitungan

Seluruh Rekapitulasi Perhitungan Beban Dinamis Horizontal, dapat dilihat pada Tabel ... berikut :

Tabel 4. 4 Analisis Beban Hidrodinamis

Tabel Gaya	Panjang Bendungan	Kalkulasi Beban	Beban Gempa		Lengan Beban Terhadap Titik Jempol (Toe) Dasar Bendungan	Momen terhadap Titik Tengah Dasar Bendungan (T.m = M)	
			Vertikal (W)	Horizontal (H)		-ve	+ve
		Ton/m	Ton	Ton	m		
1	2	3	4	5	6	7	8
Gaya Horizontal							
H2 (Hidro dinamis)	472.9699	259.690	-	-122826	41.333	-	5076752.51

4.2.4 Beban Sedimen

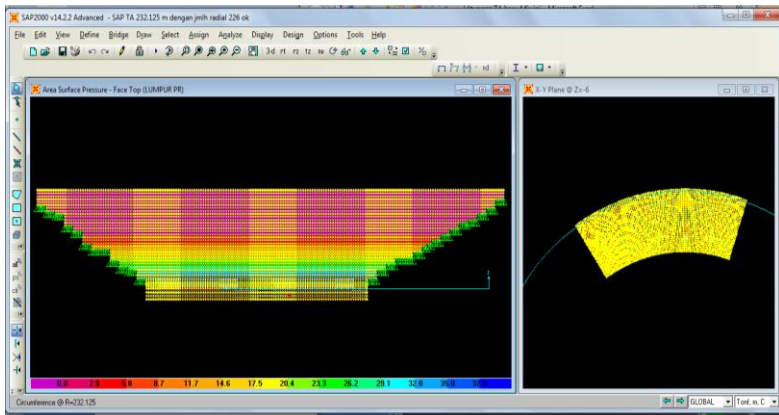
a. Beban Horizontal

- Berat Jenis Horizontal (γ) = $1.36 \frac{T}{m^3}$
- Tinggi Tekan Sedimen (h) = 35 m

$$\begin{aligned} \text{Beban Sedimen (q)} &= \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 1.36 \frac{T}{m^3} \times 35 \text{ m} = 47.6 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Sedimen (H}_{\text{sed}}) &= \frac{1}{2} \times q \frac{T}{m^2} \times h \\ &= \frac{1}{2} \times 47.6 \frac{T}{m^2} \times 35 \text{ m} \\ &= 833 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Lalu dari hasil perhitungan manual diatas, dimodelkan pada SAP 2000 dengan beban Tekanan Sedimen di masukkan kedalam model dinding (Area) pada bagian Upstream Bendungan, sebagai beban luar. Besarnya beban Tekanan Sedimen dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 11 Model Pembebanan Sedimen pada SAP 2000

b. Beban Vertikal

$$- \text{ Berat Jenis Vertikal } (\gamma) = 1.925 \frac{T}{m^3}$$

$$- \text{ Tinggi Tekan Sedimen (h)} = 35 \text{ m}$$

$$- \text{ Lebar Tekan Sedimen (b)} = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sedimen (q)} &= \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 1.925 \frac{T}{m^3} \times 35 \text{ m} \\ &= 67.375 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Sedimen (H}_{\text{sed}}) &= q \frac{T}{m^2} \times b \text{ m} \\ &= 67.375 \frac{T}{m^2} \times 2 \text{ m} \\ &= 134.75 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Seluruh Rekapitulasi Perhitungan Sedimen Vertikal dan Horizontal, dapat dilihat pada Tabel ... berikut :

Tabel 4. 5 Analisi Beban Sedimen

Tabel Gaya	Panjang Bendungan	Kalkulasi Beban	Beban Gempa		Lengan Beban Terhadap Titik Jempol (Toe) Dasar Bendungan	Momen terhadap Titik Tengah Dasar Bendungan (T.m = M)	
			Vertikal (W)	Horizontal (H)		-ve	+ve
1	2	Ton/m 3	Ton 4	Ton 5	m 6	7	8
Gaya Vertikal							
H3 (Sedimen & "H1")	472.9699	67.375	31866.347	-	65		2071313
Gaya Horizontal							
H3 (Sedimen & "H1")	472.9699	833	-	-393984	29.667	-	11688321.2

4.2.5 Beban Tanah Aktif

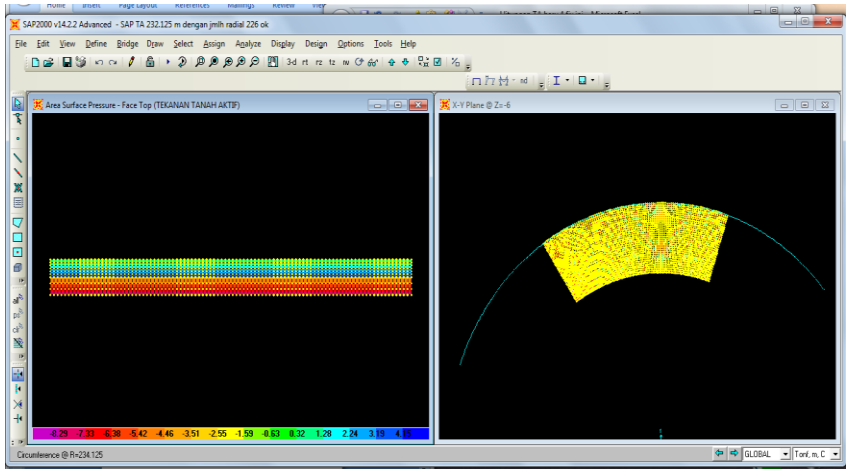
a. Beban Horizontal

- Berat Jenis (γ) $= 1.728 \frac{T}{m^3}$
- Tinggi Tekan Tanah (h) $= 18 \text{ m}$
- Sudut Geser Tanah (θ) $= 35^\circ$
- Koefisien Tanah Aktif (K_a) $= \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta}$
 $= 0.2171$

$$\begin{aligned} \text{Beban Tanah Aktif (q)} &= K_a \times \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 0.2171 \times 1.728 \frac{T}{m^3} \times 18 \text{ m} \\ &= 8.428 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Tanah Aktif (H}_{Ta}) &= \frac{1}{2} \times q \frac{T}{m^2} \times h \\ &= \frac{1}{2} \times 8.428 \frac{T}{m^2} \times 18 \text{ m} \\ &= 75.859 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Lalu dari hasil perhitungan manual diatas, dimodelkan pada SAP 2000 dengan beban Tekanan Tanah Aktif di masukkan kedalam model dinding (Area) pada bagian Upstream Bendungan, sebagai beban luar. Besarnya beban Tekanan Tanah Aktif dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 12 Model Pembebanan Tekanan Tanah Aktif pada SAP 2000

Seluruh Rekapitulasi Perhitungan Tanah Pasif Horizontal, dapat dilihat pada Tabel ... berikut :

Tabel 4. 6 Analisis Beban Tekanan Aktif

Tabel Gaya	Panjang Bendungan	Kalkulasi Beban	Beban Gempa		Lengan Beban Terhadap Titik Jempol (Toe) Dasar Bendungan	Momen terhadap Titik Tengah Dasar Bendungan (T.m = M)	
			Vertikal (W)	Horizontal (H)		-ve	+ve
		Ton/m	Ton	Ton	m		
1	2	3	4	5	6	7	8
Gaya Horizontal							
T1 (T. Aktif)	145.5	75.860	-	-11037.6	6	-	66225.6681

4.2.6 Beban Tanah Pasif

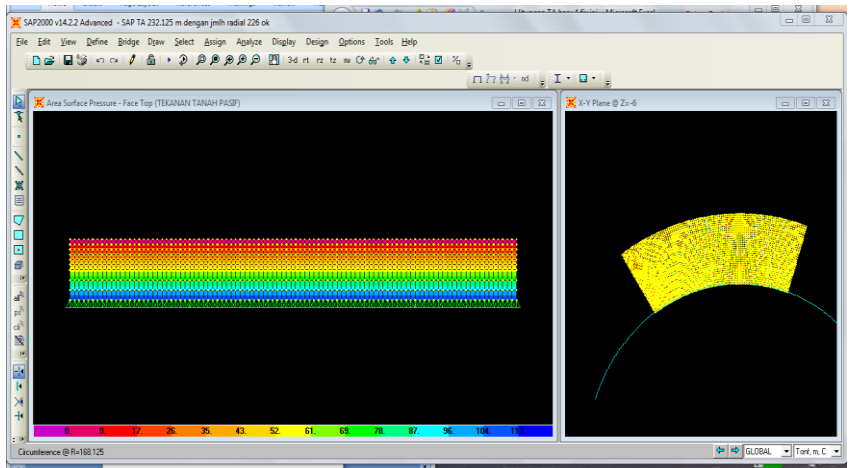
a. Beban Horizontal

- Berat Jenis (γ) $= 1.728 \frac{T}{m^3}$
- Tinggi Tekan Tanah (h) $= 18 \text{ m}$
- Sudut Geser Tanah (θ) $= 35^\circ$
- Koefisien Tanah Pasif (K_p) $= \frac{1}{K_a}$
 $= 3.6902$

$$\begin{aligned} \text{Beban Tanah Pasif (q)} &= K_p \times \gamma \frac{T}{m^3} \times h \text{ m} \\ &= 3.6902 \times 1.728 \frac{T}{m^3} \times 18 \text{ m} \\ &= 114.779 \frac{T}{m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Tanah Pasif (H}_{Ta}) &= \frac{1}{2} \times q \frac{T}{m^2} \times h \\ &= \frac{1}{2} \times 114.779 \frac{T}{m^2} \times 18 \text{ m} \\ &= 1033.012 \frac{T}{m} \end{aligned}$$

Lalu dari hasil perhitungan manual diatas, dimodelkan pada SAP 2000 dengan beban Tekanan Tanah Aktif di masukkan kedalam model dinding (Area) pada bagian Upstream Bendungan, sebagai beban luar. Besarnya beban Tekanan Tanah Aktif dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 13 Model Pembebanan Tekanan Tanah Pasif pada SAP 2000

Tabel 4. 7 Analisis Beban Tekanan Pasif

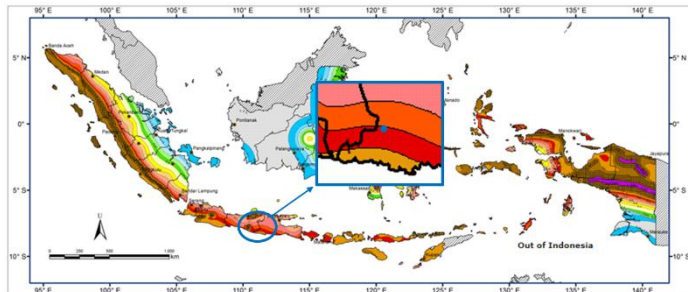
Tabel Gaya	Panjang Bendungan	Kalkulasi Beban	Beban Gempa		Lengan Beban Terhadap Titik Jempol (Toe) Dasar Bendungan	Momen terhadap Titik Tengah Dasar Bendungan (T.m = M)	
			Vertikal (W)	Horizontal (H)		-ve	+ve
1	2	Ton/m 3	Ton 4	Ton 5	m 6	7	8
Gaya Horizontal							
T2 (T. Pasif)	145.5	1033.0121	-	150303.3	6		901819.5

4.2.7 Beban Gempa

Metode yang digunakan dalam perhitungan beban gempa ini yaitu metode analisis respon spektrum.

Beban gempa diperhitungkan berdasarkan peraturan SNI-1726-2012, perencanaan ketahanan gempa untuk Struktur bangunan gedung dan non gedung, beban rencana akibat gempa minimum ditentukan beberapa hal :

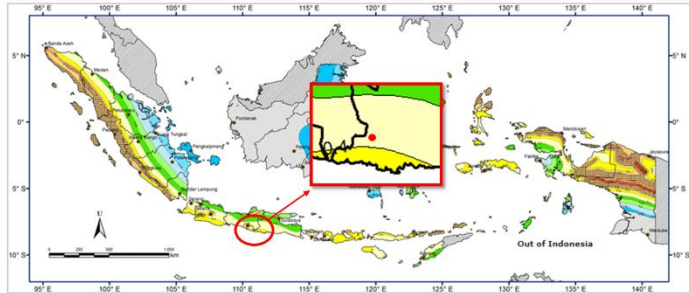
- a. Lokasi desain : Kec. Sawoo, Bendo Ponorogo
- b. Fungsi bangunan : Struktur Pembendung Air
- c. Penentuan nilai S_s (respons spektra 0,2 detik) :



Gambar 4. 14 Peta S_s (Percepatan batuan dasar pada periode pendek) untuk daerah Ponorogo

Berdasarkan gambar 4.14 peta respons spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar (S_s) di Kec. Sawoo, Ponorogo adalah 0,895g.

- d. Penentuan nilai S_1 (respons spektra 1 detik) :



Gambar 4. 15 Peta S1 (Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) untuk daerah Ponorogo

Berdasarkan gambar 4.15 peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar (S1) di Kec. Sawoo, Ponorogo adalah 0.373 g

e. Penentuan koefisien situs F_a , dan F_v :

Berdasarkan nilai S_1 , dan S_s yang telah diperoleh dibaca pada tabel .. nilai faktor koefisien respon spektral percepatan gempa periode 0,2 detik (F_a) dan tabel .. nilai faktor koefisien respon spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik (F_v) untuk situs batuan keras (SA) diperoleh hasil sebagai berikut :

- Nilai F_a adalah 0.8
- Nilai F_v adalah 0.8

f. Penentuan parameter spektral S_{ms} , S_{m1} , S_{DS} , dan S_{D1} dan koefisien reapons gempa elastik T_0 dan T_s :

- $S_{ms} = F_a \times S_s$
 $= 0.8 \times 0.895$

$$\begin{aligned}
 &= 0.716 \text{ g} \\
 - \quad S_{m1} &= F_v \times S1 \\
 &= 0.8 \times 0.373 \\
 &= 0.298 \text{ g} \\
 - \quad S_{DS} &= \frac{2}{3} \times S_{ms} \\
 &= \frac{2}{3} \times 0.716 \\
 &= 0.477 \text{ g} \\
 - \quad S_{D1} &= \frac{2}{3} \times S_{m1} \\
 &= \frac{2}{3} \times 0.298 \\
 &= 0.199 \text{ g} \\
 - \quad T_0 &= 0.2 \times \frac{SD1}{SDS} \\
 &= 0.2 \times \frac{0.199}{0.477} \\
 &= 0.0833 \text{ detik} \\
 - \quad T_s &= \frac{SD1}{SDS} \\
 &= \frac{0.199}{0.477} \\
 &= 0.4167 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Untuk penentuan kurva respon spektrum didasari atas SNI 1726:2012 Pasal 6.4 dengan ketentuan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 - \quad &\text{Untuk } T < T_0 \text{ nilai } S_a\text{-nya sebagai berikut:} \\
 S_a &= S_{DS} \times (0.4 + 0.6 \times \frac{T}{T_0}) \\
 &= 0.477 \times (0.4 + 0.6 \times \frac{0}{0.833}) \\
 &= 0.19093 \text{ g} \\
 - \quad &\text{Untuk } T \geq T_0 \text{ dan } T \leq T_s, \text{ nilai } S_a = S_{DS} \\
 S_a &= S_{DS}
 \end{aligned}$$

$$= 0.477 \text{ g}$$

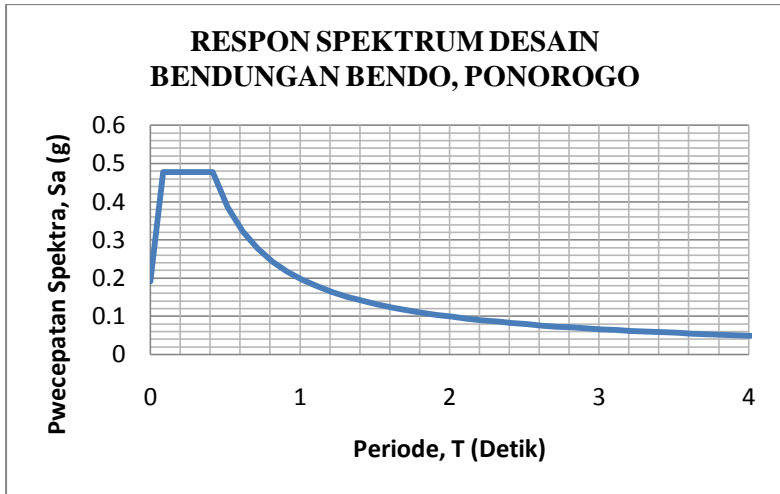
- Untuk nilai $T > T_s$, nilai S_a nya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} - S_a &= \frac{SD1}{T} \\ &= \frac{0.199}{0.92} \\ &= 0.2163 \text{ g} \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Hasil Spektrum Respon Desain

Ti	T	S_a	Ti	T	S_a
(Detik)	(Detik)	(g)	(Detik)	(Detik)	(g)
0	0	0.190933	TS + 1.7	2.11676	0.09398
T ₀	0.083352	0.477333	TS + 1.8	2.21676	0.089741
T _s	0.41676	0.477333	TS + 1.9	2.31676	0.085867
T _s + 0.1	0.51676	0.384963	TS + 2	2.41676	0.082314
T _s + 0.2	0.6	0.322546	TS + 2.1	2.51676	0.079043
T _s + 0.3	0.7	0.277545	TS + 2.2	2.61676	0.076023
T _s + 0.4	0.8	0.243564	TS + 2.3	2.71676	0.073224
T _s + 0.5	0.9	0.216996	TS + 2.4	2.81676	0.070625
T _s + 0.6	1.0	0.195654	TS + 2.5	2.91676	0.068204
T _s + 0.7	1.1	0.178134	TS + 2.6	3.01676	0.065943
T _s + 0.8	1.2	0.163494	TS + 2.7	3.11676	0.063827
T _s + 0.9	1.3	0.151078	TS + 2.8	3.21676	0.061843
T _s + 1	1.4	0.140414	TS + 2.9	3.31676	0.059978
T _s + 1.1	1.5	0.131157	TS + 3	3.41676	0.058223
T _s + 1.2	1.6	0.123044	TS + 3.1	3.51676	0.056567
T _s + 1.3	1.7	0.115877	TS + 3.2	3.61676	0.055003
T _s + 1.4	1.8	0.109499	TS + 3.3	3.71676	0.053523
T _s + 1.5	1.9	0.103786	TS + 3.4	3.81676	0.052121
T _s + 1.6	2.0	0.09864	TS + 3.5	3.91676	0.05079
T _s + 1.7	2.1	0.09398	TS + 3.6	4.01676	0.049526

Berdasarkan hasil perhitungan parameter spektra, dapat digambarkan dalam sebuah grafik respons spektrum seperti pada gambar ...



Gambar 4. 16 Grafik Respons Spektrum

Respon spektrum pada gambar 4.16 diinput ke pemodelan sap 2000, dan *scale factor* yang terdapat pada load case yaitu nilai $\frac{I_g}{R}$ dari untuk gempa x maupun y, dimana I adalah faktor keutamaan gempa (Tabel ...), g adalah gravitasi (9,8 m/s²) dan R koefisien modifikasi respon (Tabel ..).

4.3 Perencanaan Analisis Tubuh Bendungan

Pada tahap ini yang pertama harus dilakukan adalah mengerjakan tubuh bendungan. Perencanaan tubuh bendungan direncanakan berdasarkan analisa dari SAP2000.

Setelah memodelkan semua elemen struktur tubuh bendungan beserta beban-beban yang telah dihitung pada subbab sebelumnya, maka dilakukan analisa tegangan – tegangan gaya untuk dilakukan kontrol batas tegangan retak dan tarik pada elemen struktur tubuh bendungan, perhitungan sebagai berikut :

Komponen beton, tegangan izin retak (modulus hancur beton) dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai berikut :

$$\sigma_{\text{retak}} = 0,7 \times \sqrt{f'c'} = 0,7 * \sqrt{50} = 4,95 \text{ Mpa}$$

Untuk struktur beton tegangan tarik yang diizinkan terjadi tidak boleh melampaui nilai berikut :

$$\sigma_{\text{tarik}} = 0,33 \times \sqrt{f'c'} = 0,33 * \sqrt{50} = 2,83 \text{ Mpa}$$

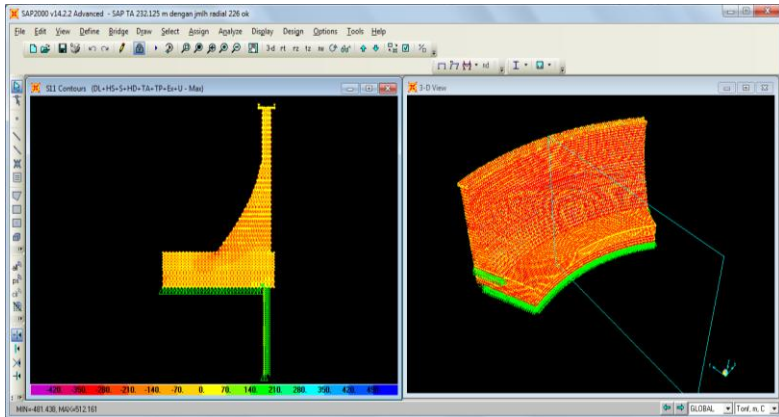
4.3.1 Analisis Tegangan Gaya Elemen Struktur

Desain tubuh bendungan dapat dilihat pada gambar .. sedangkan untuk rekap perhitungan tegangan gaya output SAP 2000 dibagi menjadi 3 Tegangan Gaya S11, S22 ,dan S33 ,berikut hasil analisis Elemen Struktur Bendungan :

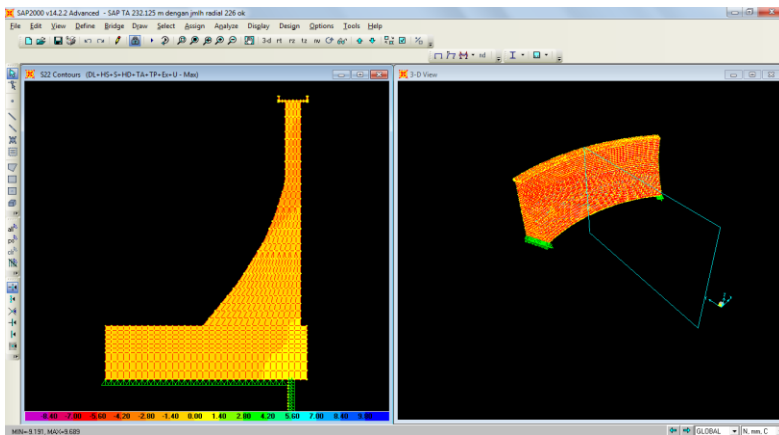
Tegangan gaya arah S11 menandakan adanya gaya yang berpengaruh terhadap tubuh bendungan dari sumbu Horizontal X atau Arah Memanjang Bendungan.

Tegangan gaya arah S22 menandakan adanya gaya yang berpengaruh terhadap tubuh bendungan dari sumbu Horizontal Y atau Arah Melintang Bendungan

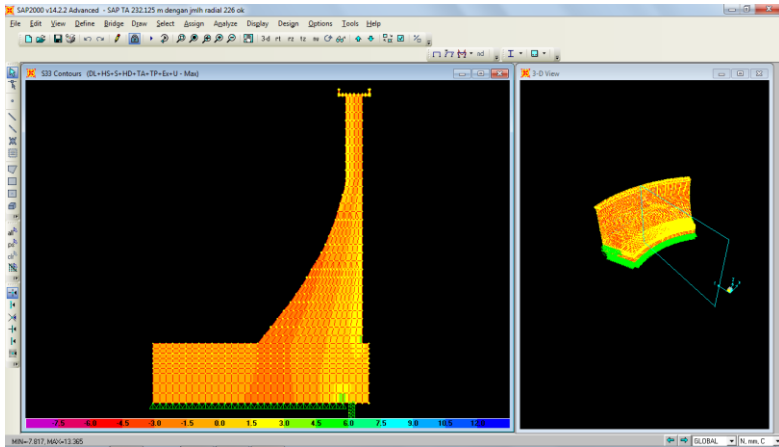
Tegangan gaya arah S33 menandakan adanya gaya yang berpengaruh terhadap tubuh bendungan dari sumbu Z atau Arah Vertikal Bendungan



Gambar 4. 17 Tegangan S 11 Melintang Segmen Bendungan Utama



Gambar 4. 18 Tegangan S 22 Melintang Segmen Bendungan Utama



Gambar 4. 19 Tegangan S 33 Melintang Segmen Bendungan Utama

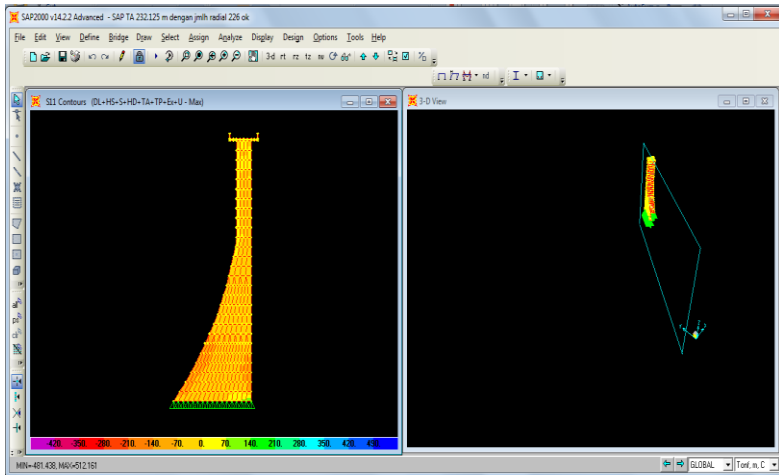
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Segmen tubuh bendungan Utama yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 3.0242268 N/mm²

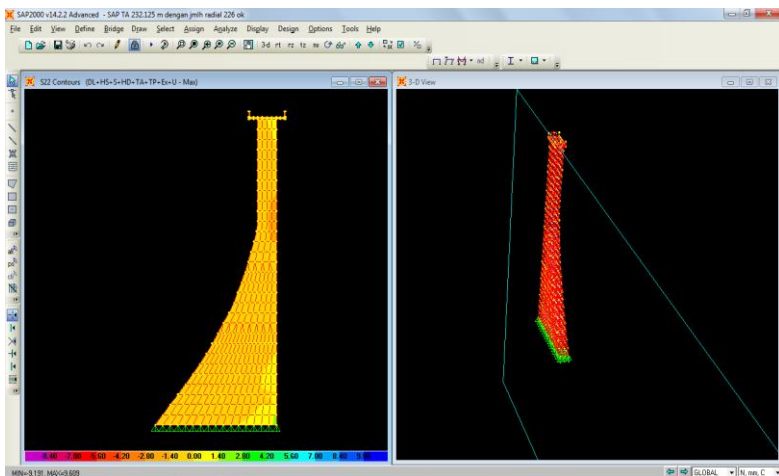
Arah (Y) S22 sebesar 7.81857 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 9.0553167 N/mm²

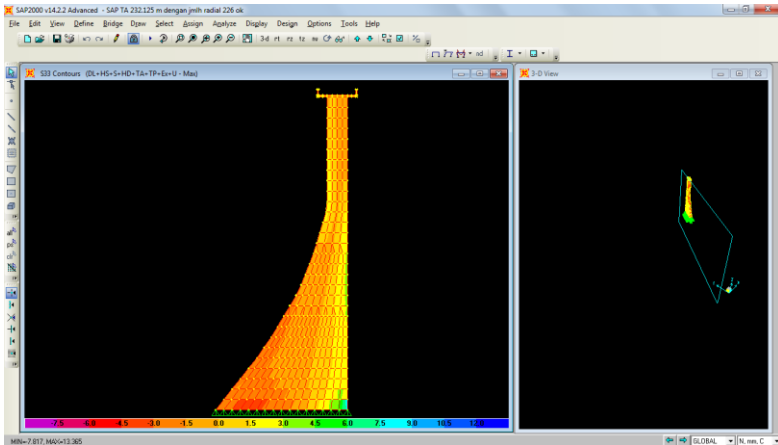
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 20 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 14



Gambar 4. 21 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 14



Gambar 4. 22 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 14

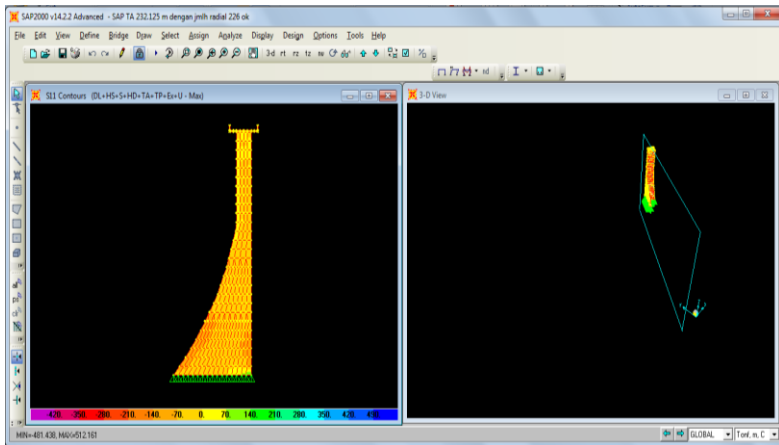
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Segmen Ka 14 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.63856 N/mm²

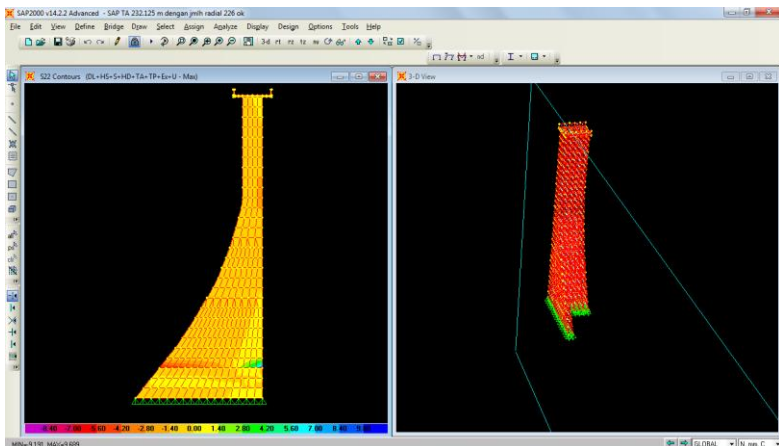
Arah (Y) S22 sebesar 1.856052 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 8.257469 N/mm²

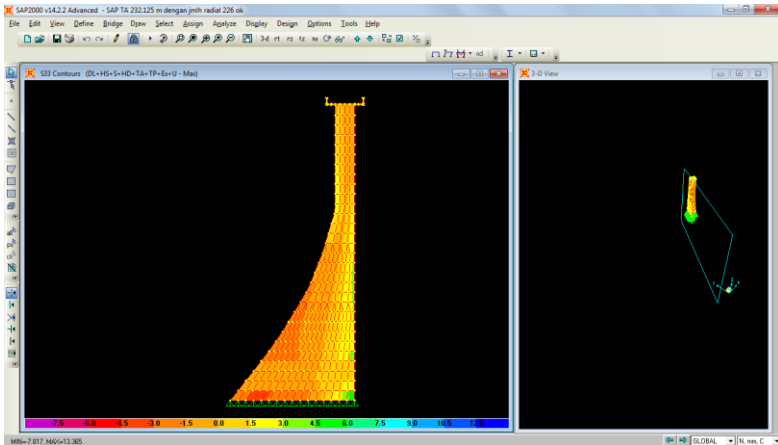
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 23 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 13



Gambar 4. 24 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 13



Gambar 4. 25 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 13

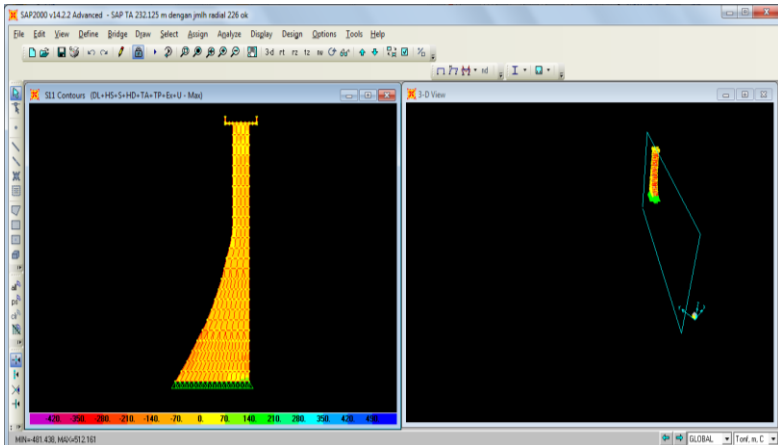
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Segmen Ka 13 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 3.55436 N/mm²

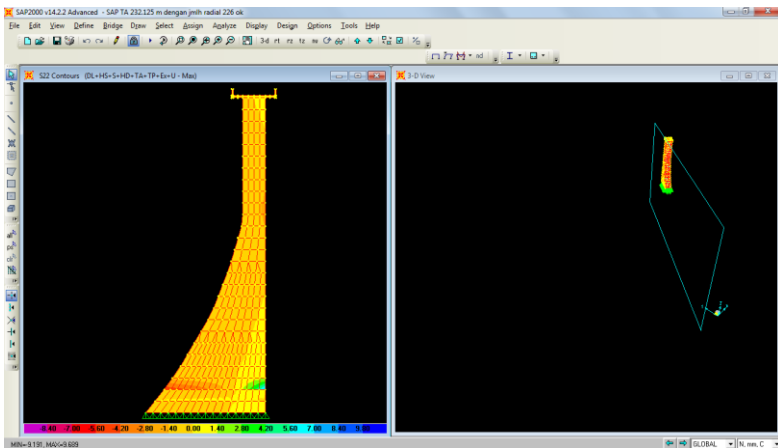
Arah (Y) S22 sebesar 9.72328 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 10.2757 N/mm²

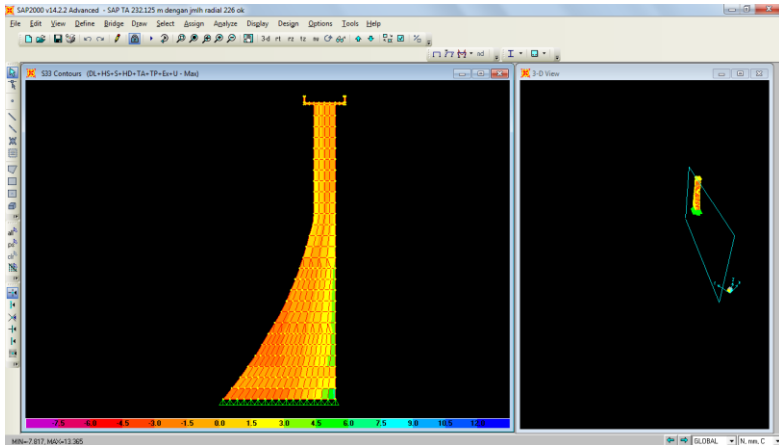
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 26 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 12



Gambar 4. 27 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 12



Gambar 4. 28 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 12

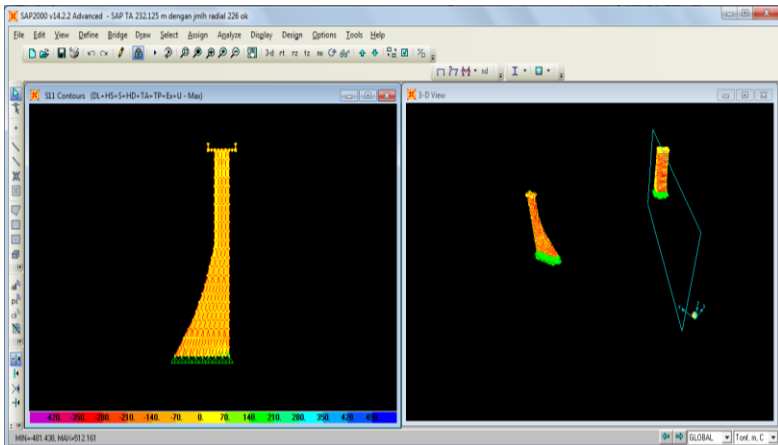
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 12 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 3.30921 N/mm²

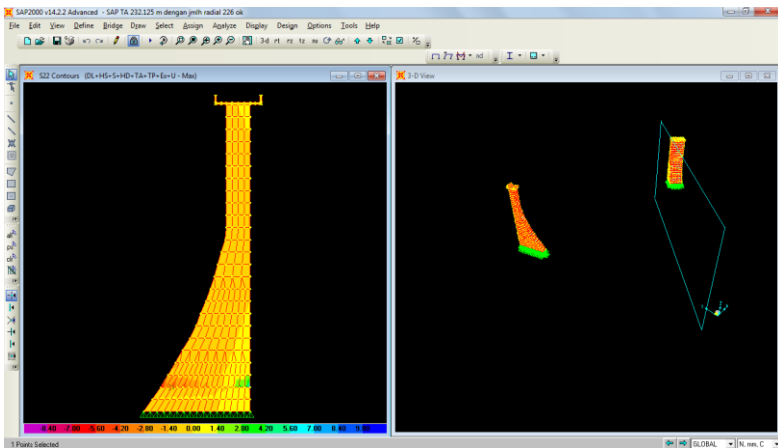
Arah (Y) S22 sebesar 8.36184 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 9.98353 N/mm²

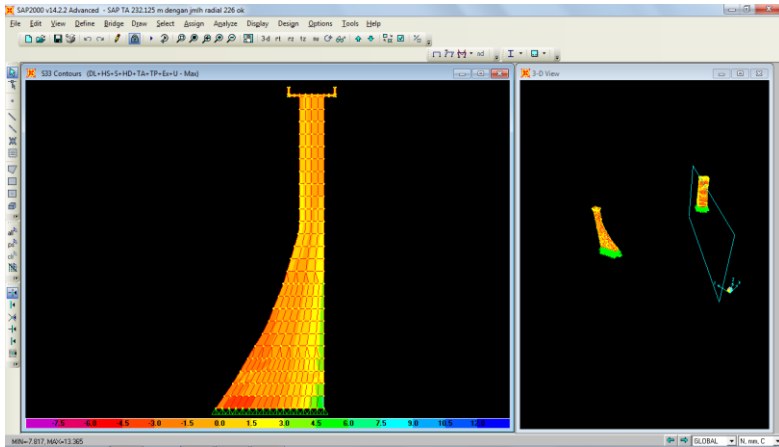
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 29 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 11



Gambar 4. 30 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 11



Gambar 4. 31 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 11

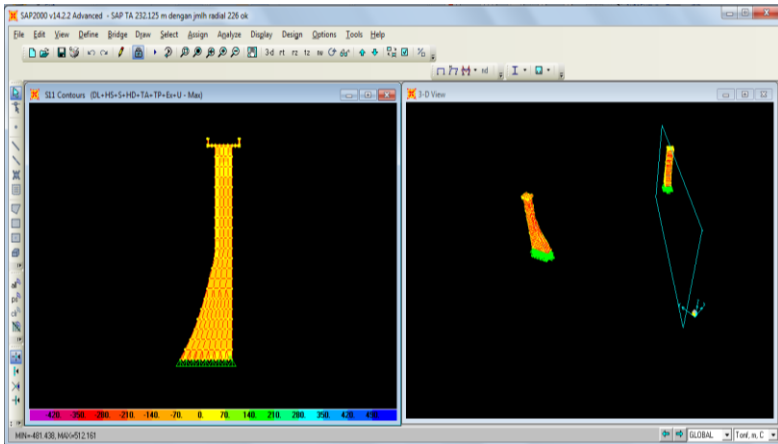
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 11 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 5.0247801 N/mm²

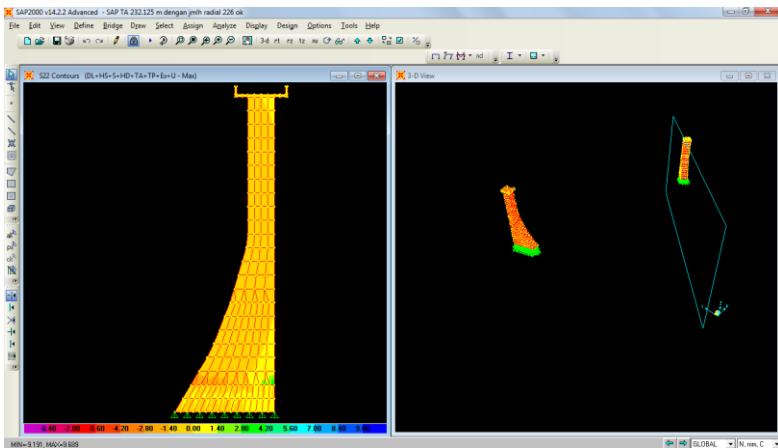
Arah (Y) S22 sebesar 8.9352423 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 13.3736787 N/mm²

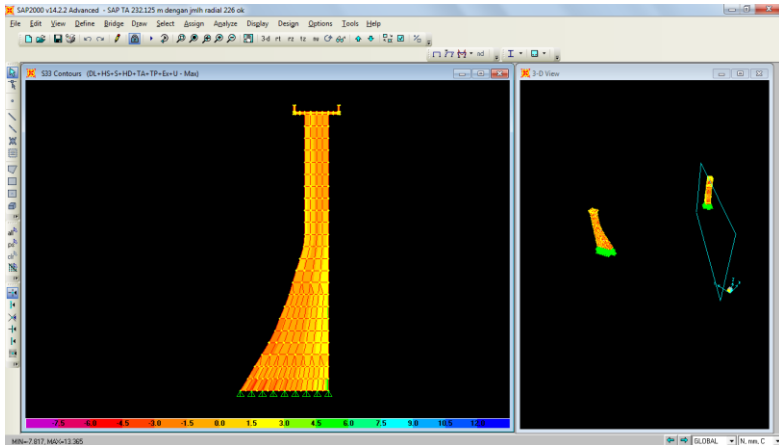
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 32 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 10



Gambar 4. 33 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 10



Gambar 4. 34 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 10

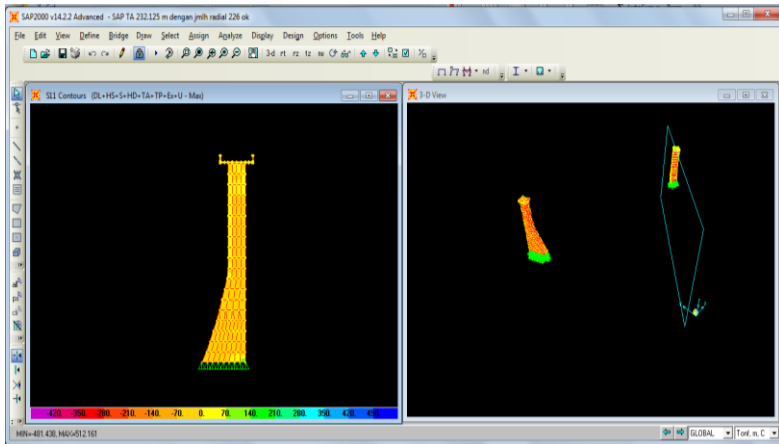
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 10 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 3.0954474 N/mm²

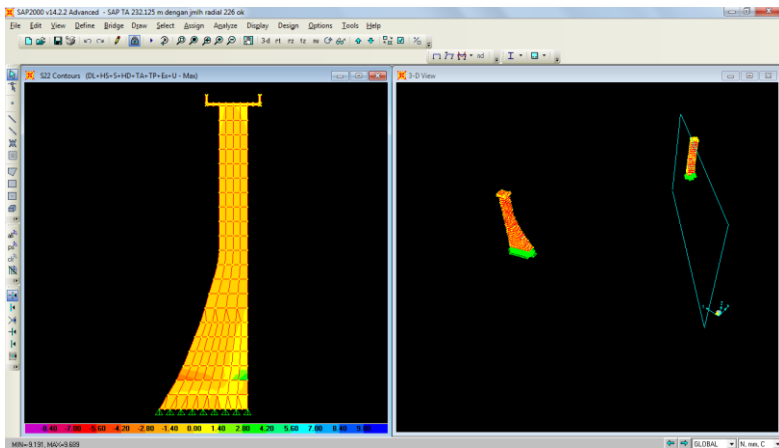
Arah (Y) S22 sebesar 5.694705 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 9.1050534 N/mm²

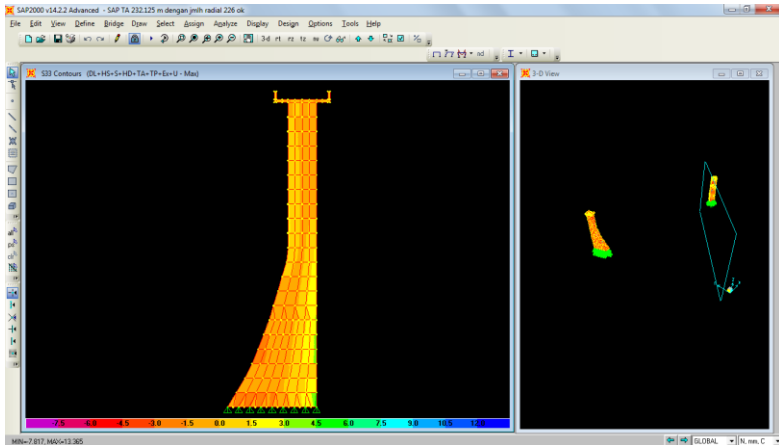
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 35 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 9



Gambar 4. 36 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 9



Gambar 4. 37 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 9

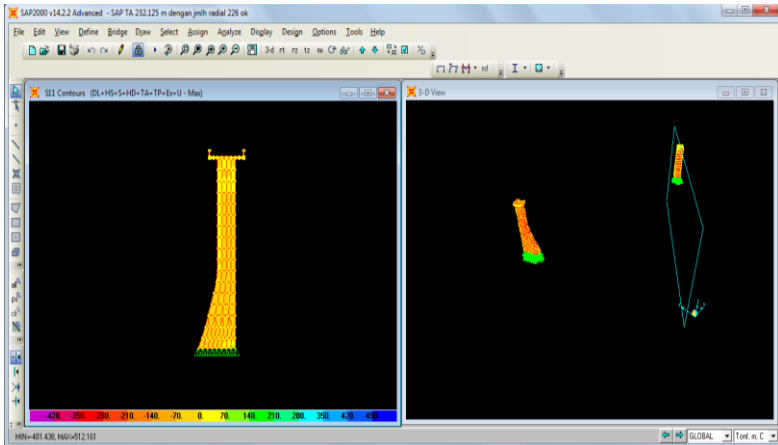
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 9 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 2.2845528 N/mm²

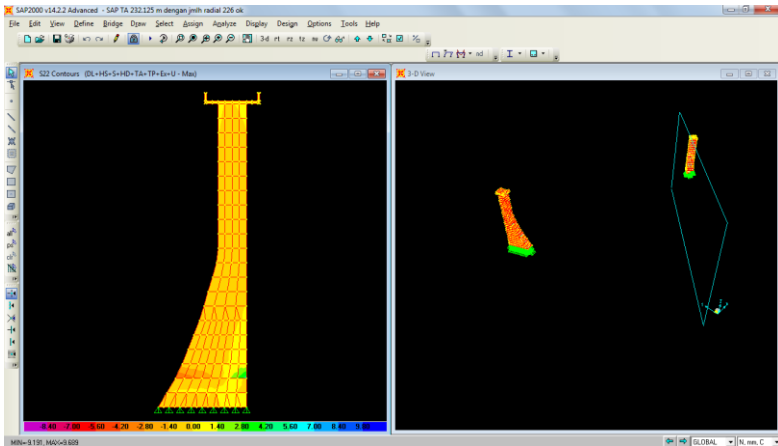
Arah (Y) S22 sebesar 5.6090637 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 7.4532456 N/mm²

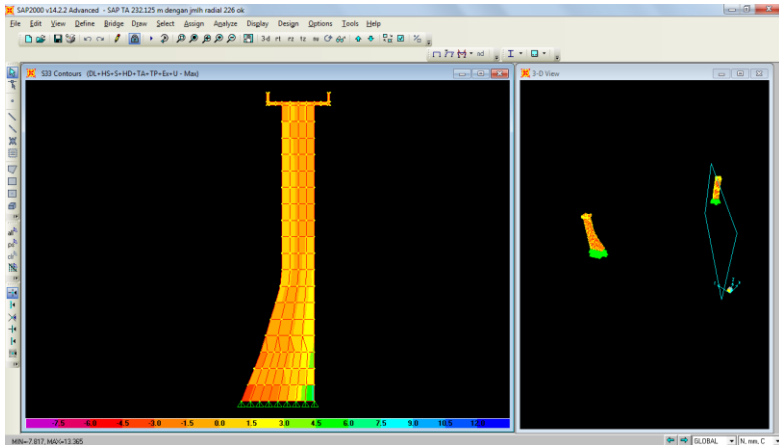
maka hasil dari tegangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 38 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 8



Gambar 4. 39 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 8



Gambar 4. 40 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 8

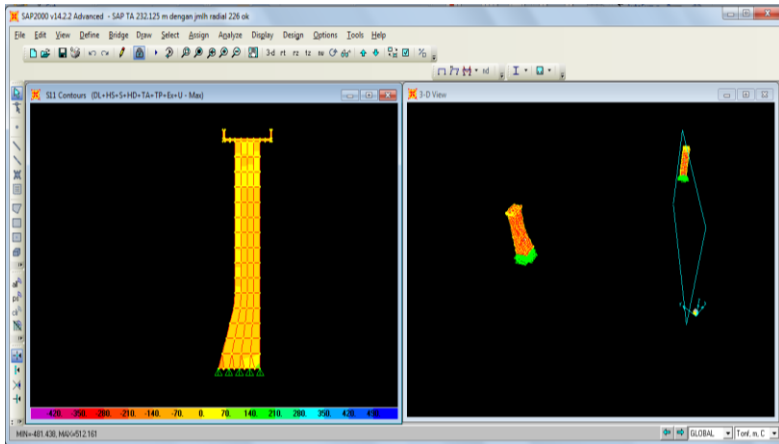
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 8 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 2.2046994 N/mm²

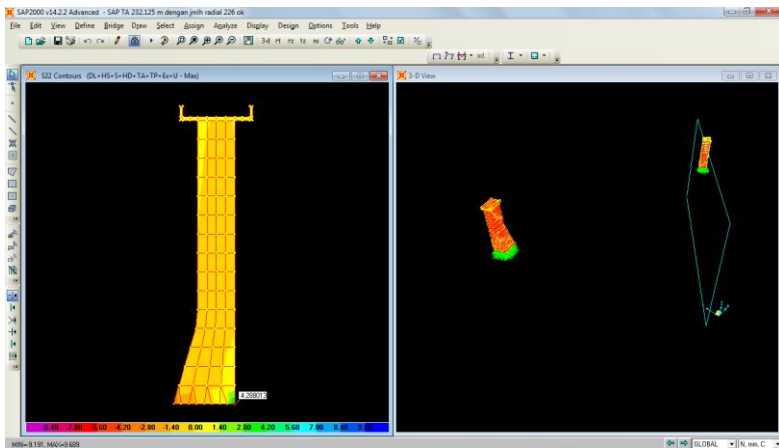
Arah (Y) S22 sebesar 4.992309 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 7.560567 N/mm²

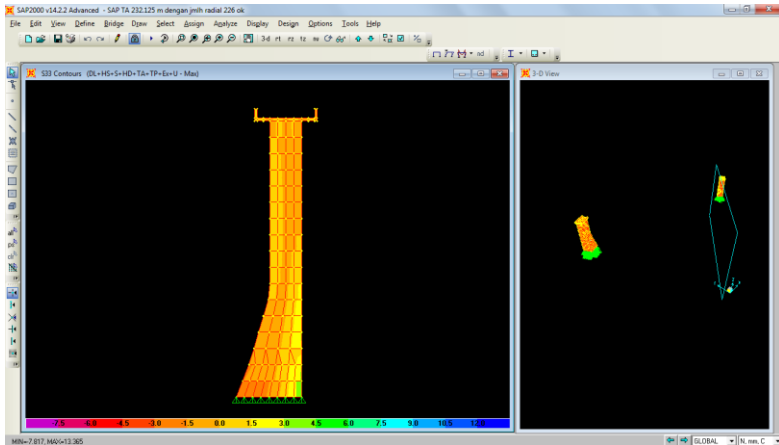
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 41 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 7



Gambar 4. 42 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 7



Gambar 4. 43 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 7

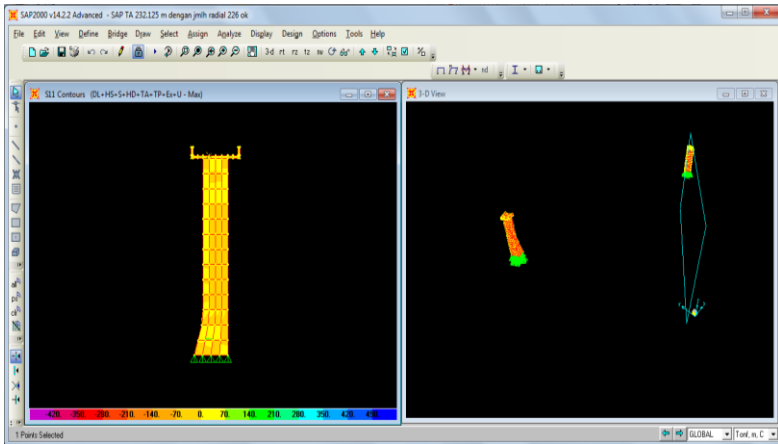
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 7 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 2.7636732 N/mm²

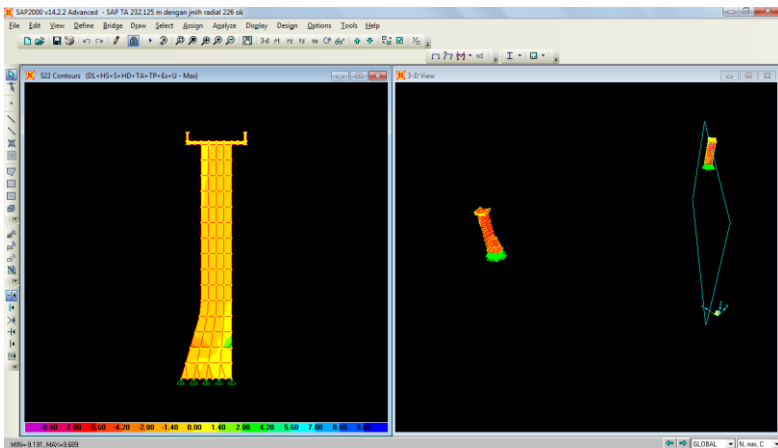
Arah (Y) S22 sebesar 5.5032138 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 9.0321651 N/mm²

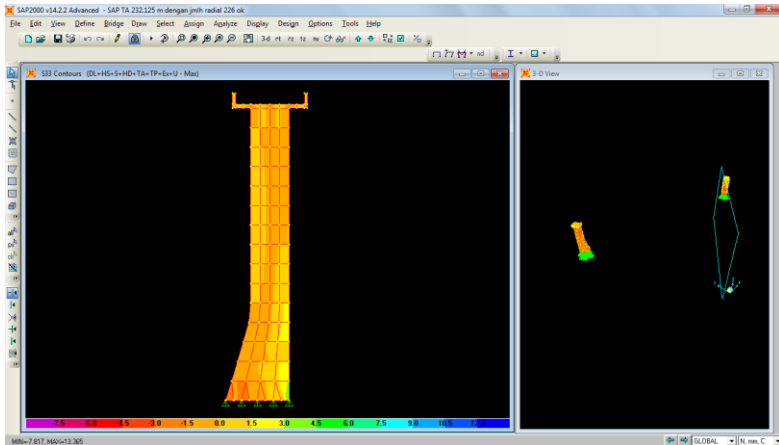
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 44 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 6



Gambar 4. 45 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 6



Gambar 4. 46 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 6

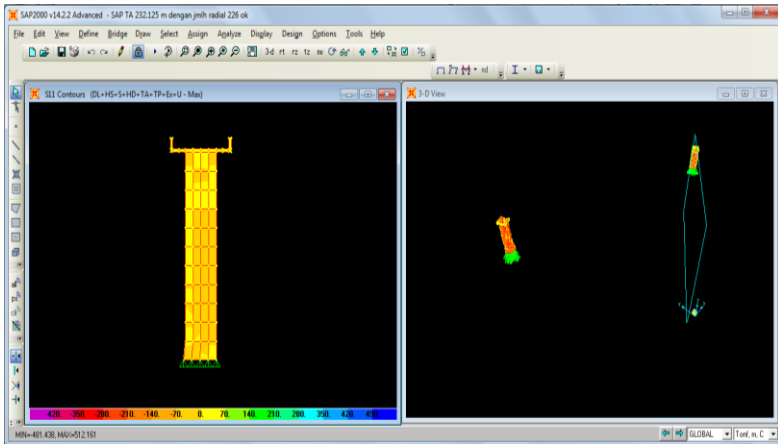
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 6 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.8308403 N/mm²

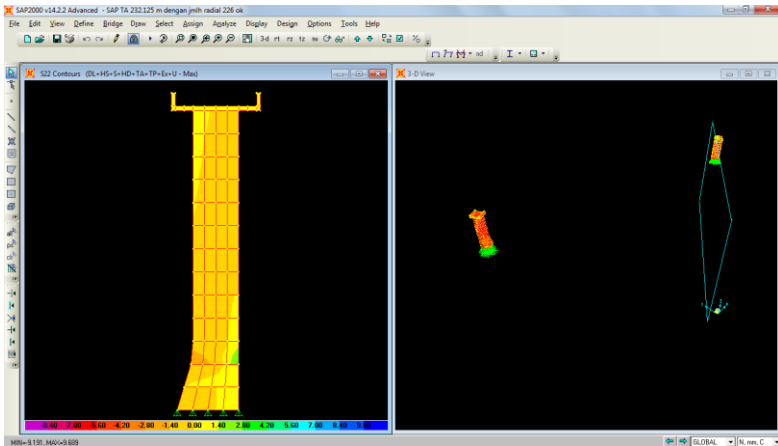
Arah (Y) S22 sebesar 4.5513495 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 7.134813 N/mm²

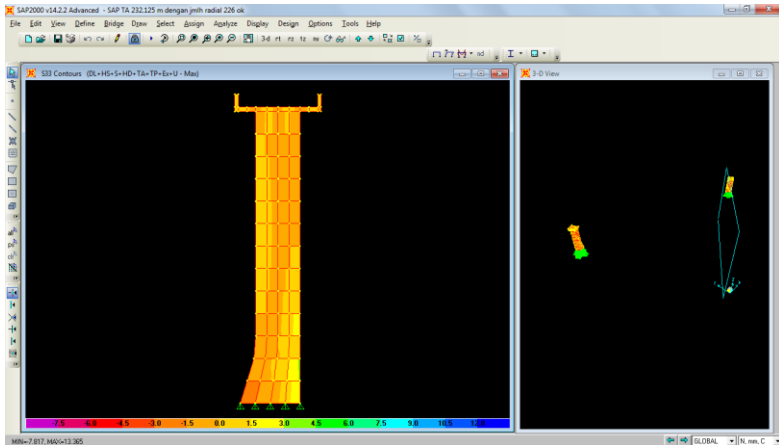
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 47 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 5



Gambar 4. 48 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 5



Gambar 4. 49 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 5

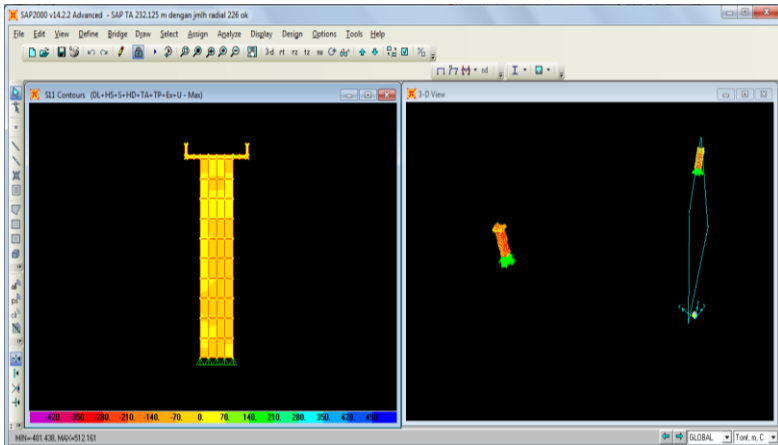
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 5 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.607859 N/mm²

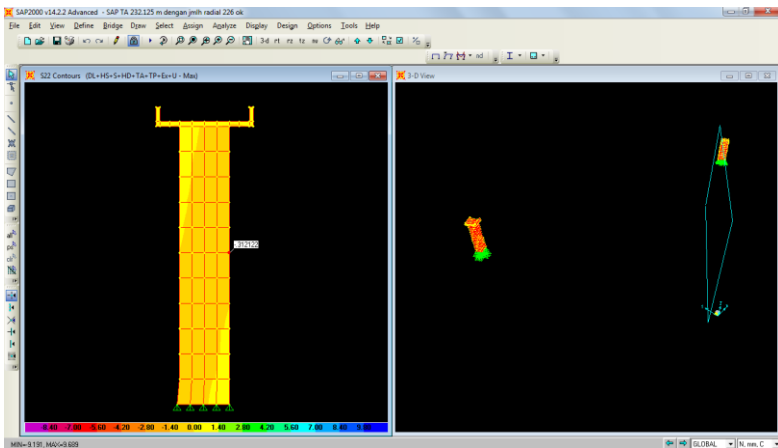
Arah (Y) S22 sebesar 3.7476162 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 6.8280543 N/mm²

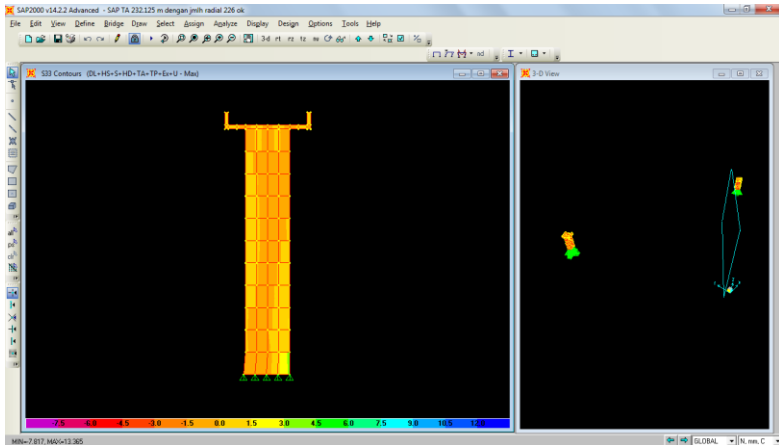
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 50 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 4



Gambar 4. 51 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 4



Gambar 4. 52 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 4

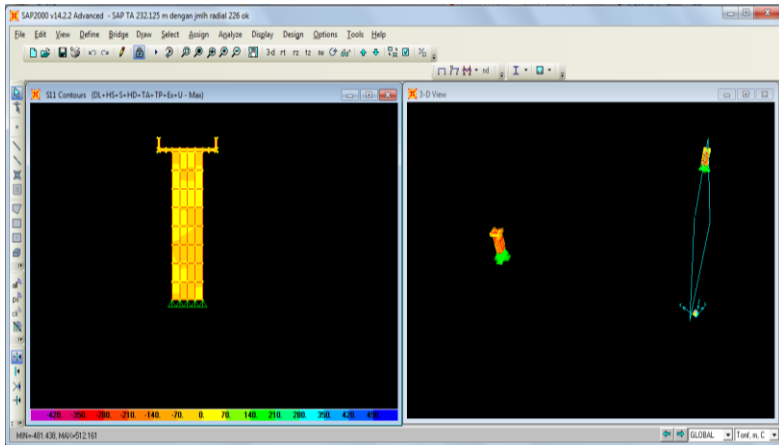
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 4 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.1195172 N/mm²

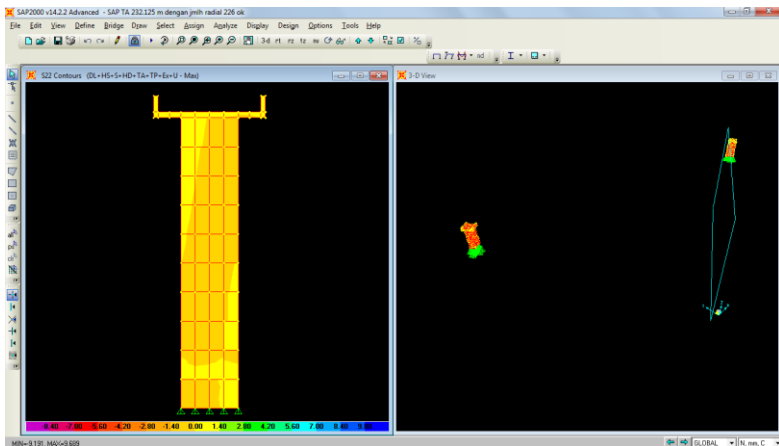
Arah (Y) S22 sebesar 1.7557938 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 3.9915909 N/mm²

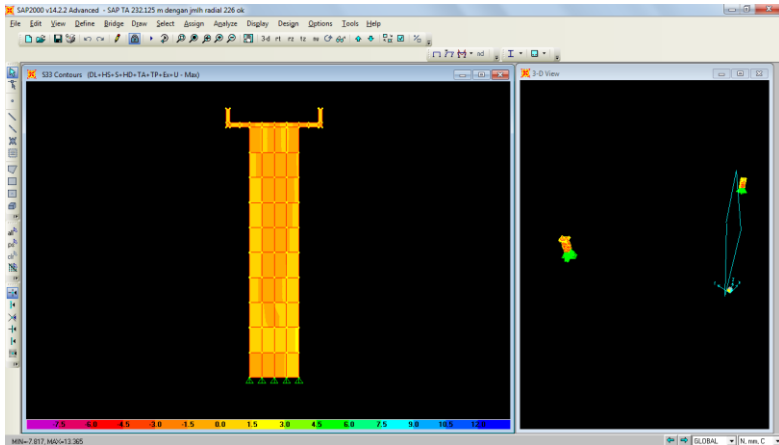
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 53 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 3



Gambar 4. 54 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 3



Gambar 4. 55 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 3

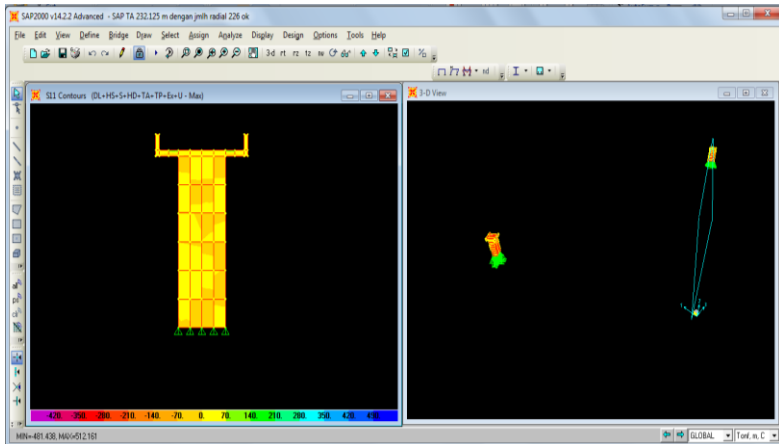
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 3 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.1024478 N/mm²

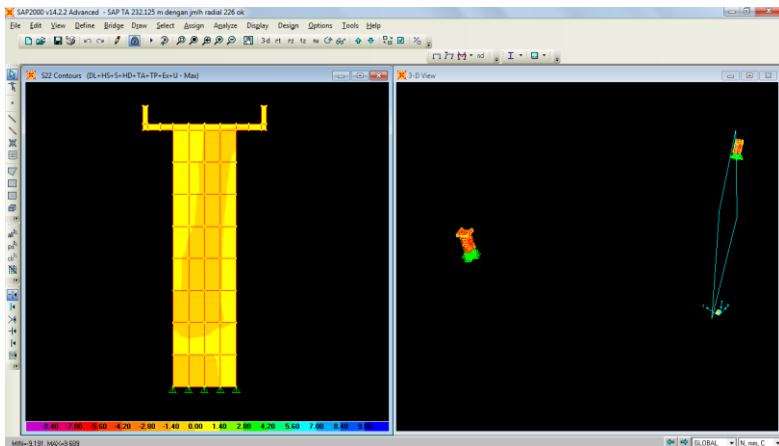
Arah (Y) S22 sebesar 1.6191405 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 3.1063365 N/mm²

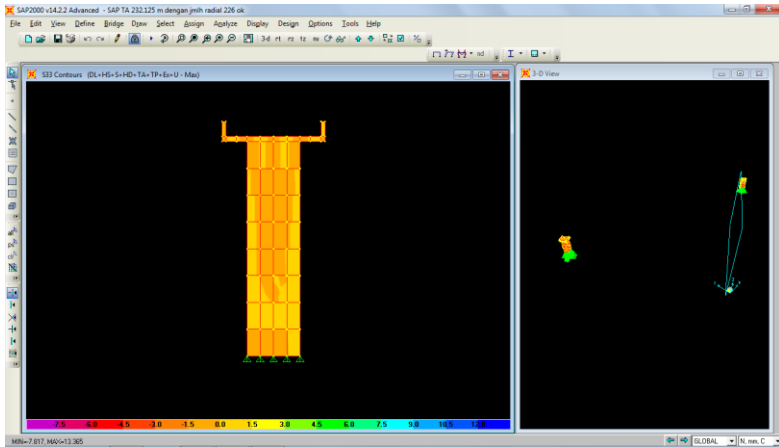
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 56 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 2



Gambar 4. 57 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 2



Gambar 4. 58 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 2

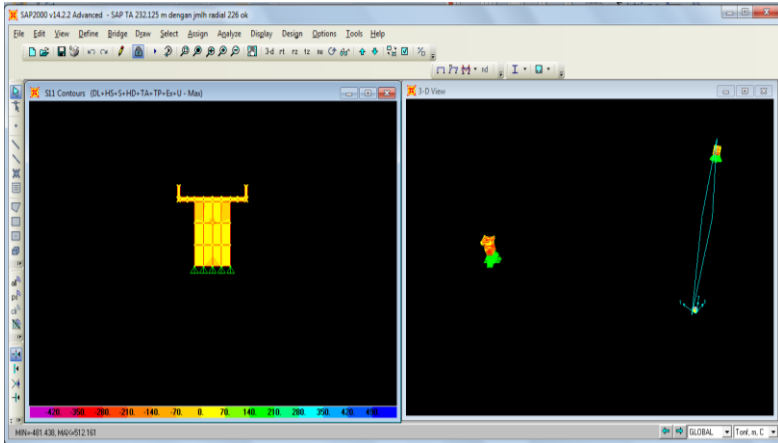
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 2 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.1795544 N/mm²

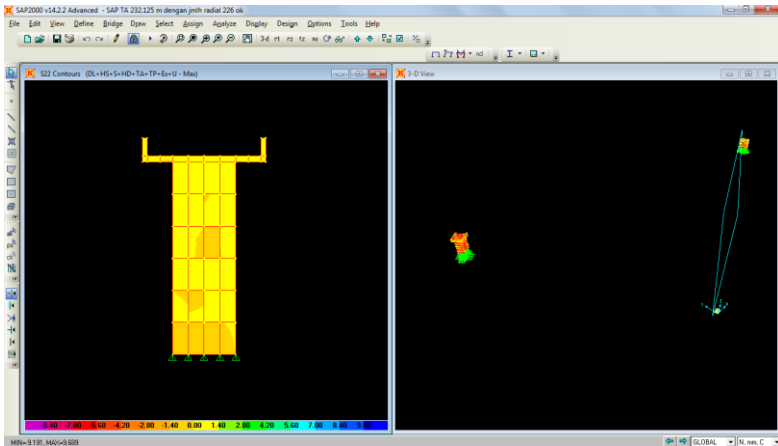
Arah (Y) S22 sebesar 0.9053649 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 1.7691354 N/mm²

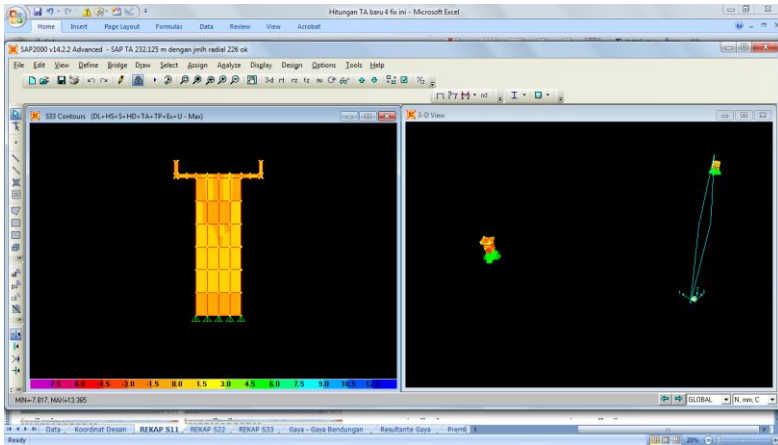
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 59 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ka 1



Gambar 4. 60 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ka 1



Gambar 4. 61 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ka 1

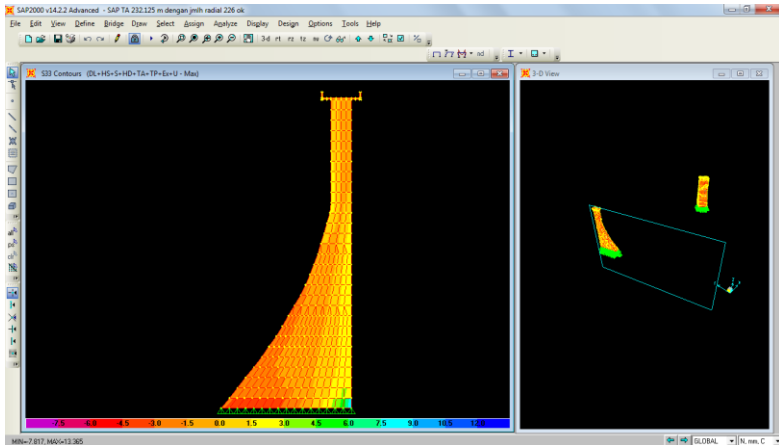
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ka 1 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.713807 N/mm²

Arah (Y) S22 sebesar 0.8928081 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 0.8987922 N/mm²

maka hasil dari tegangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 64 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 11

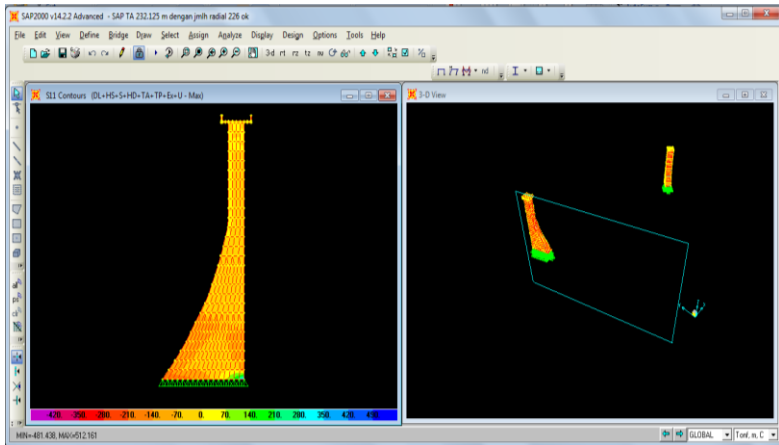
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 11 yaitu :

Arah (Y) S11 sebesar 2.0675556 N/mm²

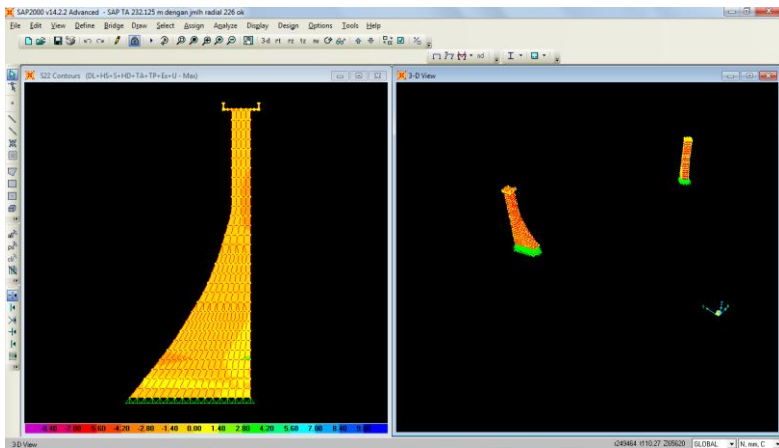
Arah (X) S22 sebesar 2.2589487 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 8.9757576 N/mm²

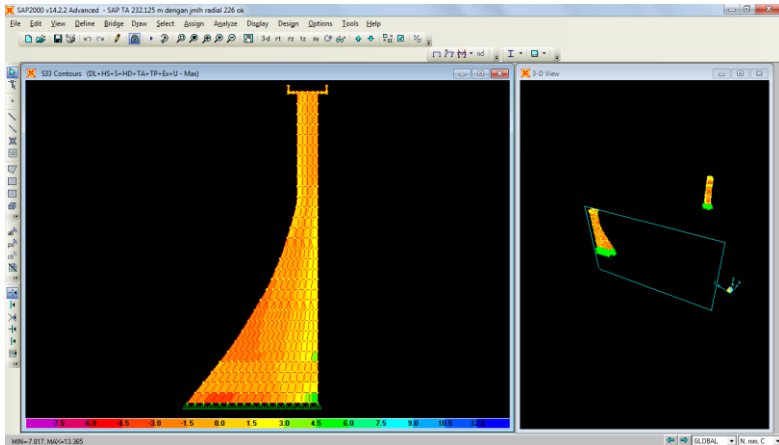
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 65 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 10



Gambar 4. 66 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 10



Gambar 4. 67 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 10

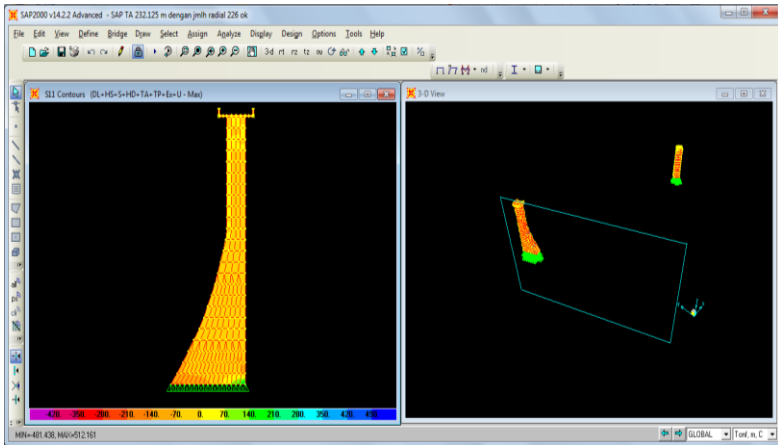
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 10 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 3.898494 N/mm²

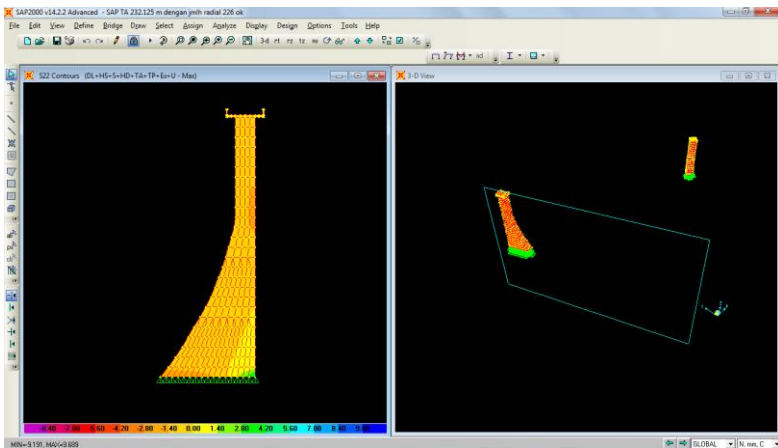
Arah (Y) S22 sebesar 10.2079917 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 11.2619781 N/mm²

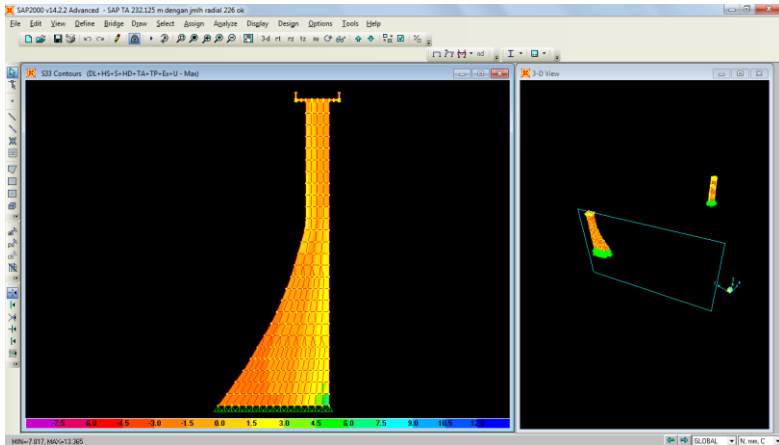
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 68 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 9



Gambar 4. 69 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 9



Gambar 4. 70 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 9

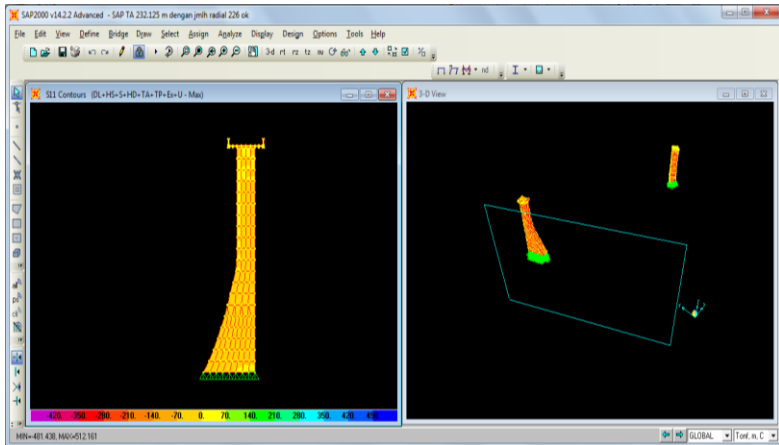
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 9 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 2.6091657 N/mm²

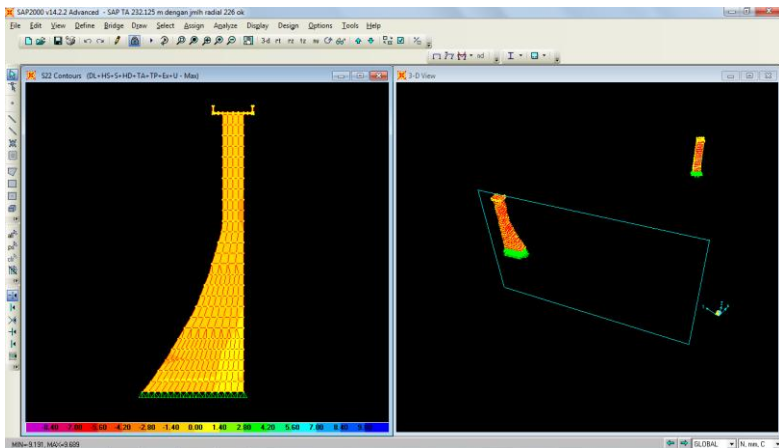
Arah (Y) S22 sebesar 5.9563377 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 8.1502461 N/mm²

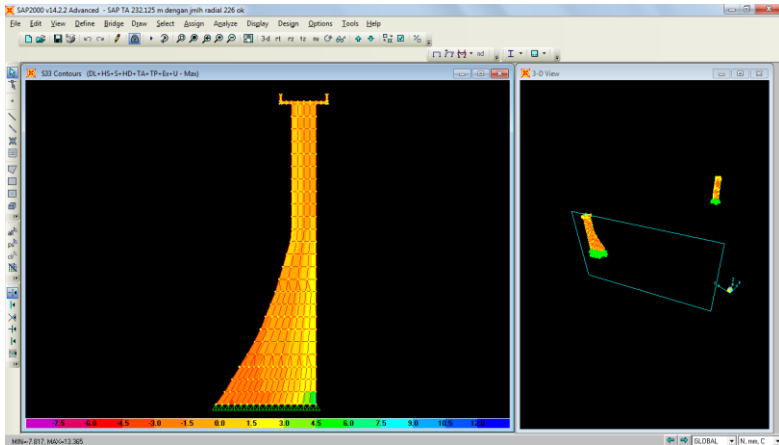
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 71 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 8



Gambar 4. 72 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 8



Gambar 4. 73 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 8

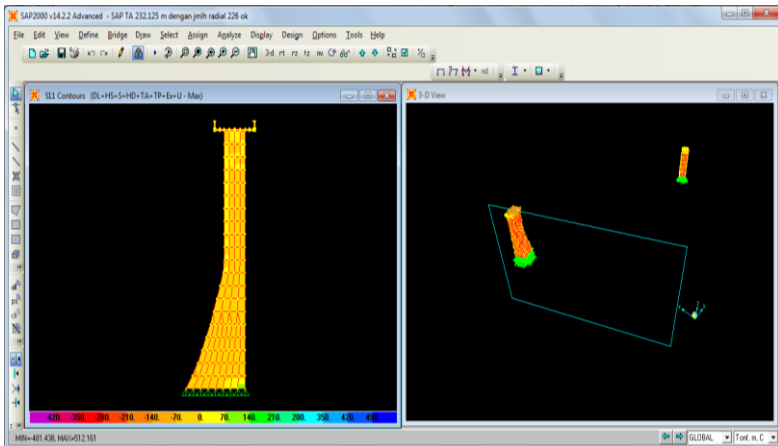
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 8 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 2.6945127 N/mm²

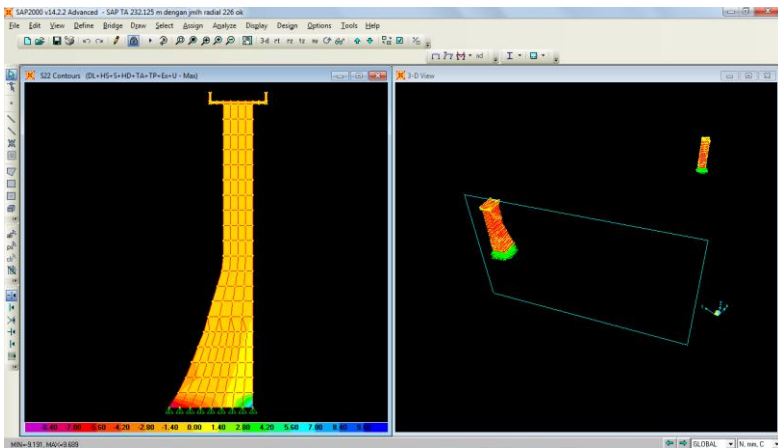
Arah (Y) S22 sebesar 6.8367852 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 7.7547069 N/mm²

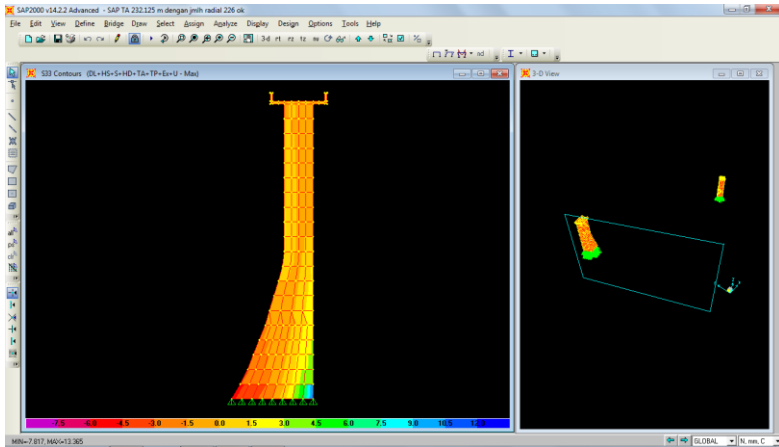
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 74 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 7



Gambar 4. 75 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 7



Gambar 4. 76 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 7

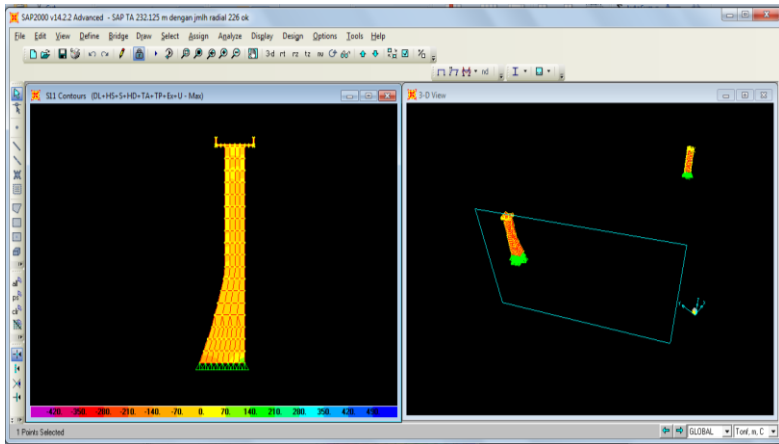
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 7 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 3.8224665 N/mm²

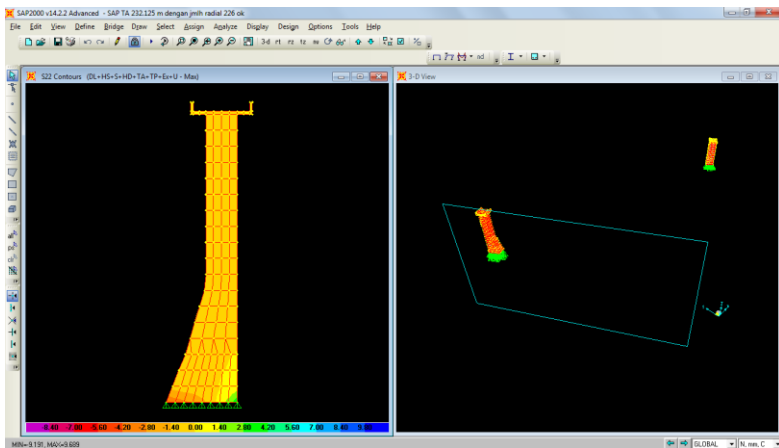
Arah (Y) S22 sebesar 9.7901838 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 11.9095362 N/mm²

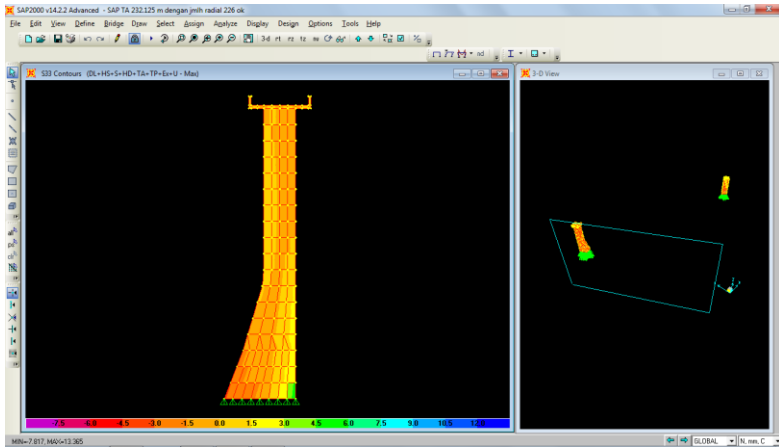
maka hasil dari tegangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 77 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 6



Gambar 4. 78 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 6



Gambar 4. 79 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 6

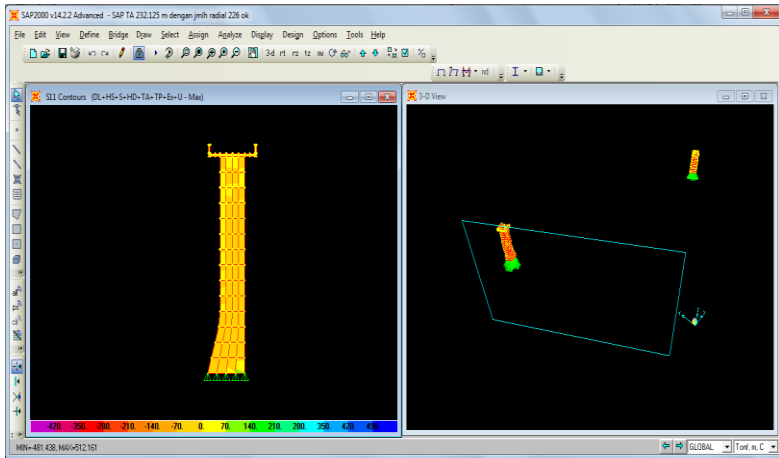
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 6 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.8192645 N/mm²

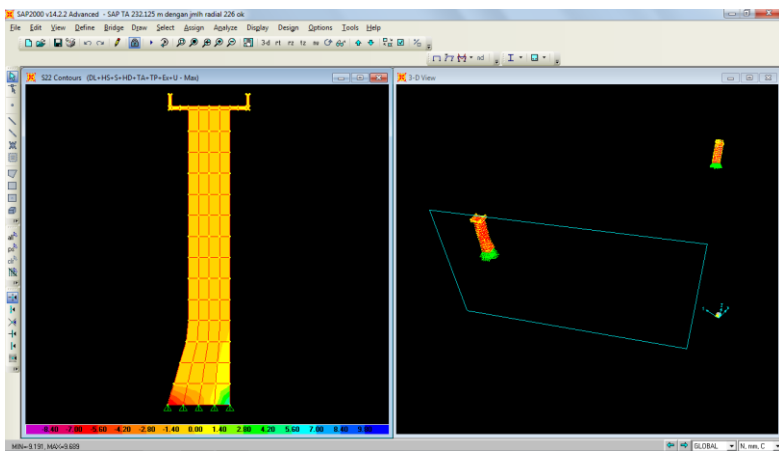
Arah (Y) S22 sebesar 4.3214031 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 6.0369759 N/mm²

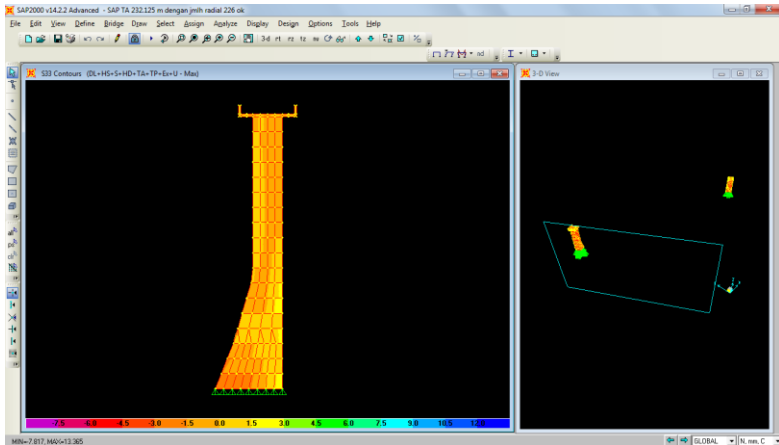
maka hasil dari tegangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 80 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 5



Gambar 4. 81 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 5



Gambar 4. 82 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 5

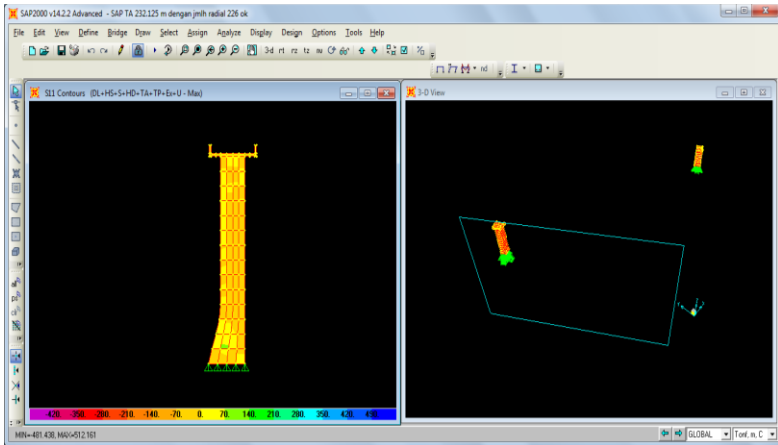
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 5 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 2.598669 N/mm²

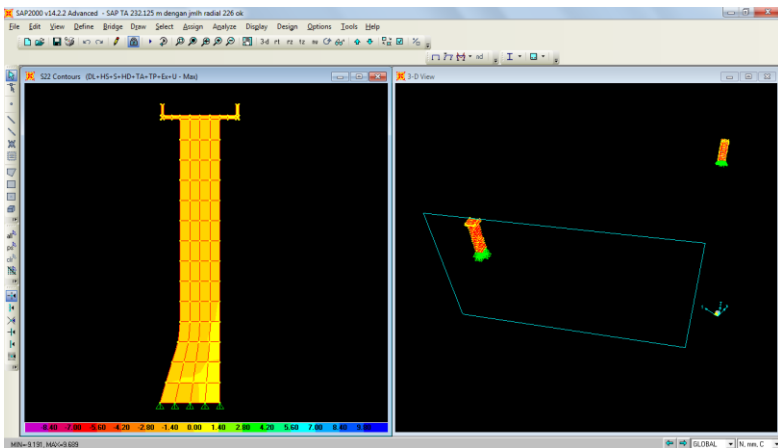
Arah (Y) S22 sebesar 7.4469672 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 8.9525079 N/mm²

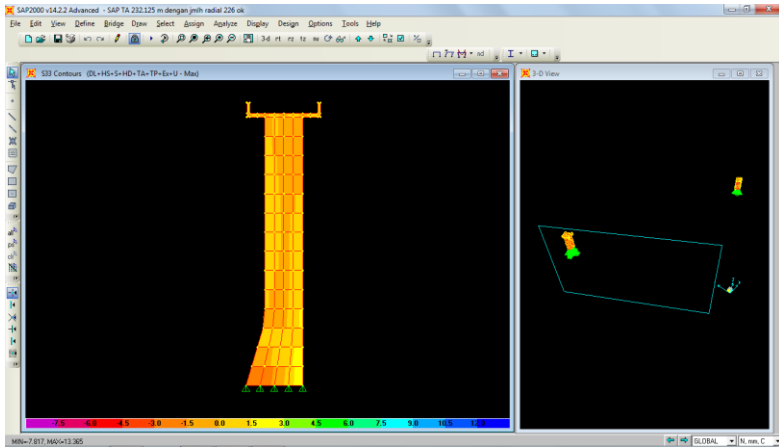
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 83 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 4



Gambar 4. 84 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 4



Gambar 4. 85 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 4

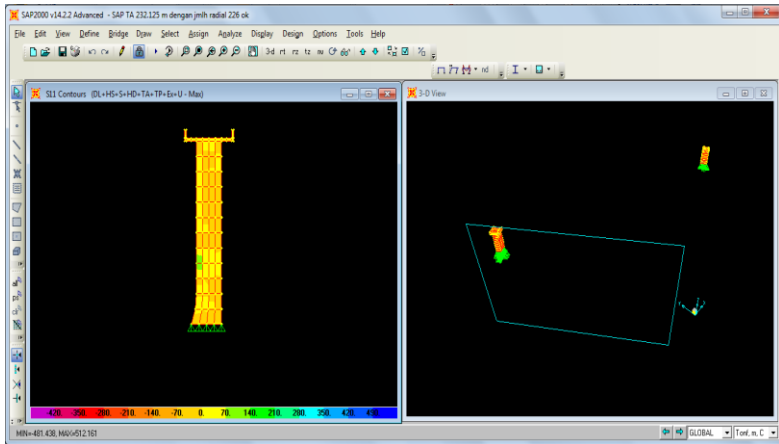
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 4 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.7154747 N/mm²

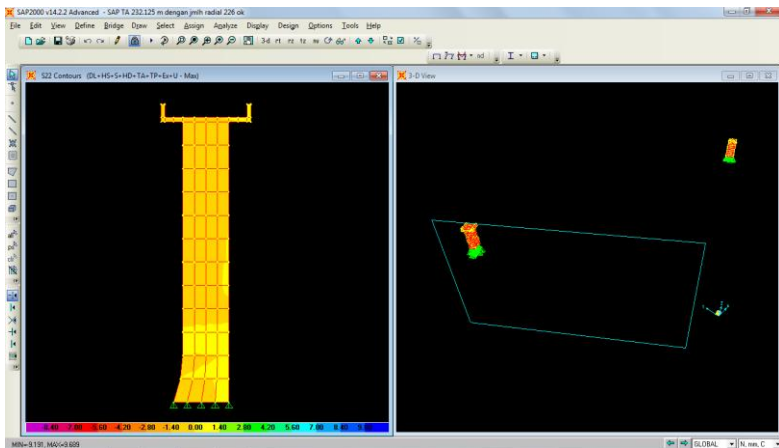
Arah (Y) S22 sebesar 4.6657341 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 6.2214039 N/mm²

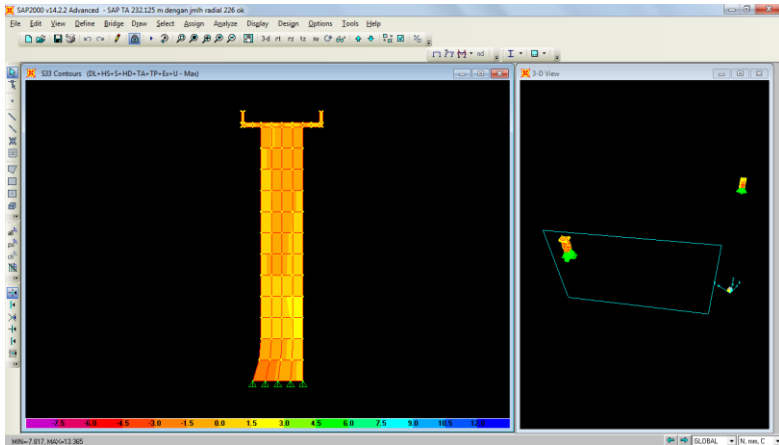
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 86 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 3



Gambar 4. 87 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 3



Gambar 4. 88 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 3

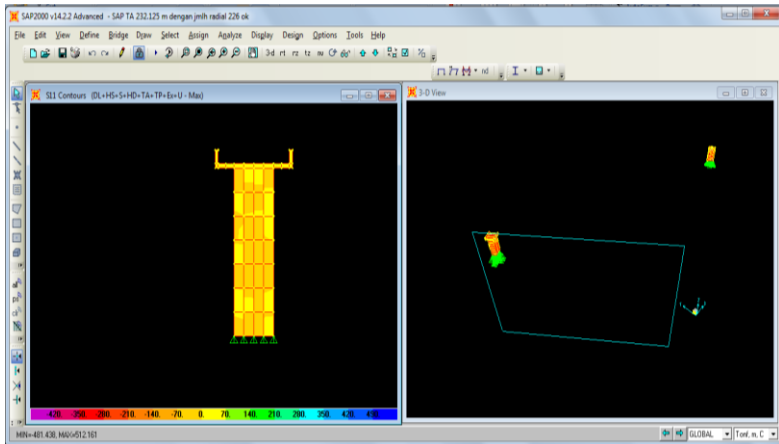
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 3 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.3726152 N/mm²

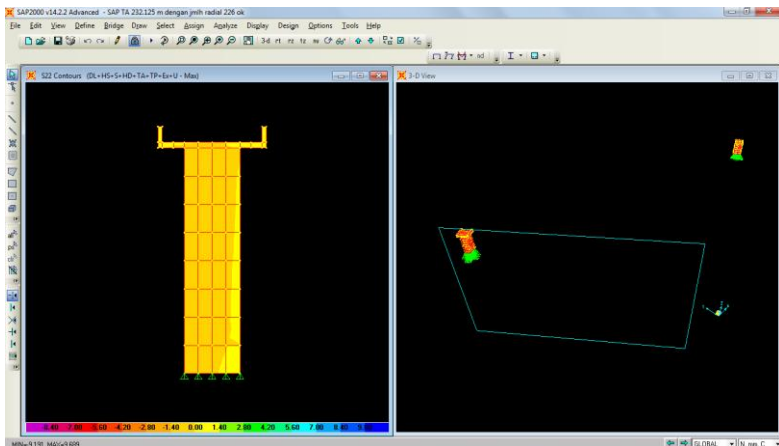
Arah (Y) S22 sebesar 3.6667818 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 6.2482833 N/mm²

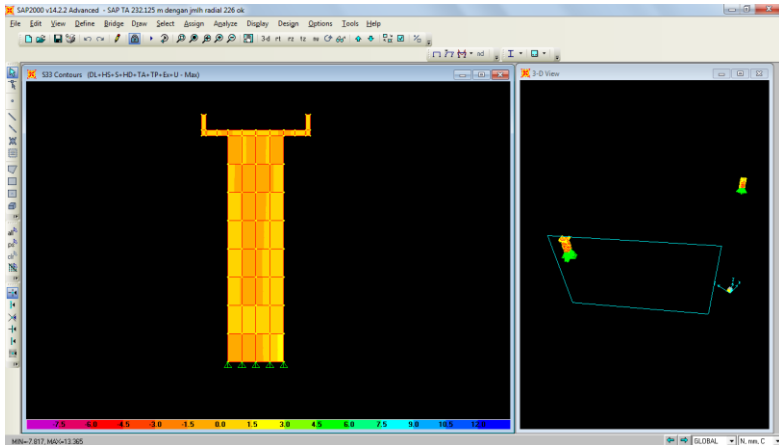
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 89 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 2



Gambar 4. 90 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 2



Gambar 4. 91 Tegangan S 33 Melintang Segmen Ki 2

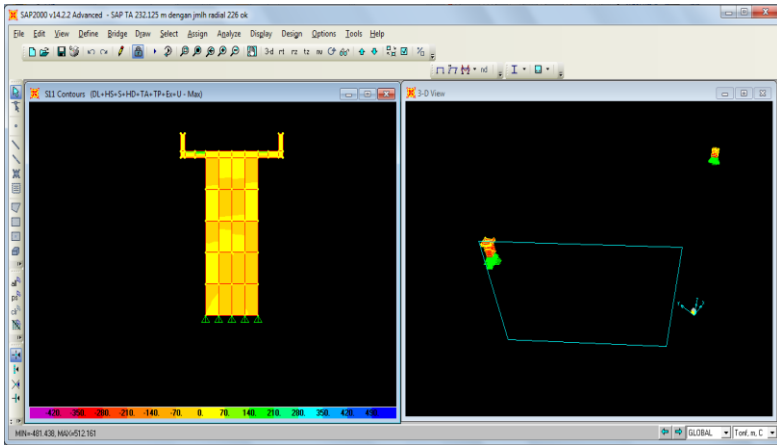
Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 2 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.2022155 N/mm²

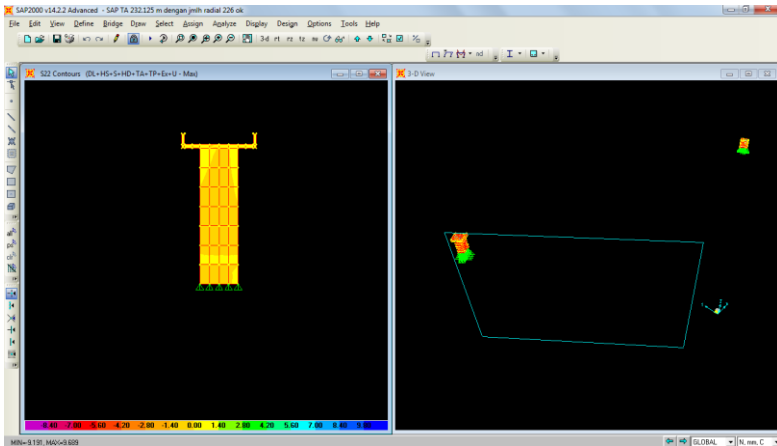
Arah (Y) S22 sebesar 0.8791722 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 2.3619537 N/mm²

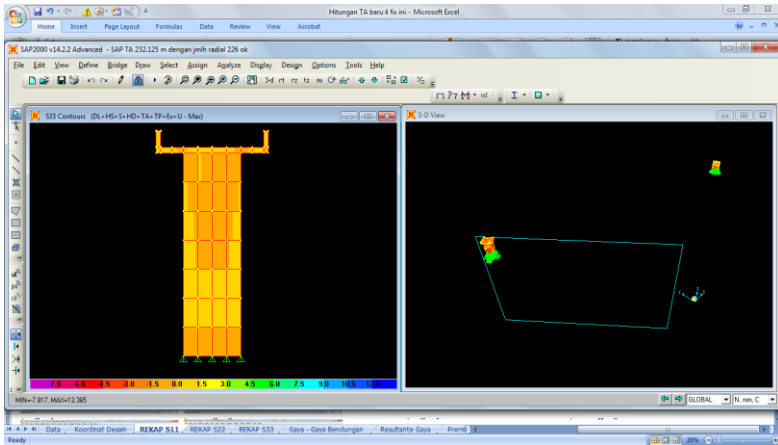
maka hasil dari tengangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.



Gambar 4. 92 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 1



Gambar 4. 93 Tegangan S 22 Melintang Segmen Ki 1



Gambar 4. 94 Tegangan S 11 Melintang Segmen Ki 1

Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000 ,tegangan kritis yang terjadi ada pada Ki 1 yaitu :

Arah (X) S11 sebesar 1.8883269 N/mm²

Arah (Y) S22 sebesar 0.7172091 N/mm²

Arah (Z) S33 sebesar 0.9955188 N/mm²

maka hasil dari tegangan gaya dikontrol dengan perhitungan syarat memenuhi syarat tegangan ijin yaitu tidak melebihi 4,95 MPa untuk tegangan retak dan 2,83 MPa untuk tegangan tarik.

4.3.2 Kontrol Tegangan Gaya Elemen Struktur

Dari hasil analisis tegangan – tegangan gaya yang terjadi pada element struktur diatas, dilakukan rekapitulasi data dan cek kontrol retak dan tarik ijin sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Tegangan Gaya Elemen Stuktur

Lapis	S11	S22	S33	SMAX	Kontrol fi	ontrol Tar	Ket
	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2			
Ka1	1.713807	0.8928081	0.8987922	1.713807	Ok	Ok	Tul. Min
Ka2	1.1795544	0.9053649	1.7691354	1.769135	Ok	Ok	Tul. Min
Ka3	1.1024478	1.6191405	3.1063365	3.106337	Ok	Cek Lagi	Tul. Min
Ka4	1.1195172	1.7557938	3.9915909	3.991591	Ok	Cek Lagi	Tul. Min
Ka5	1.607859	3.7476162	6.8280543	6.828054	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka6	1.8308403	4.5513495	7.134813	7.134813	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka7	2.7636732	5.5032138	9.0321651	9.032165	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka8	2.2046994	4.992309	7.560567	7.560567	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka9	2.2845528	5.6090637	7.4532456	7.453246	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka10	3.0954474	5.694705	9.1050534	9.105053	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka11	5.0247801	8.9352423	13.3736787	13.37368	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka12	3.3092073	8.3618478	9.9835389	9.983539	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka13	3.5543592	9.7232796	10.2757788	10.27578	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ka14	1.6385643	1.856052	8.2574694	8.257469	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Utama	3.0242268	7.81857	9.0553167	9.055317	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki1	1.8883269	0.7172091	0.9955188	1.888327	Ok	Ok	Tul. Min
Ki2	1.2022155	0.8791722	2.3619537	2.361954	Ok	Cek Lagi	Tul. Min
Ki3	1.3726152	3.6667818	6.2482833	6.248283	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki4	1.7154747	4.6657341	6.2214039	6.221404	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki5	2.598669	7.4469672	8.9525079	8.952508	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki6	1.8192645	4.3214031	6.0369759	6.036976	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki7	3.8224665	9.7901838	11.9095362	11.90954	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki8	2.6945127	6.8367852	7.7547069	7.754707	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki9	2.6091657	5.9563377	8.1502461	8.150246	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki10	3.898494	10.2079917	11.2619781	11.26198	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul
Ki11	2.0675556	2.2589487	8.9757576	8.975758	Cek Lagi	Cek Lagi	Ren. Tul

4.3.3 Tulangan Utama Arah X

Dari hasil analisis rekapitulasi tegangan gaya diketahui ada elemen struktur yang melebihi batas ijin tegangan retak, maka diperlukan tulangan untuk menangani gaya arah X (S11) berikut perhitungan :

Tegangan gaya kritis pada segmen Ka 11

$$\text{Output Tegangan Sap 2000 (S11)} = 5,02478 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Lebar Beton (L)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang Beton (P)} = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rencana Luas Beton persegi (A)} &= L \times P \\ &= 500000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Persatuan Luas (F11)} &= S11 \times A \\ &= 5,02478 \times 500000 \\ &= 2512390 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemampuan Beton (Fkontrol)} &= \sigma_{\text{retak}} \times A \\ &= 4,95 \times 500000 \\ &= 2474874 \text{ N} \end{aligned}$$

Bila $F_{\text{kontrol}} < F_{11}$, maka perlu direncanakan tulangan dari sisa gaya yang tidak mampu ditahan oleh beton, perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya direncanakan (Fpakai)} &= F_{11} - F_{\text{kontrol}} \\
 &= 2512390 - 2474874 \\
 &= 37516 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, As Perlu} &= \frac{F_{\text{pakai}}}{f_y} \\
 &= \frac{37516}{420} \\
 &= 89,32 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan Tulangan D19, dengan jarak 400 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, As Pasang} &= \frac{1000 \times \pi \times D^2}{4 \times S_{\text{pasang}}} \\
 &= \frac{1000 \times \pi \times 19^2}{4 \times 400} \\
 &= 630 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol, As Pasang > As Perlu = 630 mm² > 89,30 mm² (Ok)

Seluruh segmen – segmen bendungan dilakukan analisis seperti perhitungan diatas, lalu dicek kontrol terhadap kemampuan beton, dan bila kurang maka rencanakan tulangan. Berikut rekapitulasi analisis tulangan arah X (S11) :

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah X (S11)

Lapis	F11	Fpakai	As Perlu	D pasang	S pasang	Space	As Pasang	Ket
	N	N	mm ²	mm	mm	mm	mm ²	
Ka1	856904	0	0	19	400	50	630	OK
Ka2	589777	0	0	19	400	50	630	OK
Ka3	551224	0	0	19	400	50	630	OK
Ka4	559759	0	0	19	400	50	630	OK
Ka5	803930	0	0	19	400	50	630	OK
Ka6	915420	0	0	19	400	50	630	OK
Ka7	1381837	0	0	19	400	50	630	OK
Ka8	1102350	0	0	19	400	50	630	OK
Ka9	1142276	0	0	19	400	50	630	OK
Ka10	1547724	0	0	19	400	50	630	OK
Ka11	2512390	37516.32	89.32	19	400	50	630	OK
Ka12	1654604	0	0	19	400	50	630	OK
Ka13	1777180	0	0	19	400	50	630	OK
Ka14	819282	0	0	19	400	50	630	OK

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah X (S11) (Tabel Lanjutan)

Utama	1512113	0	0	19	400	50	630	OK
Ki1	944163	0	0	19	400	50	630	OK
Ki2	601108	0	0	19	400	50	630	OK
Ki3	686308	0	0	19	400	50	630	OK
Ki4	857737	0	0	19	400	50	630	OK
Ki5	1299335	0	0	19	400	50	630	OK
Ki6	909632	0	0	19	400	50	630	OK
Ki7	1911233	0	0	19	400	50	630	OK
Ki8	1347256	0	0	19	400	50	630	OK
Ki9	1304583	0	0	19	400	50	630	OK
Ki10	1949247	0	0	19	400	50	630	OK
Ki11	1033778	0	0	19	400	50	630	OK

4.3.4 Tulangan Utama Arah Y

Dari hasil analisis rekapitulasi tegangan gaya diketahui ada elemen struktur yang melebihi batas ijin tegangan retak, maka diperlukan tulangan untuk menangani gaya arah Y (S22) berikut perhitungan :

Tegangan gaya kritis pada segmen Ka 11

$$\text{Output Tegangan Sap 2000 (S22)} = 8,9352423 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Lebar Beton (L)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang Beton (P)} = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rencana Luas Beton persegi (A)} &= L \times P \\ &= 500000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Persatuan Luas (F22)} &= S22 \times A \\ &= 8,9352423 \times 500000 \\ &= 4467621 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemampuan Beton (Fkontrol)} &= \sigma_{\text{retak}} \times A \\ &= 4,95 \times 500000 \\ &= 2474874 \text{ N} \end{aligned}$$

Bila $F_{\text{kontrol}} < F_{11}$, maka perlu direncanakan tulangan dari sisa gaya yang tidak mampu ditahan oleh beton, perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya direncanakan (Fpakai)} &= F22 - Fkontrol \\
 &= 4467621 - 2474874 \\
 &= 1992747 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, As Perlu} &= \frac{Fpakai}{f_y} \\
 &= \frac{1992747}{420} \\
 &= 4745 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan Tulangan D40, dengan jarak 150 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, As Pasang} &= \frac{1000 \times \pi \times D^2}{4 \times Spasang} \\
 &= \frac{1000 \times \pi \times 40^2}{4 \times 150} \\
 &= 6786 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol, As Pasang > As Perlu = 6786 mm² > 4745 mm² (Ok)

Seluruh segmen – segmen bendungan dilakukan analisis seperti perhitungan diatas, lalu dicek kontrol terhadap kemampuan beton, dan bila kurang maka rencanakan tulangan. Berikut rekapitulasi analisis tulangan arah Y (S22) :

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Y (S22)

Lapis	F22	Fpakai	As Perlu	D pasang	S pasang	Space	As Pasang	Ket
	N	N	mm2	mm	mm	mm	mm2	
Ka1	446404.05	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ka2	452682.45	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ka3	809570.25	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ka4	877896.9	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ka5	1873808.1	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ka6	2275674.8	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ka7	2751606.9	276733.17	658.8885	40	150	50	6785.84	OK
Ka8	2496154.5	21280.766	50.66849	40	150	50	6785.84	OK
Ka9	2804531.9	329658.12	784.9003	40	150	50	6785.84	OK
Ka10	2847352.5	372478.77	886.8542	40	150	50	6785.84	OK
Ka11	4467621.2	1992747.4	4744.637	40	150	50	6785.84	OK
Ka12	4180923.9	1706050.2	4062.024	40	150	50	6785.84	OK
Ka13	4861639.8	2386766.1	5682.776	40	150	50	6785.84	OK
Ka14	928026	0	0	40	150	50	6785.84	OK

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Y (S22) (Tabel Lanjutan)

Utama	3909285	1434411.3	3415.265	40	150	50	6785.84	OK
Ki1	358604.55	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ki2	439586.1	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ki3	1833390.9	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ki4	2332867.1	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ki5	3723483.6	1248609.9	2972.881	40	150	50	6785.84	OK
Ki6	2160701.6	0	0	40	150	50	6785.84	OK
Ki7	4895091.9	2420218.2	5762.424	40	150	50	6785.84	OK
Ki8	3418392.6	943518.87	2246.473	40	150	50	6785.84	OK
Ki9	2978168.9	503295.12	1198.322	40	150	50	6785.84	OK
Ki10	5103995.9	2629122.1	6259.815	40	150	50	6785.84	OK
Ki11	1129474.4	0	0	40	150	50	6785.84	OK

4.3.5 Tulangan Utama Arah Z

Dari hasil analisis rekapitulasi tegangan gaya diketahui ada elemen struktur yang melebihi batas ijin tegangan retak, maka diperlukan tulangan untuk menangani gaya arah X (S33) berikut perhitungan :

Tegangan gaya kritis pada segmen Ka 11

$$\text{Output Tegangan Sap 2000 (S33)} = 13.3736787 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Lebar Beton (L)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang Beton (P)} = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rencana Luas Beton persegi (A)} &= L \times P \\ &= 500000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Persatuan Luas (F33)} &= S33 \times A \\ &= 13.3736787 \times 500000 \\ &= 6686839 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemampuan Beton (Fkontrol)} &= \sigma_{\text{retak}} \times A \\ &= 4,95 \times 500000 \\ &= 2474874 \text{ N} \end{aligned}$$

Bila $F_{\text{kontrol}} < F_{11}$, maka perlu direncanakan tulangan dari sisa gaya yang tidak mampu ditahan oleh beton, perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya direncanakan (Fpakai)} &= F33 - Fkontrol \\
 &= 6686839 - 2474874 \\
 &= 4211966 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, As Perlu} &= \frac{Fpakai}{fy} \\
 &= \frac{4211966}{420} \\
 &= 10028 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan Tulangan D50, dengan jarak 150 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, As Pasang} &= \frac{1000 \times \pi \times D^2}{4 \times Spasang} \\
 &= \frac{1000 \times \pi \times 50^2}{4 \times 150} \\
 &= 13090 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol, As Pasang > As Perlu = 13090 mm² > 10028 mm²
(Ok)

Seluruh segmen – segmen bendungan dilakukan analisis seperti perhitungan diatas, lalu dicek kontrol terhadap kemampuan beton, dan bila kurang maka rencanakan tulangan. Berikut rekapitulasi analisis tulangan arah Z (S33) :

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Z (S33)

Lapis	F33	Fpakai	As Perlu	D pasang	S pasang	Space	As Pasang	Ket
	N	N	mm2	mm	mm	mm	mm2	
Ka1	449396.1	0	0	50	150	50	13089.97	OK
Ka2	884567.7	0	0	50	150	50	13089.97	OK
Ka3	1553168.3	0	0	50	150	50	13089.97	OK
Ka4	1995795.5	0	0	50	150	50	13089.97	OK
Ka5	3414027.2	939153.42	2236.08	50	150	50	13089.97	OK
Ka6	3567406.5	1092532.8	2601.268	50	150	50	13089.97	OK
Ka7	4516082.6	2041208.8	4860.021	50	150	50	13089.97	OK
Ka8	3780283.5	1305409.8	3108.118	50	150	50	13089.97	OK
Ka9	3726622.8	1251749.1	2980.355	50	150	50	13089.97	OK
Ka10	4552526.7	2077653	4946.793	50	150	50	13089.97	OK
Ka11	6686839.4	4211965.6	10028.49	50	150	50	13089.97	OK
Ka12	4991769.5	2516895.7	5992.609	50	150	50	13089.97	OK
Ka13	5137889.4	2663015.7	6340.513	50	150	50	13089.97	OK
Ka14	4128734.7	1653861	3937.764	50	150	50	13089.97	OK

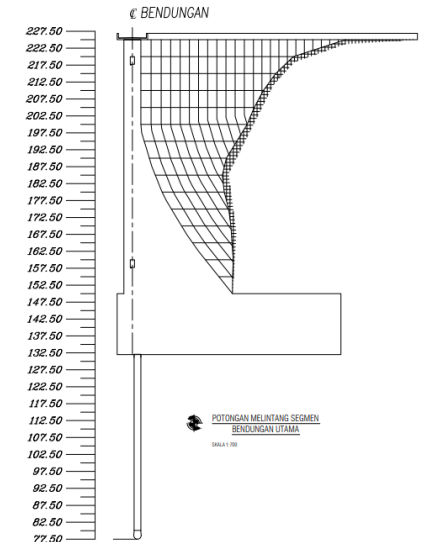
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Arah Z (S33) (Tabel Lanjutan)

Utama	4527658.4	2052784.6	4887.582	50	150	50	13089.97	OK
Ki1	497759.4	0	0	50	150	50	13089.97	OK
Ki2	1180976.9	0	0	50	150	50	13089.97	OK
Ki3	3124141.7	649267.92	1545.876	50	150	50	13089.97	OK
Ki4	3110702	635828.22	1513.877	50	150	50	13089.97	OK
Ki5	4476254	2001380.2	4765.191	50	150	50	13089.97	OK
Ki6	3018488	543614.22	1294.32	50	150	50	13089.97	OK
Ki7	5954768.1	3479894.4	8285.463	50	150	50	13089.97	OK
Ki8	3877353.5	1402479.7	3339.237	50	150	50	13089.97	OK
Ki9	4075123.1	1600249.3	3810.117	50	150	50	13089.97	OK
Ki10	5630989.1	3156115.3	7514.56	50	150	50	13089.97	OK
Ki11	4487878.8	2013005.1	4792.869	50	150	50	13089.97	OK

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB V PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN BAWAH

5.1 Desain struktur bangunan bawah bendungan



Gambar 5. 1 Rencana Desain Struktur Bangunan Bawah Bendungan

Pondasi merupakan struktur bangunan bawah bendungan yang berfungsi sebagai penyalur beban-beban dari bangunan atas ke Tanah.

Perencanaan pondasi struktur bangunan bawah pada bendungan yang direncanakan, menggunakan 2 tipe pondasi yang terdiri dari pondasi menerus dan pondasi bore pile seperti pada gambar 5.1.

5.2 Analisis Pondasi Menerus

Pondasi menerus dalam bendungan selain digunakan untuk menyalurkan beban ke dalam tanah, dapat digunakan sebagai tambahan berat sendiri terhadap bendungan agar memperbesar keamanan terhadap geser bendungan, dan dapat meningkatkan keamanan terhadap guling bendungan.

5.2.1 Analisis Daya Dukung Tanah pada dasar bendungan

Perhitungan daya dukung batas menurut terzaghi yaitu sebagai berikut :

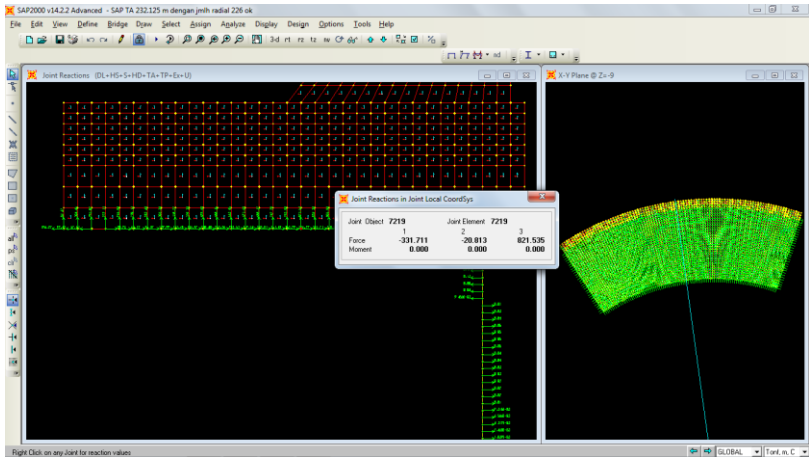
γ Tanah Pondasi	=	1.728	T/m ³
Lebar Pondasi (B)	=	66	m
Kedalaman Pondasi (Df)	=	18	m
Sudut Geser	=	35	derajat
Kohesi	=	0	
Koef. Nc	=	57.8	
Koef. Nq	=	41.4	
Koef. Ny	=	44	

Rumus Daya Dukung Terzaghi

$$q_{ult} = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma B \cdot N_\gamma$$

Daya Dukung batas(q)	=	3796.7616	T/m ²
Faktor Keamanan	=	1.5	
Daya Dukung Ijin (qr)	=	2531.174	T/m ²

5.2.2 Kontrol Daya Dukung Tanah pada dasar bendungan



Gambar 5. 2 Hasil Reaksi Perletakan Struktur Bangunan Bawah Bendungan

Dari hasil analisis SAP 2000 didapat reaksi perletakan terbesar pada dasar pondasi lokasi tengah bendungan (Theta 82.1239) yaitu sebesar 821,535 T/m²

Kontrol, harus memenuhi syarat sebagai berikut, dimana daya dukung ijin harus lebih besar dari daya dukung terjadi .

Daya Dukung Ijin > Daya Dukung Terjadi

2531,174 T/m² > 821,535 T/m² ... (OK)

Namun didalam analisis SAP 2000 harus memiliki reaksi perletak positif (tekan) diseluruh bagian dasar pondasi, bilamana ada reaksi perletak negatif maka direncanakan bore pile.

5.3 Analisis Pondasi Bore Pile

Permodelan parameter tanah dalam program SAP2000 pada tiang pondasi (bore pile) menggunakan konstanta pegas. Berikut merupakan besaran konstanta pegas yang di input pada tiang pondasi untuk setiap meternya.

Daya dukung diperhitungkan berdasarkan data tanah yang ada.

Daya dukung vertikal :

- Daya dukung terpusat tiang

$$R_p = q_d \cdot A$$

- Gaya geser dinding tiang

$$R_f = U \sum l_i \cdot f_i$$

- Daya dukung ultimit

$$R_u = R_p + R_f$$

- Daya dukung vertikal ijin

$$R_a = \frac{1}{n} (R_u - W_s) + W_s - W_p$$

dimana,

n = faktor keamanan

R_u = Daya dukung ultimate (ton)

R_p = Daya dukung terpusat tiang (ton)

R_f = Gaya geser dinding tiang (ton)

W_s = Berat efektif tanah yang dipindahkan (ton)

W_p = Berat efektif tiang (ton)

Dari hasil kemampuan borepile hasil reaksi berupa gaya aksial tekan maka akan dikontrol dengan daya dukung

tanah akibat tekan. Perhitungan daya dukung tanah berdasarkan borepile yang berdiameter 2,0 m kedalaman 55 m dan berdasarkan data penyelidikan tanah SPT pada titik bor.

Data perencanaan pondasi borepile :

$$F_c' = 50 \text{ MPa}$$

$$F_y = 420 \text{ MPa}$$

$$D = 2000 \text{ mm}$$

$$U_p = 3,14 \times 2,0 \text{ m}$$

$$= 6,2832 \text{ m}$$

$$A = 0,25 \times 3,14 \times (2000\text{mm})^2$$

$$= 3,1416 \text{ m}^2$$

- Intensitas gaya geser dinding tiang (f_i)

Tabel 5. 1 Intensitas gaya eser dinding tiang

(Satuan: t/m^2)

Jenis tanah pondasi \ Jenis tiang	Tiang pracetak	Tiang yang dicor di tempat
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} (\leq 10)$	$\frac{N}{2} (\leq 12)$
Tanah kohesif	c atau $N (\leq 12)$	$\frac{c}{2}$ atau $\frac{N}{2} (\leq 12)$

$$N_{\text{ujung tiang}} = 55 \text{ (kedalaman 55 m)}$$

$$N_{\text{rata-rata}} = \frac{55+55+55+55+55+51+52+55+55}{9} = 54$$

Tabel 5. 2 Tabel perkiraan q_d untuk tiang di cor ditempat

Intensitas daya dukung ultimate pada ujung tiang (q_d)	Lapisan kerikil ¹⁾	$N \geq 50$	750
		$50 > N \geq 40$	525
		$40 > N \geq 30$	300
	Lapisan berpasir ¹⁾	$N \geq 30$	300
	Lapisan lempung keras	$3q_u^{2)}$	

1) Perbedaan antara lapisan kerikil dengan lapisan berpasir dapat dipertimbangkan berdasarkan hasil penyelidikan pada sejumlah kecil tanah tersebut. Lapisan berpasir yang bercampur dengan kerikil dianggap sama dengan lapisan berpasir tanpa kerikil. Harga N diperoleh dari penyelidikan

2) Pada lapisan lempung keras, intensitas daya dukung ditetapkan berkenaan dengan "Kriteria perencanaan pondasi kaisan q_u adalah kekuatan geser unconfined (t/m^2)"

▪ Hasil Perhitungan Gaya Geser Dinding Tiang

Tabel 5. 3 Hasil perhitungan gaya geser dinding tiang

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Grafik SPT	qd
0	SAND AND GRAVE	0		0
-1	SAND AND GRAVE	0		0
-2	SAND AND GRAVE	0		0
-3	SAND AND GRAVE	0		0
-4	SAND AND GRAVE	0		0
-5	SAND AND GRAVE	0		0
-6	SAND AND GRAVE	0		0
-7	SAND AND GRAVE	0		0
-8	SAND AND GRAVE	0		0
-9	SAND AND GRAVE	0		0
-10	SAND AND GRAVE	0		0
-11	SAND AND GRAVE	0		0
-12	SAND AND GRAVE	0	0	0
-13	VOLCANIC BRECC	52		750
-14	VOLCANIC BRECC	52	750	
-15	VOLCANIC BRECC	53	750	
-16	VOLCANIC BRECC	53	750	
-17	VOLCANIC BRECC	54	750	
-18	VOLCANIC BRECC	54	750	
-19	VOLCANIC BRECC	55	750	
-20	VOLCANIC BRECC	55	750	
-21	VOLCANIC BRECC	55	750	
-22	Very jointed Volcanic	49	525	
-23	Very jointed Volcanic	49	525	
-24	Very jointed Volcanic	50	300	
-25	Very jointed Volcanic	50	300	
-26	VOLCANIC BRECC	55	750	

Tabel 5. 4 Hasil perhitungan gaya geser dinding tiang (Lanjutan)

-27	VOLCANIC BRECC	53	-27		750	12.00
-28	VOLCANIC BRECC	54	-28		750	12.00
-29	VOLCANIC BRECC	54	-29		750	12.00
-30	VOLCANIC BRECC	55	-30		750	12.00
-31	Very jointed Volcanic	50	-31		300	12.00
-32	Very jointed Volcanic	50	-32		300	12.00
-33	Very jointed Volcanic	50	-33		300	12.00
-34	Very jointed Volcanic	51	-34		750	12.00
-35	Very jointed Volcanic	51	-35		750	12.00
-36	Very jointed Volcanic	51	-36		750	12.00
-37	Very jointed Volcanic	52	-37		750	12.00
-38	Very jointed Volcanic	52	-38		750	12.00
-39	VOLCANIC BRECC	55	-39		750	12.00
-40	VOLCANIC BRECC	55	-40		750	12.00
-41	VOLCANIC BRECC	55	-41		750	12.00
-42	VOLCANIC BRECC	55	-42		750	12.00
-43	VOLCANIC BRECC	55	-43		750	12.00
-44	VOLCANIC BRECC	55	-44		750	12.00
-45	VOLCANIC BRECC	55	-45		750	12.00
-46	VOLCANIC BRECC	55	-46		750	12.00
-47	VOLCANIC BRECC	55	-47		750	12.00
-48	VOLCANIC BRECC	55	-48		750	12.00
-49	VOLCANIC BRECC	55	-49		750	12.00
-50	VOLCANIC BRECC	55	-50		750	12.00
-51	VOLCANIC BRECC	55	-51		750	12.00
-52	Very jointed Volcanic	51	-52		750	12.00
-53	Very jointed Volcanic	52	-53		750	12.00
-54	VOLCANIC BRECC	55	-54		750	12.00
-55	VOLCANIC BRECC	55	-55		750	12.00
-56	VOLCANIC BRECC	55	-56		750	12.00
-57	VOLCANIC BRECC	55	-57		750	12.00
-58	VOLCANIC BRECC	55	-58		750	12.00

Tabel 5. 5 Perhitungan daya dukung *ultimate* Bore Pile

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Grafik SPT	Rf	Rp	Ru
				(ton)	(ton)	(ton)
0	SAND AND GRAVE	0				
-1	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-2	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-3	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-4	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-5	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-6	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-7	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-8	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-9	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-10	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-11	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00
-12	SAND AND GRAVE	0	0.00	0.00	0.00	
-13	VOLCANIC BRECC	52	75.40	2356.19	2431.59	
-14	VOLCANIC BRECC	52	150.80	2356.19	2506.99	
-15	VOLCANIC BRECC	53	226.19	2356.19	2582.39	
-16	VOLCANIC BRECC	53	301.59	2356.19	2657.79	
-17	VOLCANIC BRECC	54	376.99	2356.19	2733.19	
-18	VOLCANIC BRECC	54	452.39	2356.19	2808.58	
-19	VOLCANIC BRECC	55	527.79	2356.19	2883.98	
-20	VOLCANIC BRECC	55	603.19	2356.19	2959.38	
-21	VOLCANIC BRECC	55	678.58	2356.19	3034.78	
-22	Very jointed Volcanic	49	753.98	1649.34	2403.32	
-23	Very jointed Volcanic	49	829.38	1649.34	2478.72	
-24	Very jointed Volcanic	50	904.78	942.48	1847.26	
-25	Very jointed Volcanic	50	980.18	942.48	1922.65	
-26	VOLCANIC BRECC	55	1055.58	2356.19	3411.77	
-27						

Tabel 5. 6 Perhitungan daya dukung *ultimate* Bore Pile
(Lanjutan)

-27	VOLCANIC BRECC	53	-27		1130.97	2356.19	3487.17
-28	VOLCANIC BRECC	54	-28		1206.37	2356.19	3562.57
-29	VOLCANIC BRECC	54	-29		1281.77	2356.19	3637.96
-30	VOLCANIC BRECC	55	-30		1357.17	2356.19	3713.36
-31	Very jointed Volcanic	50	-31		1432.57	942.48	2375.04
-32	Very jointed Volcanic	50	-32		1507.96	942.48	2450.44
-33	Very jointed Volcanic	50	-33		1583.36	942.48	2525.84
-34	Very jointed Volcanic	51	-34		1658.76	2356.19	4014.96
-35	Very jointed Volcanic	51	-35		1734.16	2356.19	4090.35
-36	Very jointed Volcanic	51	-36		1809.56	2356.19	4165.75
-37	Very jointed Volcanic	52	-37		1884.96	2356.19	4241.15
-38	Very jointed Volcanic	52	-38		1960.35	2356.19	4316.55
-39	VOLCANIC BRECC	55	-39		2035.75	2356.19	4391.95
-40	VOLCANIC BRECC	55	-40		2111.15	2356.19	4467.34
-41	VOLCANIC BRECC	55	-41		2186.55	2356.19	4542.74
-42	VOLCANIC BRECC	55	-42		2261.95	2356.19	4618.14
-43	VOLCANIC BRECC	55	-43		2337.34	2356.19	4693.54
-44	VOLCANIC BRECC	55	-44		2412.74	2356.19	4768.94
-45	VOLCANIC BRECC	55	-45		2488.14	2356.19	4844.34
-46	VOLCANIC BRECC	55	-46		2563.54	2356.19	4919.73
-47	VOLCANIC BRECC	55	-47		2638.94	2356.19	4995.13
-48	VOLCANIC BRECC	55	-48		2714.34	2356.19	5070.53
-49	VOLCANIC BRECC	55	-49		2789.73	2356.19	5145.93
-50	VOLCANIC BRECC	55	-50		2865.13	2356.19	5221.33
-51	VOLCANIC BRECC	55	-51		2940.53	2356.19	5296.73
-52	Very jointed Volcanic	51	-52		3015.93	2356.19	5372.12
-53	Very jointed Volcanic	52	-53		3091.33	2356.19	5447.52
-54	VOLCANIC BRECC	55	-54		3166.73	2356.19	5522.92
-55	VOLCANIC BRECC	55	-55		3242.12	2356.19	5598.32
-56	VOLCANIC BRECC	55	-56		3317.52	2356.19	5673.72
-57	VOLCANIC BRECC	55	-57		3392.92	2356.19	5749.11
-58	VOLCANIC BRECC	55	-58		3468.32	2356.19	5824.51

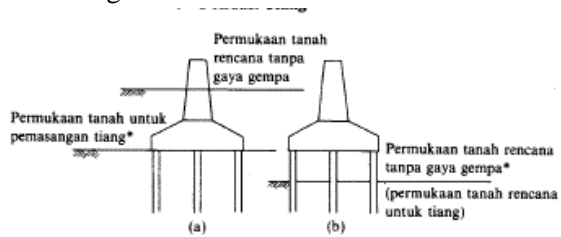
Tabel 5. 7 Perhitungan daya dukung ijin tiang Bore Pile

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Grafik SPT	Ra tekan	Ra tekan	Ra cabut	Ra cabut
				(SF=3.0)	(SF=2.0)	(SF=3.0)	(SF=2.0)
				(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
0	SAND AND GRAVE	0					
-1	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-2	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-3	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-4	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-5	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-6	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-7	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-8	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-9	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-10	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-11	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-12	SAND AND GRAVE	0		0.00	0.00	0.00	0.00
-13	VOLCANIC BRECC	52		810.53	1215.80	25.13	37.70
-14	VOLCANIC BRECC	52		835.66	1253.50	50.27	75.40
-15	VOLCANIC BRECC	53		860.80	1291.19	75.40	113.10
-16	VOLCANIC BRECC	53		885.93	1328.89	100.53	150.80
-17	VOLCANIC BRECC	54		911.06	1366.59	125.66	188.50
-18	VOLCANIC BRECC	54		936.19	1404.29	150.80	226.19
-19	VOLCANIC BRECC	55		961.33	1441.99	175.93	263.89
-20	VOLCANIC BRECC	55		986.46	1479.69	201.06	301.59
-21	VOLCANIC BRECC	55		1011.59	1517.39	226.19	339.29
-22	Very jointed Volcanic	49		801.11	1201.66	251.33	376.99
-23	Very jointed Volcanic	49		826.24	1239.36	276.46	414.69
-24	Very jointed Volcanic	50		615.75	923.63	301.59	452.39
-25	Very jointed Volcanic	50		640.88	961.33	326.73	490.09
-26	VOLCANIC BRECC	55	1137.26	1705.88	351.86	527.79	

Tabel 5. 8 Perhitungan daya dukung ijin tiang Bore Pile
(Lanjutan)

-27	VOLCANIC BRECCIA	53	-27		1162.39	1743.58	376.99	565.49
-28	VOLCANIC BRECCIA	54	-28		1187.52	1781.28	402.12	603.19
-29	VOLCANIC BRECCIA	54	-29		1212.65	1818.98	427.26	640.88
-30	VOLCANIC BRECCIA	55	-30		1237.79	1856.68	452.39	678.58
-31	Very jointed Volcanic	50	-31		791.68	1187.52	477.52	716.28
-32	Very jointed Volcanic	50	-32		816.81	1225.22	502.65	753.98
-33	Very jointed Volcanic	50	-33		841.95	1262.92	527.79	791.68
-34	Very jointed Volcanic	51	-34		1338.32	2007.48	552.92	829.38
-35	Very jointed Volcanic	51	-35		1363.45	2045.18	578.05	867.08
-36	Very jointed Volcanic	51	-36		1388.58	2082.88	603.19	904.78
-37	Very jointed Volcanic	52	-37		1413.72	2120.58	628.32	942.48
-38	Very jointed Volcanic	52	-38		1438.85	2158.27	653.45	980.18
-39	VOLCANIC BRECCIA	55	-39		1463.98	2195.97	678.58	1017.88
-40	VOLCANIC BRECCIA	55	-40		1489.11	2233.67	703.72	1055.58
-41	VOLCANIC BRECCIA	55	-41		1514.25	2271.37	728.85	1093.27
-42	VOLCANIC BRECCIA	55	-42		1539.38	2309.07	753.98	1130.97
-43	VOLCANIC BRECCIA	55	-43		1564.51	2346.77	779.11	1168.67
-44	VOLCANIC BRECCIA	55	-44		1589.65	2384.47	804.25	1206.37
-45	VOLCANIC BRECCIA	55	-45		1614.78	2422.17	829.38	1244.07
-46	VOLCANIC BRECCIA	55	-46		1639.91	2459.87	854.51	1281.77
-47	VOLCANIC BRECCIA	55	-47		1665.04	2497.57	879.65	1319.47
-48	VOLCANIC BRECCIA	55	-48		1690.18	2535.27	904.78	1357.17
-49	VOLCANIC BRECCIA	55	-49		1715.31	2572.96	929.91	1394.87
-50	VOLCANIC BRECCIA	55	-50		1740.44	2610.66	955.04	1432.57
-51	VOLCANIC BRECCIA	55	-51		1765.58	2648.36	980.18	1470.27
-52	Very jointed Volcanic	51	-52		1790.71	2686.06	1005.31	1507.96
-53	Very jointed Volcanic	52	-53		1815.84	2723.76	1030.44	1545.66
-54	VOLCANIC BRECCIA	55	-54		1840.97	2761.46	1055.58	1583.36
-55	VOLCANIC BRECCIA	55	-55		1866.11	2799.16	1080.71	1621.06
-56	VOLCANIC BRECCIA	55	-56		1891.24	2836.86	1105.84	1658.76
-57	VOLCANIC BRECCIA	55	-57		1916.37	2874.56	1130.97	1696.46
-58	VOLCANIC BRECCIA	55	-58		1941.50	2912.26	1156.11	1734.16

▪ Kontrol Tiang:



*Tempat di mana besarnya perpindahan normal dapat diketahui

Gbr. 6.11 Cara untuk menentukan permukaan tanah rencana untuk tiang.

Tiang-tiang terbenam di dalam tanah (Gbr. 6.11(a))

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \quad (6.8)$$

Tiang-tiang menonjol di atas tanah (Gbr. 6.11(b))

$$H_a = \frac{4EI \cdot \beta^3}{1 + \beta h} \cdot \delta_a \quad (6.9)$$

H_a = kapasitas daya dukung horizontal tiang

E = Modulus Elastisitas bahan

I = momen inersia penampang

δ_a = pergeseran normal (diambil sebesar 1 cm)

k = koefisien reaksi tanah dasar

$$= k_0 y^{-0.5}$$

$$= k_0 = 0,2 E_0 D^{-3/4} \text{ (nilai } k \text{ apabila pergeseran diambil sebesar 1 cm)}$$

y = besarnya pergeseran yang dicari

E_o = Modulus elastitas tanah (28 N)

h =Tinggi tiang yag menonjol di atas permukaan tanah

Daya dukung horizontal tiang borepile D-1800:

$$E = 4700 \times \sqrt{f'c'} = 33234 \text{ MPa}$$

$$N \text{ rata rata} = 54$$

$$E_o = 28 N_{spt} = 1512 \text{ kg/cm}^2$$

Pergeseran tiang di dasar pile cap (δ) = 1 cm

$$I = 78539816,339 \text{ cm}^4$$

$$k = 5,69 \text{ kg/cm}^4$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k \times D}{4 \times E \times I}} = 0,002 \text{ cm}$$

Daya Dukung Gaya Horizontal Tiang Tegak

$$\delta a = 1 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} H_a &= \frac{k D}{\beta} \delta a \\ &= \left(\frac{6,27 \times 200}{0,002} \times 1,00 \right) / 1000 \\ &= 625,98 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$SF = 3$$

$$\begin{aligned} H_a/SF &= 625,98 \text{ ton} / 3 \\ &= 208,66 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$SF = 2$$

$$\begin{aligned} H_a/SF &= 544,61 \text{ ton} / 2 \\ &= 312,99 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel 5. 9 Reaksi yang terjadi pada borepile

IJIN				TERJADI			
P ijin beban tetap		P ijin beban sementara		P beban tetap		P beban sementara	
P tekan (t)	P cabut (t)	P tekan (t)	P cabut (t)	P tekan	P cabut	P tekan	P cabut
(SF = 3)	(SF = 3)	(SF = 2)	(SF = 2)	(t)	(t)	(t)	(t)
1866.11	1080.71	2799.16	1621.06	189.02	327.0363119	189.02	327.0363
Cek P IJIN > P TERJADI				OK	OK	OK	OK

5.3.1 Penulangan Bore Pile

Berdasarkan analisis pembebanan selanjutnya dilakukan kontrol pilar menggunakan SAP2000 dan perhitungan penulangannya.

Pada penulangan tiang borepile digunakan program bantu SAP2000. Dengan memasukkan data sebagai berikut :

$$F_c' = 50 \text{ MPa}$$

$$F_y = 420 \text{ MPa}$$

$$D = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Cover} = 100 \text{ mm}$$

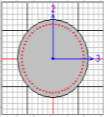
Concrete Design Data ACI 318-05/IBC2003

File

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

Element : A6 b=2000.000 dc=127.026
 Section ID : Bore Pile D 2 meter E=32234.019 fc=50.000 Lt.Wt. Fac.=1.000
 Combo ID : DCON6 L=1000.000 Fy=413.685 Fys=413.685
 Station Loc : 1000.000 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
31415.927	2158964.852	0.000	-182398221	161838595.4	161838595.4

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS

	Cn	Delta ns	Delta s	K	L
Factor	1.000	1.127	1.000	1.000	45000.000
Major Bending(M2)	1.000	1.127	1.000	1.000	45000.000
Minor Bending(M3)	1.000	1.127	1.000	1.000	45000.000

SHEAR DESIGN FOR U2,U3

Rebar Area	Shear Vu	Shear phi*Vc	Shear phi*Vs	Shear Vu
2.129	1.992	0.000	845487.136	0.000
2.129	10.585	0.000	845487.136	0.000

JOINT SHEAR DESIGN

Joint Shear Ratio	Shear VuTop	Shear VuBot	Shear phi*Vc	Joint Area
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Gambar 5. 3 Kebutuhan tulangan borepile (output SAP2000)

Tabel 5. 10 Hasil perhitungan penulangan

BOREPILE BENDUNGAN		
Mutu Beton	fc' = 50	Mpa
Tulangan	fy = 420	Mpa
cover	100	mm
<u>Tul. Utama</u>		
As Perlu (mm ²)		31415.93
OutPut Sap		
Penulangan		60 D29
As Pasang (mm ²)		39631
Cek		OK
<u>Sengkang</u>		
As Perlu (mm ²)		2.129
OutPut Sap		
Penulangan	2D21	150
As Pasang (mm ²)		2.31
Cek		OK

5.4 Kontrol Stabilitas Bendungan

5.4.1 Stabilitas Gelincir (*Sliding*)

Kontrol Stabilitas
Stabilitas Gelincir

$$\text{Gaya vertikal total } \Sigma V = 2213473.254 \quad \text{T}$$

$$\text{Gaya Horizontal total } \Sigma H = 1750561.36 \quad \text{T}$$

$$\text{Koefisien Geser (f)} = 0.75$$

$$\text{Tegangan Geser (T)} = 500 \quad \text{T/m}^2$$

$$\text{Luas Permukaan } \text{Pondasi (A)} = 9603 \quad \text{m}^2$$

Rumus Stabilitas Gelincir

$$N = \frac{f \Sigma V + \tau A}{\Sigma H} \geq 4$$

$$\text{Angka Keamanan (N)} = 4.151$$

Kondisi Normal > 4

$$\text{Angka Keamanan (N)} = 3.691$$

Kondisi Gempa Ekstrim > 1,5

5.4.2 Stabilitas Guling (*Overtuning*)

Rumus Stabilitas Guling

$$\text{Momem vertikal total } \Sigma M_v = 93634481.41 \quad \text{T.m}$$

$$\begin{aligned} \text{Momem horizontal total} &= 68483418.98 \quad \text{T.m} \\ \Sigma M_h & \end{aligned}$$

Rumus Stabilitas Guling

$$n = \frac{\Sigma M_{Av}}{\Sigma M_{Ah}} \geq 1,5$$

$$\text{Angka keamanan (n)} = 1.501$$

Kondisi Normal > 1.5

$$\text{Angka keamanan (n)} = 1.367$$

Kondisi Gempa Ekstrim > 1.2

5.4.3 Stabilitas Amblas Turun

Stabilitas Amblas Turun

$$\text{Gaya vertikal total } \Sigma V_t = 2213473.254 \quad \text{T}$$

$$\text{Lebar pondasi (B)} = 66 \quad \text{m}$$

$$\text{Panjang pondasi (L)} = 145.5 \quad \text{m}$$

$$\text{Eksintrisitas (e)} = 11.36 \quad \text{m}$$

Rumus Stabilitas Amblas Turun

$$\sigma_{maks} = \frac{\Sigma V_t}{B L} \left(1 + \frac{6 e}{B} \right) \leq \sigma_t$$

$$\text{Tegangan Maks } (\sigma_{maks}) = 468.597 \quad \text{T/m}^2 < 500 \quad \text{T/m}^2$$

$$\sigma_{maks} = \frac{\sum V_t}{B L} \left(1 - \frac{6 e}{B} \right) > 0$$

$$\text{Tegangan Min } (\sigma_{min}) = -7.600 \quad \text{T/m}^2 > 0 \quad \text{T/m}^2$$

5.4.4 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah

Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah

$$\begin{array}{l} \text{Jumlah Panjang} \\ \text{Vertikal } \Sigma L_v \end{array} = 36 \quad \text{m}$$

$$\begin{array}{l} \text{Jumlah Panjang} \\ \text{Horizontal } \Sigma L_h \end{array} = 66 \quad \text{m}$$

$$\begin{array}{l} \text{Beda Tinggi Muka Air} \\ \text{(H)} \end{array} = 70 \quad \text{m}$$

Rumus Stabilitas Erosi Bawah Tanah

$$C_L = \frac{\Sigma L_v + 1/3 \Sigma L_h}{H}$$

$$\begin{array}{l} \text{Angka Rembesan} \\ \text{Lane (CL)} \end{array} = 0.8286 < \begin{array}{l} 2. \\ 5 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Bongkah} \\ \text{dengan} \\ \text{sedikit} \\ \text{berangka} \\ \text{1 dan} \\ \text{kerikil} \end{array}$$

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Rencana As Bendungan terpilih pada lokasi As 2, memiliki panjang radius 232,125 m, panjang bendungan 472,969 m, dan panjang tebing sisi kiri 216,477 m, panjang tebing sisi kanan 118,453 m, dengan luas galian 1269 m²
2. Struktur bendungan memiliki desain tebal atas 5 m dan tebal bawah 32 m, dengan tinggi 75 m
3. Kontrol tegangan ijin retak bahan beton dan tegangan ijin tarik, dengan nilai ijin $\bar{\sigma}_{\text{retak}}$ sebesar 4,95 MPa dan $\bar{\sigma}_{\text{tarik}}$ sebesar 2,83 Mpa pada kondisi beban ekstrem
4. Hasil analisa data bore log pada lokasi bendungan di daerah Sawoo, Ponorogo menunjukkan klasifikasi kelas situs batuan keras (A), memiliki *Rock Quality Design (RQD)* rerata diatas 80 % yang berarti memiliki tingkat kualitas batuan sangat baik
5. Diameter tulangan untuk arah X (S11) yaitu D19 jarak 400 mm, dan untuk tulangan arah Y (S22) yaitu D40 jarak 150 mm, sedangkan untuk tulangan arah Z (S33) yaitu D50 jarak 150 mm
6. Pondasi menggunakan jenis pondasi menerus dengan lebar 66 meter, panjang 145,50 meter, dengan kedalaman 18 meter, dan *borepile* dengan diameter 2000 mm dengan kedalaman pada borepile sedalam 55 meteer yang direncanakan dengan konstanta pegas nakazawa.

7. Hasil analisis stabilitas geser memiliki Faktor Keamanan 4,151 dalam keadaan normal, dan Faktor Keamanan 3,691 dalam keadaan gempa. Stabilitas Guling memiliki Faktor Keamanan 1,501 dalam keadaan normal, dan Faktor Keamanan 1,367 dalam keadaan gempa. Stabilitas Amblas Turun $\bar{\sigma}_{maks}$ 468,597 T/m², dan $\bar{\sigma}_{min}$ -7,6 T/m². Dan Stabilitas Erosi Bawah Tanah memiliki angka rembesan lane sebesar 0,8286.

6.2 Saran

1. Dalam pengerjaan tugas akhir ini harus meninjau faktor beban akibat suhu dan beban implementasi pelaksanaan.
2. Memperhitungkan beban hidrodinamik dengan meninjau spektrum respon gempa daerah atau setempat.
3. Meninjau perilaku beban terjadi bila dilakukan pekerjaan *grouting*.
4. Meninjau faktor kekuatan tebing terhadap faktor stabilitas dan kekuatan bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Golze, Alfred R. 1977. **Handbook of Dams Engineering**. London : Van Nostrand Reinhold Company.
- Soedibyo, Ir. 2003. **Teknik Bendungan**. Jakarta : PT Pradnya Paramita
- U.S. Dept. Of the Interior, Bureau of Reclamation. 1987 .
Design Of Small Dams Third Edition.
Washington : U.S. Dept. Of the Interior, Bureau of Reclamation
- Badan Standardisasi Nasional, 2002. **SNI 1726:2002 Standart Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013. **SNI 2847:2013 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Standart Perencanaan Irigasi, 2013. **Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (Head Work) KP-02**. Jakarta : Direktorat Jendral Sumber Daya Air
- Nayak, Shri A K, 2014. **Design Of Concrete Gravity Dams**. Bihar : National Water Academy
- PT Wijaya Karya, 2003. **Detailed Engineering Design Waduk Bendo**. Ponorogo : KSO PT Wijaya Karya, PT. Hutama Karya, dan PT. Nindya Karya
- Varshney R.S, 1977. **Concrete Dams**, India : Universitas Roorkee

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Muhammad Arsy Dhyaksaputra

Penulis dilahirkan di Surabaya, Jawa Timur, pada 13 September 1996, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Ketintang III, Kota Surabaya, SMP Negeri 36, Kota Surabaya, Dan MA Negeri, Kota Surabaya. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2018 dan Melanjutkan pendidikan Diploma IV pada Institut dan Departemen yang sama pada Tahun 2018. Dalam menempuh kuliah di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil penulis mengambil Tugas Akhir berjudul Alternatif Tubuh Bendungan Dengan Menggunakan Struktur Beton Pada Proyek Waduk Bendo, Kec. Sawoo, Ponorogo.

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP.10111815000057

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP. 19600517 198903 1 002

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

PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

29 JUL 2019



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

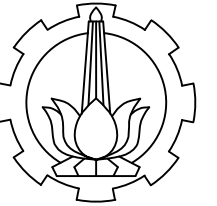
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP. 19600517 198903 1 002

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

PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
BENDO 1

SKALA

1 : 50.000

KODE GAMBAR

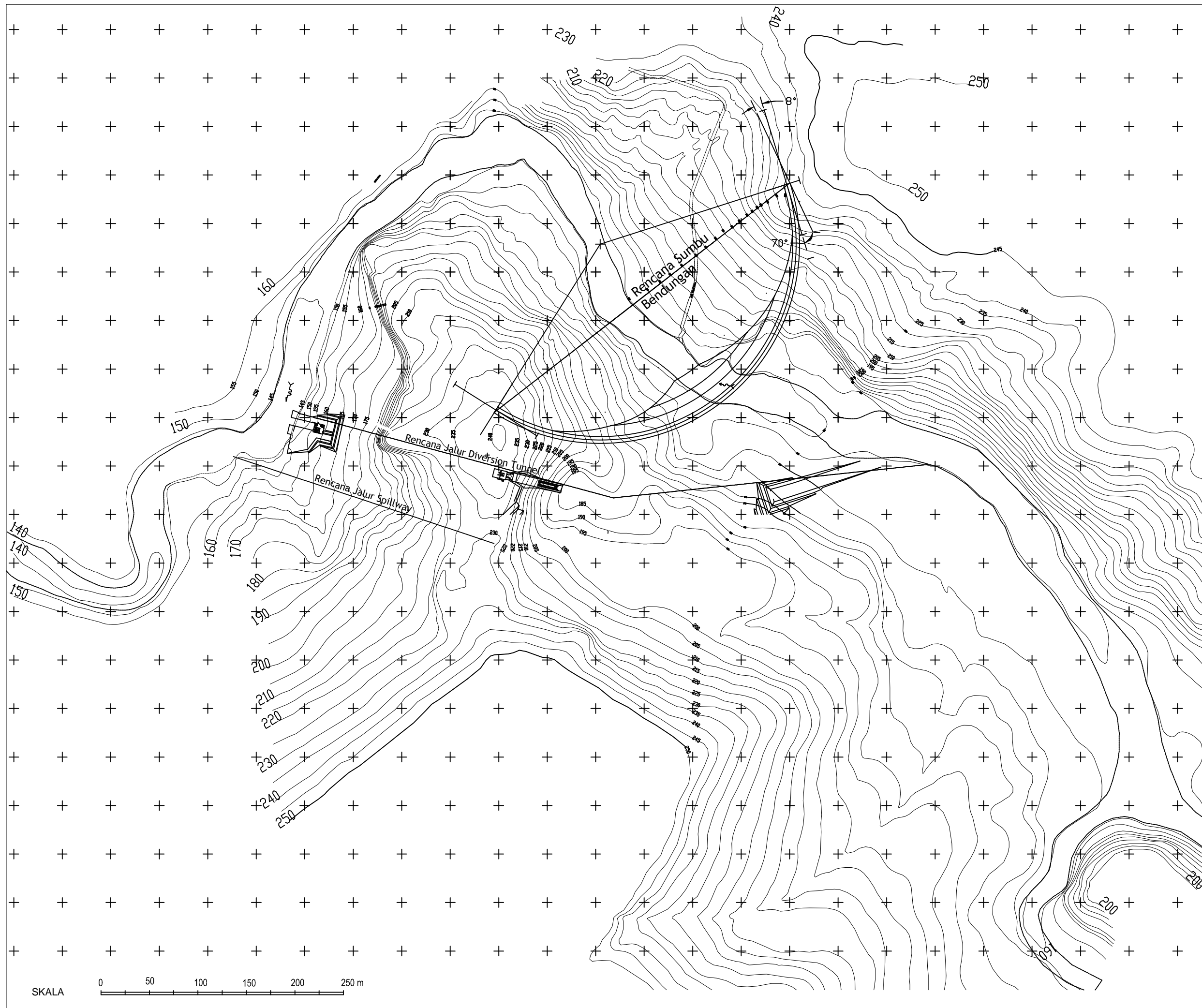
STR

NO. GAMBAR

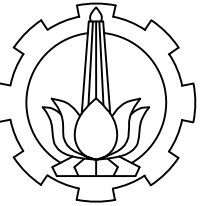
01

JUMLAH GAMBAR

77



SKALA 0 50 100 150 200 250 m



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
BENDO 2

SKALA

1 : 50.000

KODE GAMBAR

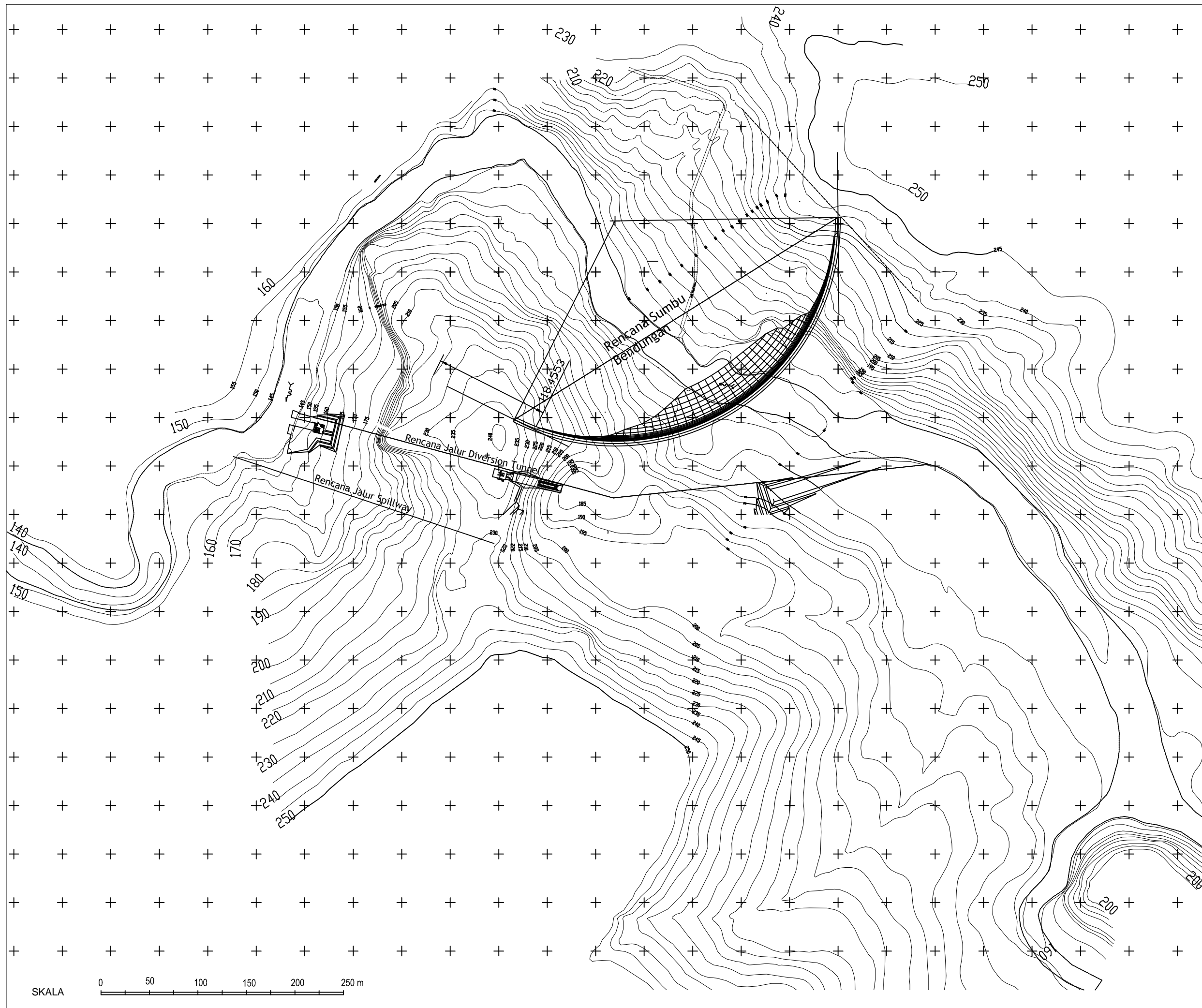
STR

NO. GAMBAR

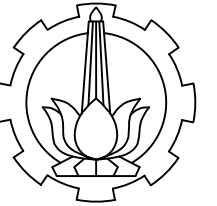
02

JUMLAH GAMBAR

77



SKALA 0 50 100 150 200 250 m



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
BENDO 3

SKALA

1 : 50.000

KODE GAMBAR

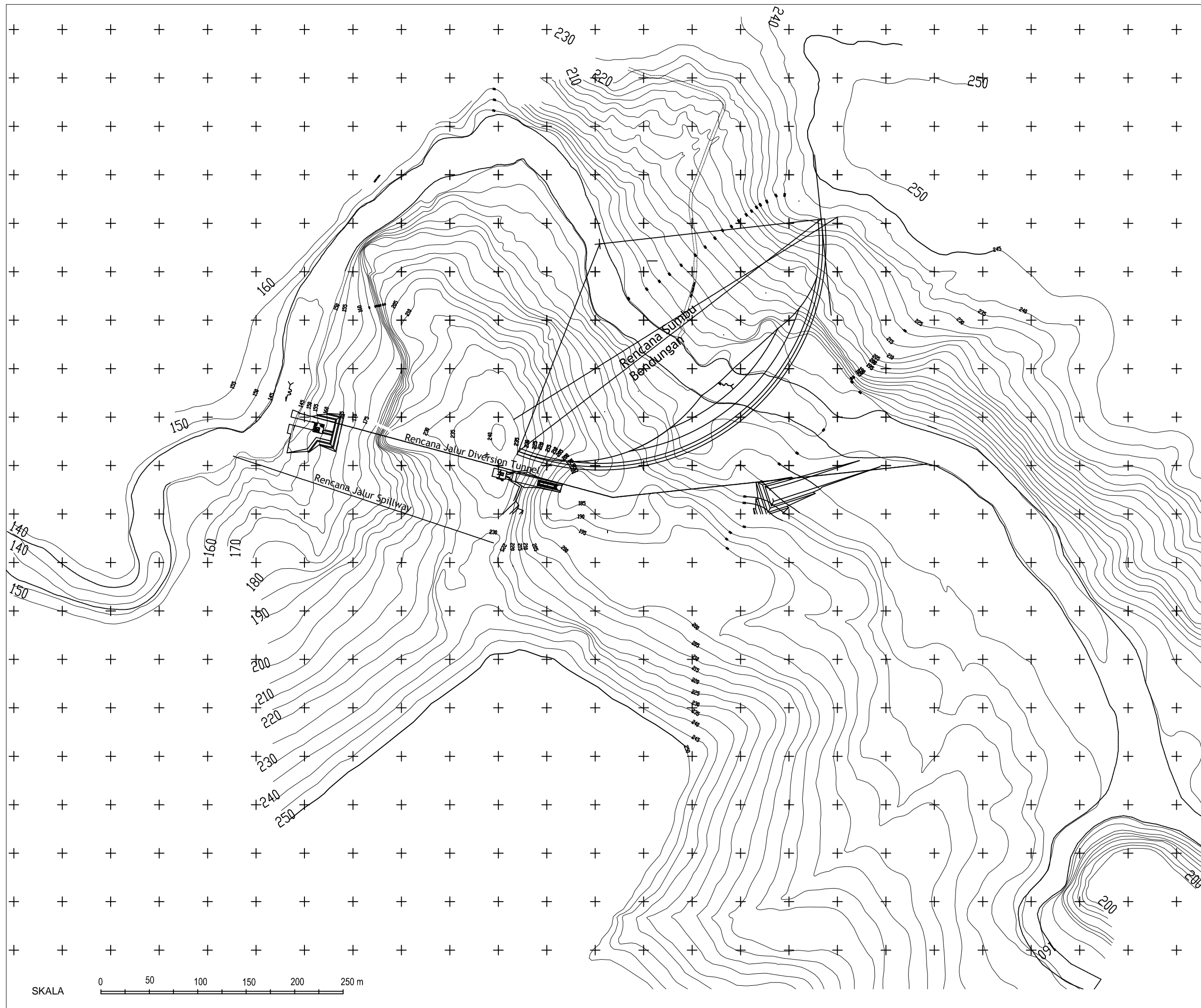
STR

NO. GAMBAR

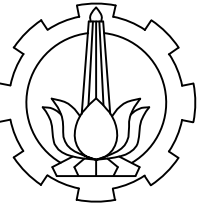
03

JUMLAH GAMBAR

77



SKALA 0 50 100 150 200 250 m



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
BENDO 4

SKALA

1 : 50.000

KODE GAMBAR

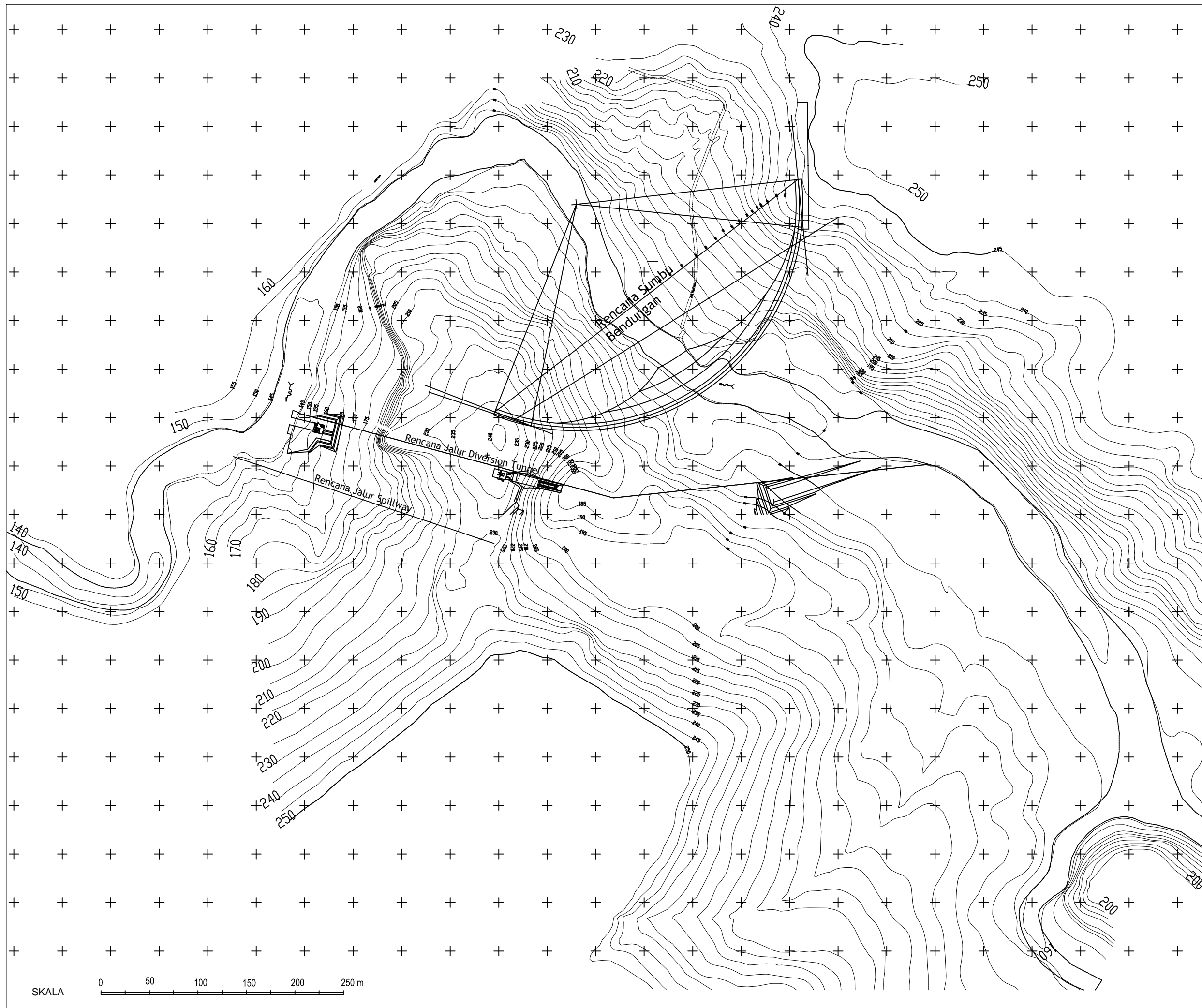
STR

NO. GAMBAR

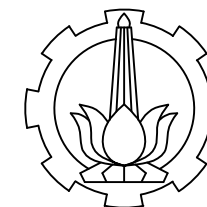
03

JUMLAH GAMBAR

77



SKALA 0 50 100 150 200 250 m



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

Radius : 203.50 m
 Panjang Bendungan : 399.845 m
 Panjang Tebing Sisi Kiri : 173.180 m
 Terhadap Upstream
 Panjang Tebing Sisi Kanan : 118.212 m
 Terhadap Upstream
 Luas Galian : 1709 m²

JUDUL GAMBAR

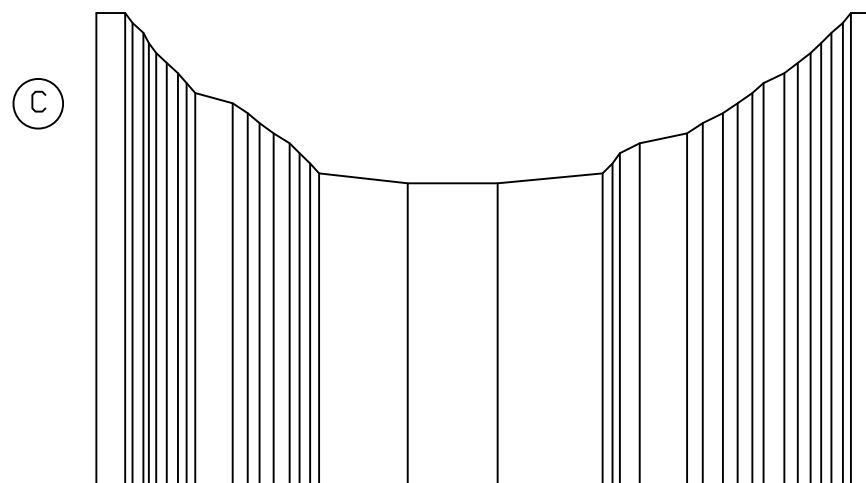
RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
 BENDO 1

SKALA KODE GAMBAR

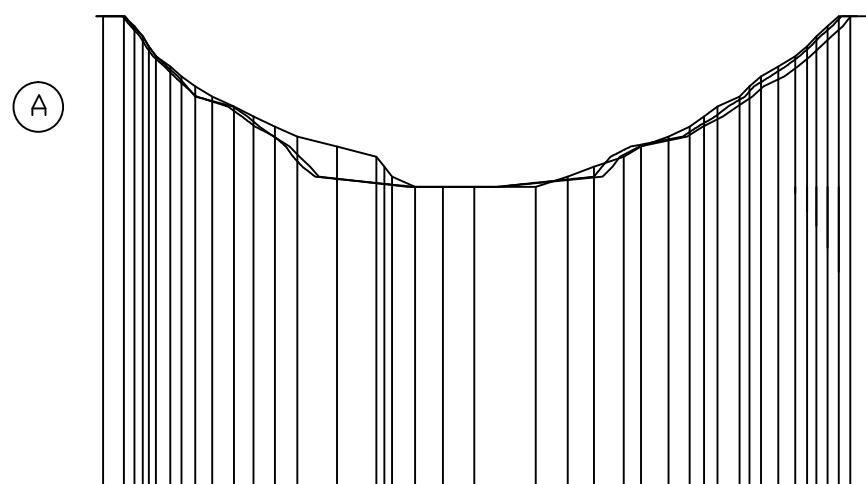
1 : 50.000 STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

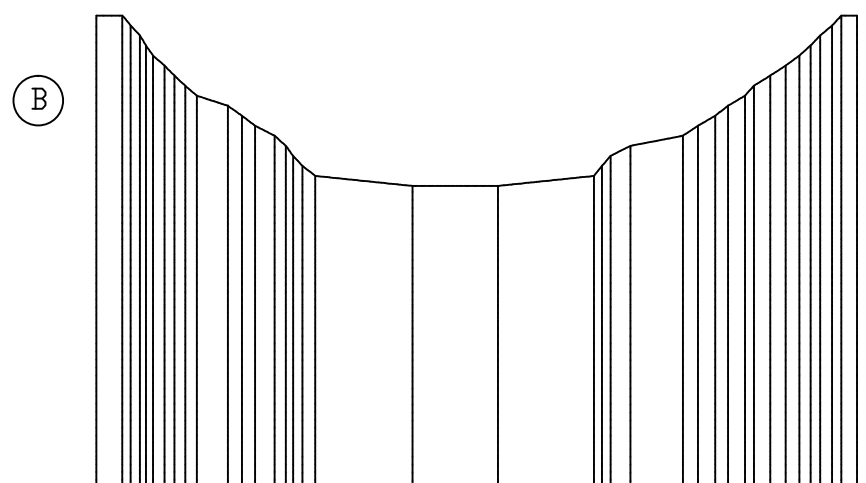
05 77



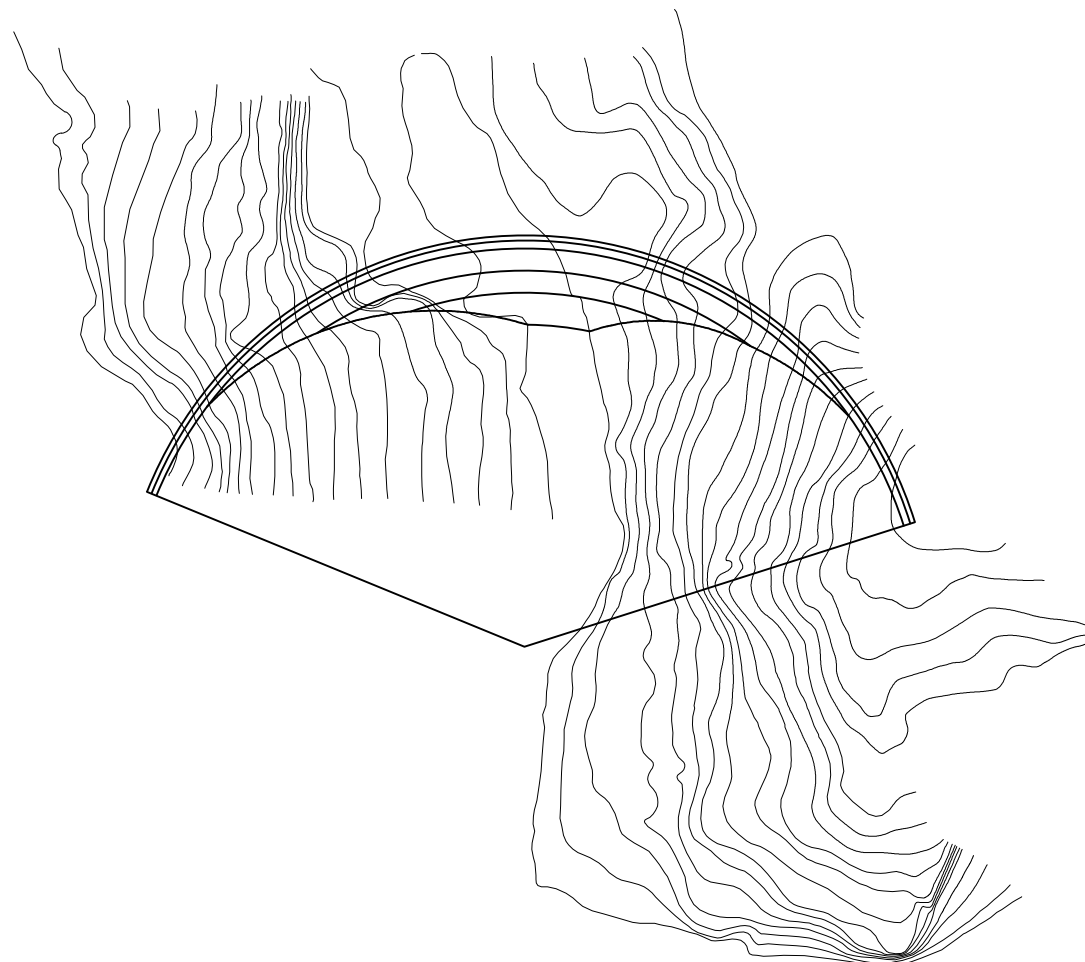
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN UPSTREAM
 SKALA 1:10000



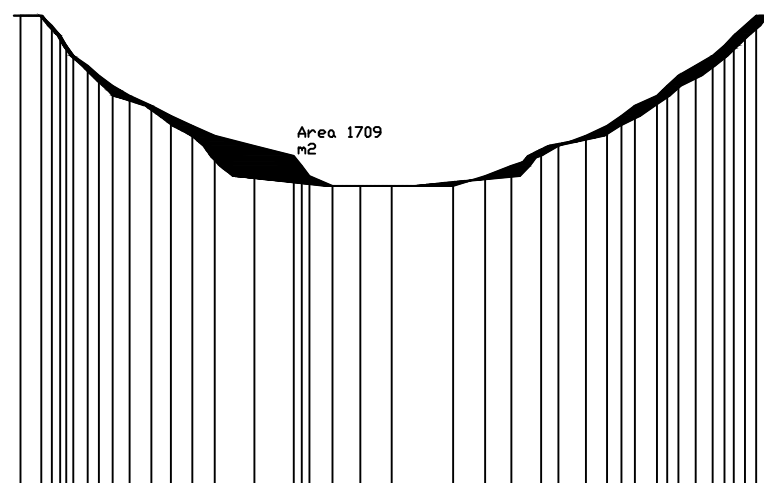
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN AS BENDUNGAN
 SKALA 1:10000



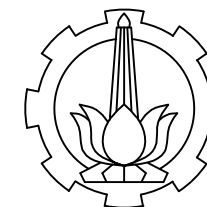
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN DOWNSTREAM
 SKALA 1:10000



LAYOUT GALIAN LOKASI AS BENDUNGAN 1
 SKALA 1:50000



POTONGAN MEMANJANG RENCANA LUAS GALIAN AS BENDUNGAN 1
 SKALA 1:10000



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

Radius : 232.125 m
 Panjang Bendungan : 472.969 m
 Panjang Tebing Sisi Kiri : 216.477 m
 Terhadap Upstream
 Panjang Tebing Sisi Kanan : 118.453 m
 Terhadap Upstream
 Luas Galian : 1269 m²

JUDUL GAMBAR

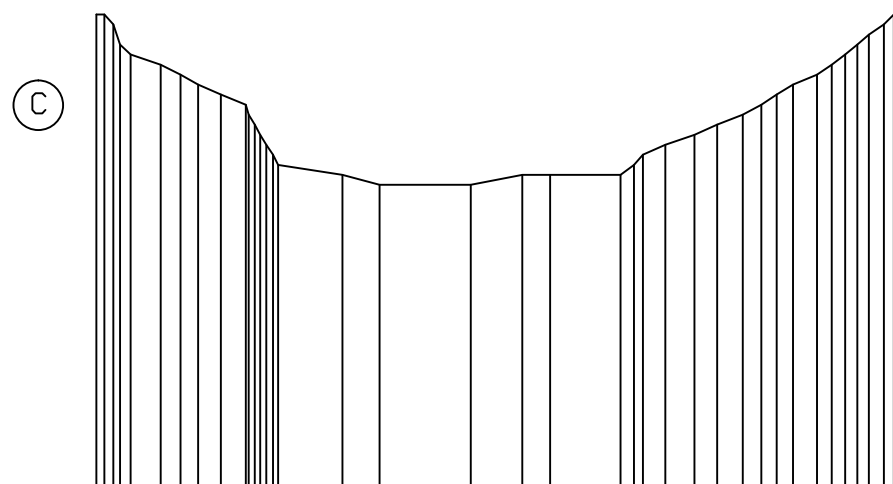
RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
 BENDO 2

SKALA KODE GAMBAR

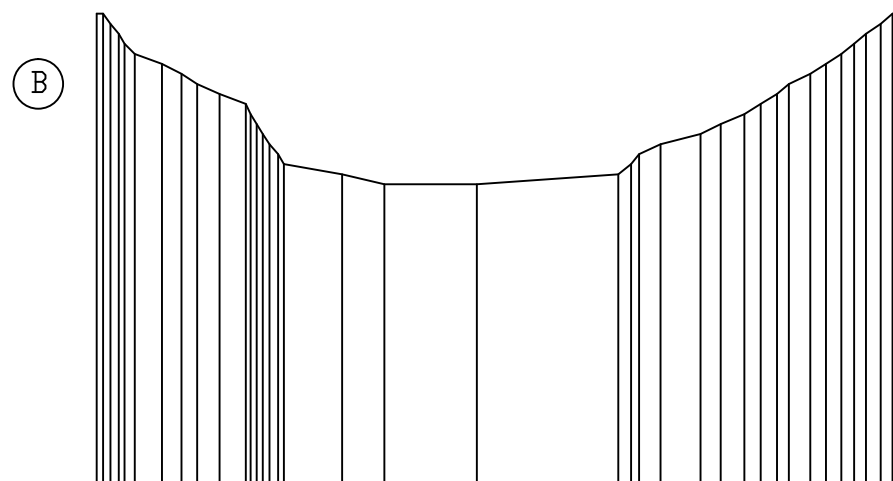
1 : 50.000 STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

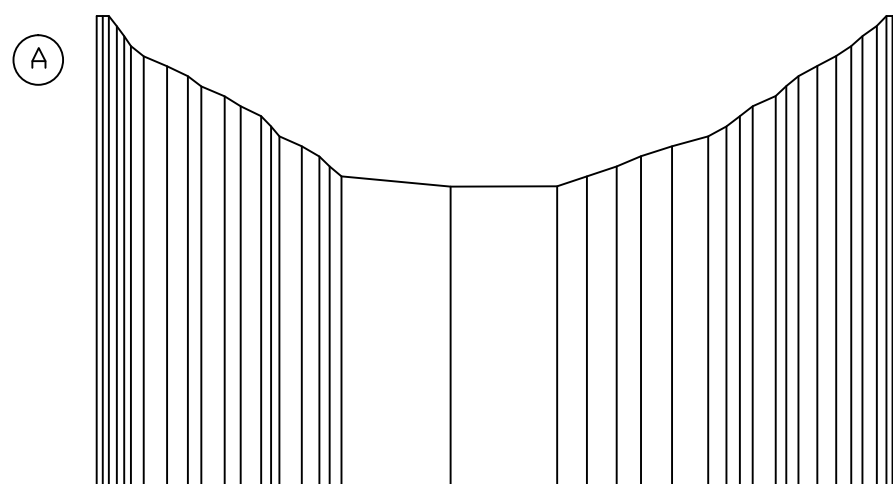
06 77



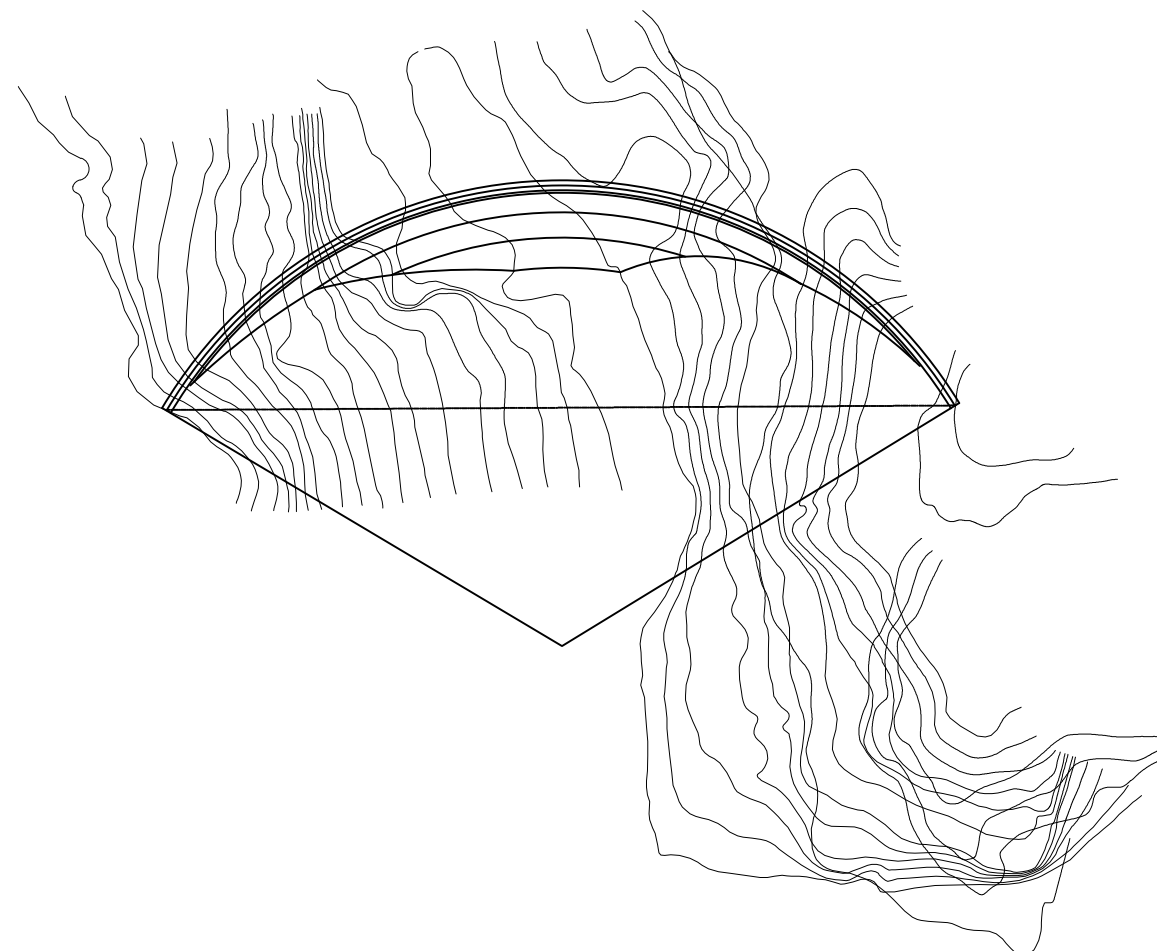
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN UPSTREAM
 SKALA 1:10000



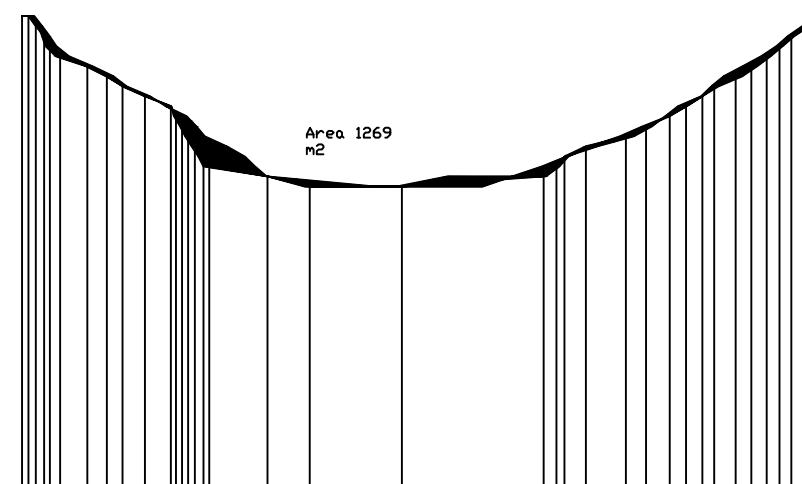
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN AS BENDUNGAN
 SKALA 1:10000



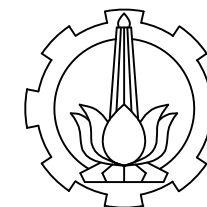
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN DOWNSTREAM
 SKALA 1:10000



LAYOUT GALIAN LOKASI AS BENDUNGAN 2
 SKALA 1:50000



POTONGAN MEMANJANG RENCANA LUAS GALIAN AS BENDUNGAN 2
 SKALA 1:10000



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

Radius : 233.50 m
Panjang Bendungan : 480.167 m
Panjang Tebing Sisi Kiri : 198.328 m
Terhadap Upstream
Panjang Tebing Sisi Kanan : 123.556 m
Terhadap Upstream
Luas Galian : 1494 m²

JUDUL GAMBAR

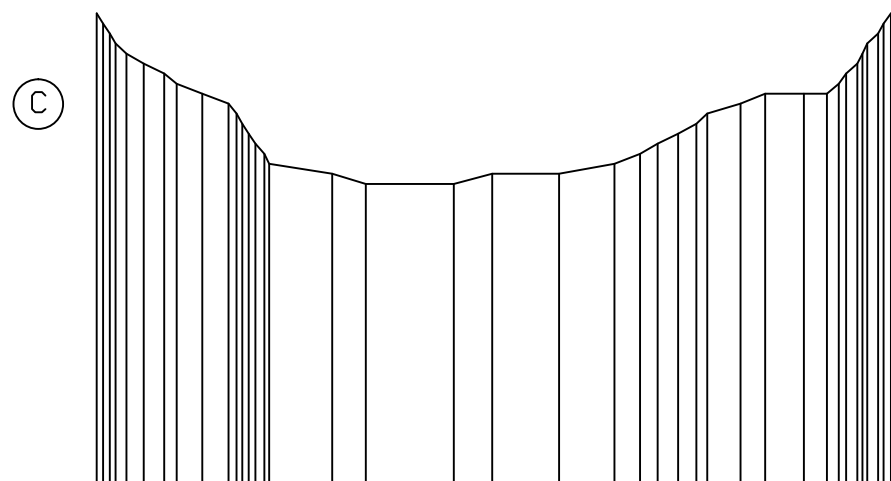
RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
BENDO 3

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

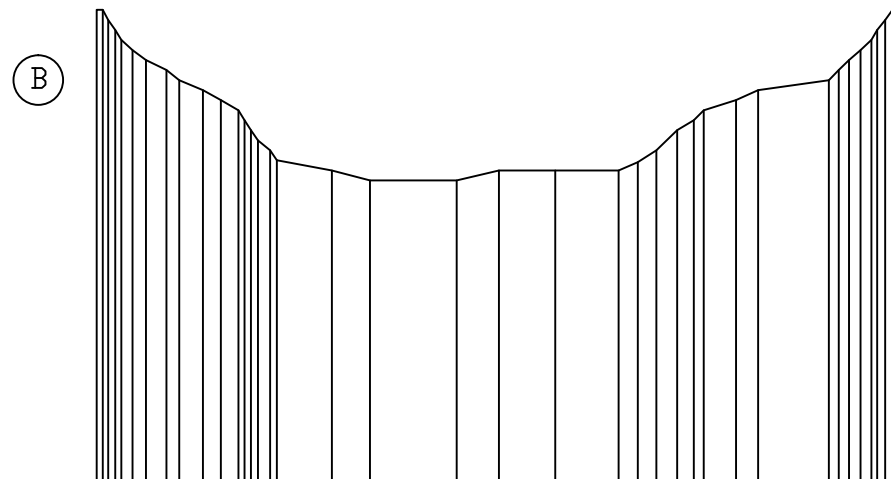
1 : 50.000	STR
------------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

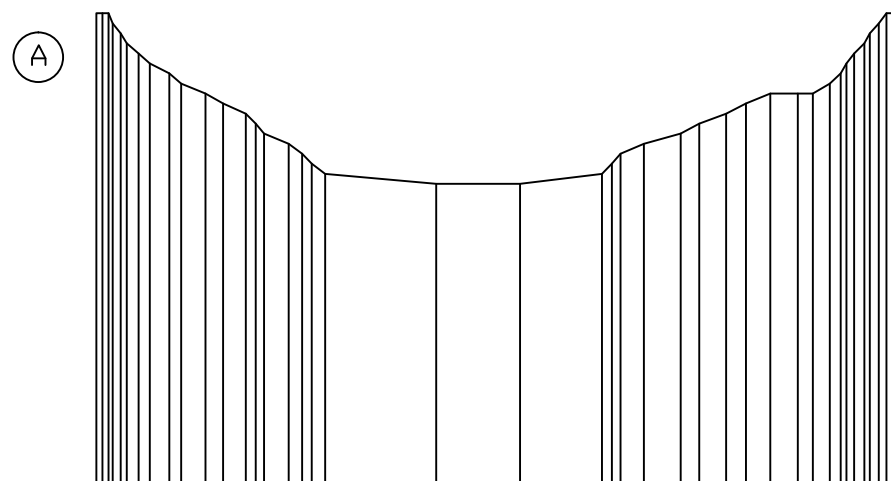
07	77
----	----



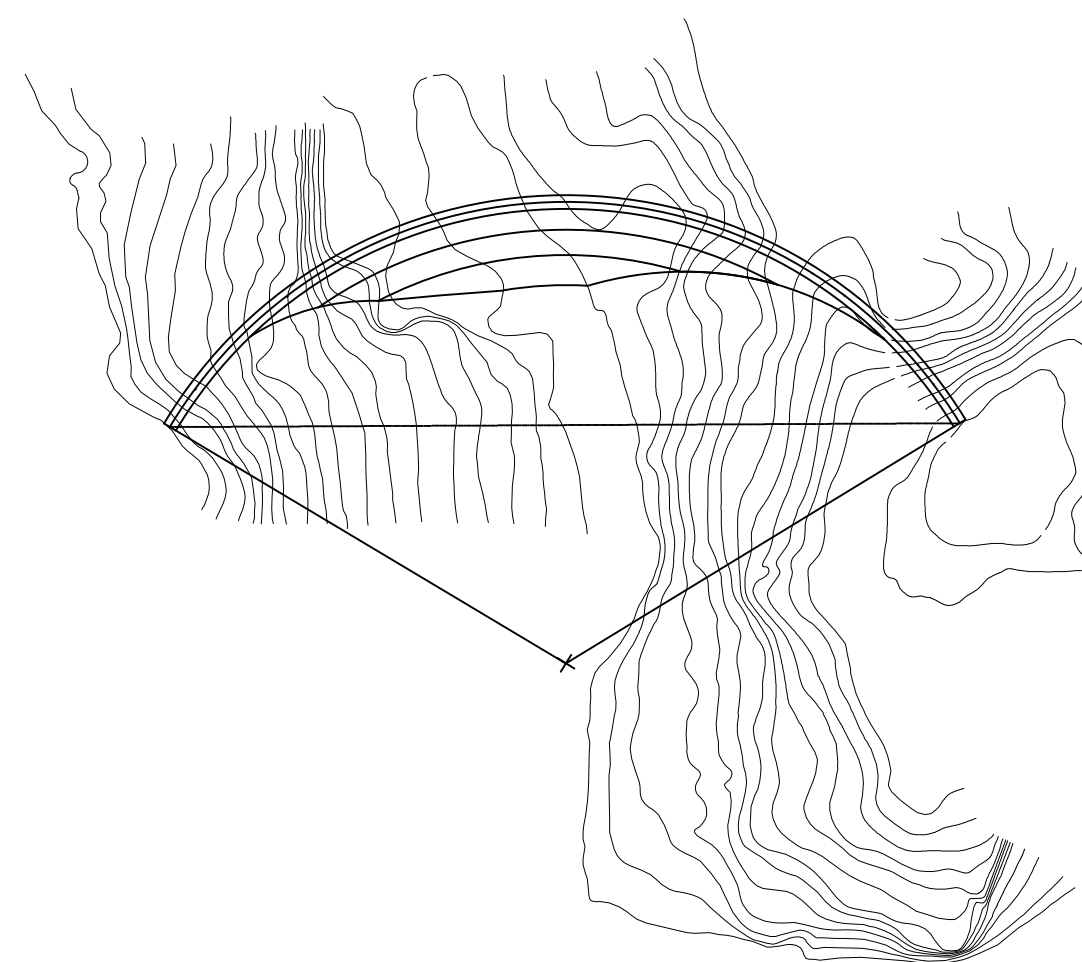
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN UPSTREAM
SKALA 1:10000



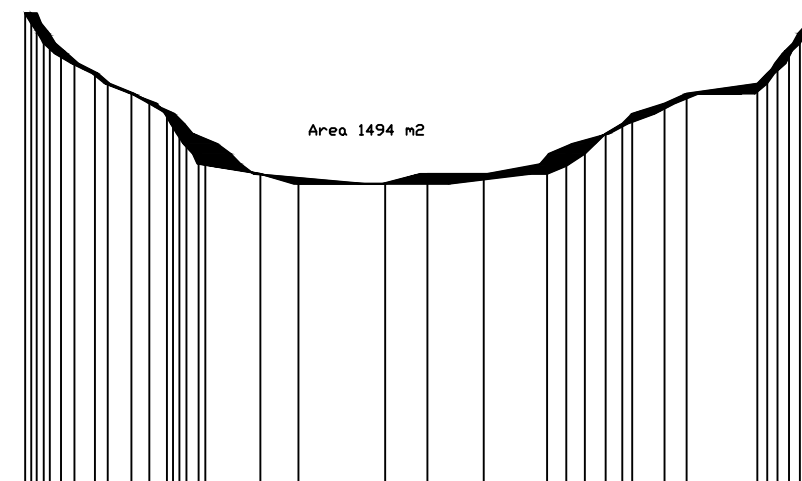
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN AS BENDUNGAN
SKALA 1:10000



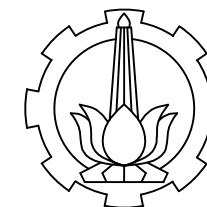
POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN DOWNSTREAM
SKALA 1:10000



LAYOUT GALIAN LOKASI AS BENDUNGAN 3
SKALA 1:50000



POTONGAN MEMANJANG RENCANA LUAS GALIAN AS BENDUNGAN 3
SKALA 1:10000



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

Radius : 233.50 m
 Panjang Bendungan : 480.167 m
 Panjang Tebing Sisi Kiri : 130.754 m
 Terhadap Upstream
 Panjang Tebing Sisi Kanan : 112.896 m
 Terhadap Upstream
 Luas Galian : 1860 m²

JUDUL GAMBAR

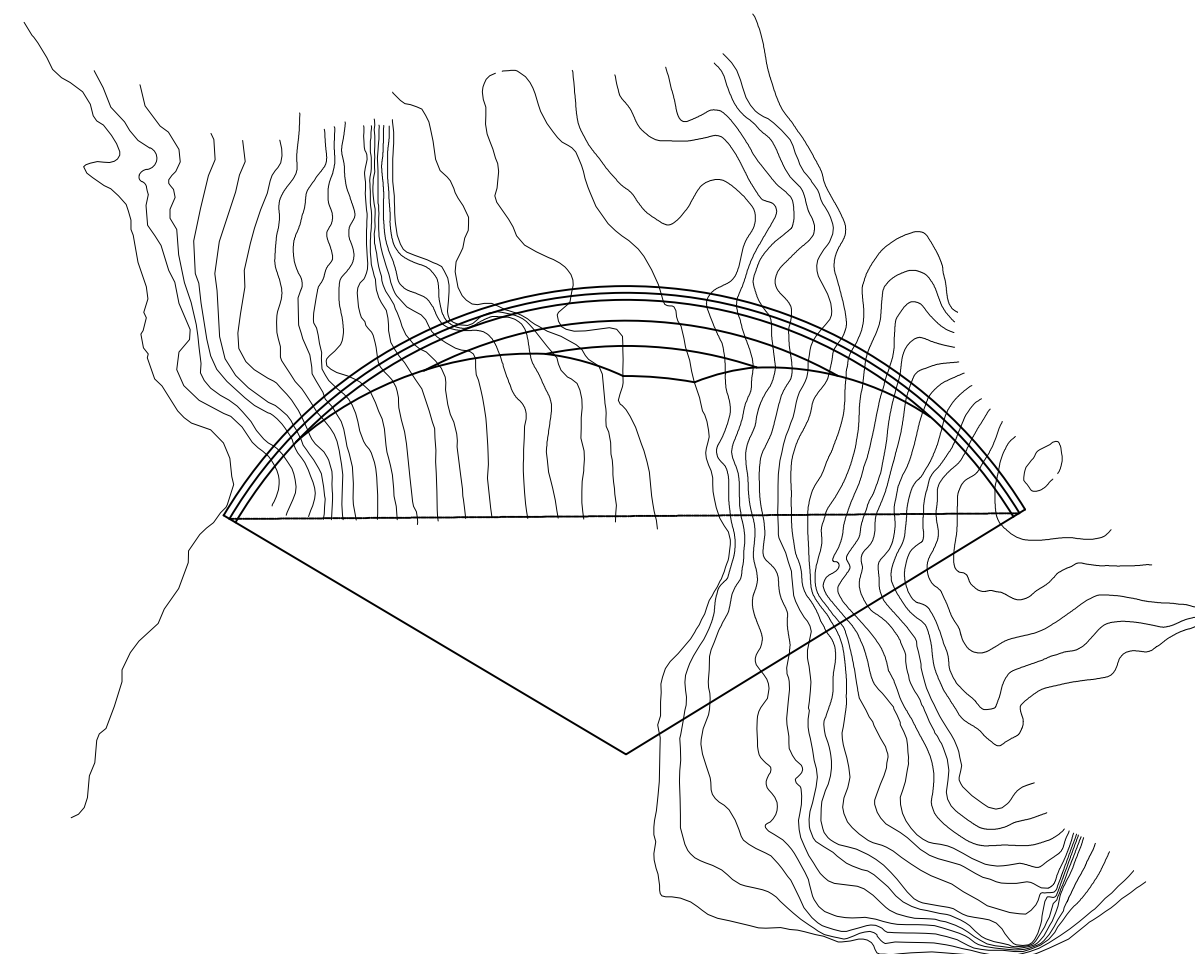
RENCANA LOKASI AS BENDUNGAN
 BENDO 4

SKALA KODE GAMBAR

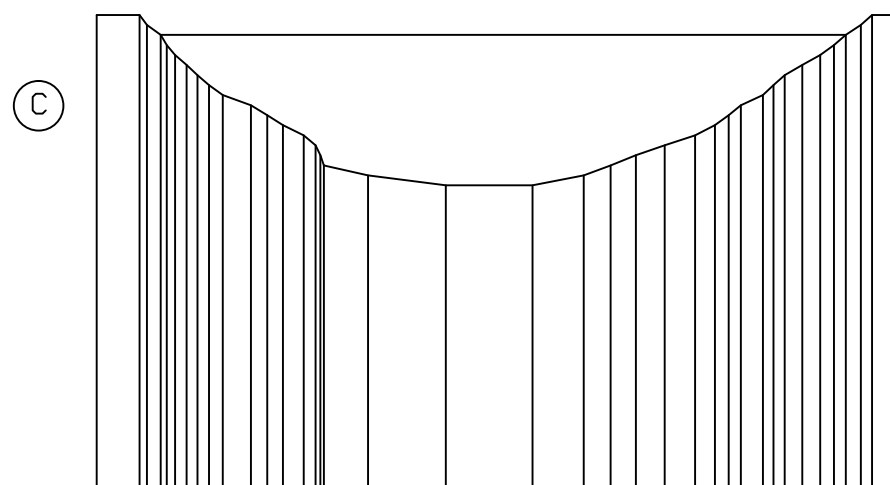
1 : 50.000 STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

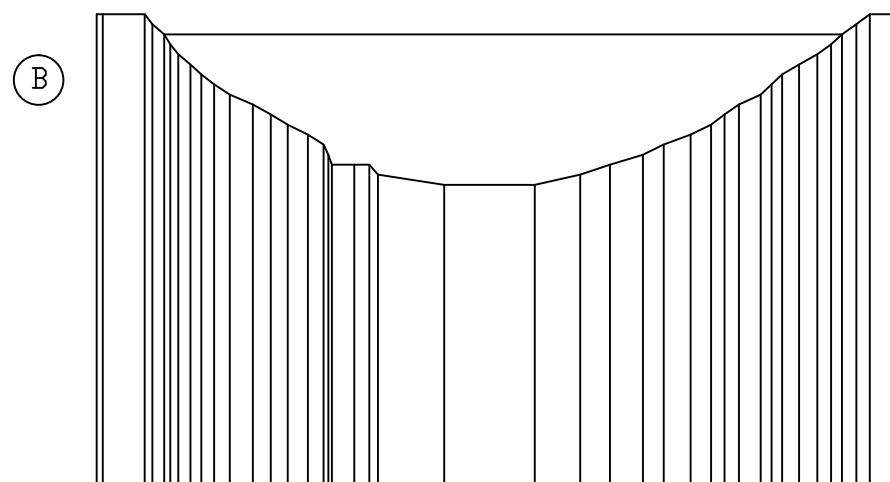
08 77



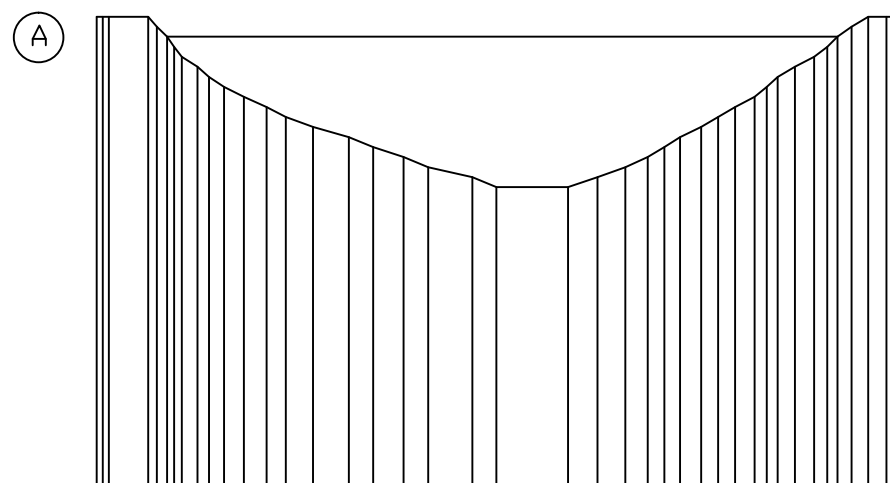
LAYOUT GALIAN LOKASI AS BENDUNGAN 4
 SKALA 1:50000



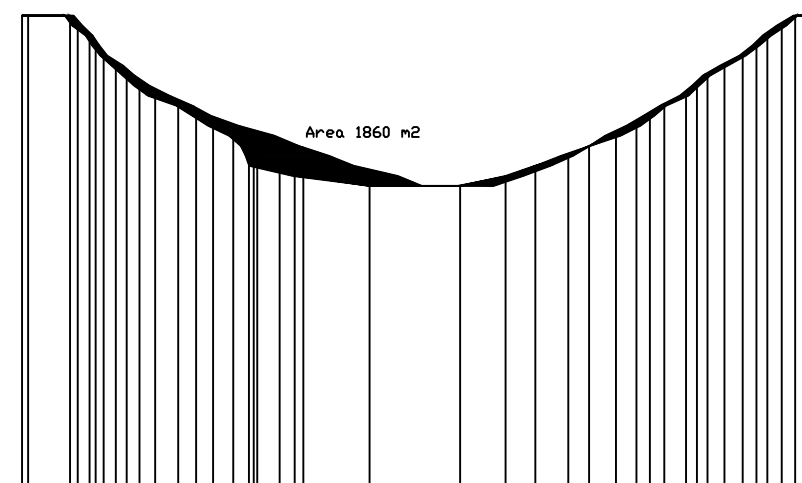
POTONGAN MEMANJANG BAGIAN UPSTREAM
 SKALA 1:10000



POTONGAN MEMANJANG GALIAN BAGIAN AS BENDUNGAN
 SKALA 1:10000



POTONGAN MEMANJANG BAGIAN DOWNSTREAM
 SKALA 1:10000



POTONGAN MEMANJANG RENCANA LUAS GALIAN AS BENDUNGAN 4
 SKALA 1:10000



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

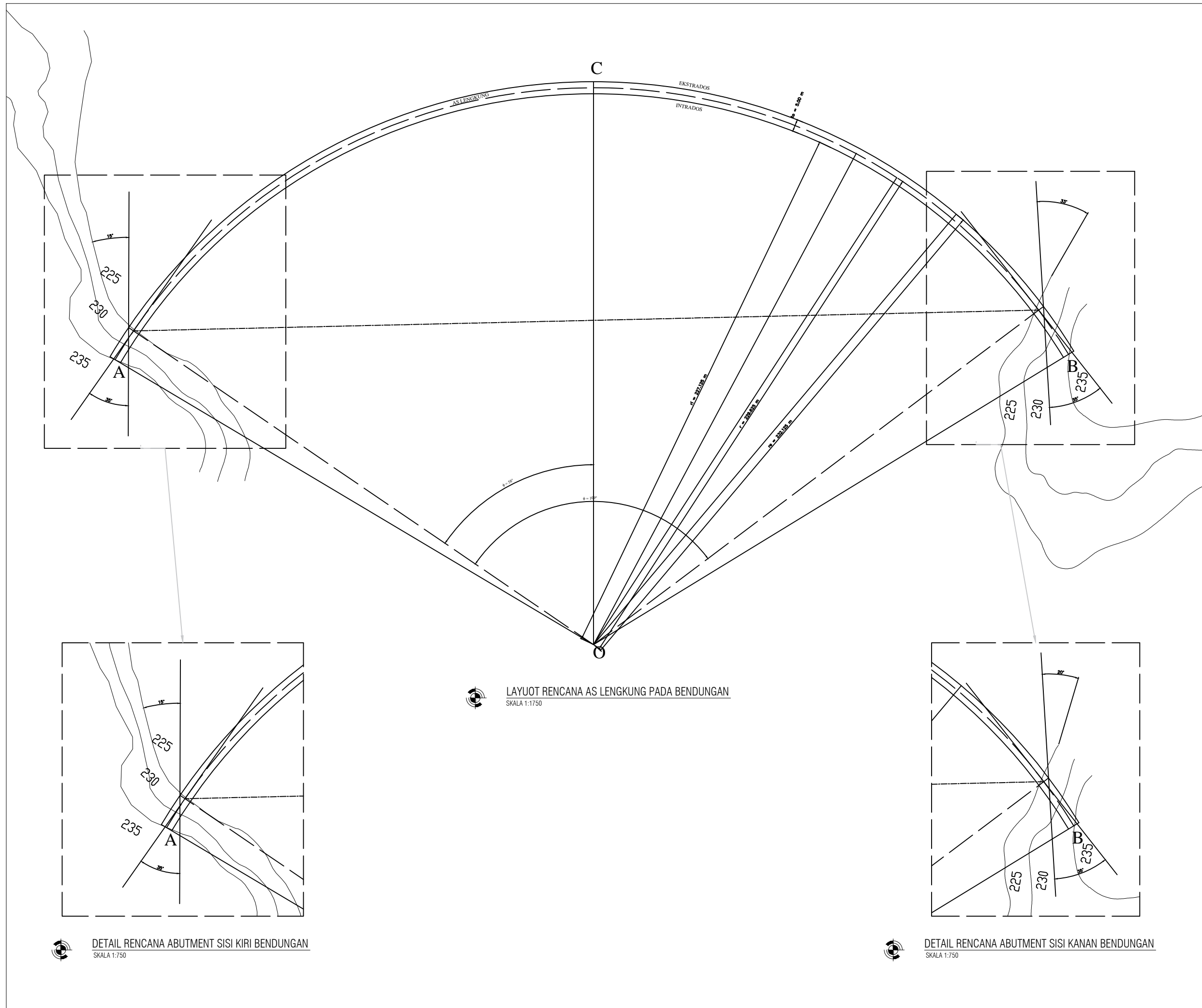
DETAIL LAYOUT LINGKUNG AS
 BENDUNGAN DAN ABUTMENT
 BENDUNGAN

SKALA **KODE GAMBAR**

1:1750 STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

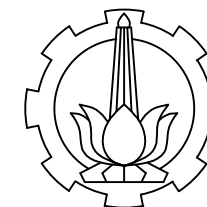
09 77



LAYOUT RENCANA AS LINGKUNG PADA BENDUNGAN
 SKALA 1:1750

DETAIL RENCANA ABUTMENT SISI KIRI BENDUNGAN
 SKALA 1:750

DETAIL RENCANA ABUTMENT SISI KANAN BENDUNGAN
 SKALA 1:750



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DISTRIBUSI TEKANAN AIR STATIS
(HIDROSTATIS)

SKALA **KODE GAMBAR**

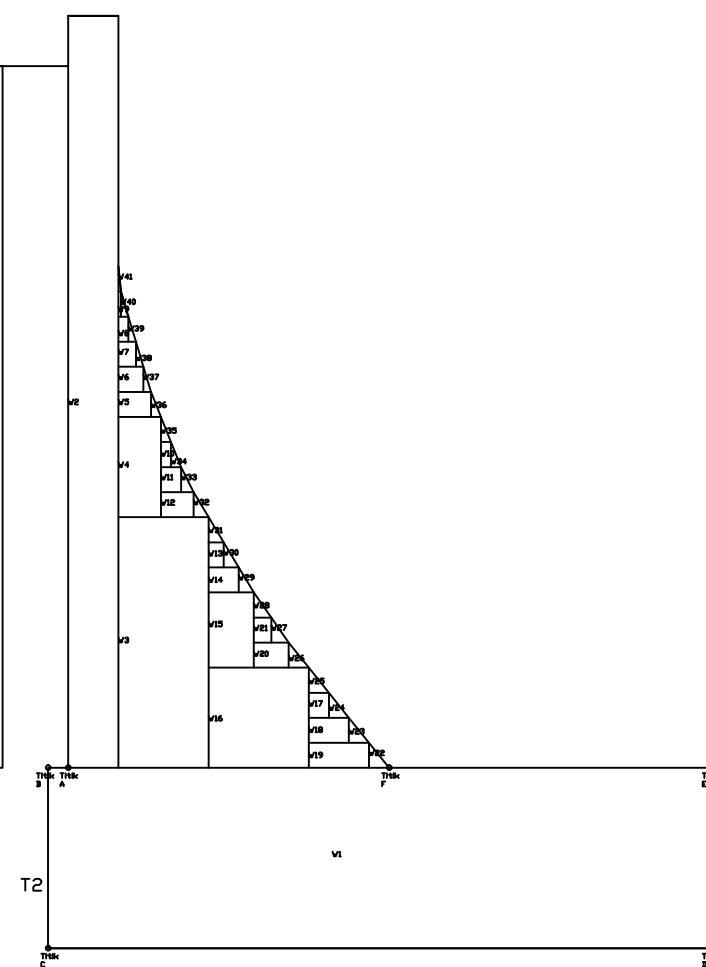
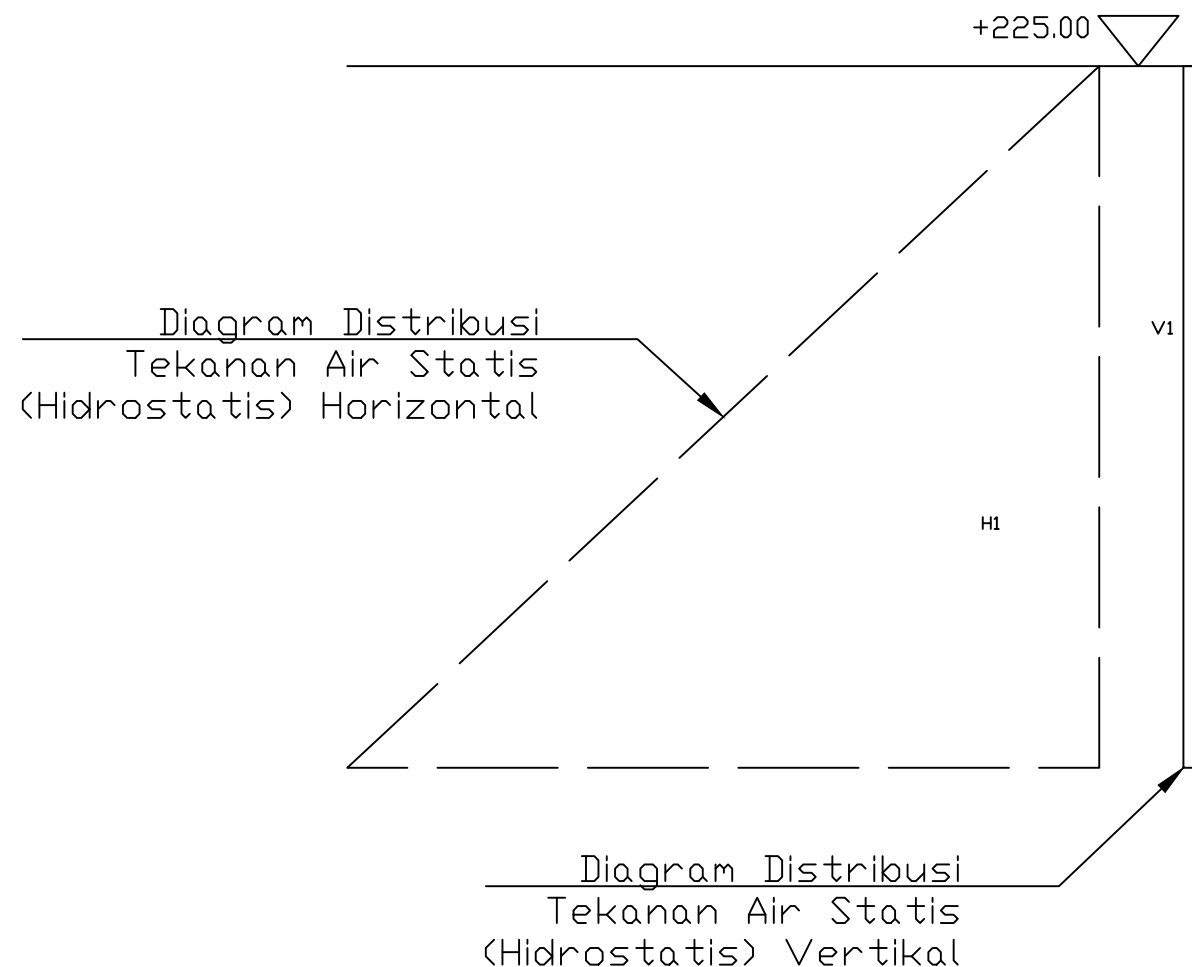
1 : 750

STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

10

77



Luas Tekanan Air Statis (Hidrostatik) Horizontal

$$= \frac{1}{2} \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m} \times h \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \text{ t/m}^3 \times 70 \text{ m} \times 70 \text{ m}$$

$$= 2450 \text{ t/m}$$

Tekanan Air Statis (Hidrostatik) Horizontal

$$= \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$$

$$= 1 \text{ t/m}^3 \times 70 \text{ m}$$

$$= 70 \text{ t/m}^2$$

DETAIL BEBAN AIR STATIS HORIZONTAL
SKALA 1:750

Luas Tekanan Air Statis (Hidrostatik) Vertikal

$$= \gamma \text{ t/m}^3 \times b \text{ m} \times h \text{ m}$$

$$= 1 \text{ t/m}^3 \times 2 \text{ m} \times 70 \text{ m}$$

$$= 140 \text{ t/m}$$

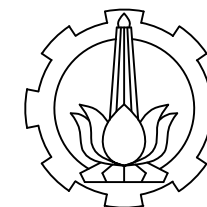
Tekanan Air Statis (Hidrostatik) Vertikal

$$= \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$$

$$= 1 \text{ t/m}^3 \times 70 \text{ m}$$

$$= 70 \text{ t/m}^2$$

DETAIL BEBAN AIR STATIS VERTIKAL
SKALA 1:750



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

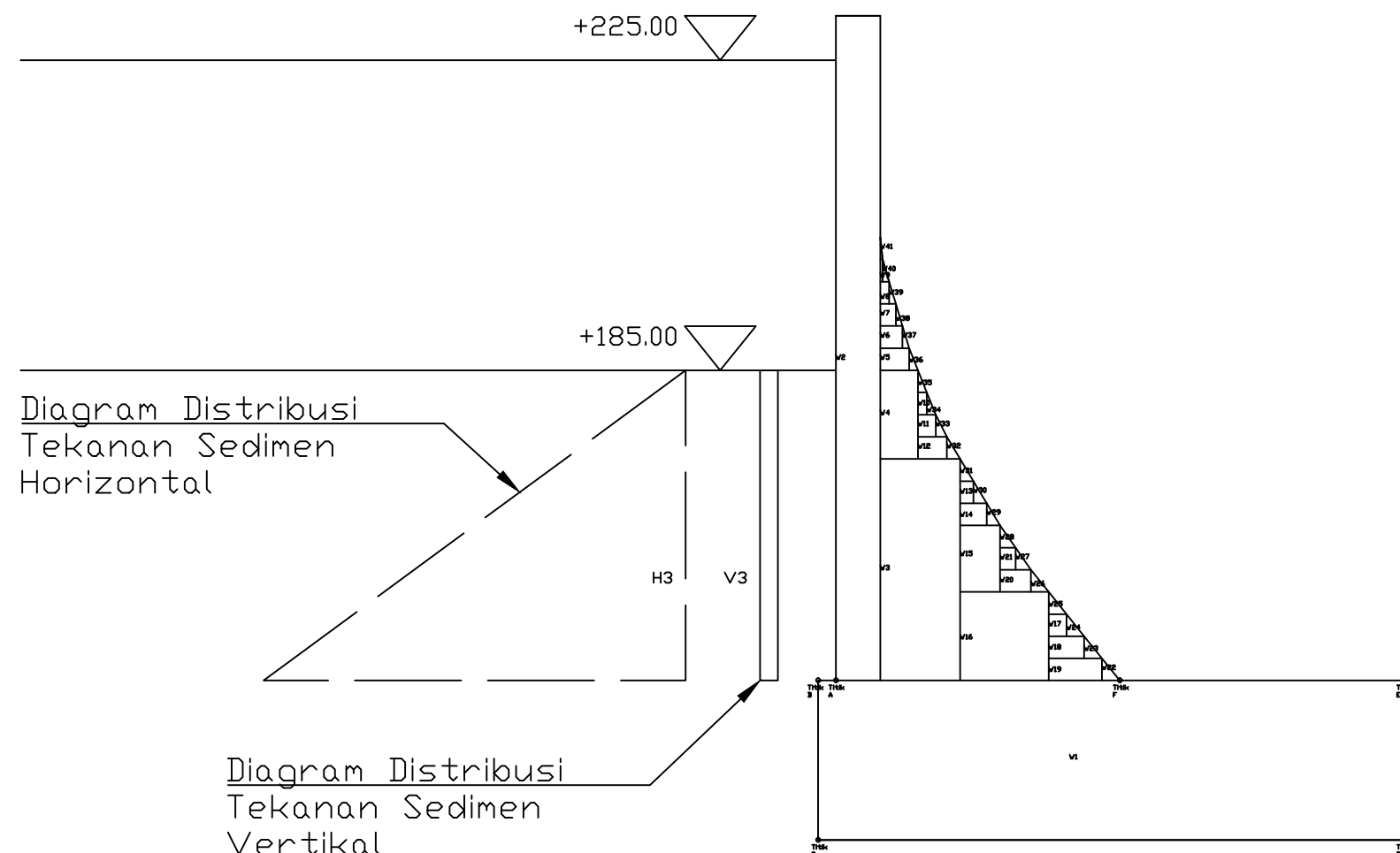
DISTRIBUSI TEKANAN SEDIMENTASI

SKALA **KODE GAMBAR**

1 : 750 STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

11 77



Luas Tekanan Sedimen Horizontal

$$= \frac{1}{2} \times Y \text{ t/m}^3 \times h \text{ m} \times h \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.36 \text{ t/m}^3 \times 35 \text{ m} \times 35 \text{ m}$$

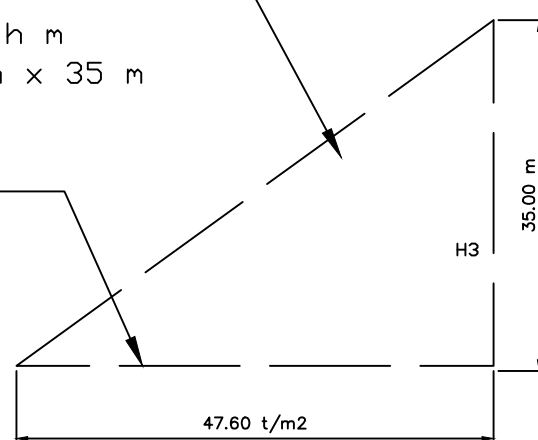
$$= 833 \text{ t/m}^2$$

Tekanan Sedimen Horizontal

$$= Y \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$$

$$= 1.36 \text{ t/m}^3 \times 35 \text{ m}$$

$$= 47.6 \text{ t/m}^2$$



DETAIL BEBAN SEDIMEN HORIZONTAL

SKALA 1:750

Luas Tekanan Air Statis

(Hidrostatik) Vertikal

$$= Y \text{ t/m}^3 \times b \text{ m} \times h \text{ m}$$

$$= 1.925 \text{ t/m}^3 \times 2 \text{ m} \times 35 \text{ m}$$

$$= 134.75 \text{ t/m}^2$$

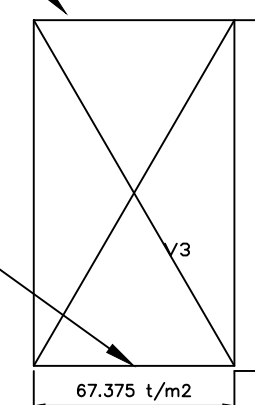
Tekanan Air Statis

(Hidrostatik) Vertikal

$$= Y \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$$

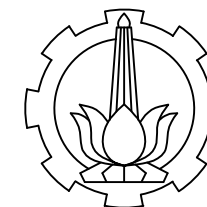
$$= 1.925 \text{ t/m}^3 \times 35 \text{ m}$$

$$= 67.375 \text{ t/m}^2$$



DETAIL BEBAN SEDIMEN VERTIKAL

SKALA 1:750



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DISTRIBUSI TEKANAN AIR DINAMIS
(HIDRODINAMIS), TEKANAN TANAH
PASIF DAN AKTIF

SKALA **KODE GAMBAR**

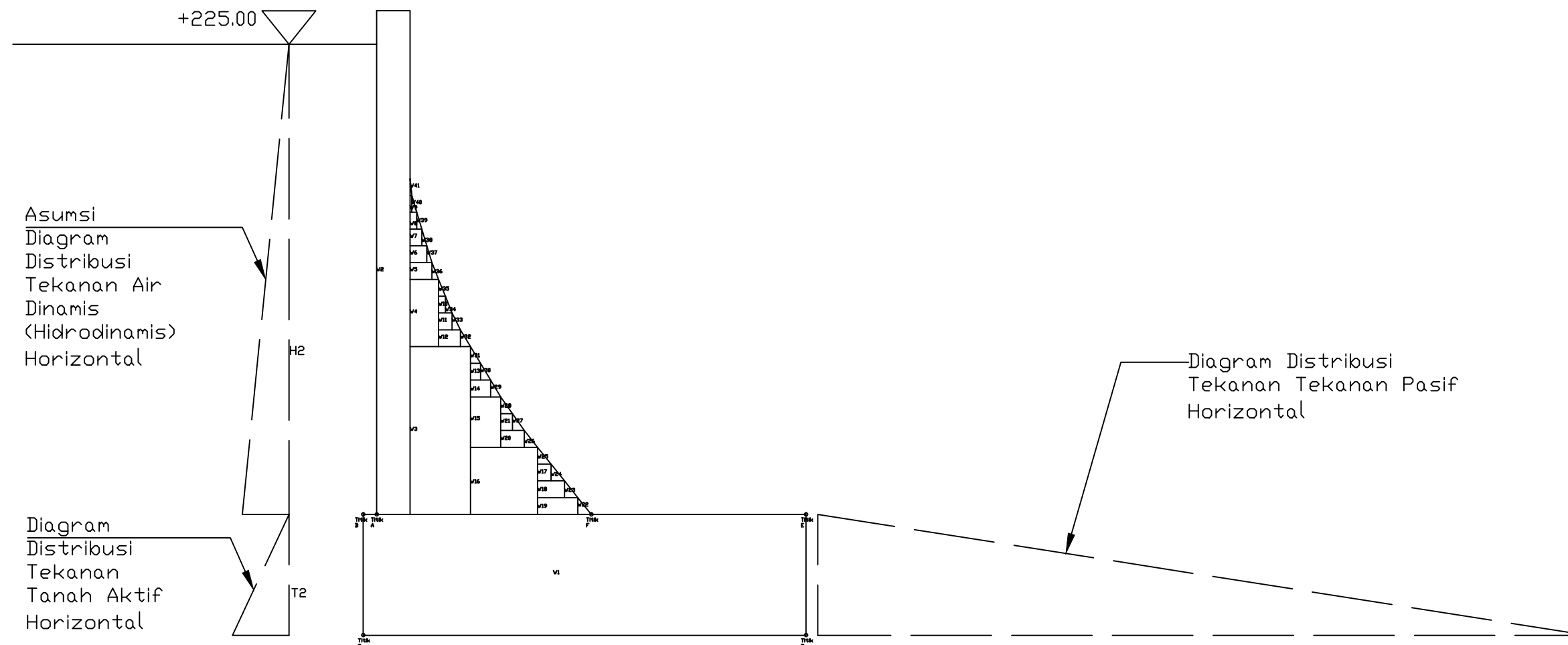
1 : 750

STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

12

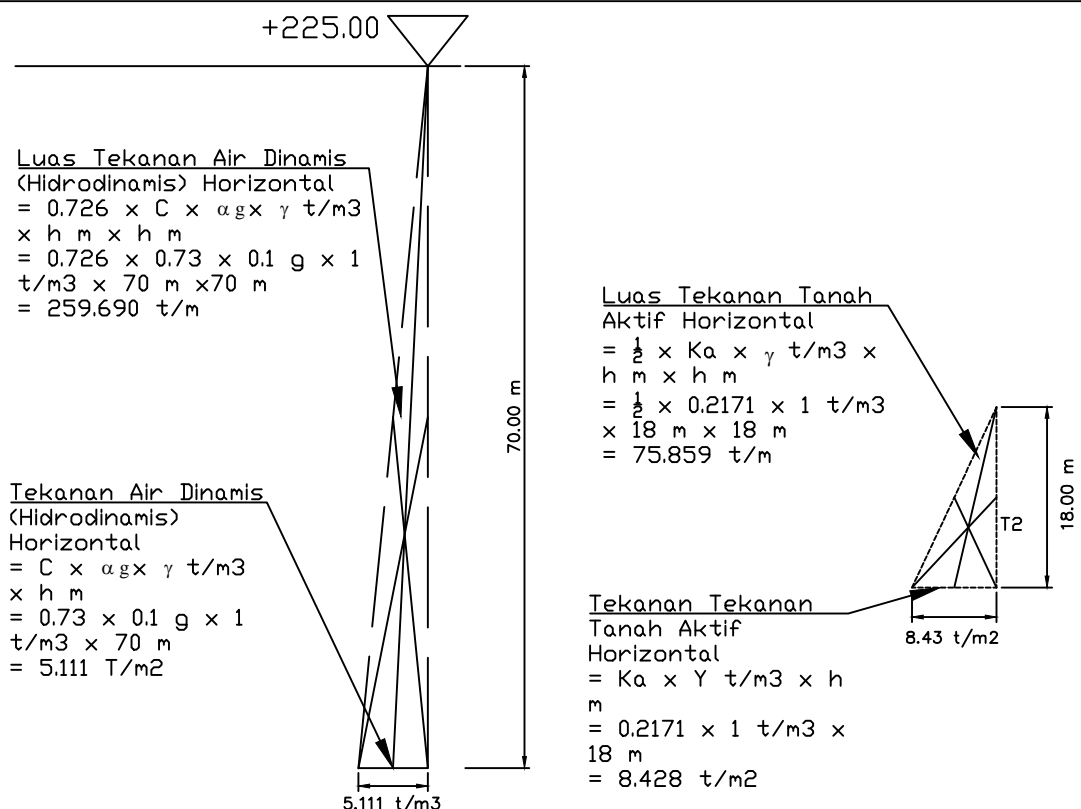
77



Asumsi
Diagram
Distribusi
Tekanan Air
Dinamis
(Hidrodinamis)
Horizontal

Diagram
Distribusi
Tekanan
Tanah Aktif
Horizontal

Diagram Distribusi
Tekanan Pasif
Horizontal



Luas Tekanan Air Dinamis
(Hidrodinamis) Horizontal
= $0.726 \times C \times \alpha_g \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m} \times h \text{ m}$
= $0.726 \times 0.73 \times 0.1 \text{ g} \times 1 \text{ t/m}^3 \times 70 \text{ m} \times 70 \text{ m}$
= 259.690 t/m

Tekanan Air Dinamis
(Hidrodinamis)
Horizontal
= $C \times \alpha_g \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$
= $0.73 \times 0.1 \text{ g} \times 1 \text{ t/m}^3 \times 70 \text{ m}$
= 5.111 T/m²

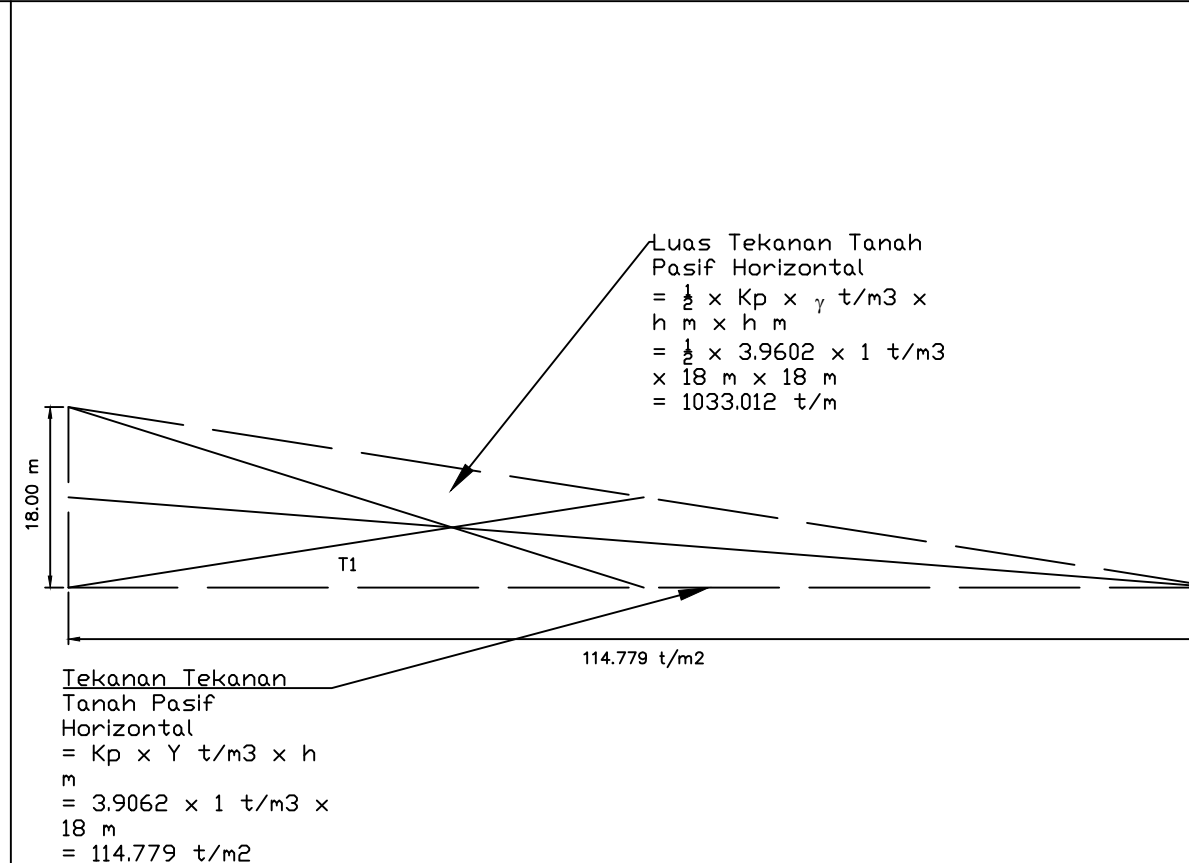
Luas Tekanan Tanah
Aktif Horizontal
= $\frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m} \times h \text{ m}$
= $\frac{1}{2} \times 0.2171 \times 1 \text{ t/m}^3 \times 18 \text{ m} \times 18 \text{ m}$
= 75.859 t/m

Tekanan Tekanan
Tanah Aktif
Horizontal
= $K_a \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$
= $0.2171 \times 1 \text{ t/m}^3 \times 18 \text{ m}$
= 8.428 t/m²



DETAIL BEBAN AIR DINAMIS DAN TEKANAN
TANAH AKTIF HORIZONTAL

SKALA 1:750



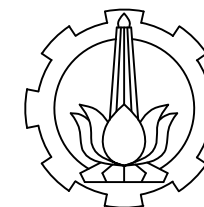
Luas Tekanan Tanah
Pasif Horizontal
= $\frac{1}{2} \times K_p \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m} \times h \text{ m}$
= $\frac{1}{2} \times 3.9602 \times 1 \text{ t/m}^3 \times 18 \text{ m} \times 18 \text{ m}$
= 1033.012 t/m

Tekanan Tekanan
Tanah Pasif
Horizontal
= $K_p \times \gamma \text{ t/m}^3 \times h \text{ m}$
= $3.9062 \times 1 \text{ t/m}^3 \times 18 \text{ m}$
= 114.779 t/m²



DETAIL BEBAN TEKANAN TANAH PASIF

SKALA 1:750



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DISTRIBUSI TEKANAN ANGKAT ATAS
 (UPLIFT)

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 750	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

13	77
----	----

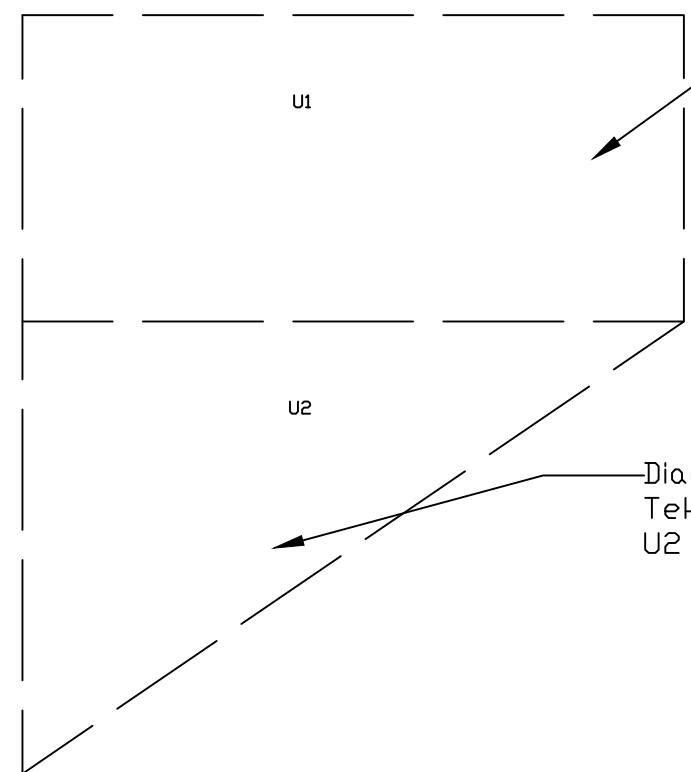
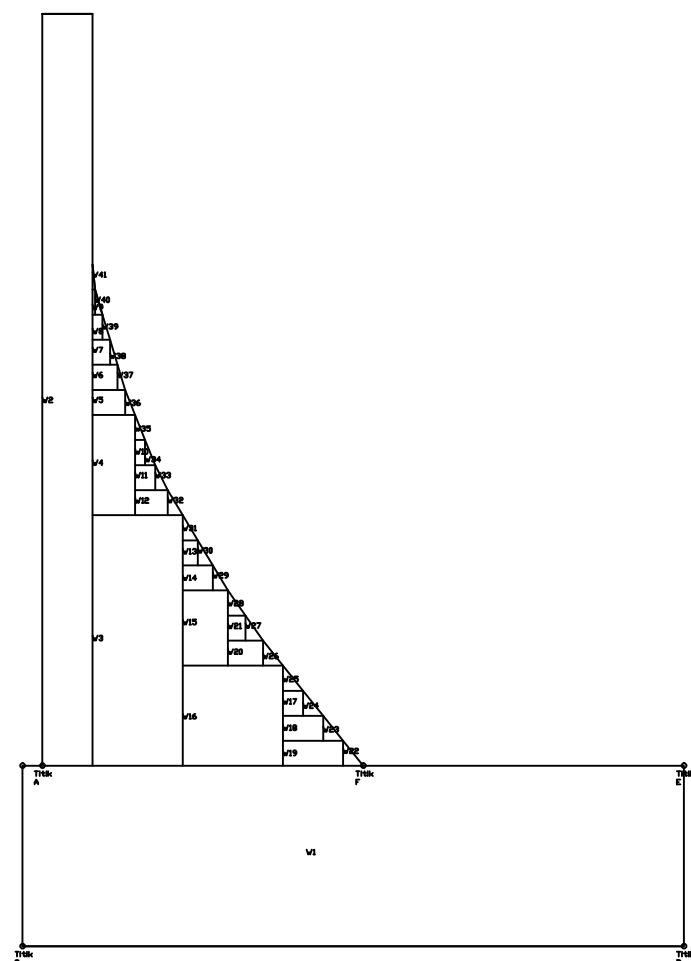
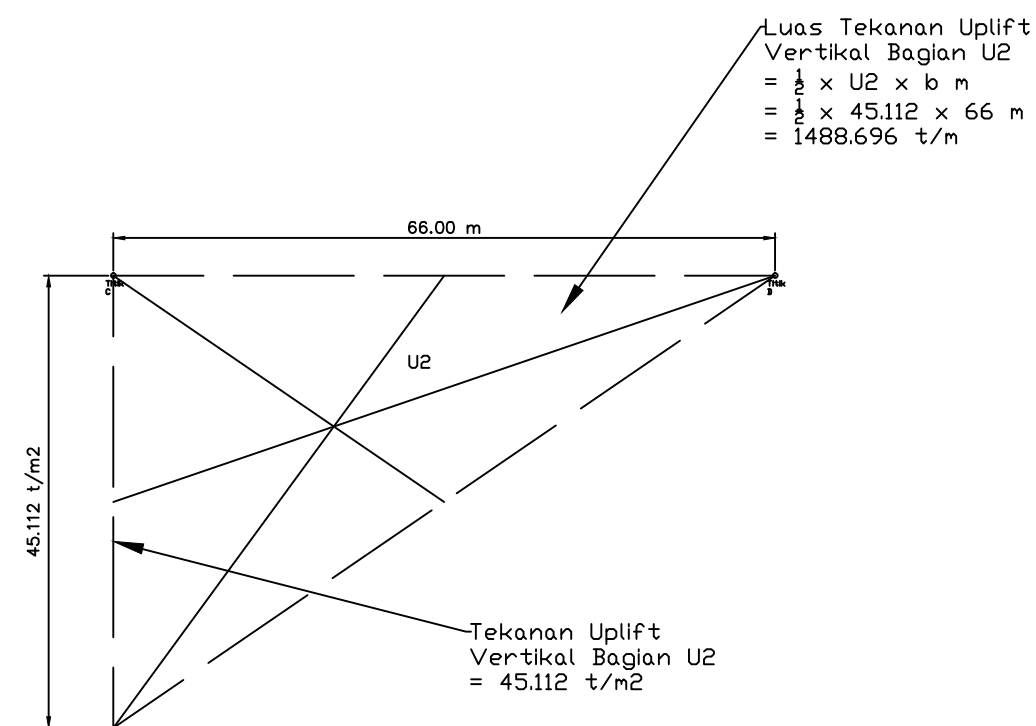
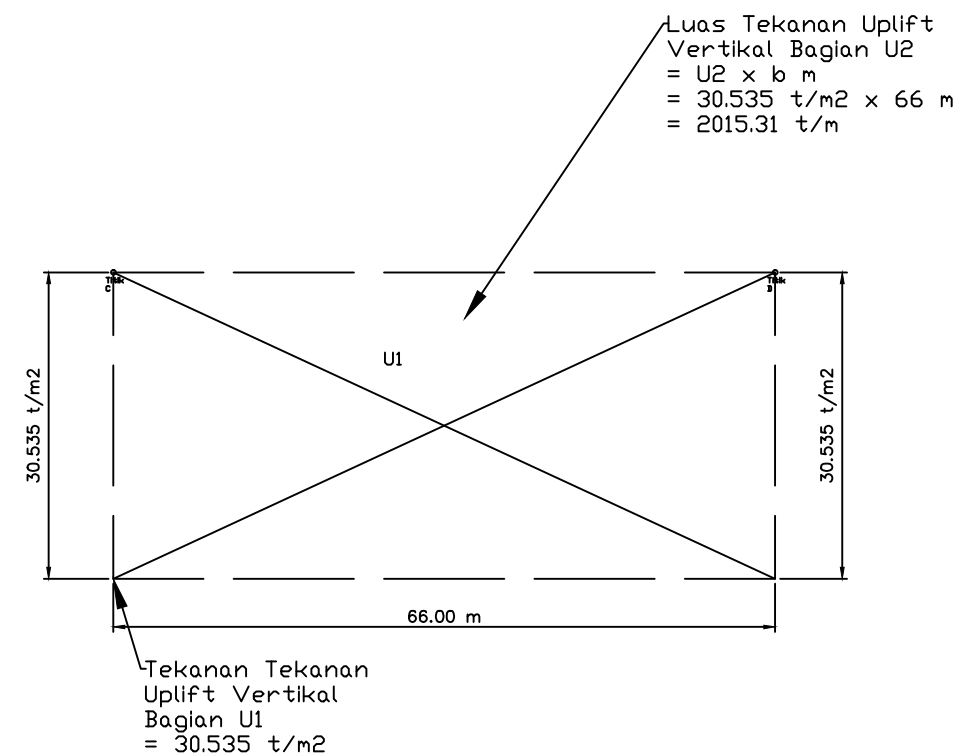


Diagram Distribusi
 Tekanan Uplift
 bagian U1 Vertikal

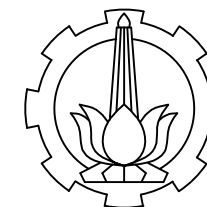
Diagram Distribusi
 Tekanan Uplift bagian
 U2 Vertikal



BEBAN UPLIFT BENDUNGAN
 SKALA 1:750



DETAIL BEBAN ANGKAT (UPLIFT)
 SKALA 1:750



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

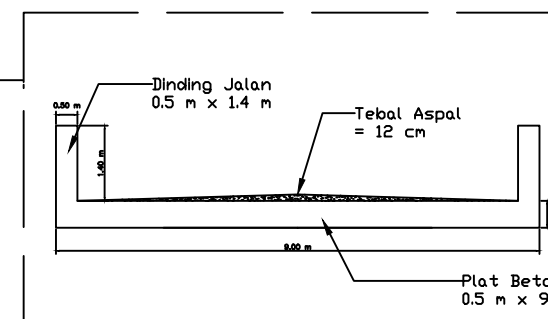
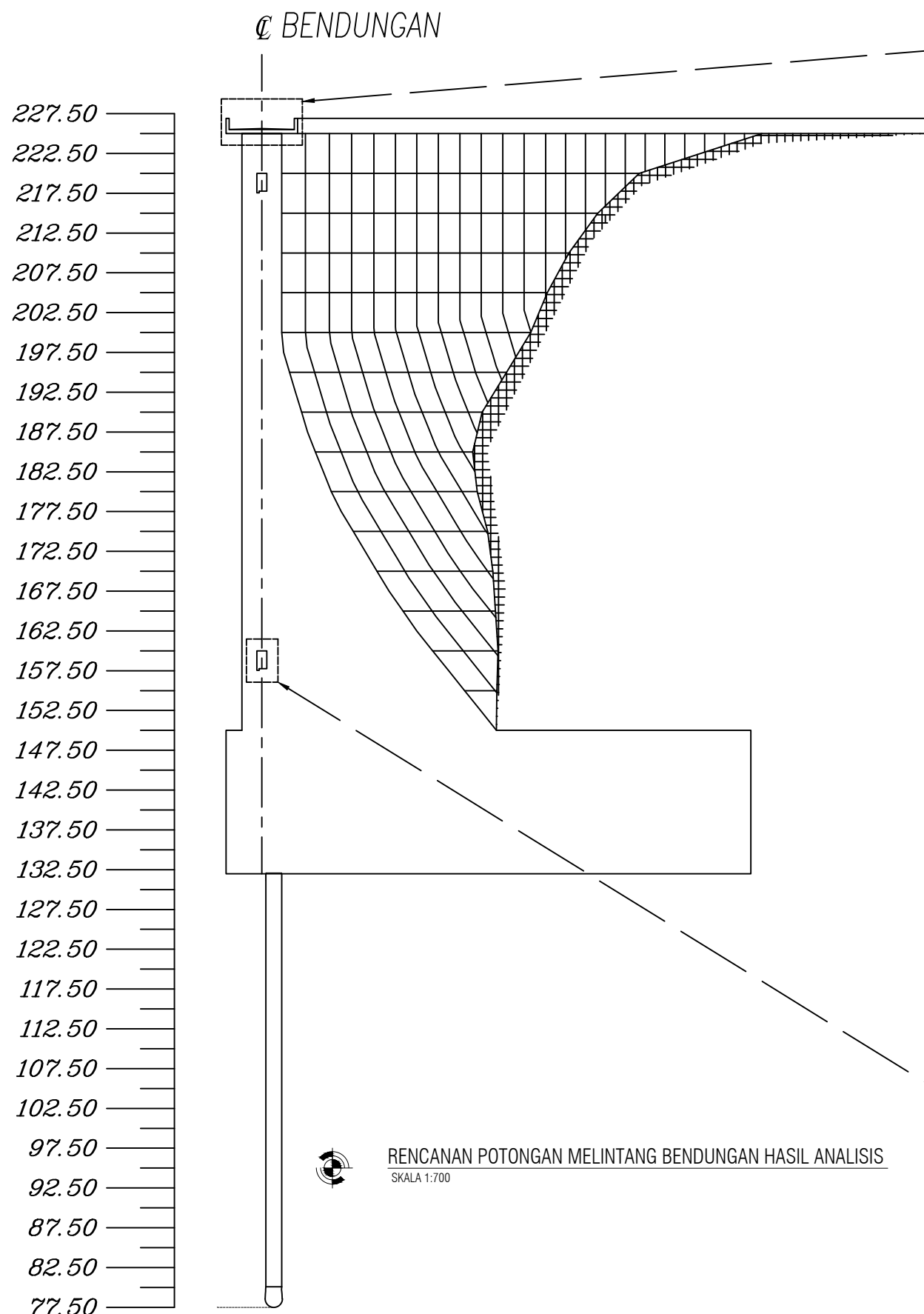
DIMENSI POTONGAN
MELINTANG BENDUNGAN
DAN DETAIL UTILITAS

SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

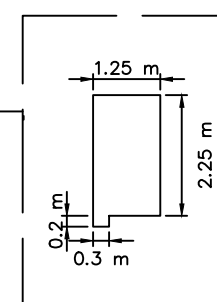
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

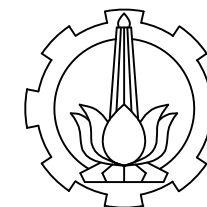
14 77



Tinggi Bendungan	Penampang Kritis	Berat Beton	Gaya Hidro	Gaya Lumpur	Beban Ultimate	Beban Ultimate Terfaktor Reduksi	Kekuatan Geser Nominal Yang disediakan oleh Beton bila retak diagonal yang dihasilkan dari tegangan tarik utama yang tinggi dari lebar badan (Web)	Kuat Geser Nominal yang disediakan oleh tulangan geser
H (m)	d (m)	Wc (T)	Haif (T/m)	Hlumpur (T/m)	Hult (T/m)	Hu/φ	Vcw (T/m)	Vs (T/m)
0.0	5.00							
2.5	5.00	30.00	0.000		0.000	0.000	604.905	Tul. Min
5.0	5.00	60.00	3.125		4.688	7.813	608.768	Tul. Min
7.5	5.00	90.00	12.500		18.750	31.250	612.632	Tul. Min
10.0	5.00	120.00	28.125		42.188	70.313	616.496	Tul. Min
12.5	5.00	150.00	50.000		75.000	125.000	620.360	Tul. Min
15.0	5.00	180.00	78.125		117.188	195.313	624.224	Tul. Min
17.5	5.00	210.00	112.500		168.750	281.250	628.088	Tul. Min
20.0	5.00	240.00	153.125		229.688	382.813	631.951	Tul. Min
22.5	5.00	270.00	200.000		300.000	500.000	635.815	Tul. Min
25.0	5.00	300.00	253.125		379.688	632.813	639.679	Tul. Min
27.5	5.25	330.75	312.50		468.750	781.250	673.692	107.558
30.0	6.00	364.50	378.13		567.188	945.313	768.194	177.118
32.5	6.75	402.75	450.00		675.000	1125.000	863.277	261.723
35.0	7.50	445.50	528.13		792.188	1320.313	958.939	361.373
37.5	8.25	492.75	612.50		918.750	1531.250	1055.181	476.069
40.0	9.25	545.25	703.13	0.000	1054.688	1757.813	1182.151	575.662
42.5	10.25	603.75	800.00	2.127	1203.190	2005.316	1309.893	695.423
45.0	11.25	668.25	903.13	8.506	1367.447	2279.078	1438.409	840.670
47.5	12.50	739.50	1012.50	19.139	1547.459	2579.098	1597.845	981.252
50.0	14.00	819.00	1128.13	34.025	1743.225	2905.375	1788.397	1116.978
52.5	15.50	907.50	1250.00	53.164	1954.746	3257.910	1980.107	1277.803
55.0	17.00	1005.00	1378.13	76.556	2182.022	3636.703	2172.977	1463.726
57.5	18.50	1111.50	1512.50	104.202	2425.052	4041.754	2367.006	1674.748
60.0	20.25	1227.75	1653.13	136.100	2683.838	4473.063	2592.342	1880.720
62.5	22.00	1354.50	1800.00	172.252	2958.377	4930.629	2819.031	2111.597
65.0	24.00	1492.50	1953.13	212.656	3248.672	5414.453	3077.221	2337.232
67.5	26.00	1642.50	2112.50	257.314	3554.721	5924.535	3336.957	2587.578
70.0	28.00	1804.50	2278.13	306.225	3876.525	6460.875	3598.238	2862.637
72.5	30.00	1978.50	2450.00	359.389	4214.084	7023.473	3861.064	3162.408
75.0	32.00	2164.50	2628.13	416.806	4567.397	7612.328	4125.436	3486.892

HASIL ANALISIS RENCANA TEBAL BENDUNGAN





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

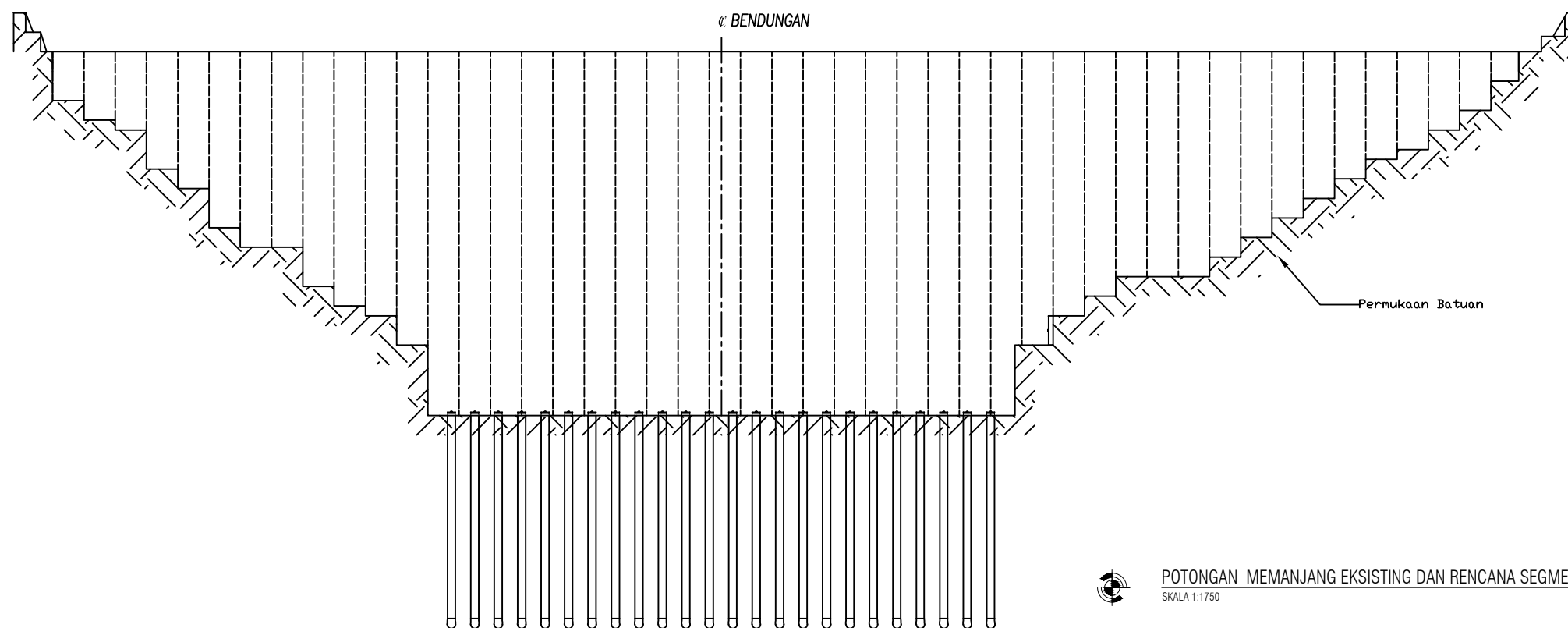
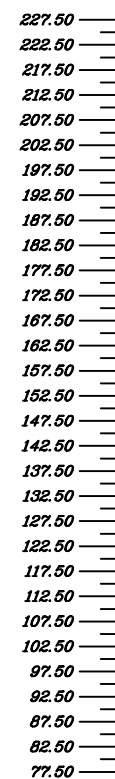
Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

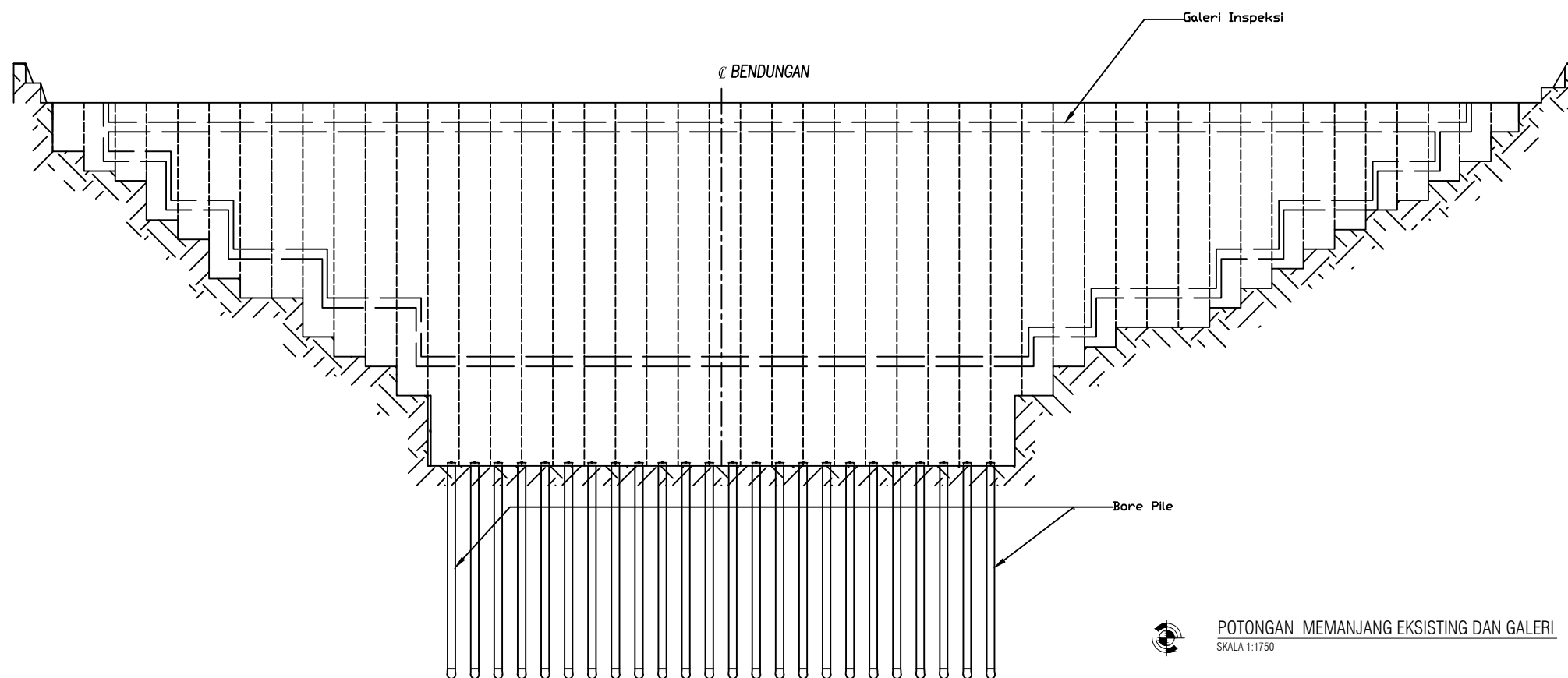
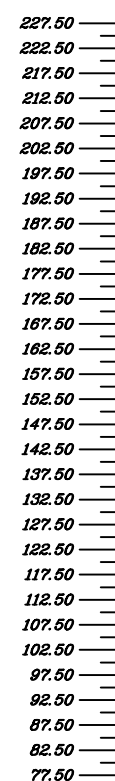
JUDUL GAMBAR

RENCANA SEGMENT BAGIAN (MONOLITH)
 DAN MEMANJANG BENDUNGAN LOKASI AS
 BENDUNGAN 2 TERPILIH

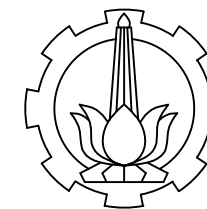
SKALA	KODE GAMBAR
1:1750	STR
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
15	77



POTONGAN MEMANJANG EKSTING DAN RENCANA SEGMENT (MONOLITH)
 SKALA 1:1750



POTONGAN MEMANJANG EKSTING DAN GALERI
 SKALA 1:1750



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

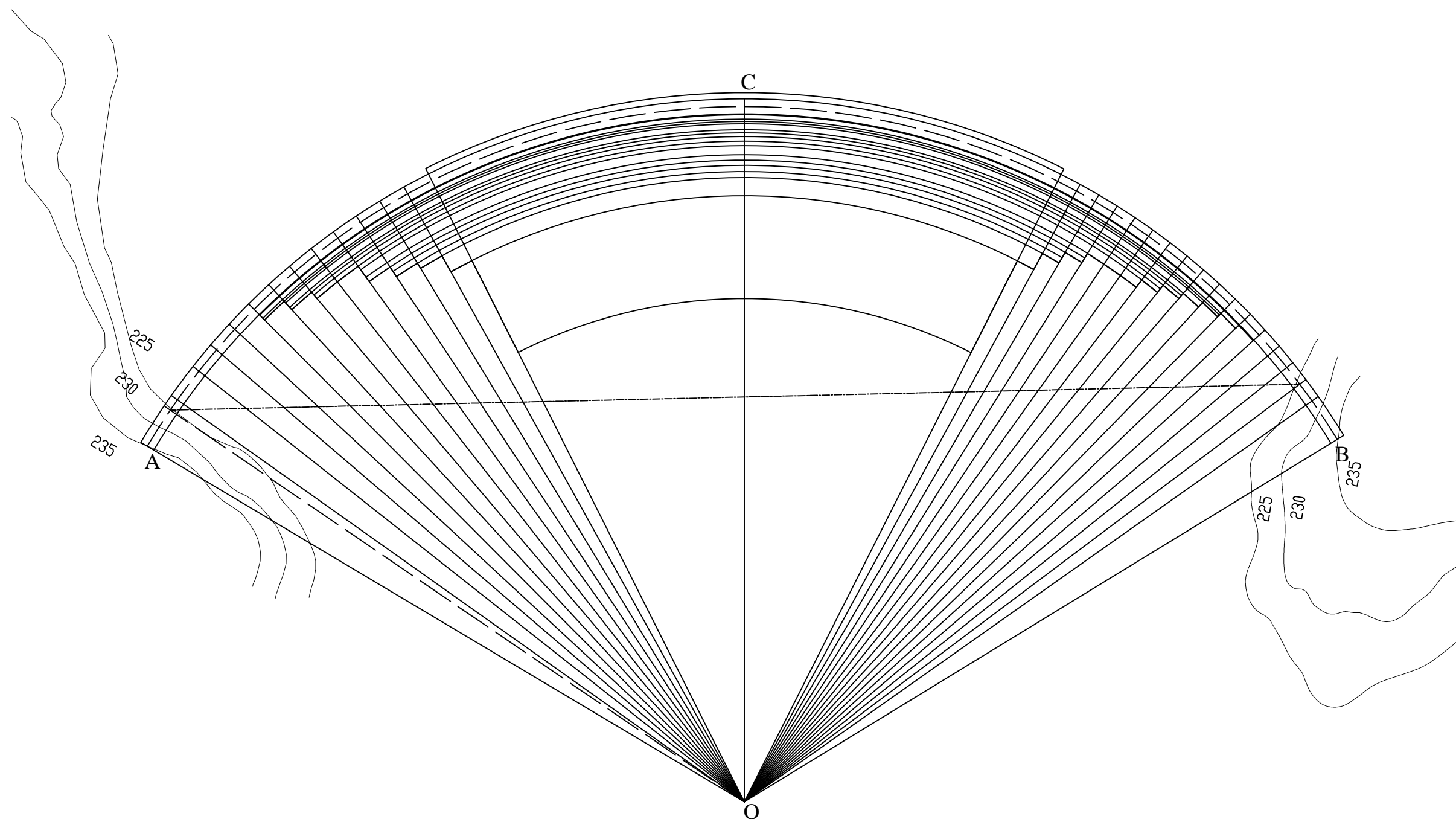
DETAIL LAYOUT LENGKUNG AS
BENDUNGAN DAN ABUTMENT
BENDUNGAN

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1:1750	STR
--------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

16	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL LAYOUT LENGKUNG AS
BENDUNGAN DAN ABUTMENT
BENDUNGAN

SKALA

1:1750

KODE GAMBAR

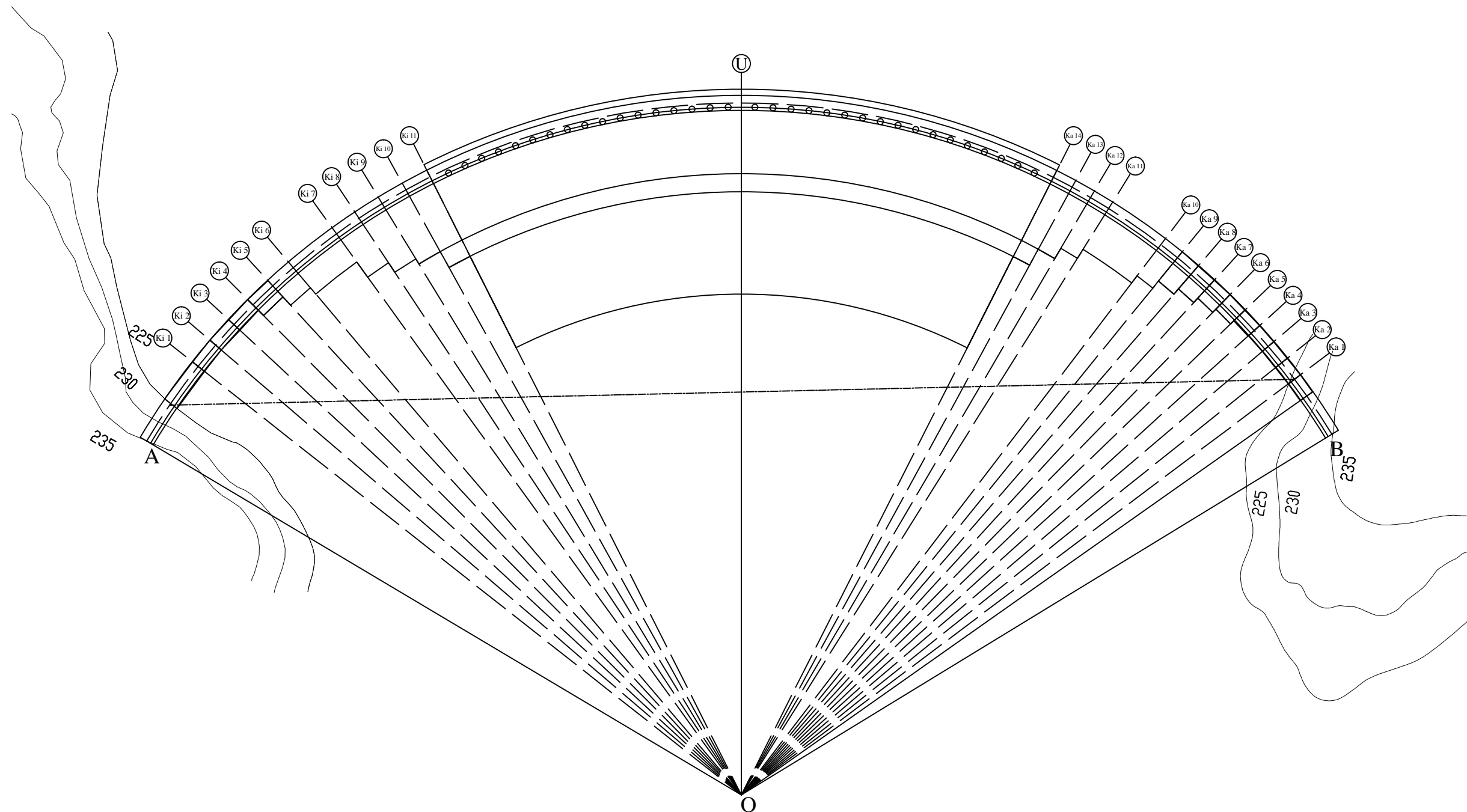
STR

NO. GAMBAR

17

JUMLAH GAMBAR

77





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT BENDUNGAN UTAMA

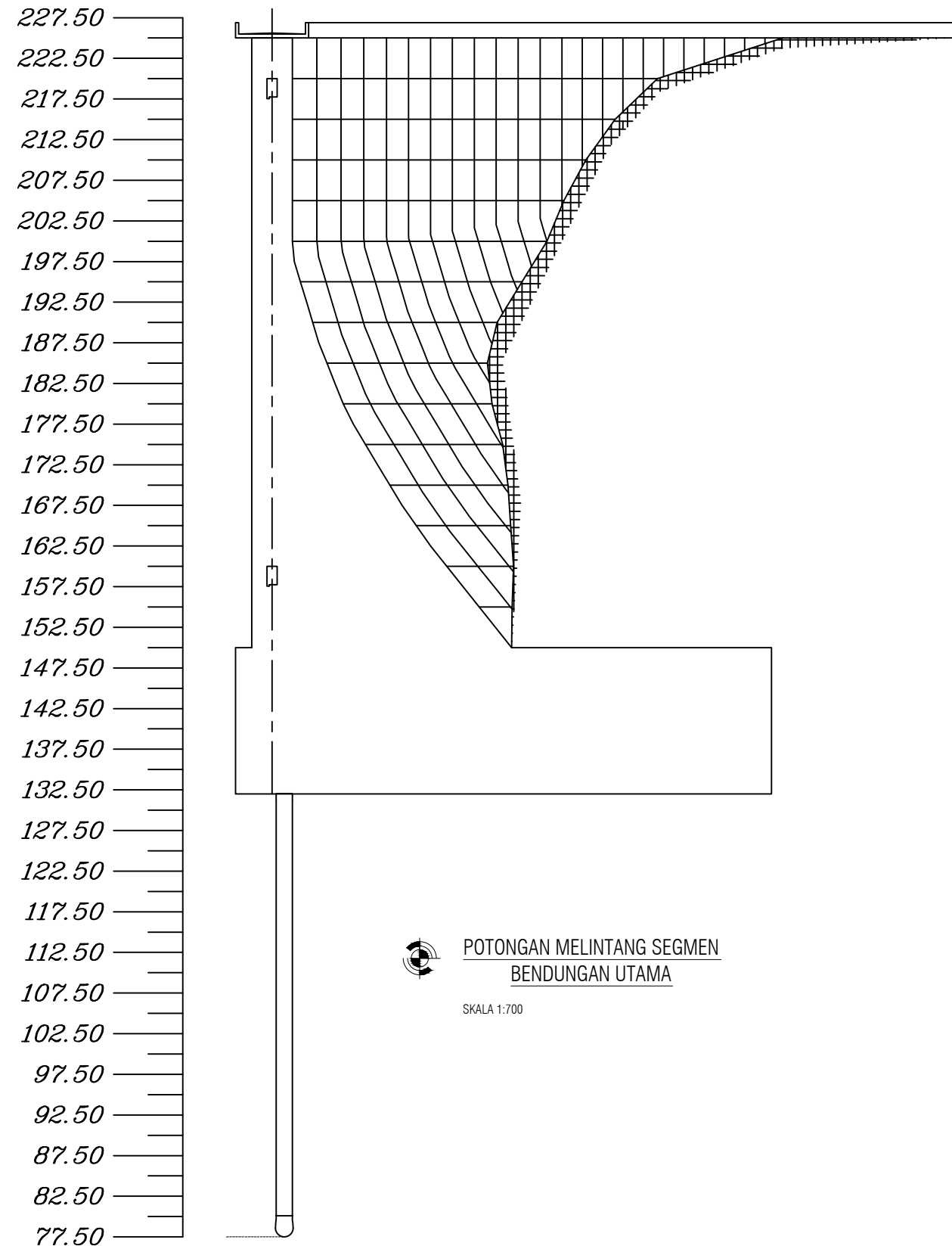
SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

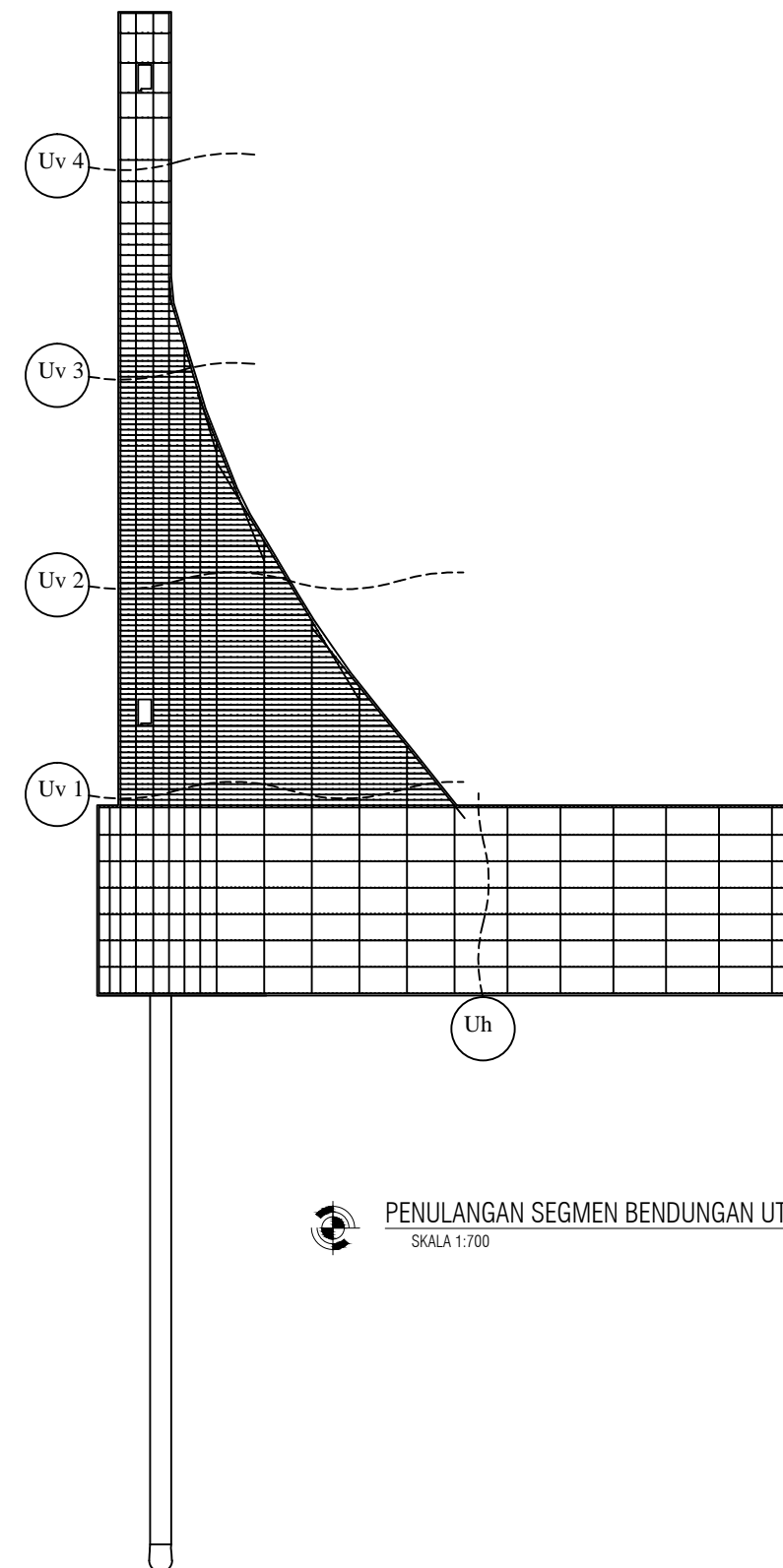
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

18 77

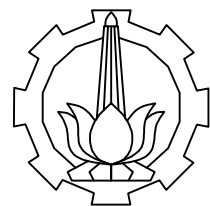
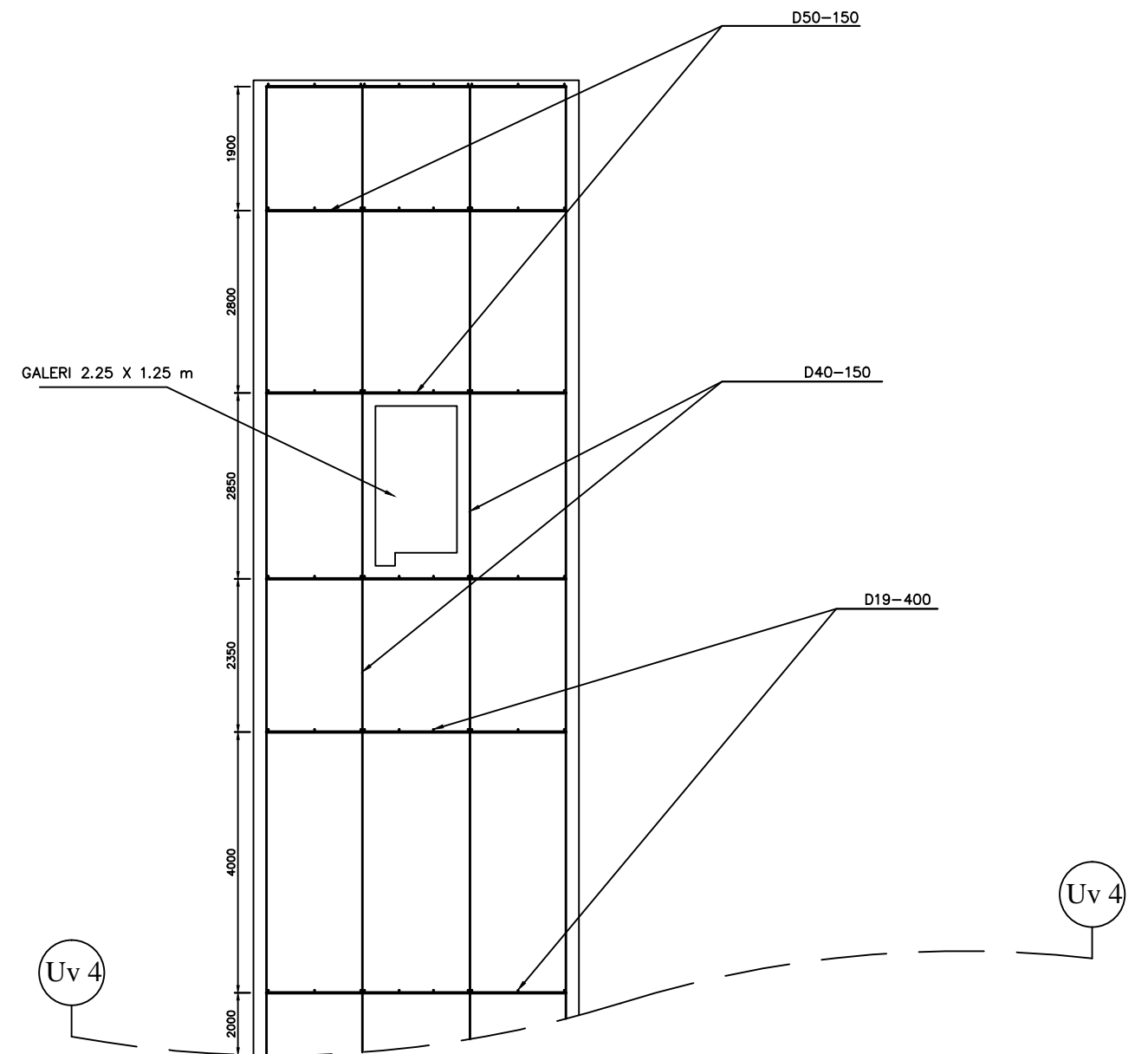
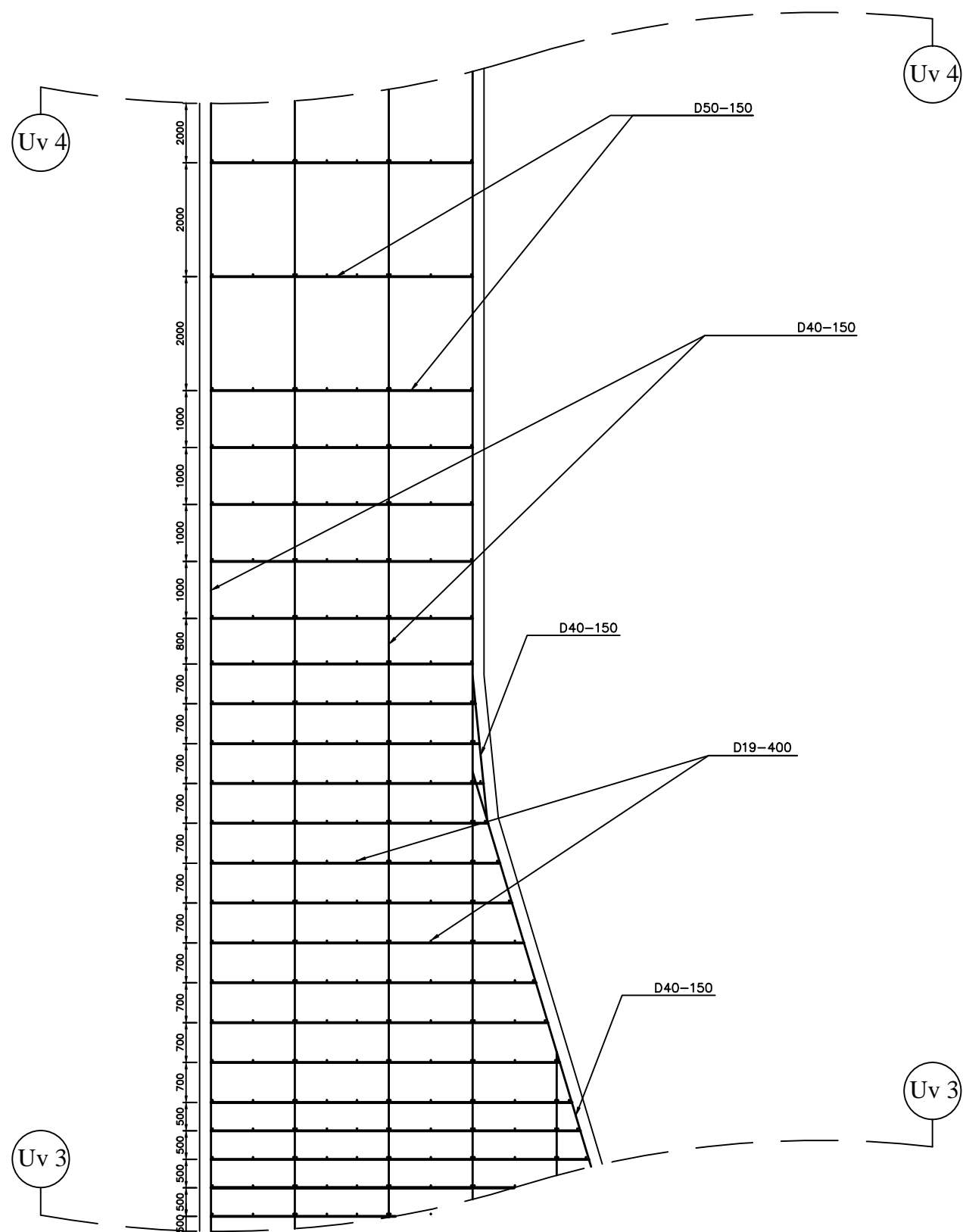
⊘ BENDUNGAN



**POTONGAN MELINTANG SEGMENT
 BENDUNGAN UTAMA**
 SKALA 1:700

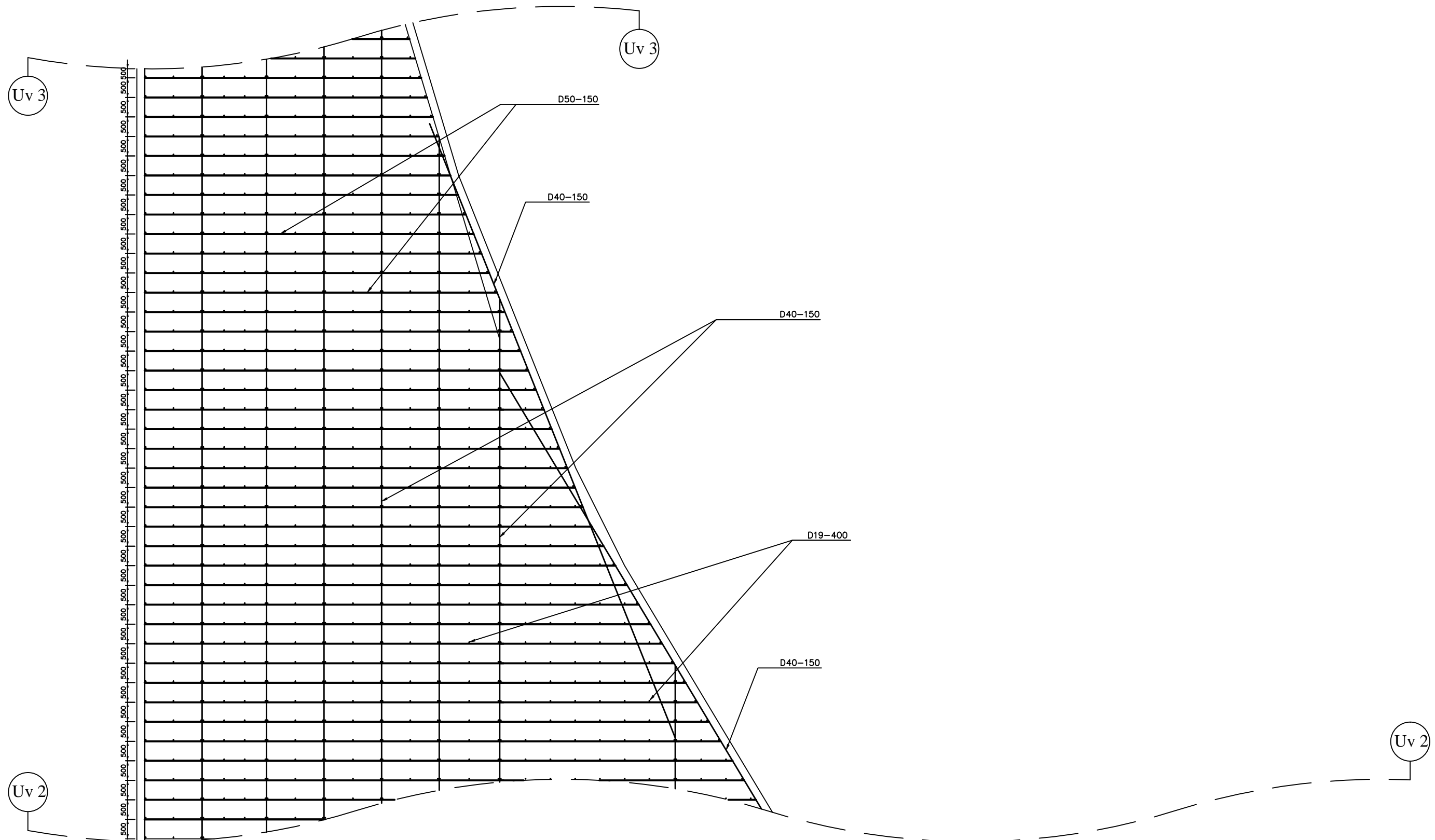


PENULANGAN SEGMENT BENDUNGAN UTAMA
 SKALA 1:700



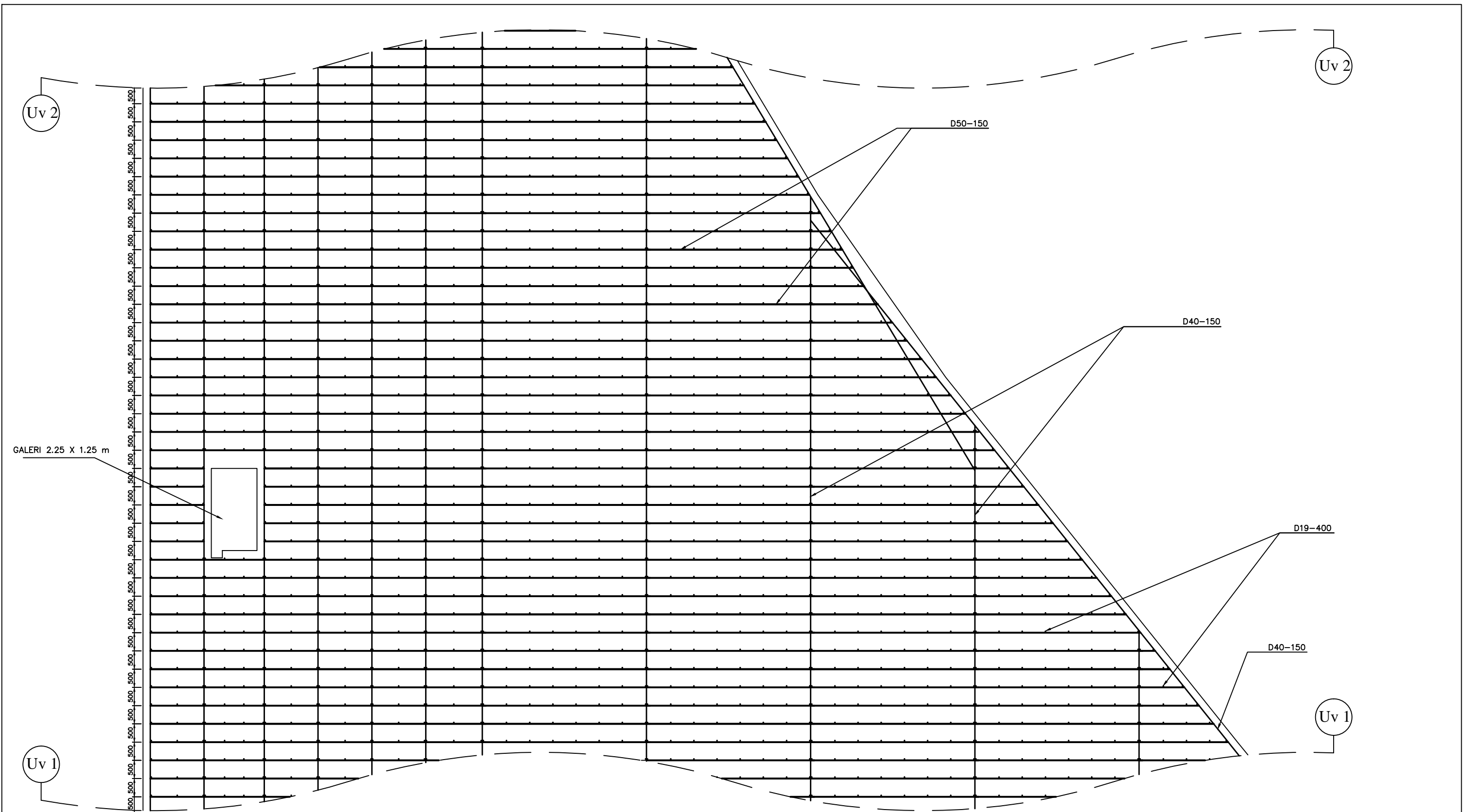
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENTUBUH BENDUNGAN UTAMA BAGIAN ATAS (Uv 3 - Uv 4)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			19	77

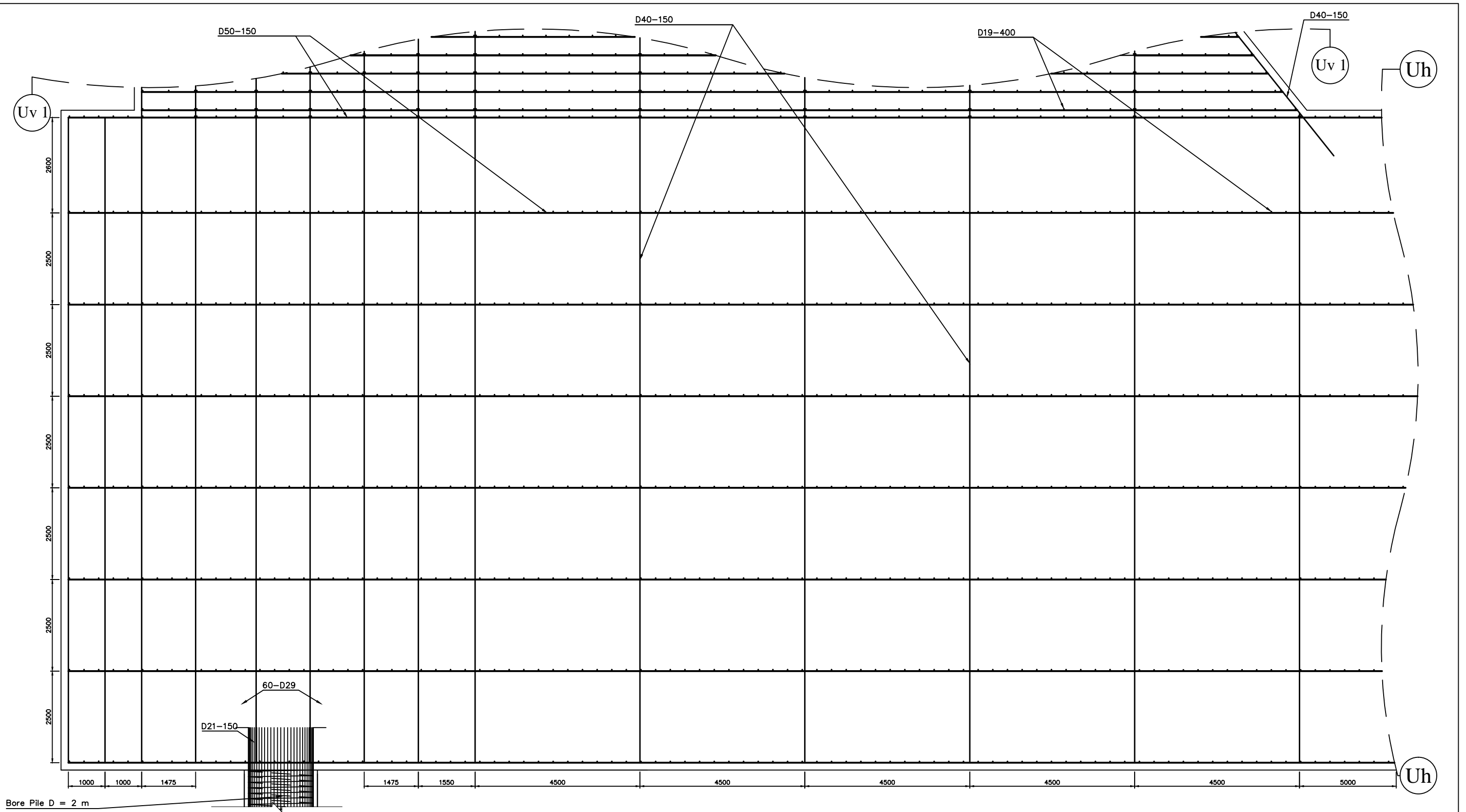


PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENTUBUH BENDUNGAN UTAMA BAGIAN TENGAH (Uv 2 - Uv 3)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			20	77

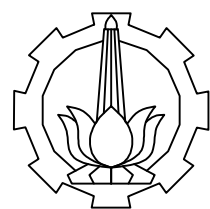
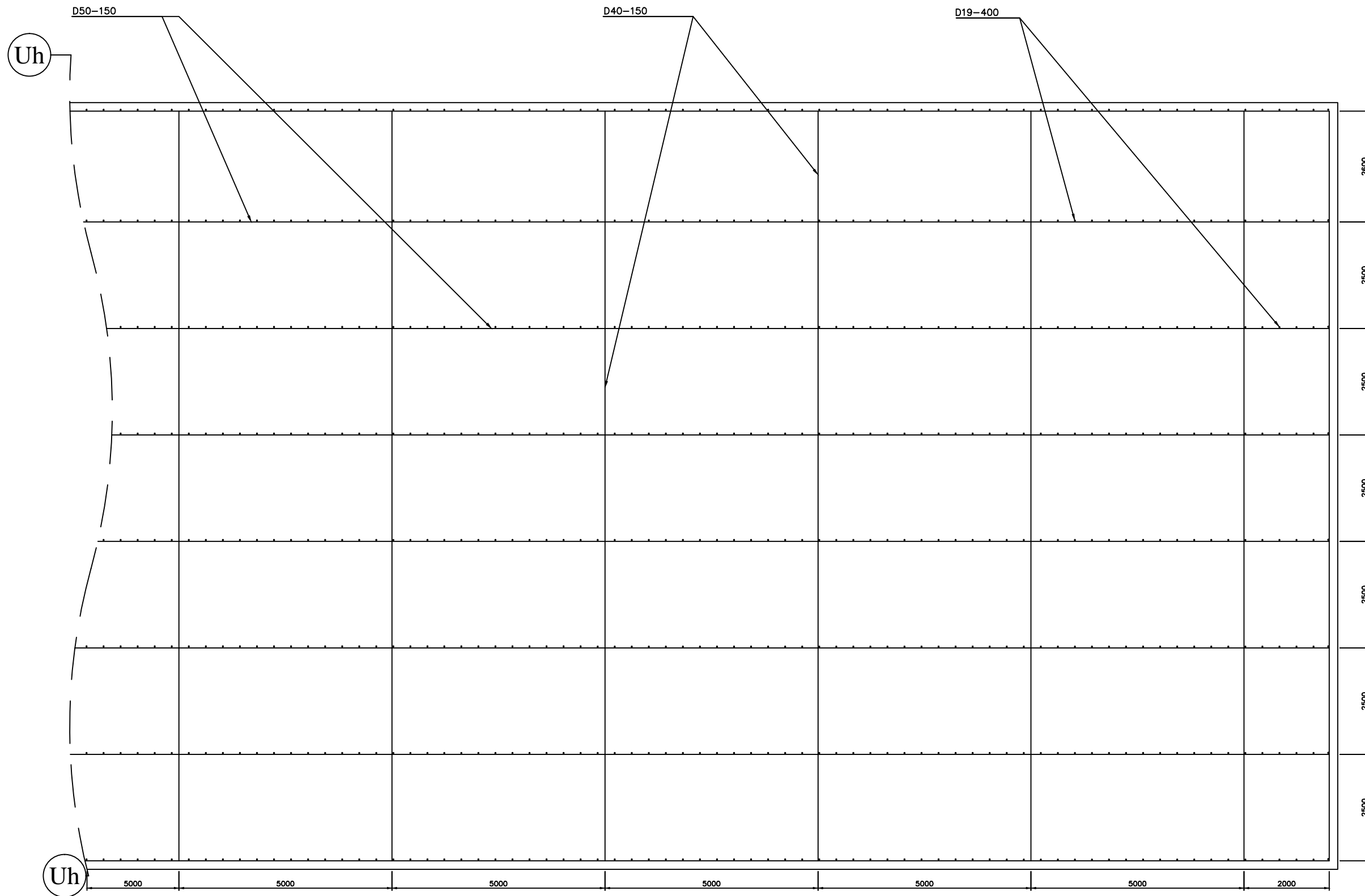


<p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002			1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003		BAGIAN TENGAH (Uv 1 - Uv 2)	21	77



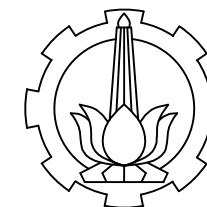
Bore Pile D = 2 m

<p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002			1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003	22	77			



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT TUBUH BENDUNGAN UTAMA BAGIAN PONDASI (Uh)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			23	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
DAN PENULANGAN MONOLITH
SEGMENT Ki 11

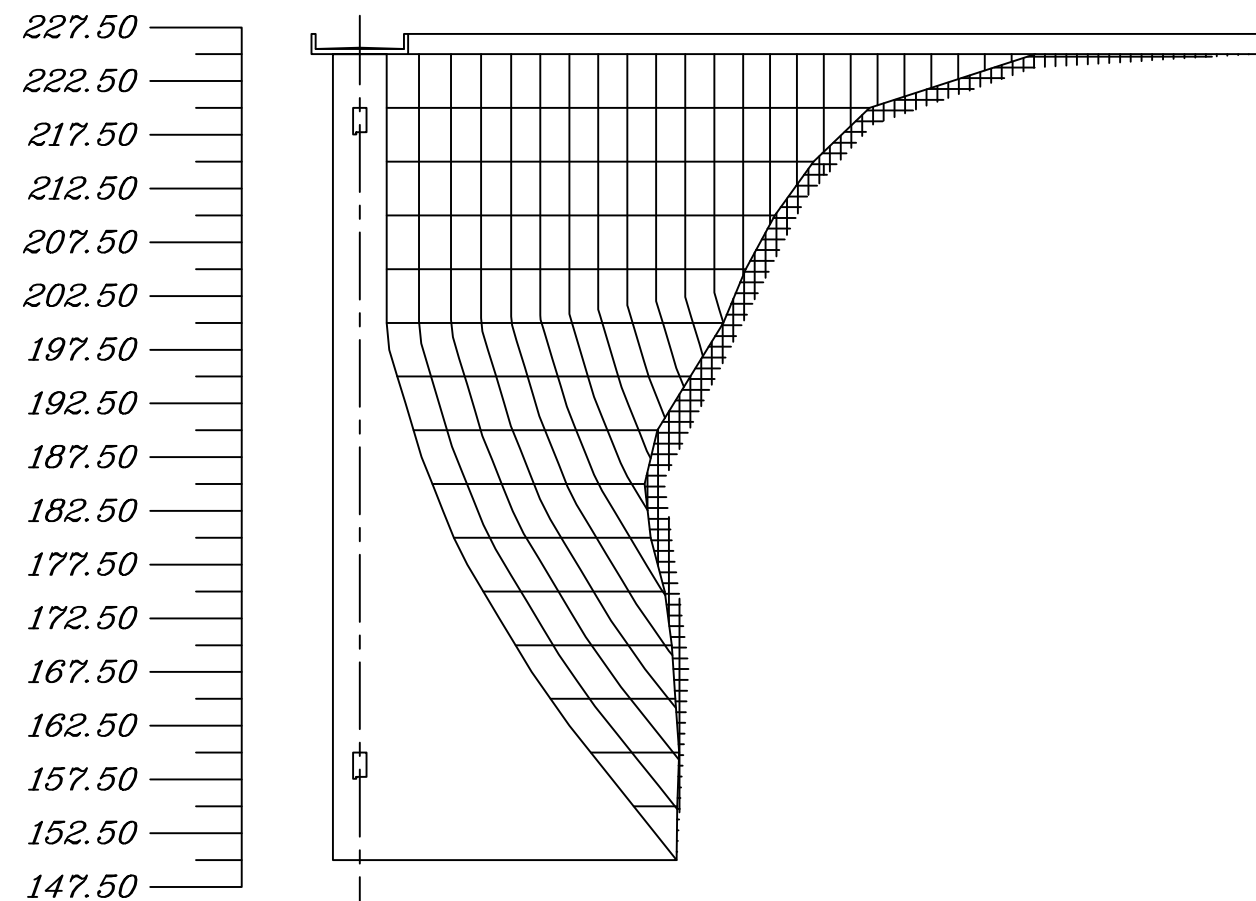
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

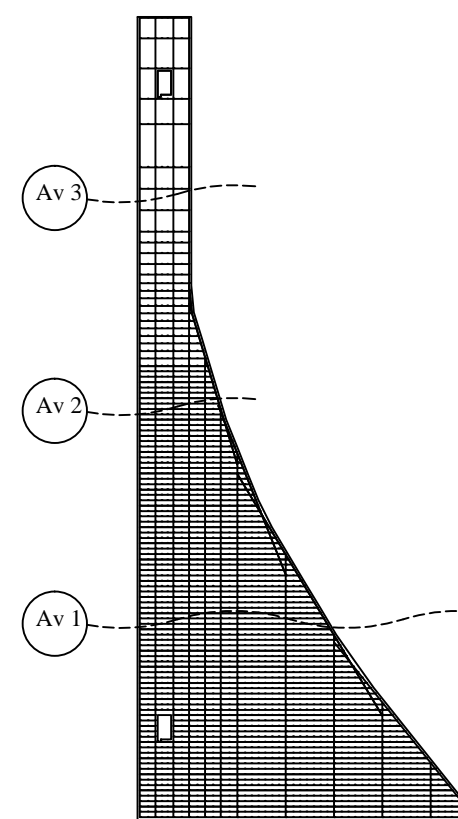
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

24	77
----	----

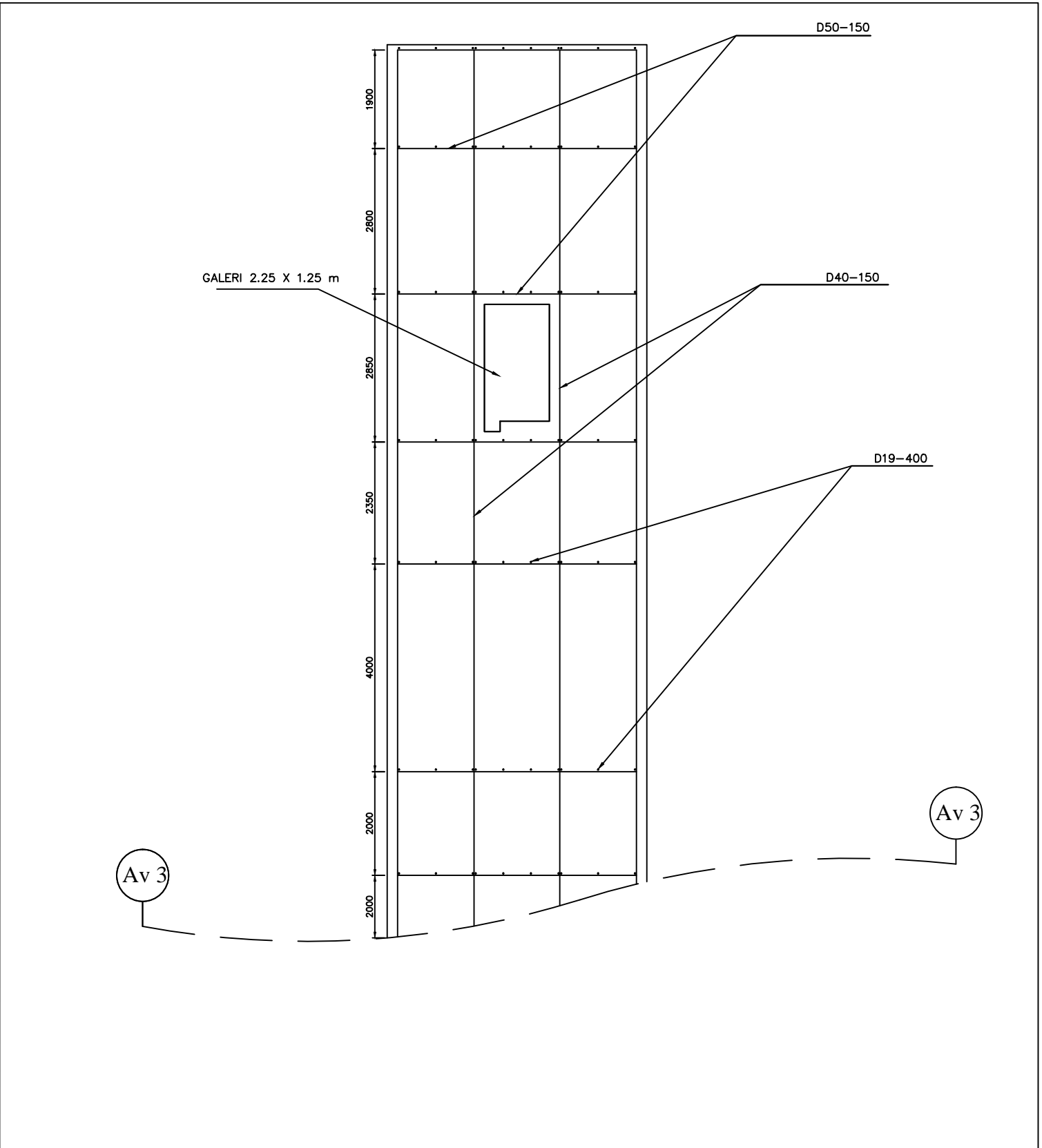
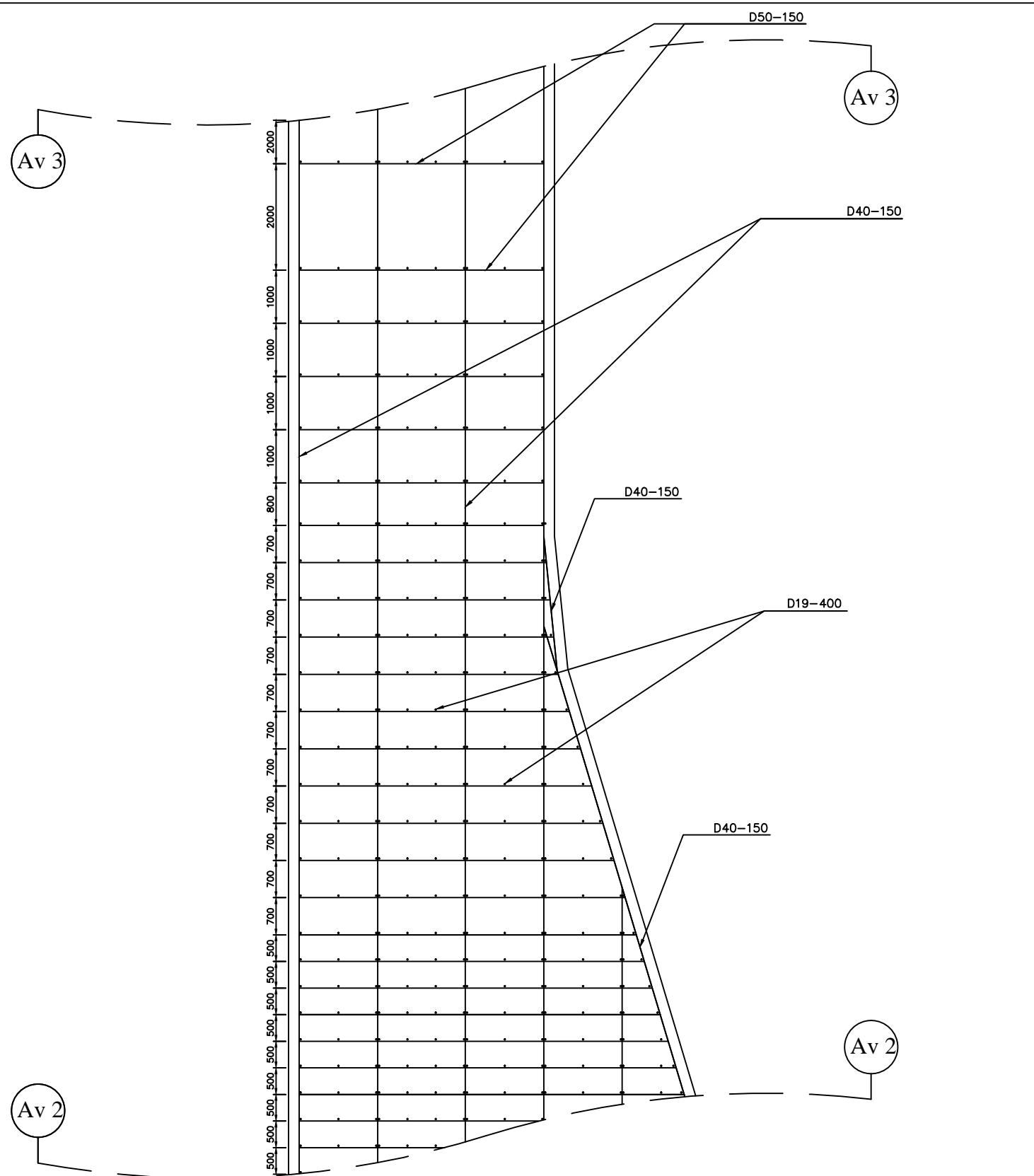
☉ BENDUNGAN



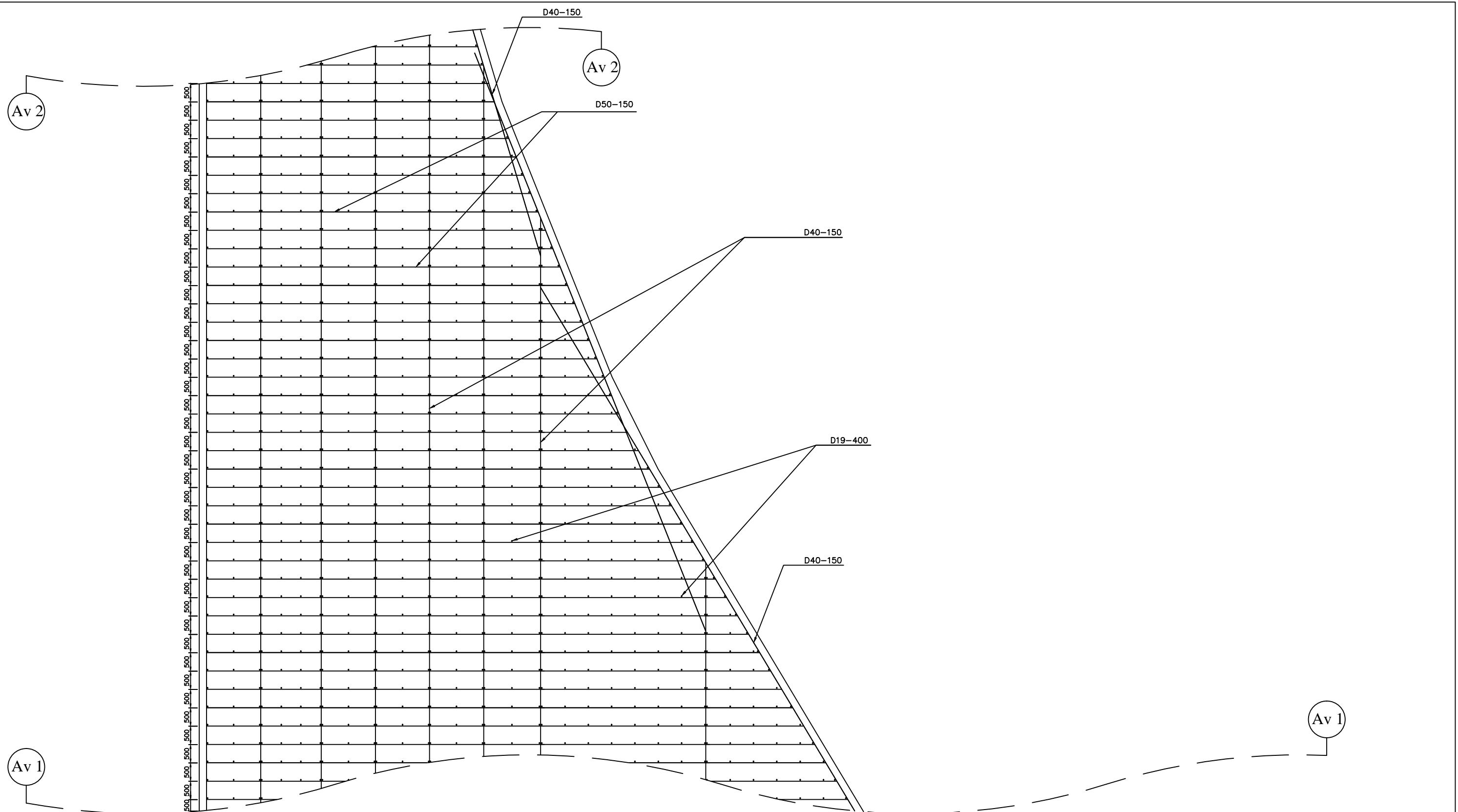
POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 11
SKALA 1:700

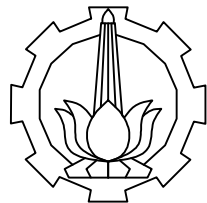


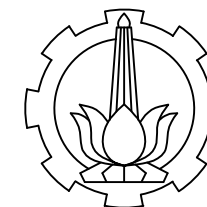
PENULANGAN SEGMENT Ki 11
SKALA 1:700



 <p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR	
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002			NAMA DOSEN PEMBIMBING 2	1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
	Muhammad Arsy Dhyksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003		BAGIAN ATAS (Av 2 - Av 3)	25	77	



 <p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR	
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002			NAMA DOSEN PEMBIMBING 2	1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
	Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003		BAGIAN TENGAH (Av 1 - Av 2)	26	77	



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ki 10

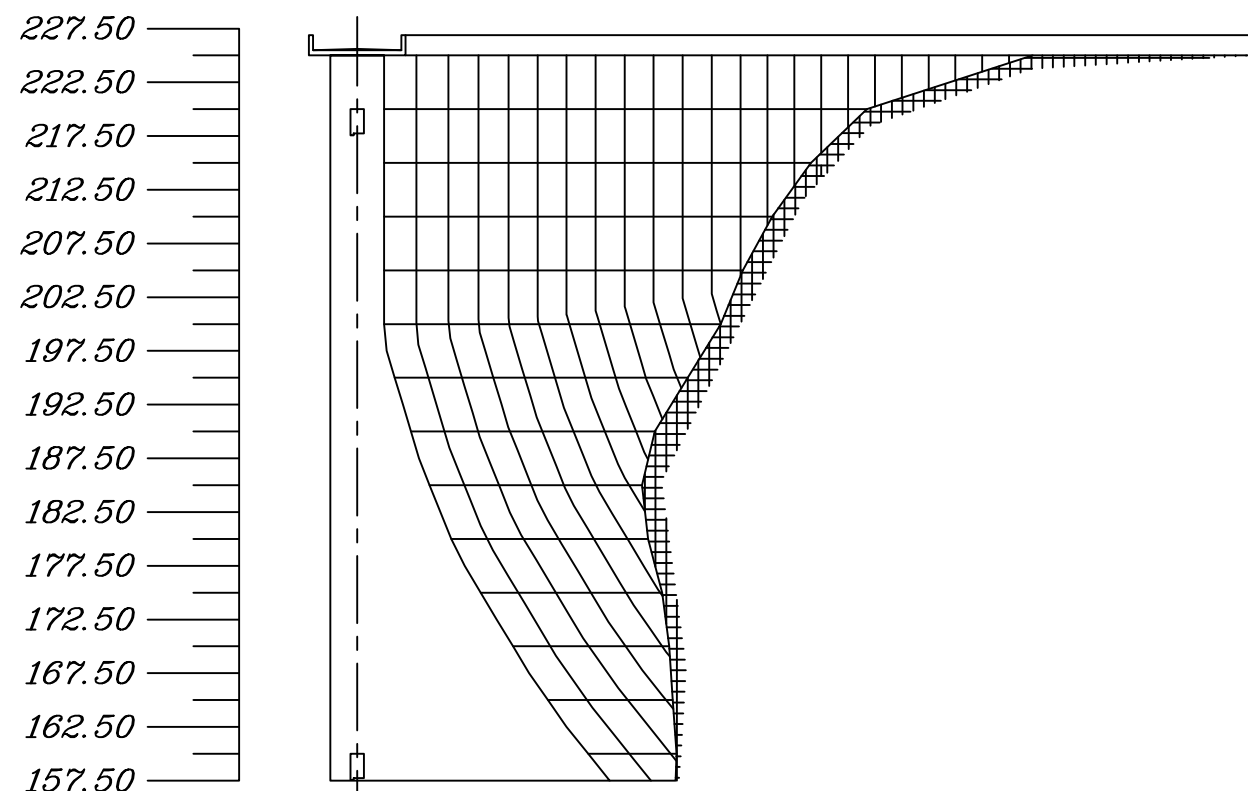
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

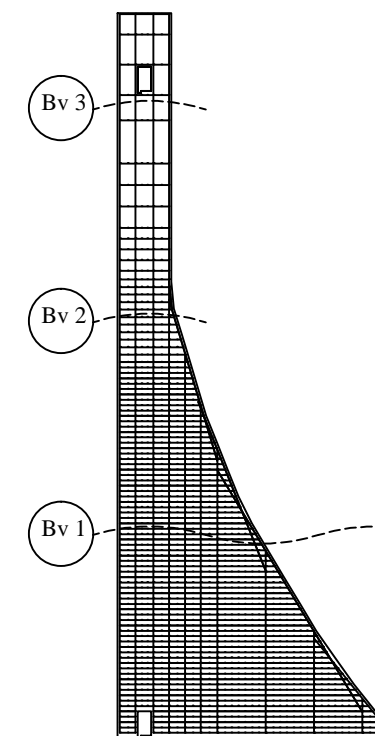
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

28	77
----	----

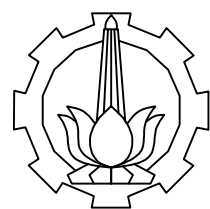
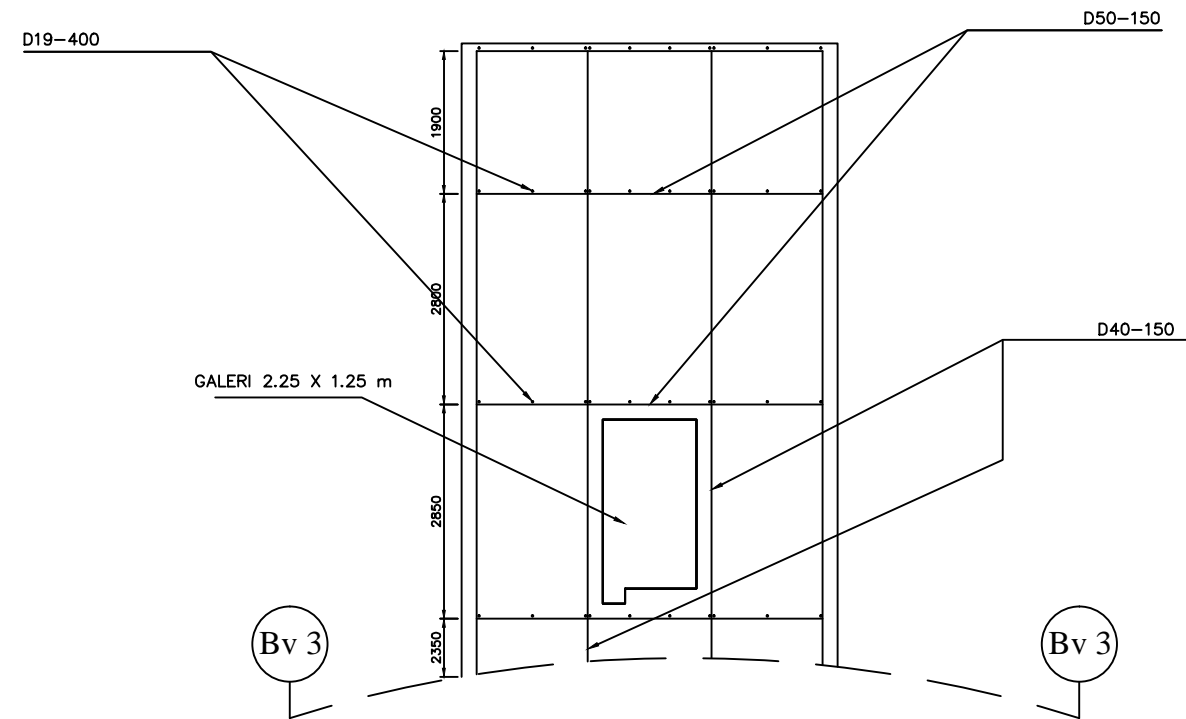
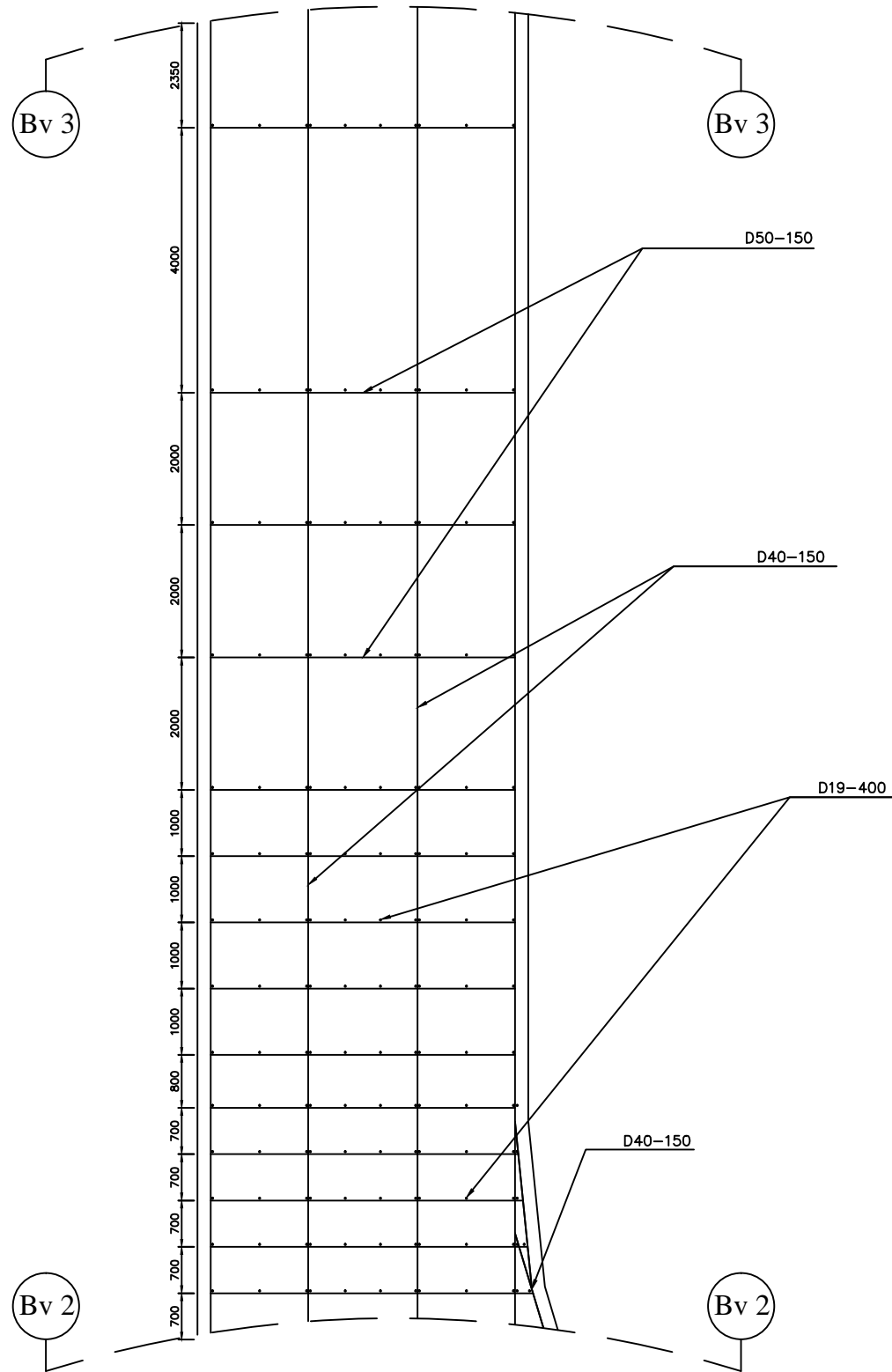
☉ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 10
 SKALA 1:700

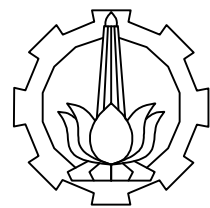
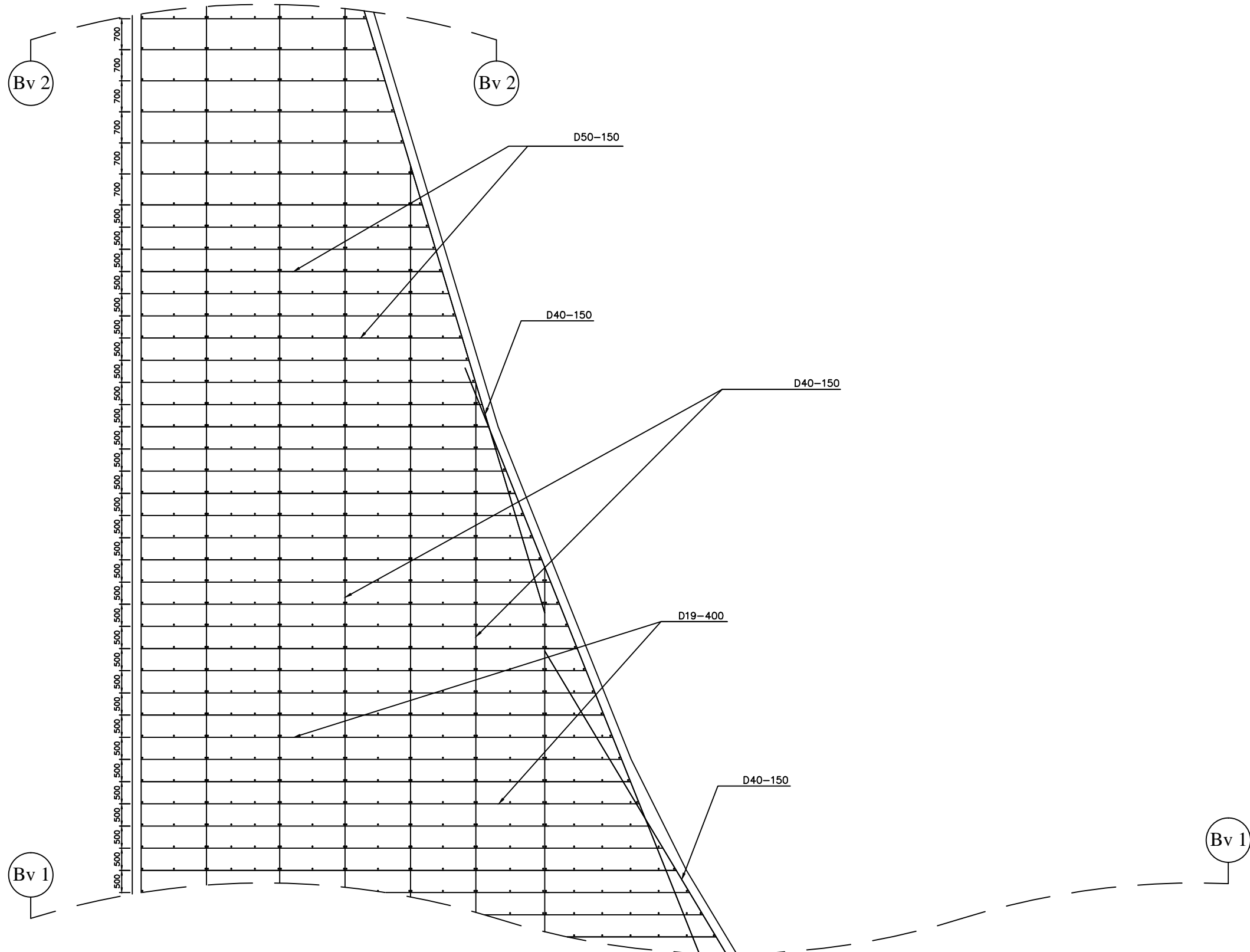


PENULANGAN SEGMENT Ki 10
 SKALA 1:700



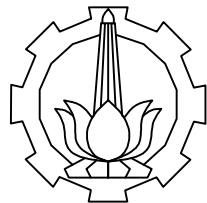
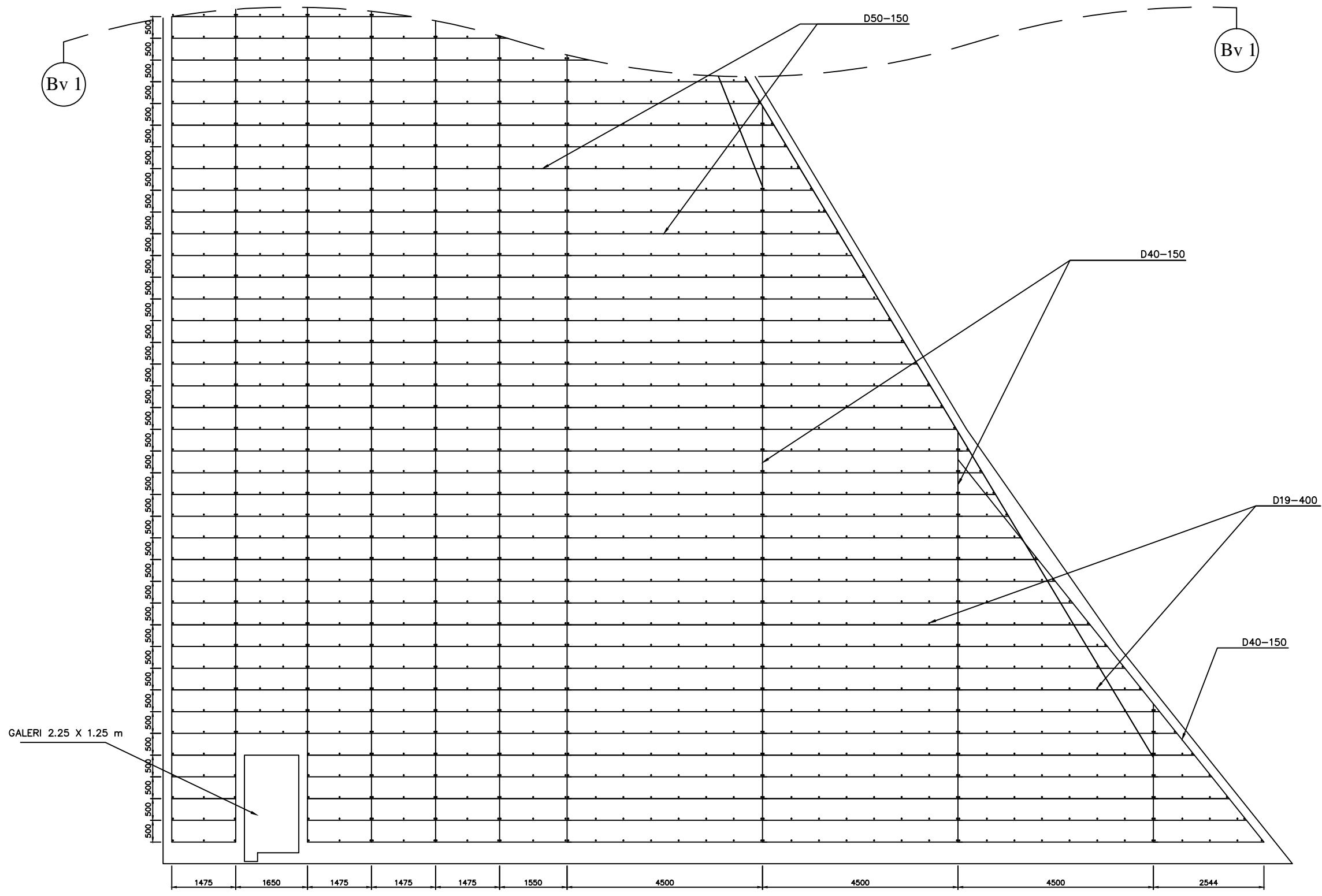
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT KI 10 BAGIAN ATAS (Bv 2 - Bv 3)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			29	77



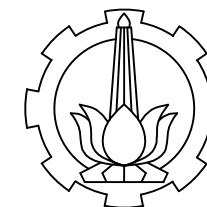
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 10 BAGIAN TENGAH (Bv 1 - Bv 2)		1 : 100
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			30	77



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 10 BAGIAN TENGAH (Bv 1)		1 : 100
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			31	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ki 9

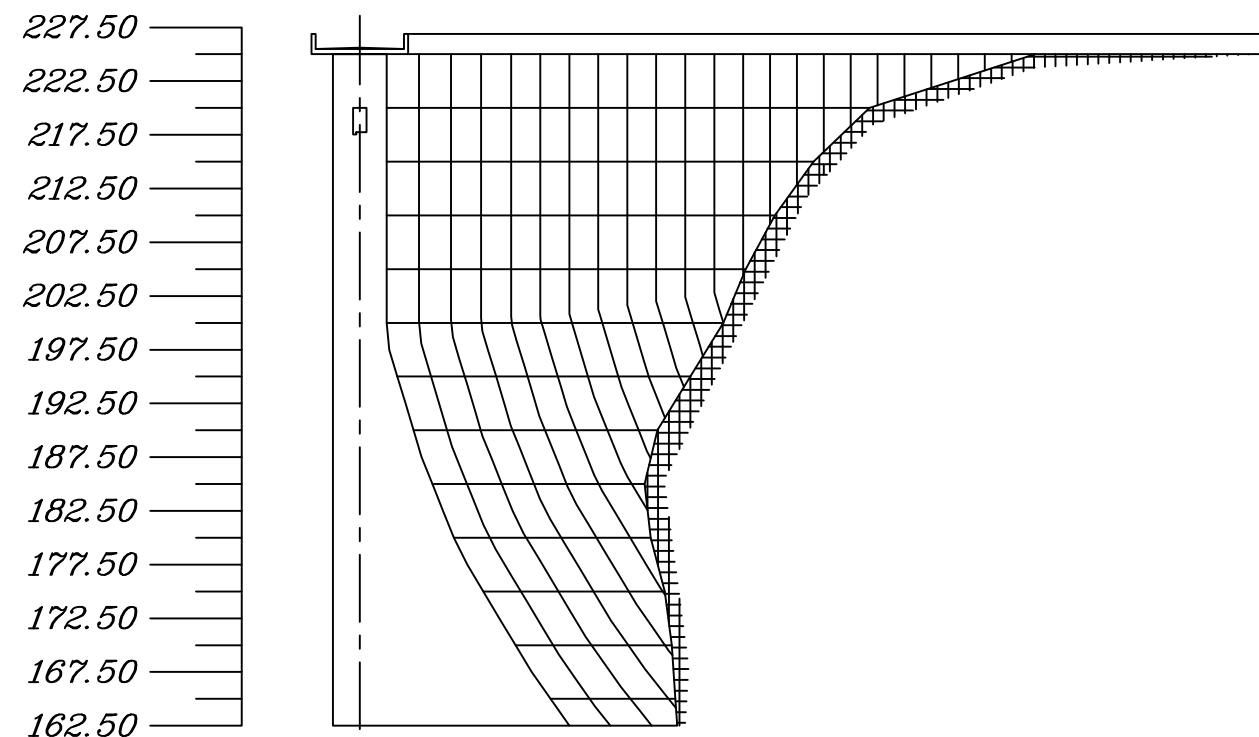
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

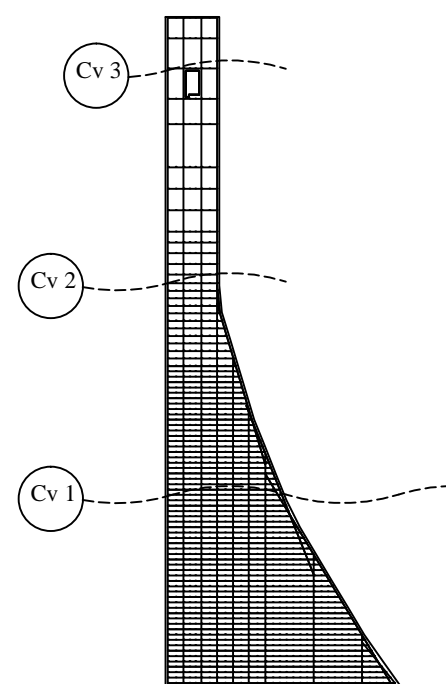
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

32	77
----	----

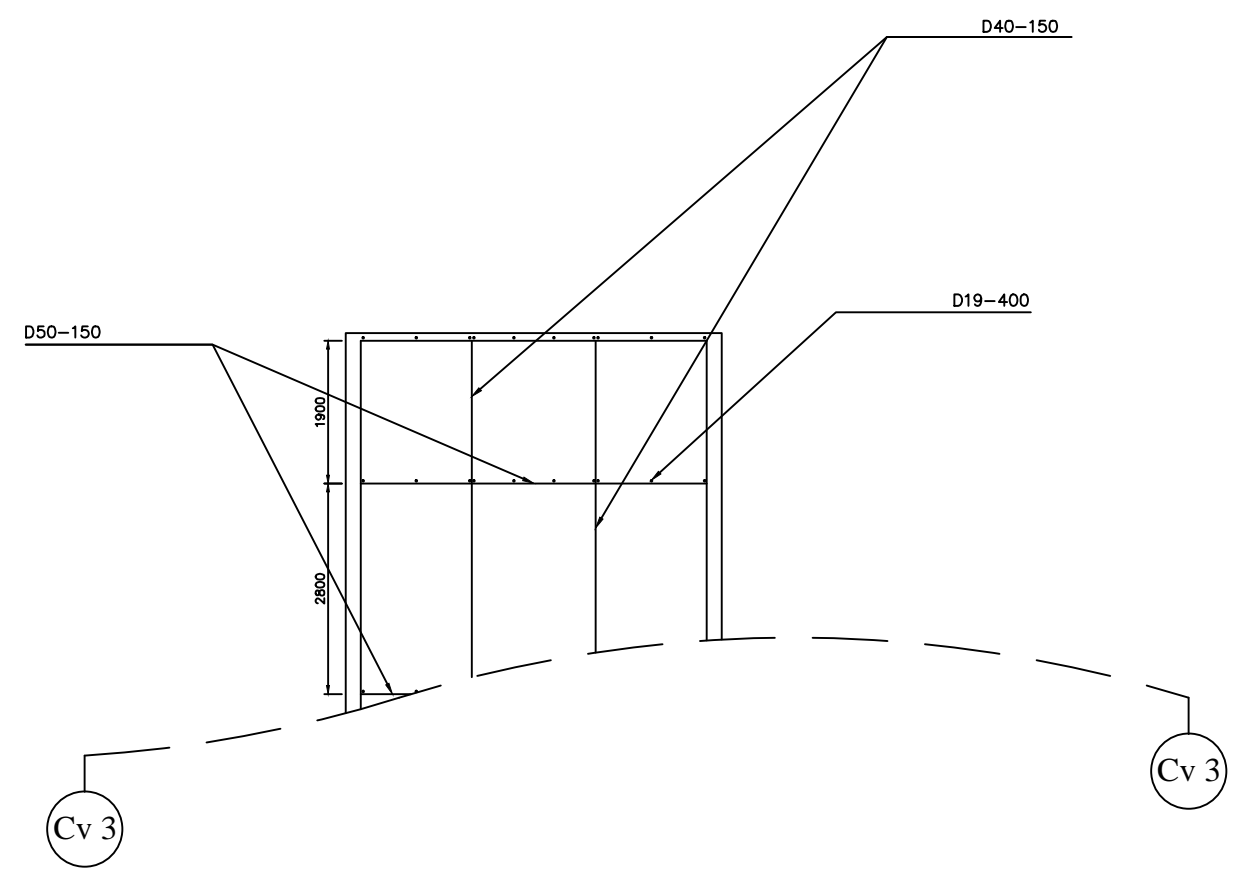
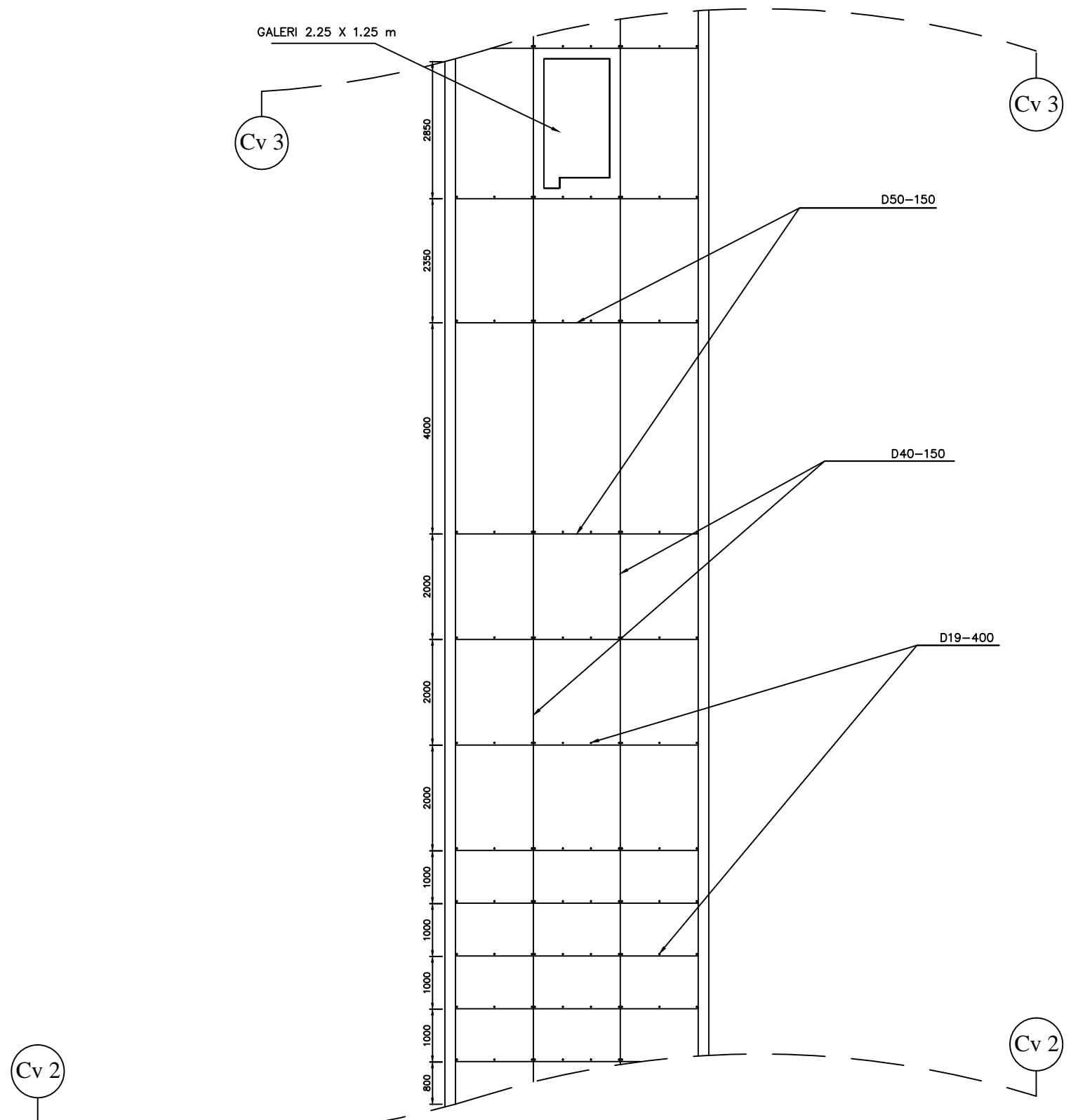
☉ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 9
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ki 9
 SKALA 1:700



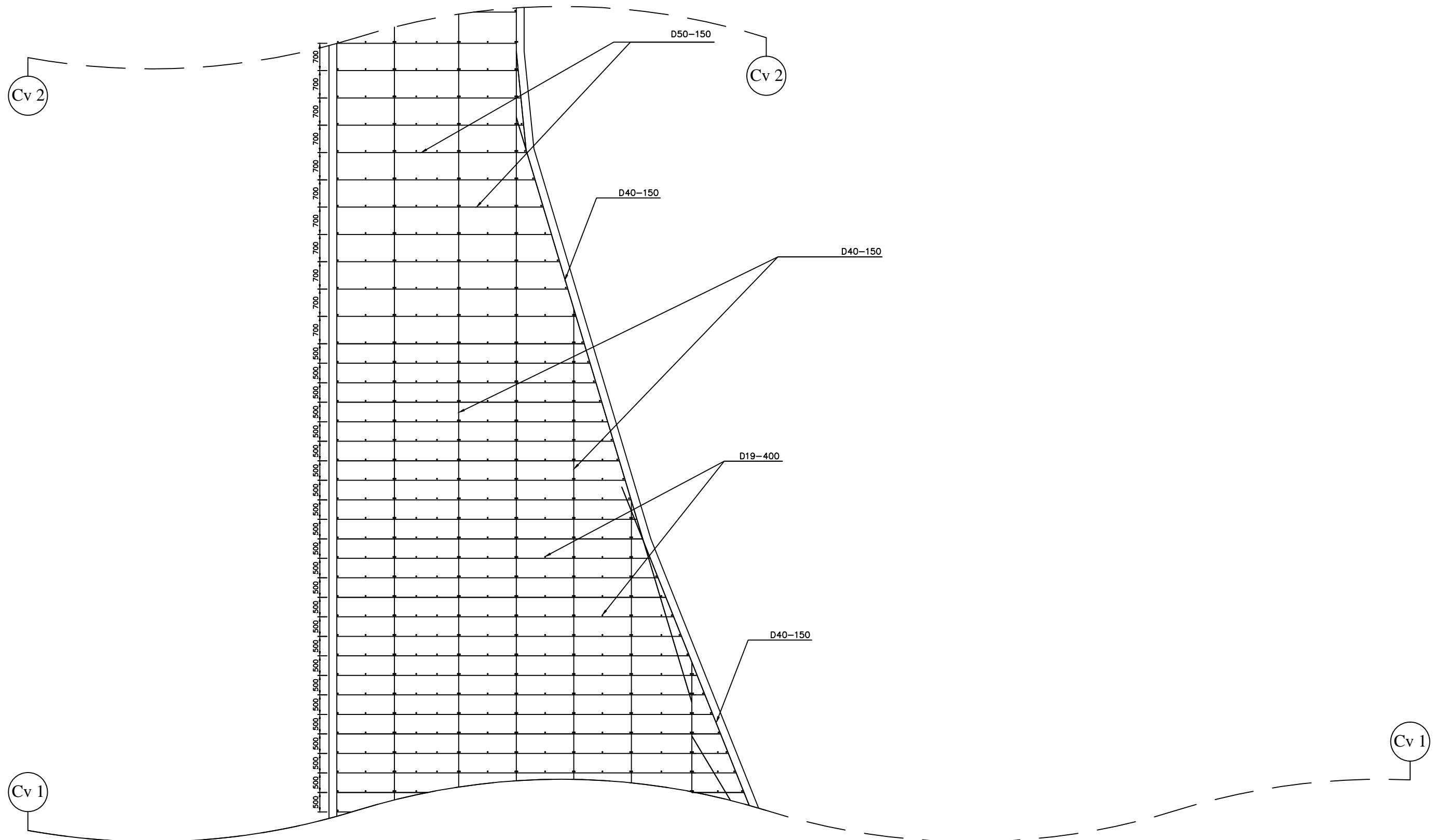
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003

KETERANGAN

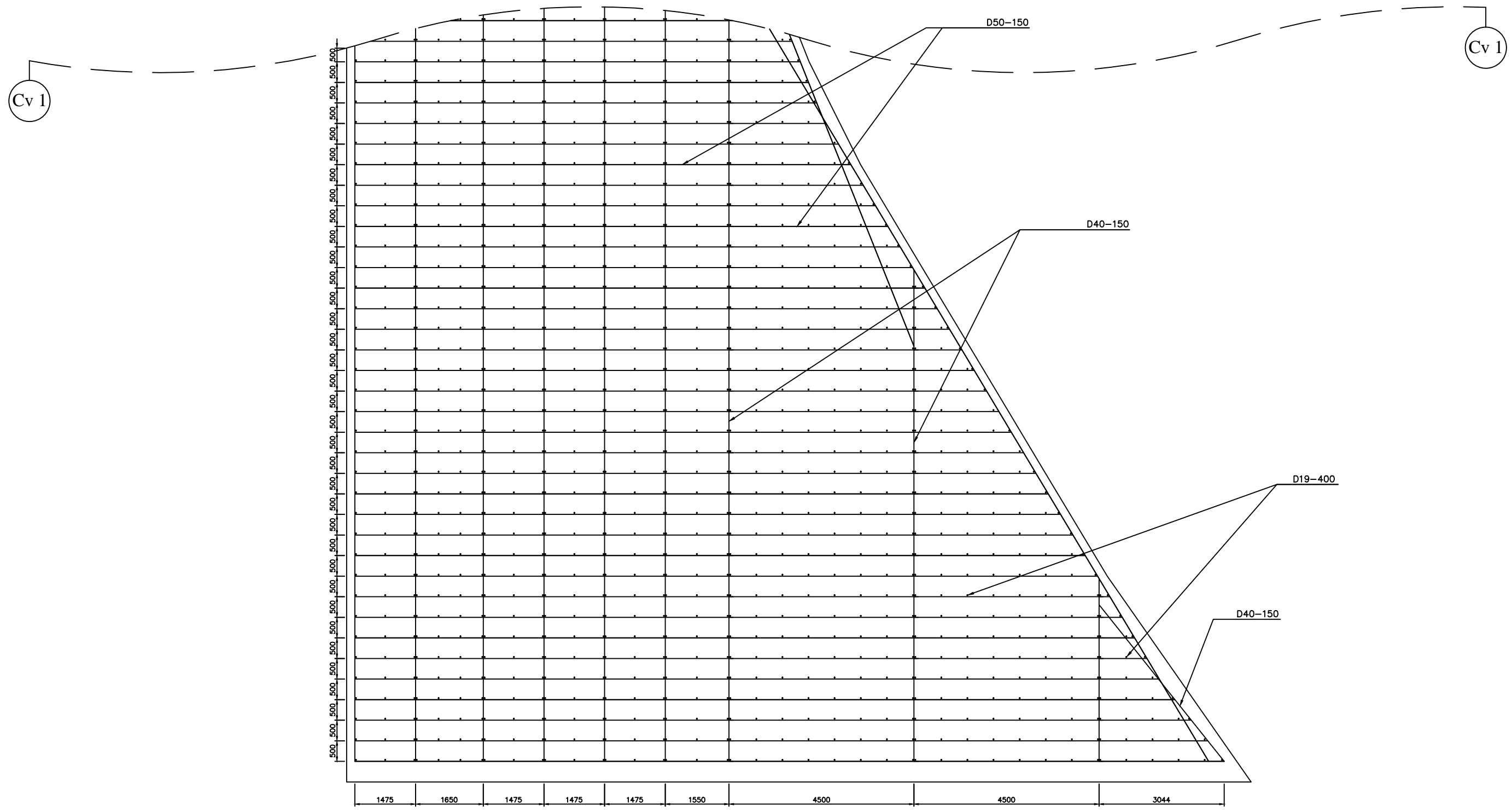
JUDUL GAMBAR
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ki 9
BAGIAN ATAS (Cv 2 - Cv 3)

SKALA	KODE GAMBAR
1 : 100	STR
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
33	77



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 9 BAGIAN TENGAH (Cv 1 - Cv 2)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			34	77



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 9 BAGIAN TENGAH (Cv 1)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			35	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ki 8 DAN Ki 7

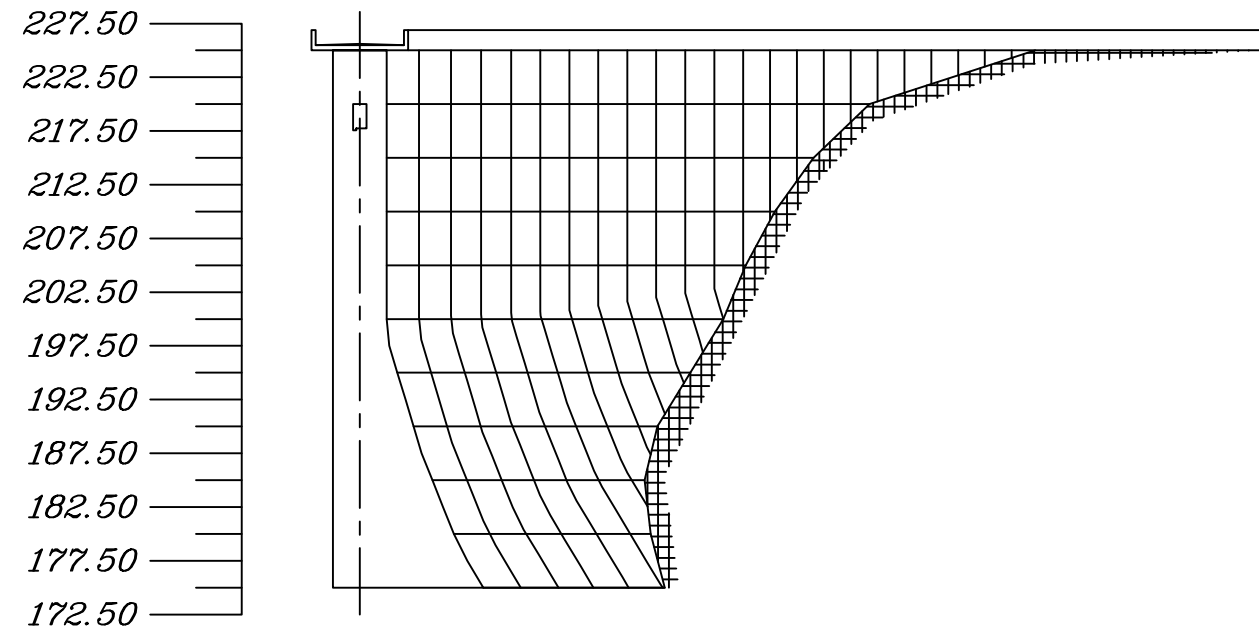
SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

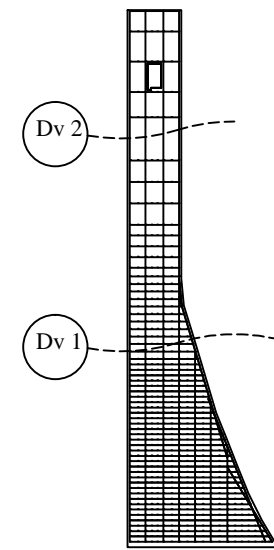
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

36 77

☉ BENDUNGAN

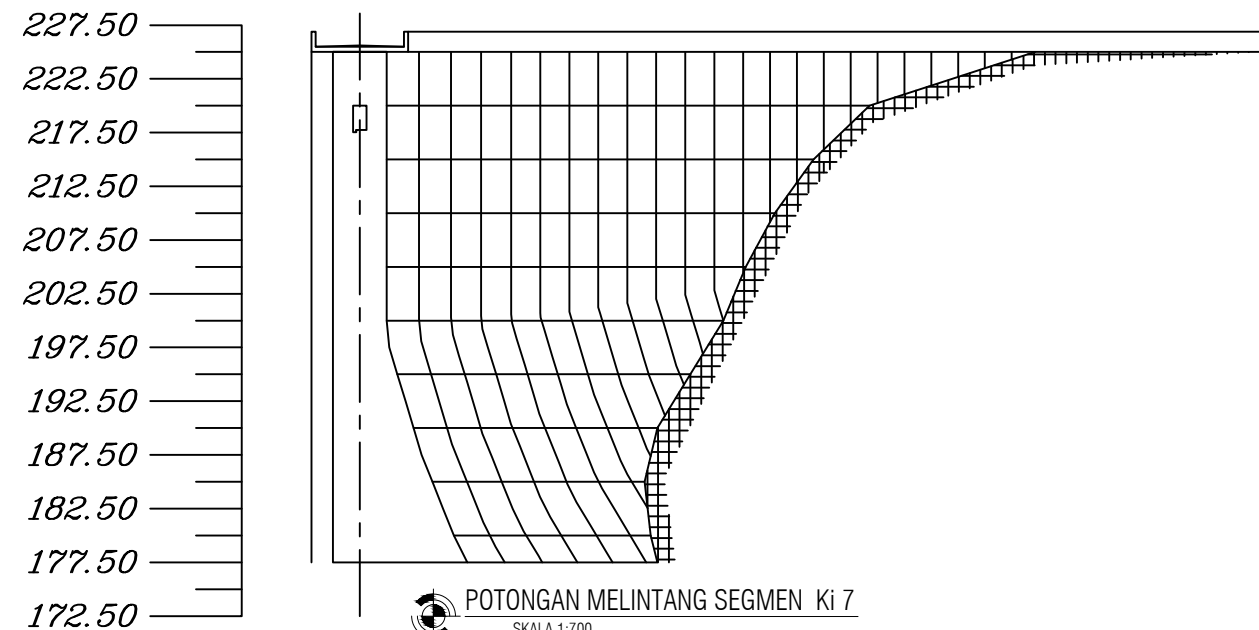


POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 8
 SKALA 1:700

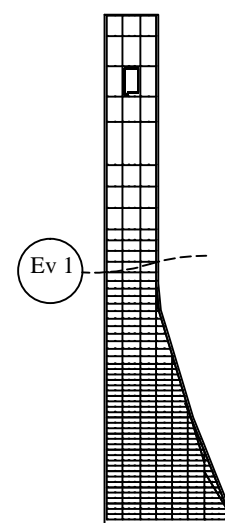


PENULANGAN SEGMENT Ki 8
 SKALA 1:700

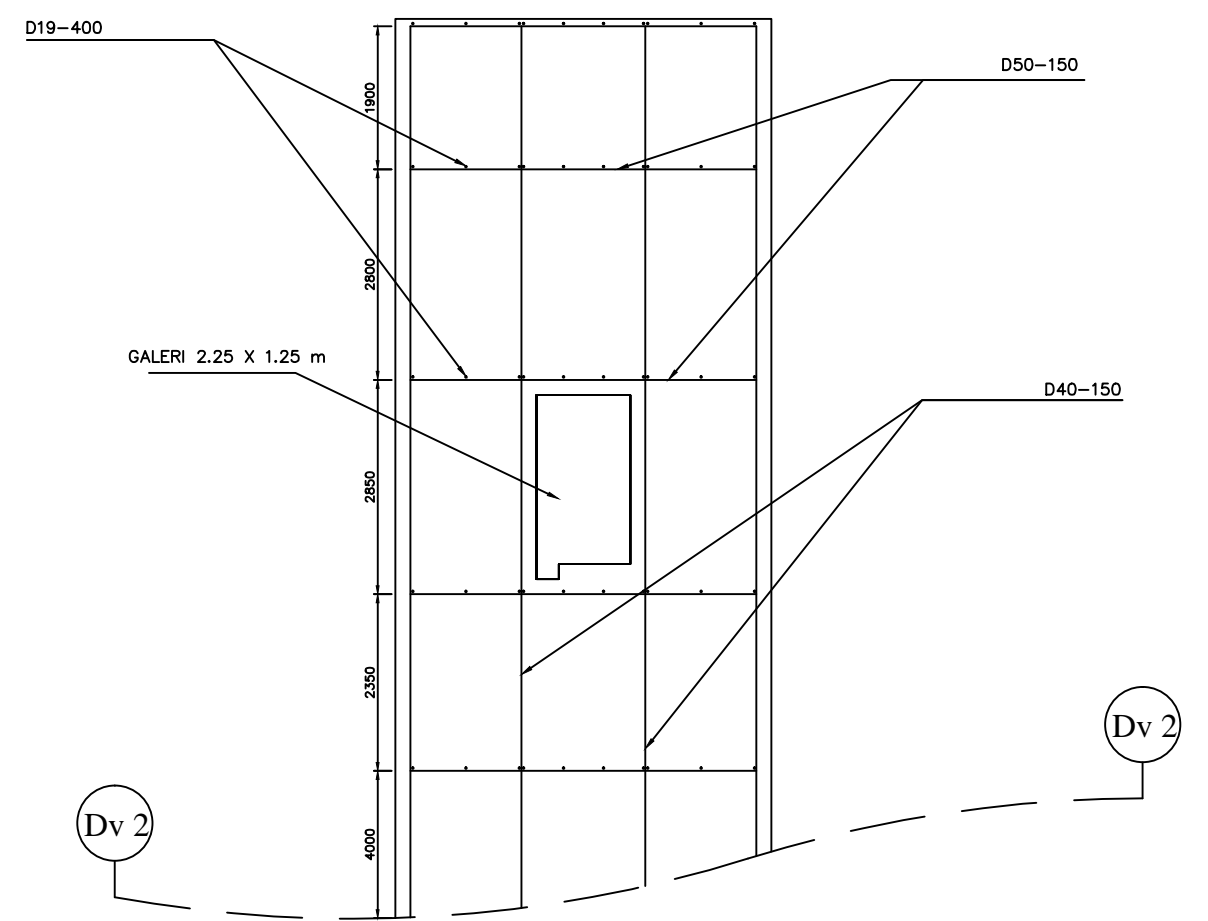
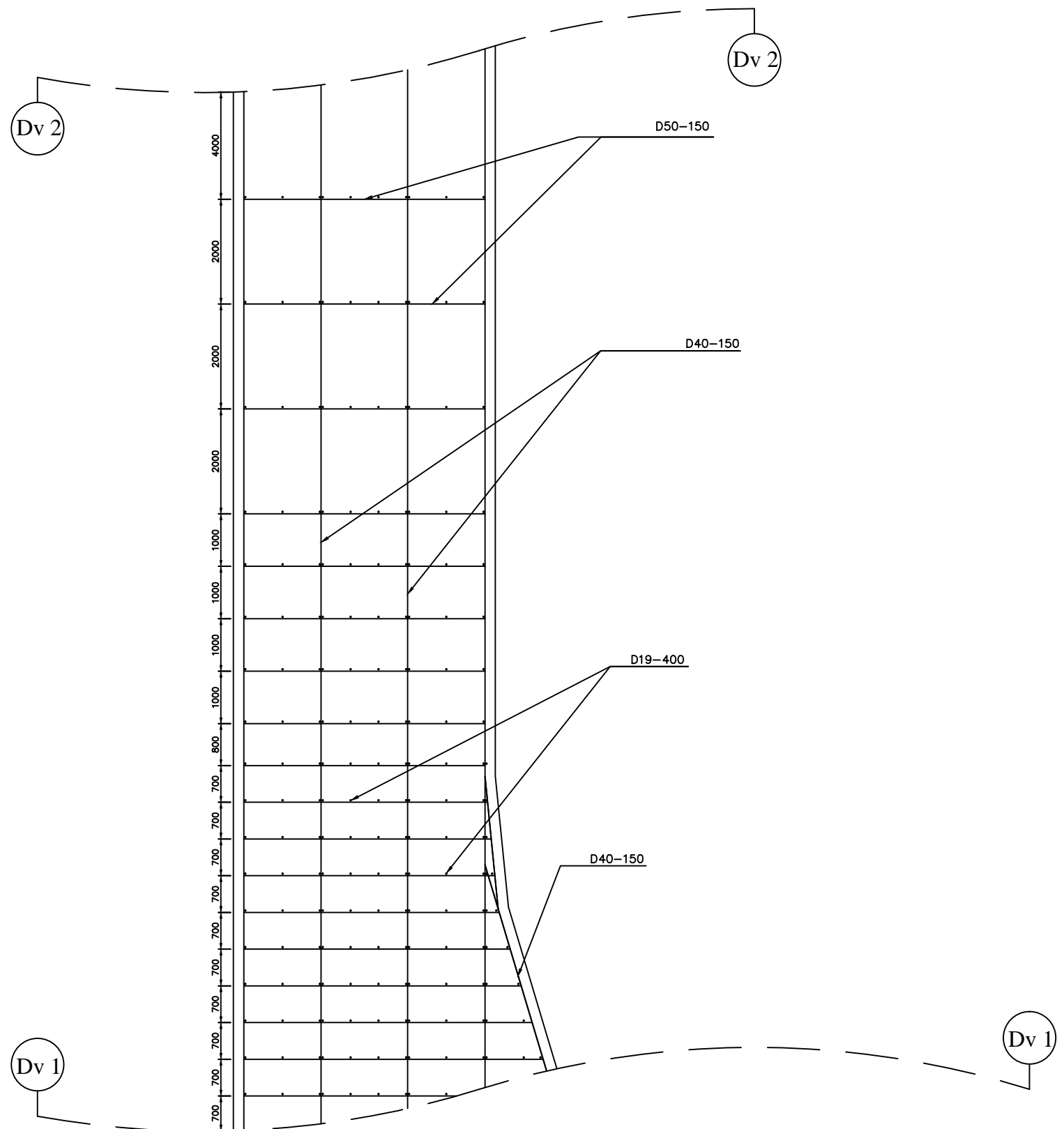
☉ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 7
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ki 7
 SKALA 1:700



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

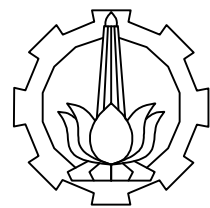
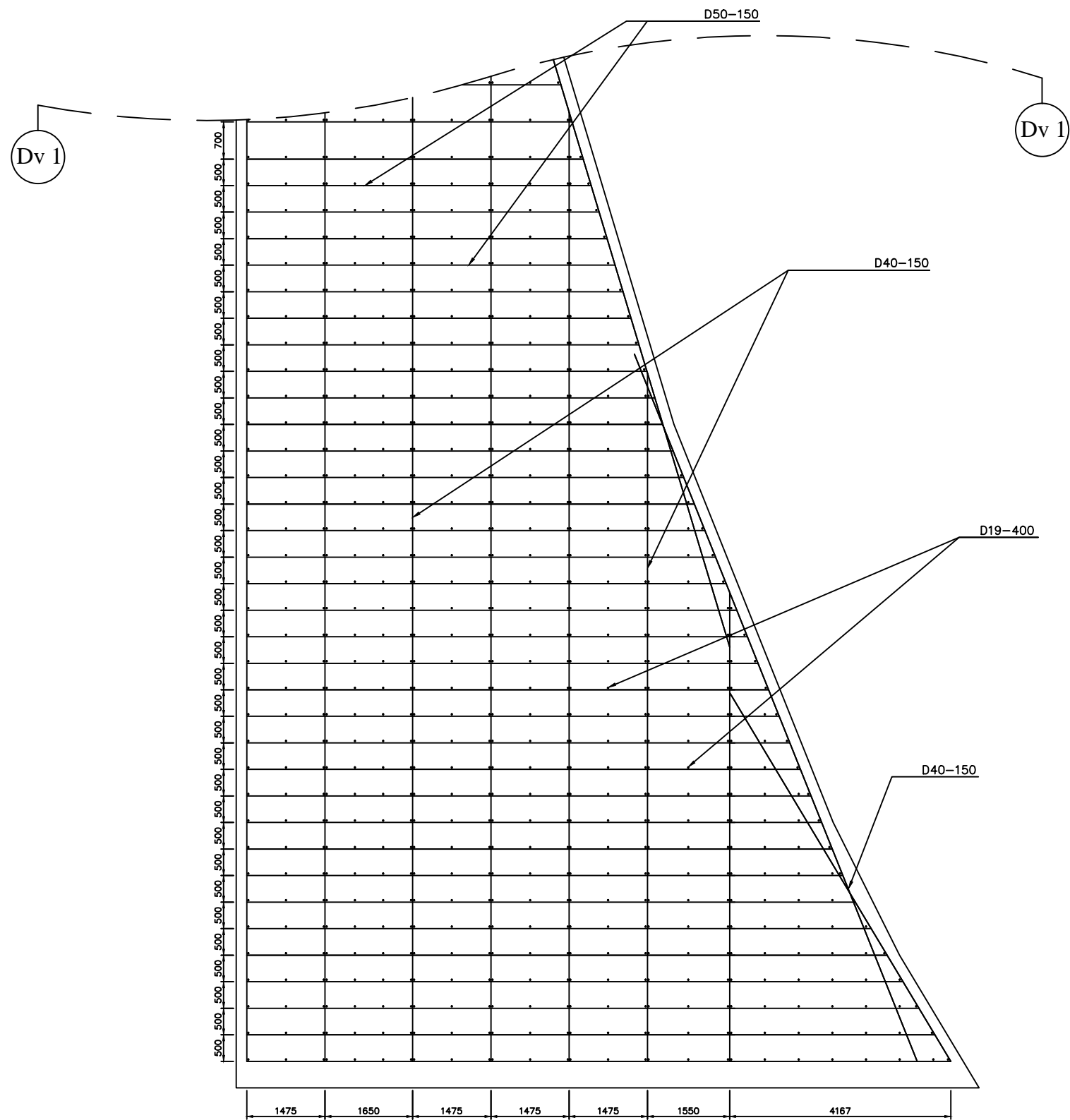
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2
Muhammad Arsy Dhyksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 8
BAGIAN ATAS (Dv 1 - Dv 2)

SKALA
1 : 100
NO. GAMBAR
37

KODE GAMBAR
STR
JUMLAH GAMBAR
77



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 8 BAGIAN TENGAH (Dv 1)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			38	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
DAN PENULANGAN MONOLITH
SEGMENT Ki 6 DAN Ki 5

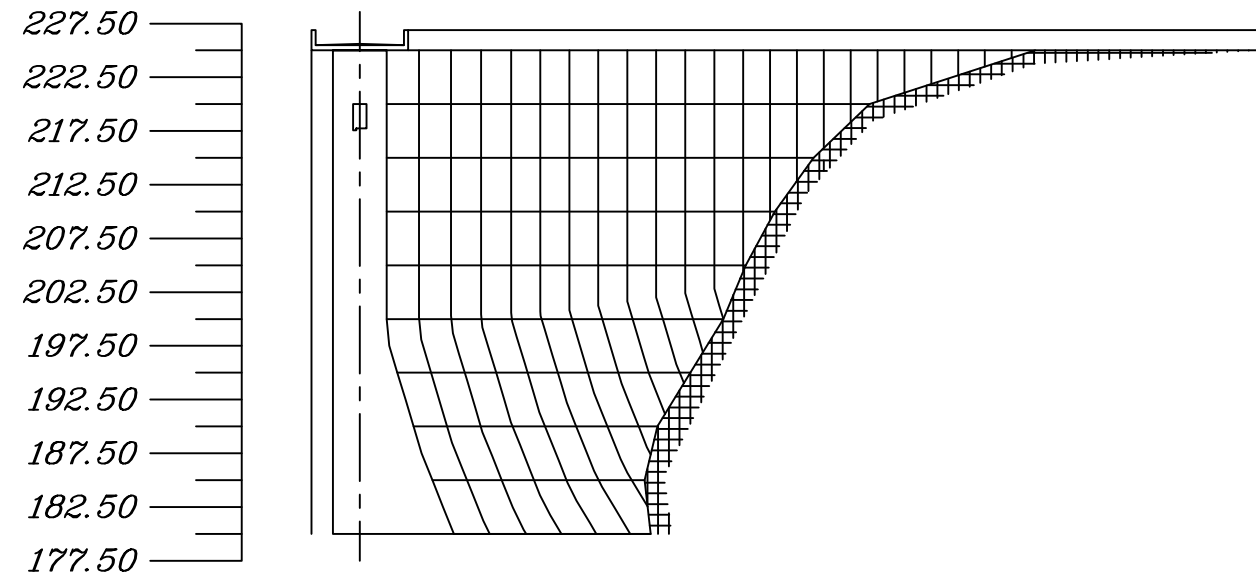
SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

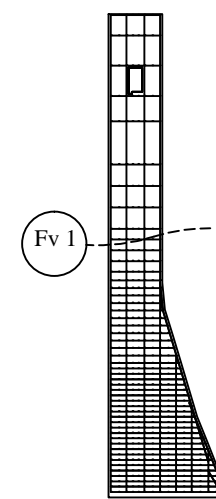
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

40 77

⊘ BENDUNGAN

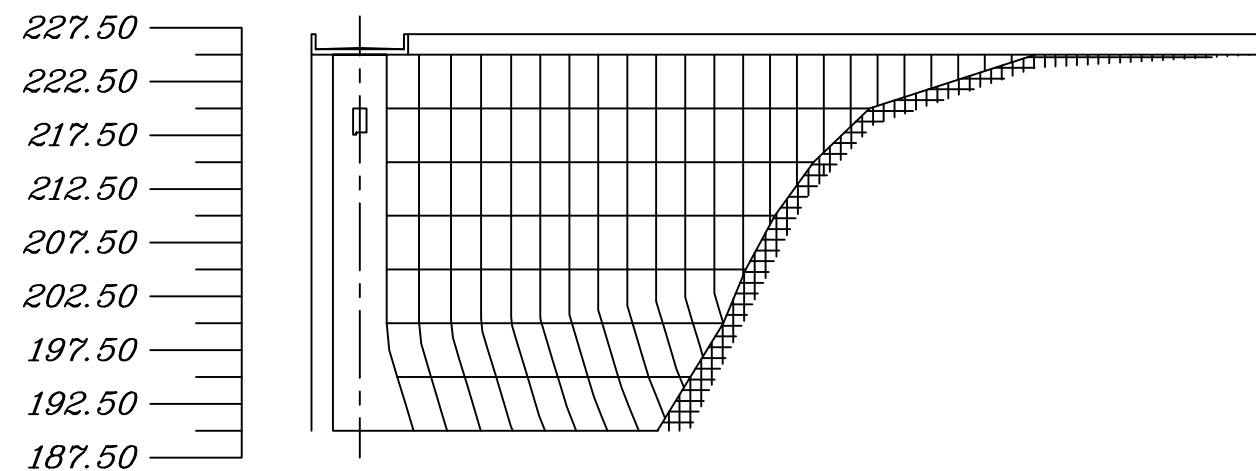


POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 6
SKALA 1:700

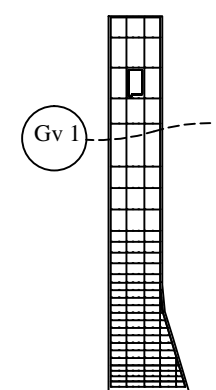


PENULANGAN SEGMENT Ki 6
SKALA 1:700

⊘ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 5
SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ki 5
SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

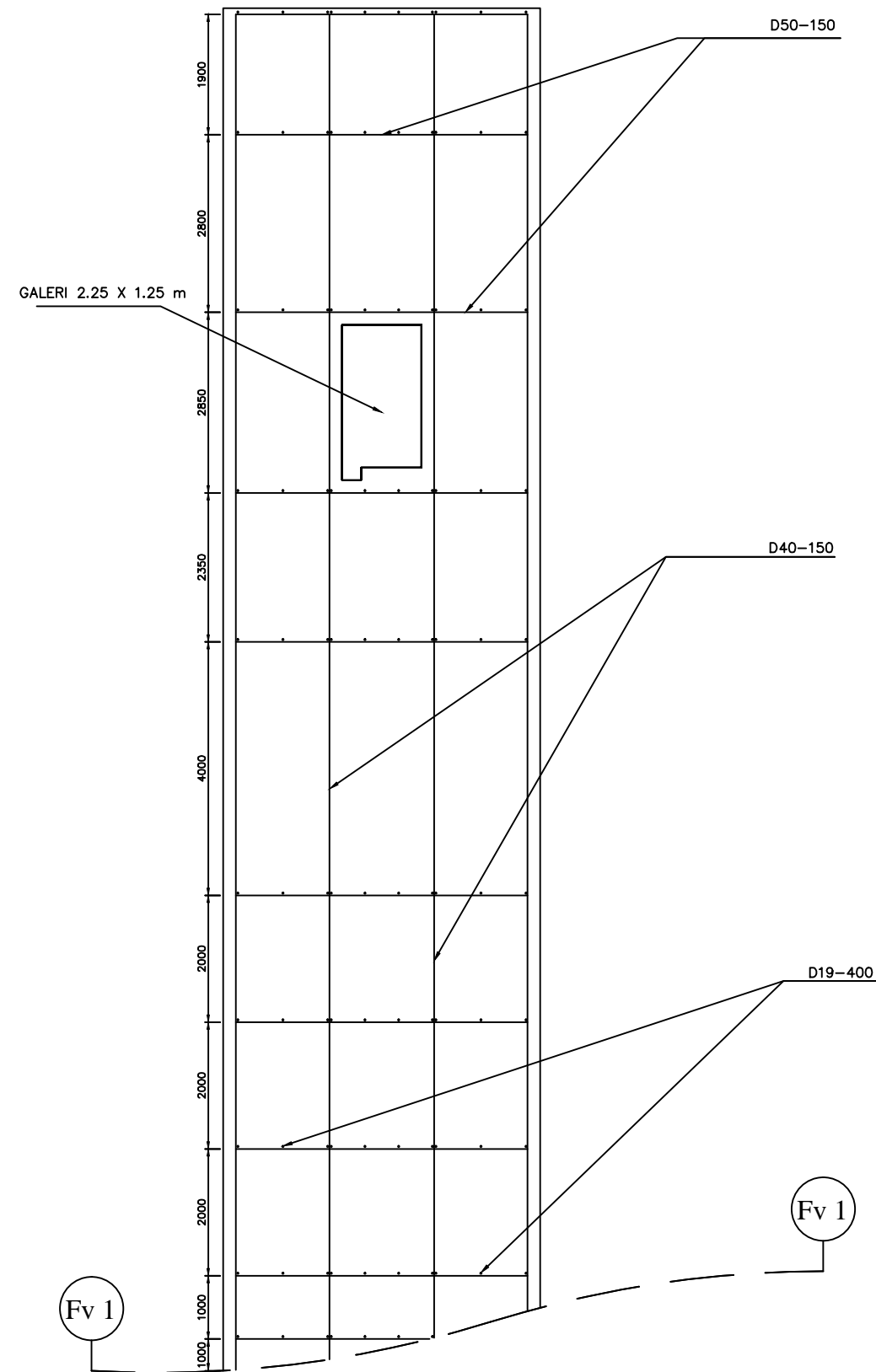
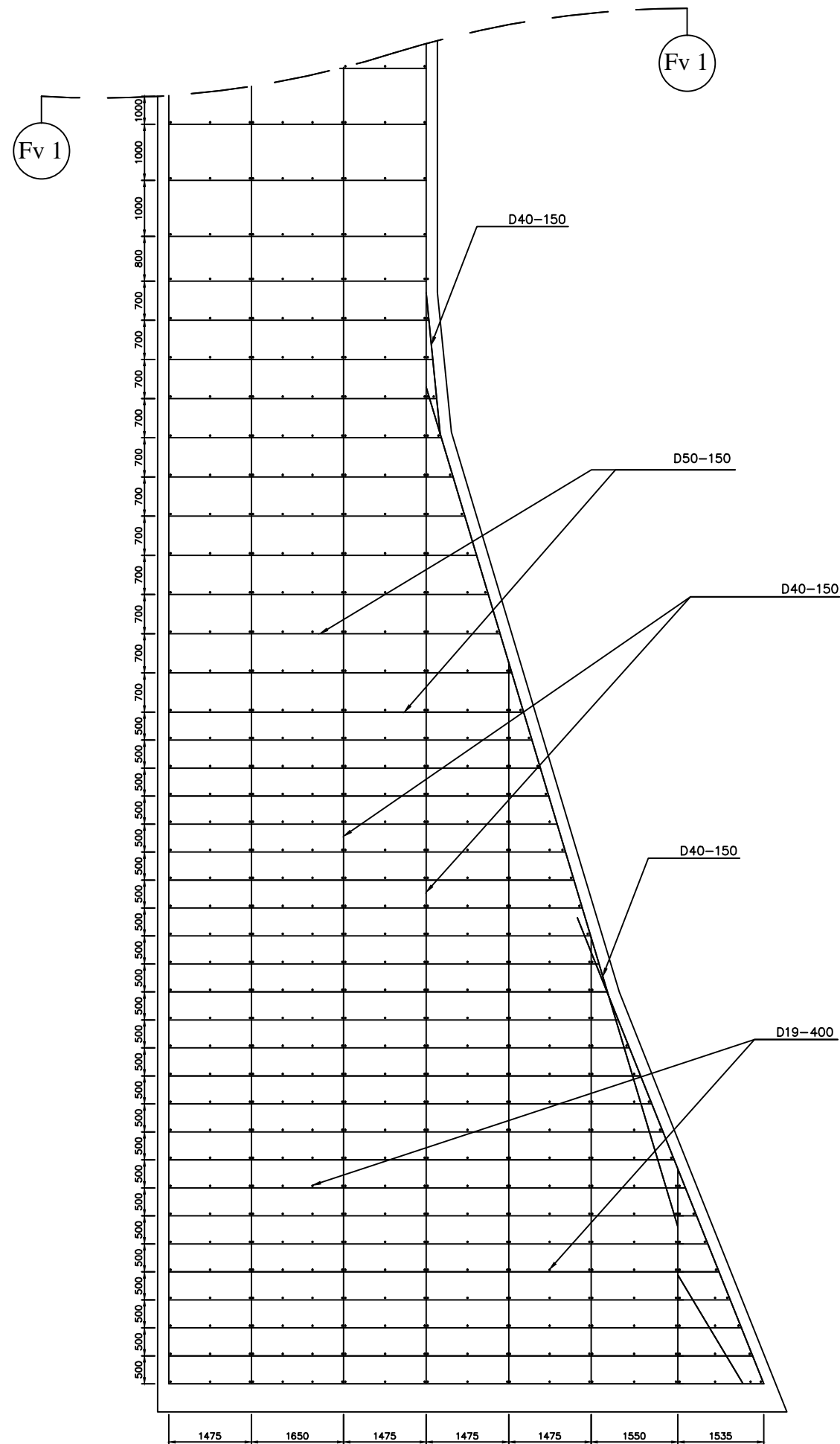
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 6
 BAGIAN (Fv 1)

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

41	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

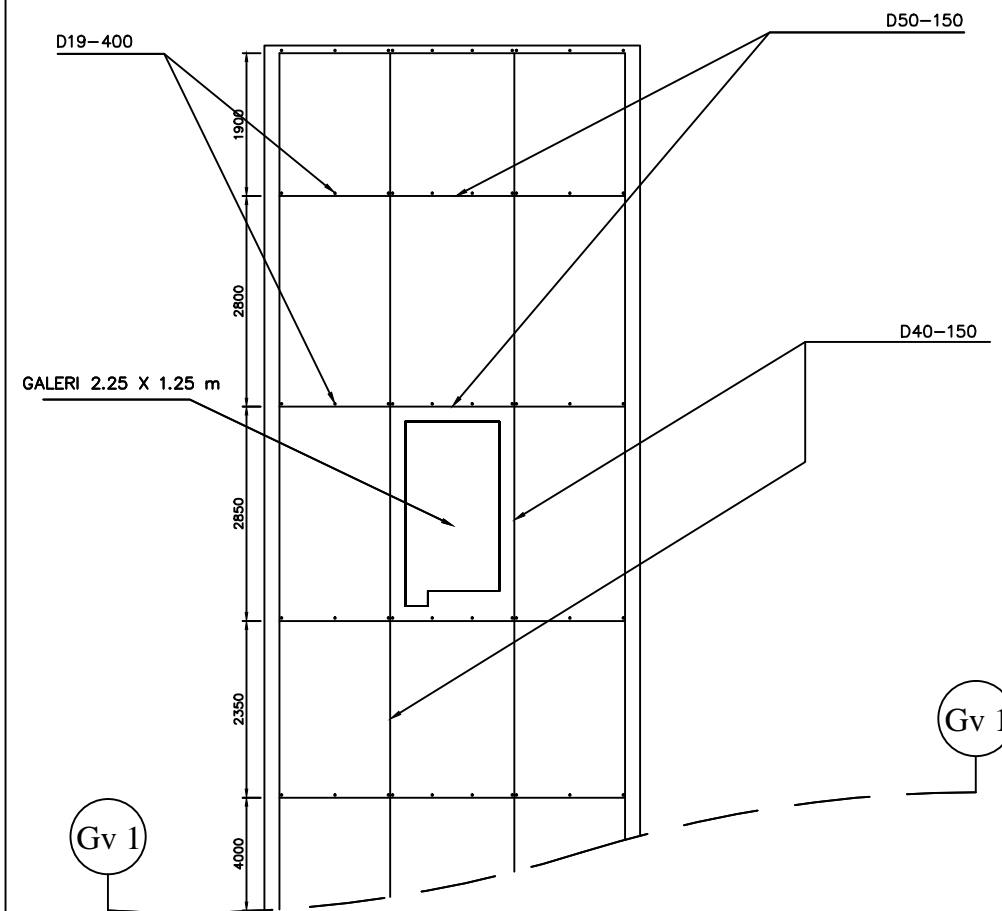
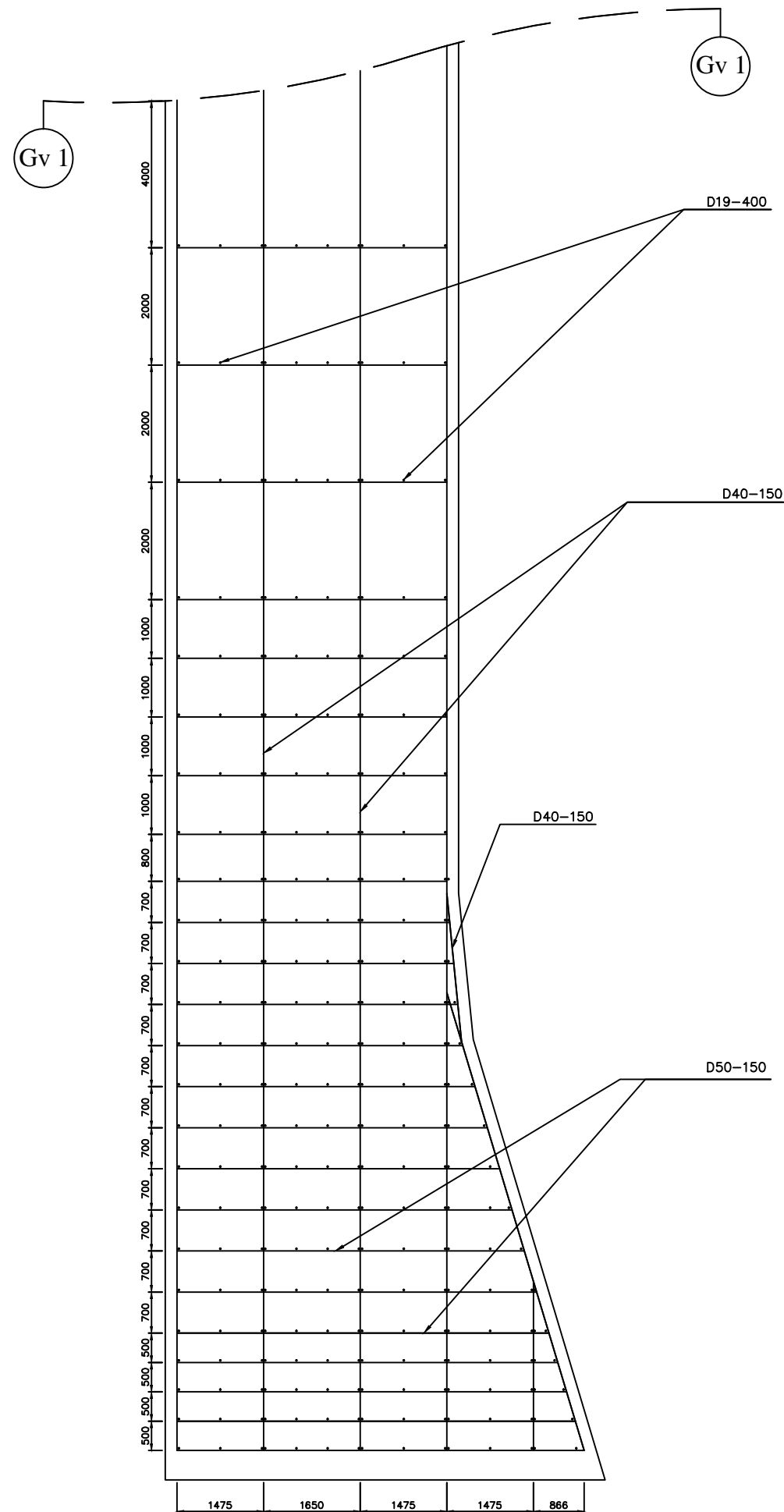
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 5
 BAGIAN (Gv 1)

SKALA **KODE GAMBAR**

1 : 100 STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

42 77





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ki 4 DAN Ki 3

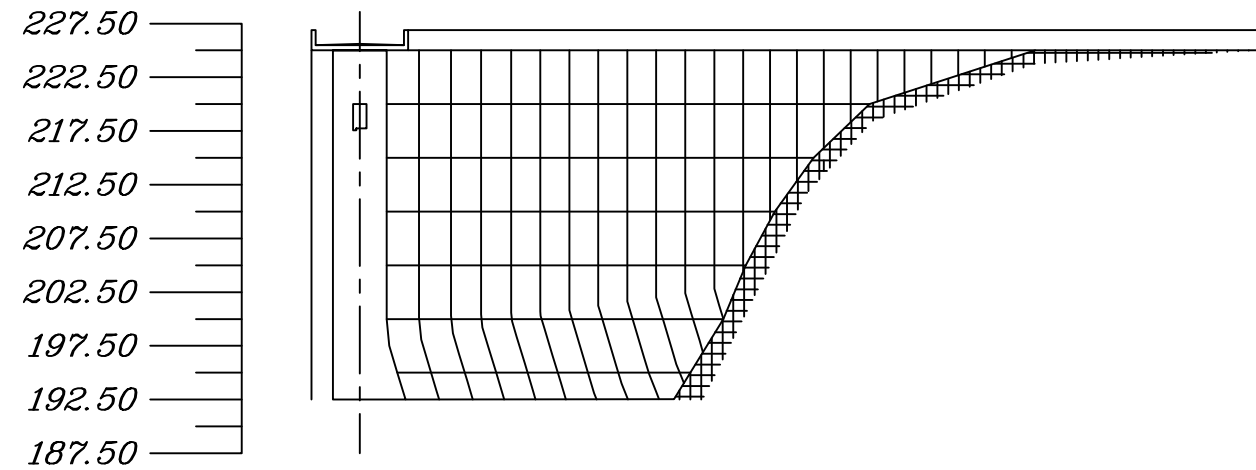
SKALA **KODE GAMBAR**

1 : 700 STR

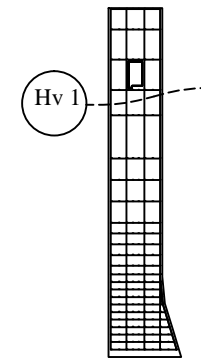
NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

43 77

℄ BENDUNGAN

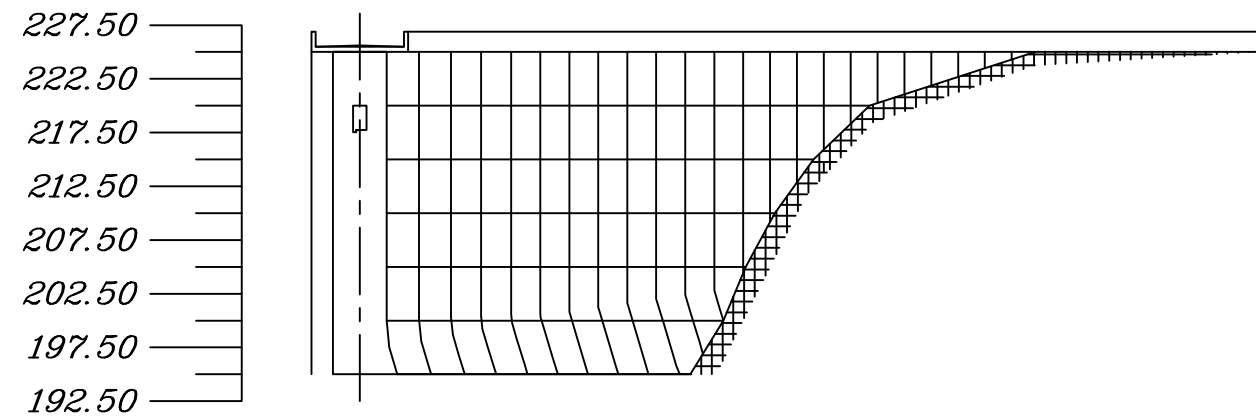


POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 4
 SKALA 1:700

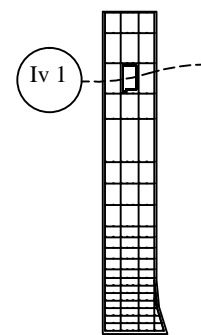


PENULANGAN SEGMENT Ki 4
 SKALA 1:700

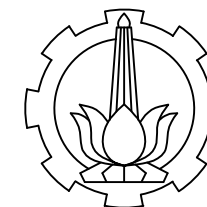
℄ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 3
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ki 3
 SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

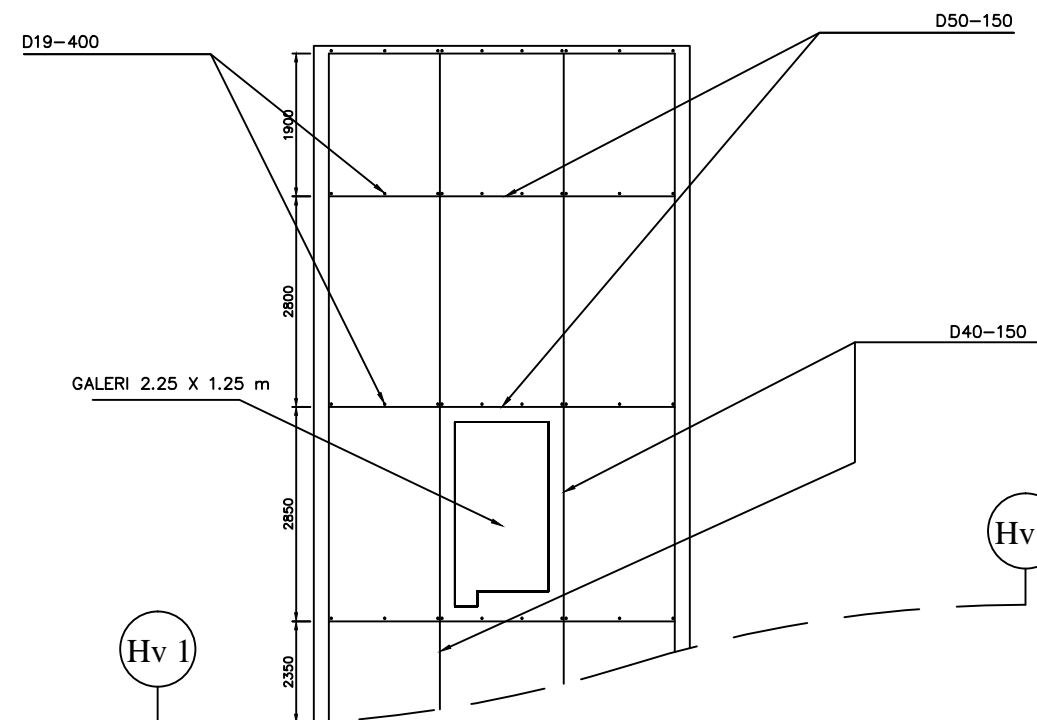
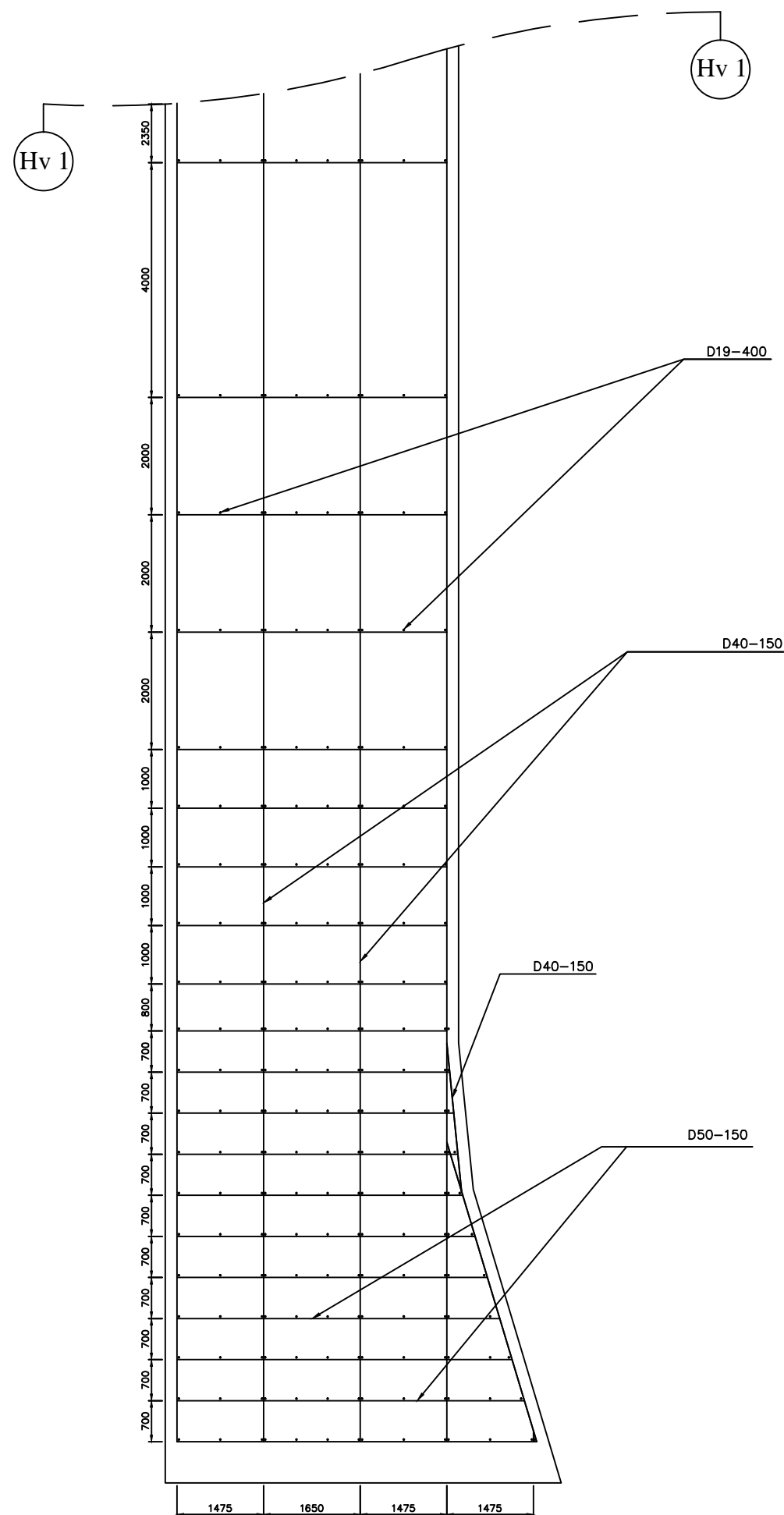
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 4
 BAGIAN (Hv 1)

SKALA KODE GAMBAR

1 : 100 STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

44 77





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ki 3
 BAGIAN (Iv 1)

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

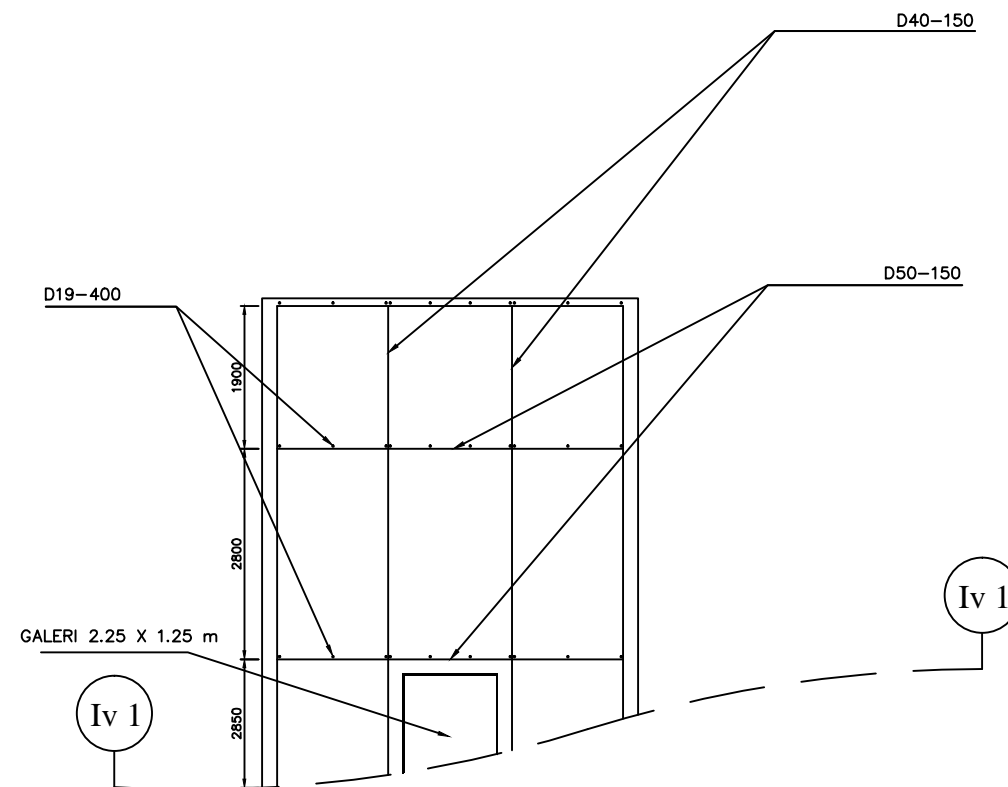
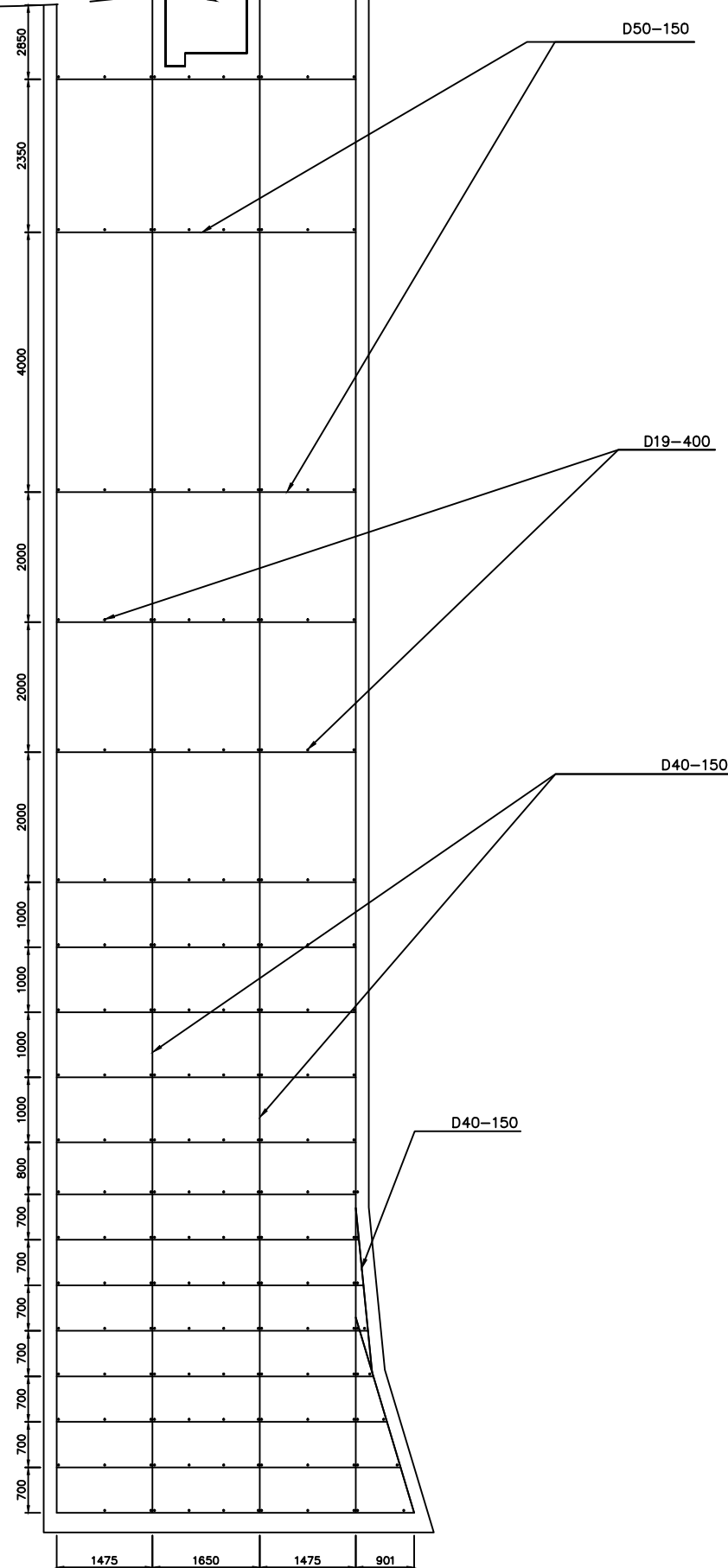
1 : 100	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

45	77
----	----

GALERI 2.25 X 1.25 m

Iv 1





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
DAN PENULANGAN MONOLITH
SEGMENT Ki 2 DAN Ki 1

SKALA **KODE GAMBAR**

1 : 700

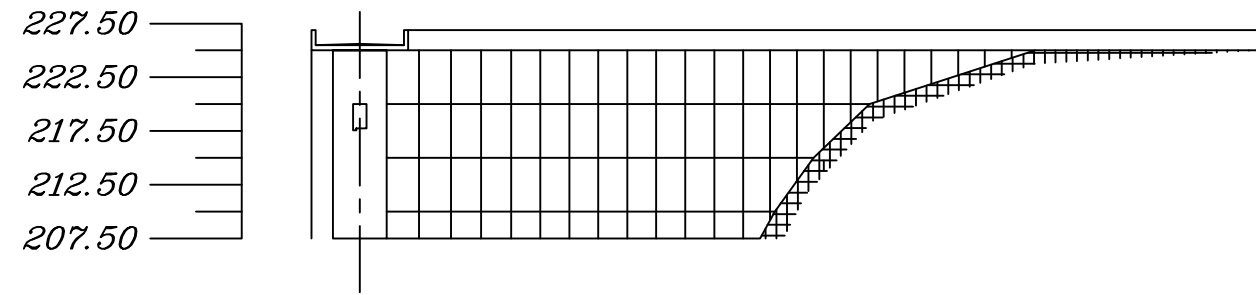
STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

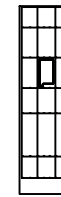
46

77

Q BENDUNGAN

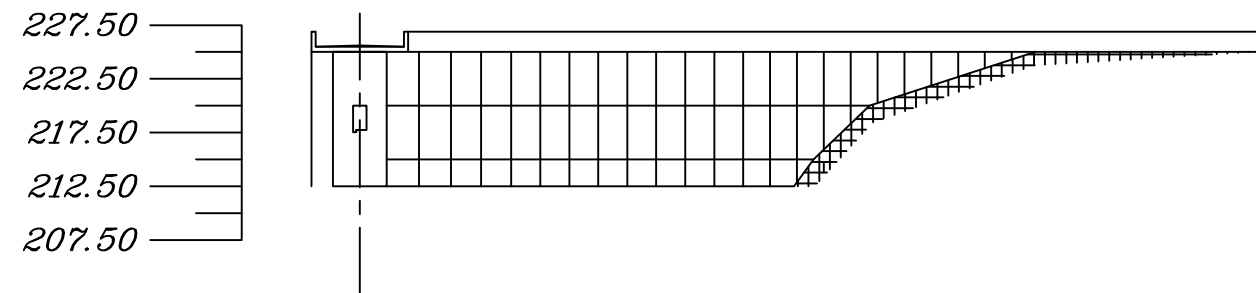


POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 2
SKALA 1:700

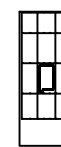


PENULANGAN SEGMENT Ki 2
SKALA 1:700

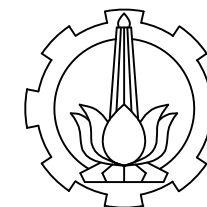
Q BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ki 1
SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ki 1
SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ki 2 dan Ki 1

SKALA KODE GAMBAR

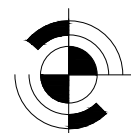
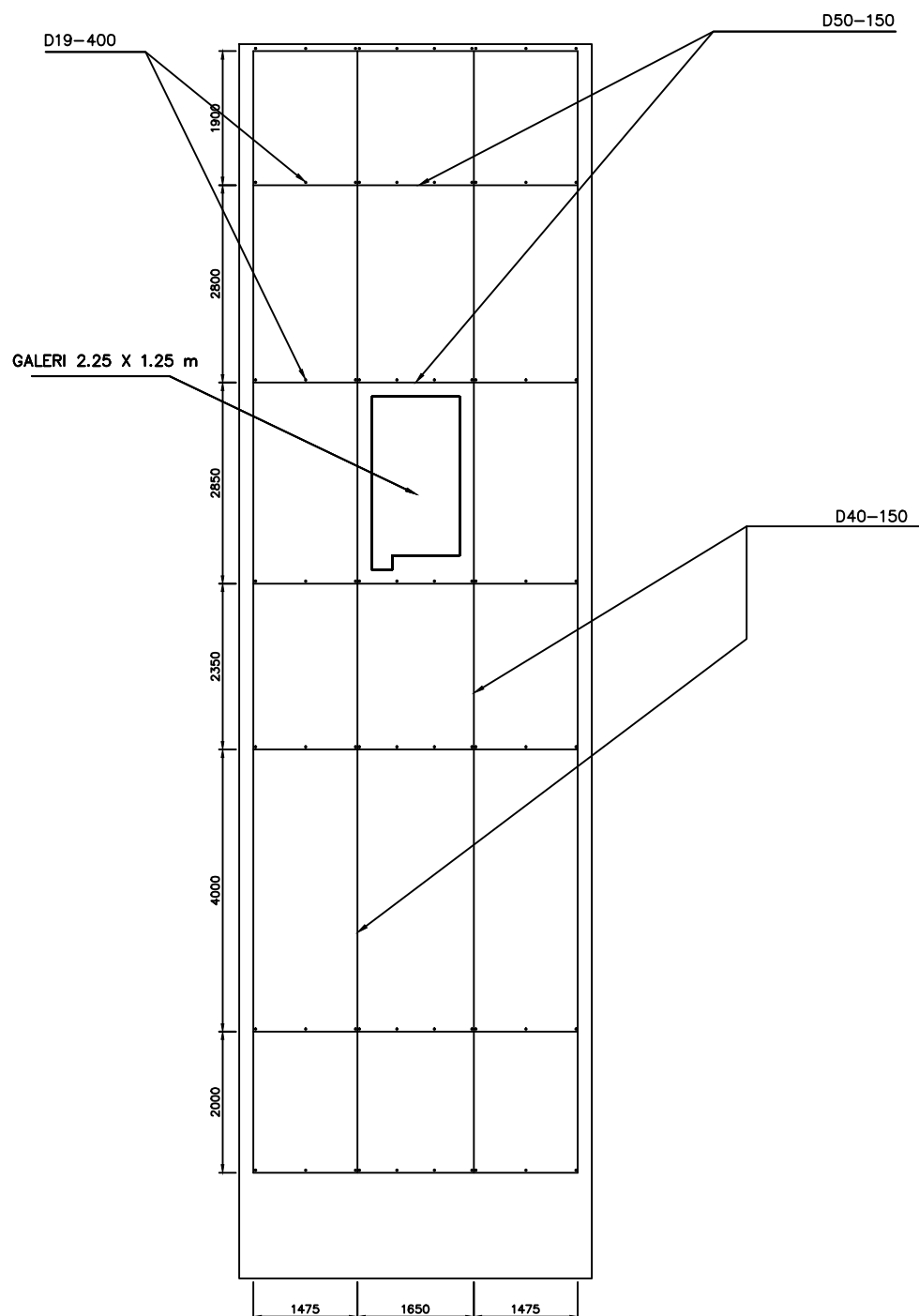
1 : 100

STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

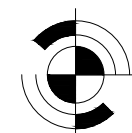
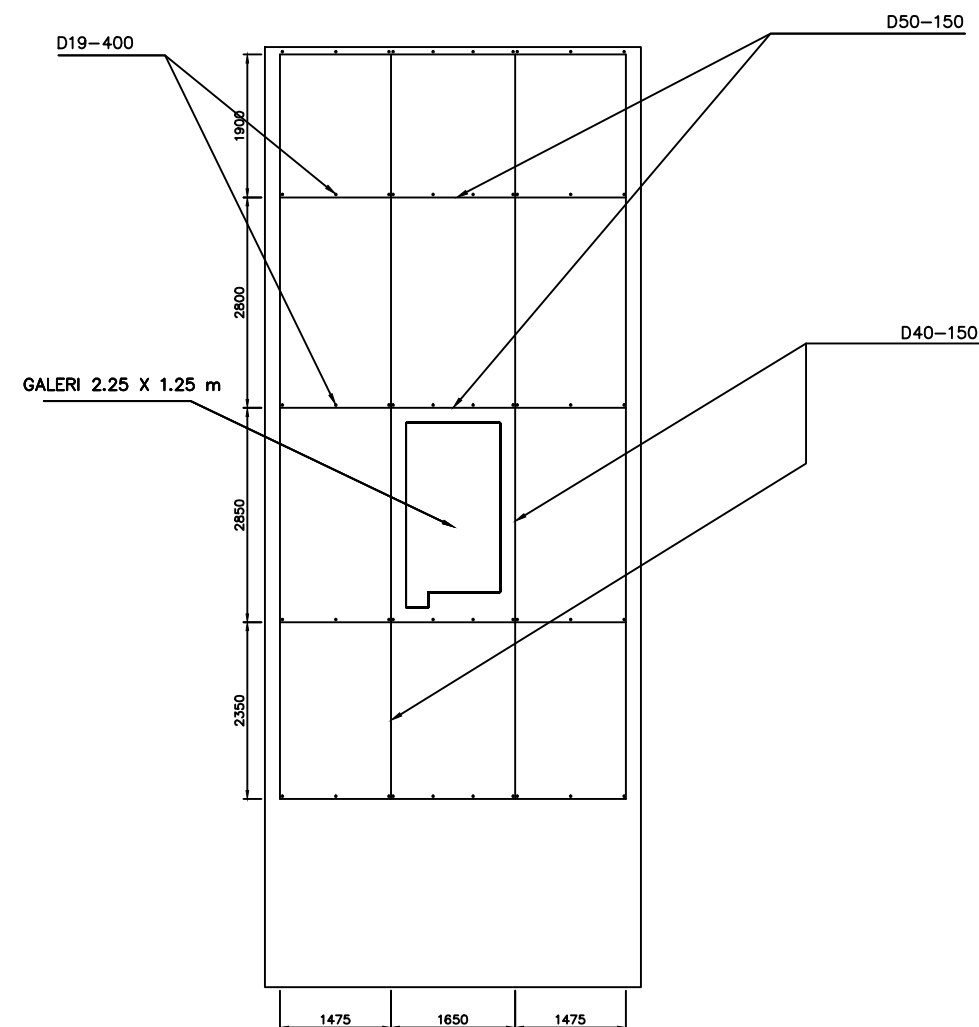
47

77



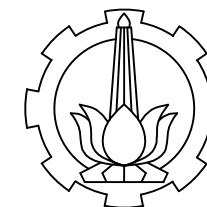
DETAIL TULANGAN SEGMENT Ki 2

SKALA 1:700



DETAIL TULANGAN SEGMENT Ki 1

SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 14

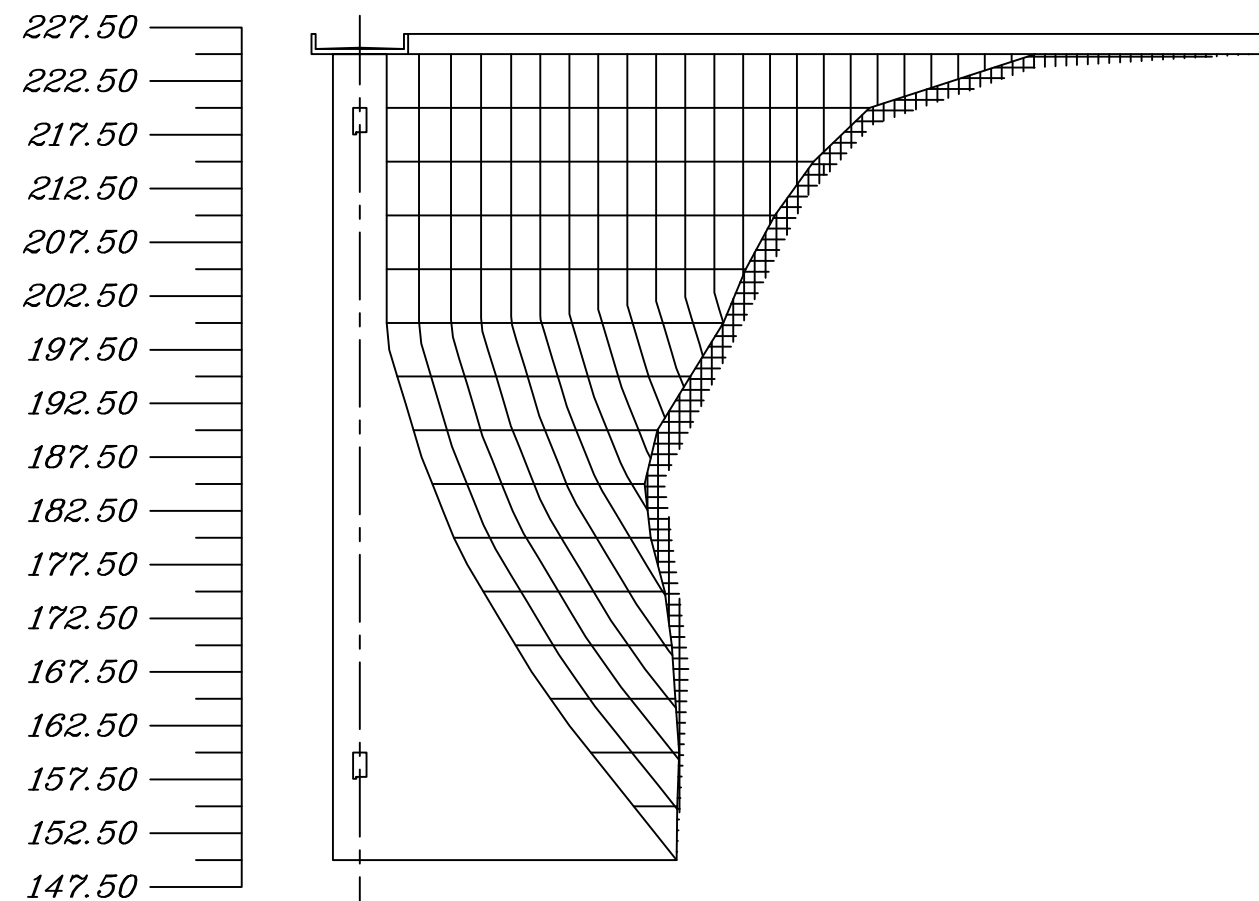
SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

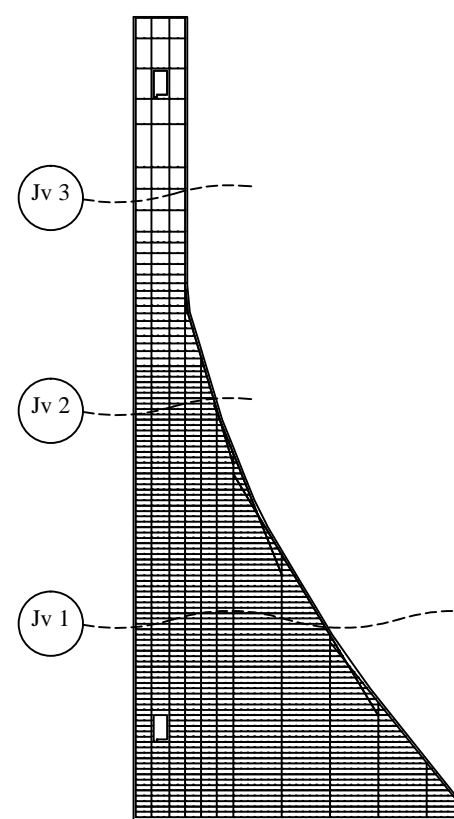
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

48 77

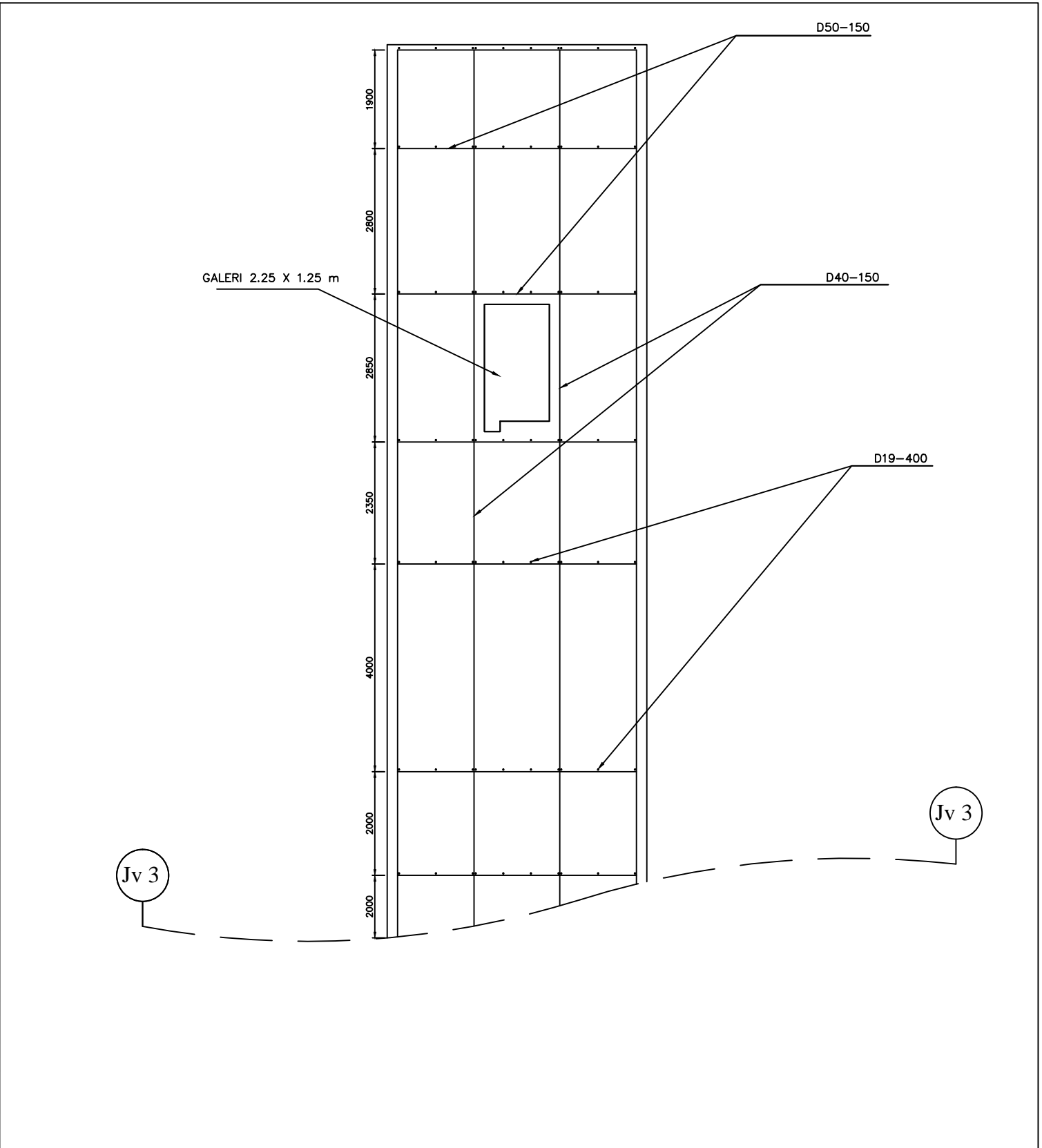
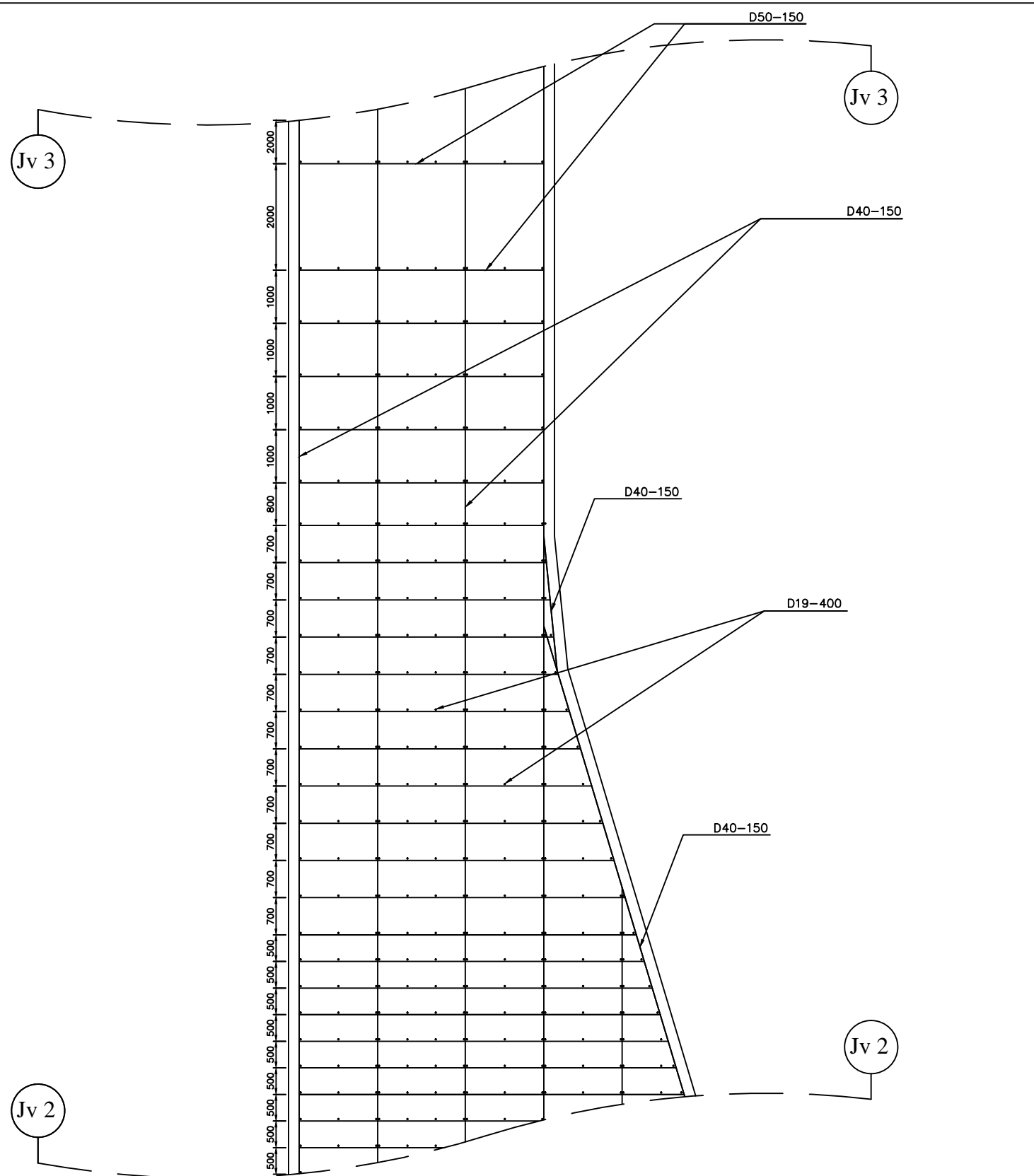
☉ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 14
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ka 14
 SKALA 1:700



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

JUDUL TUGAS AKHIR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC.
SAWOOD, PONOROGO

NAMA MAHASISWA
Muhammad Arsy Dhyksaputra
NRP. 10111815000057

NAMA DOSEN PEMBIMBING 1
Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

NAMA DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S
NIP. 19600105 198603 1 003

KETERANGAN

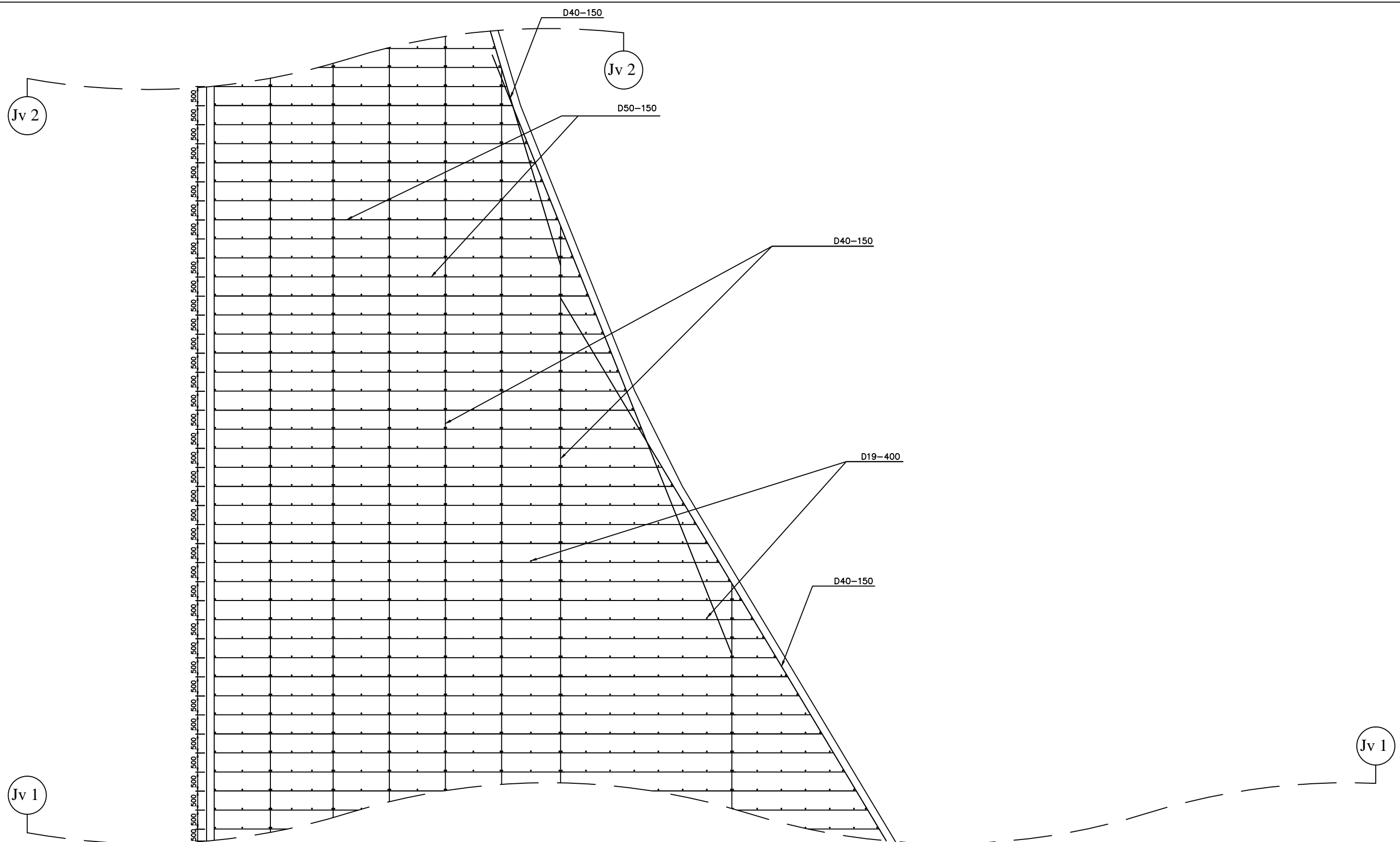
JUDUL GAMBAR
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ka 14
BAGIAN ATAS (Jv 2 - Jv 3)

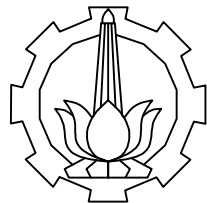
SKALA
1 : 100

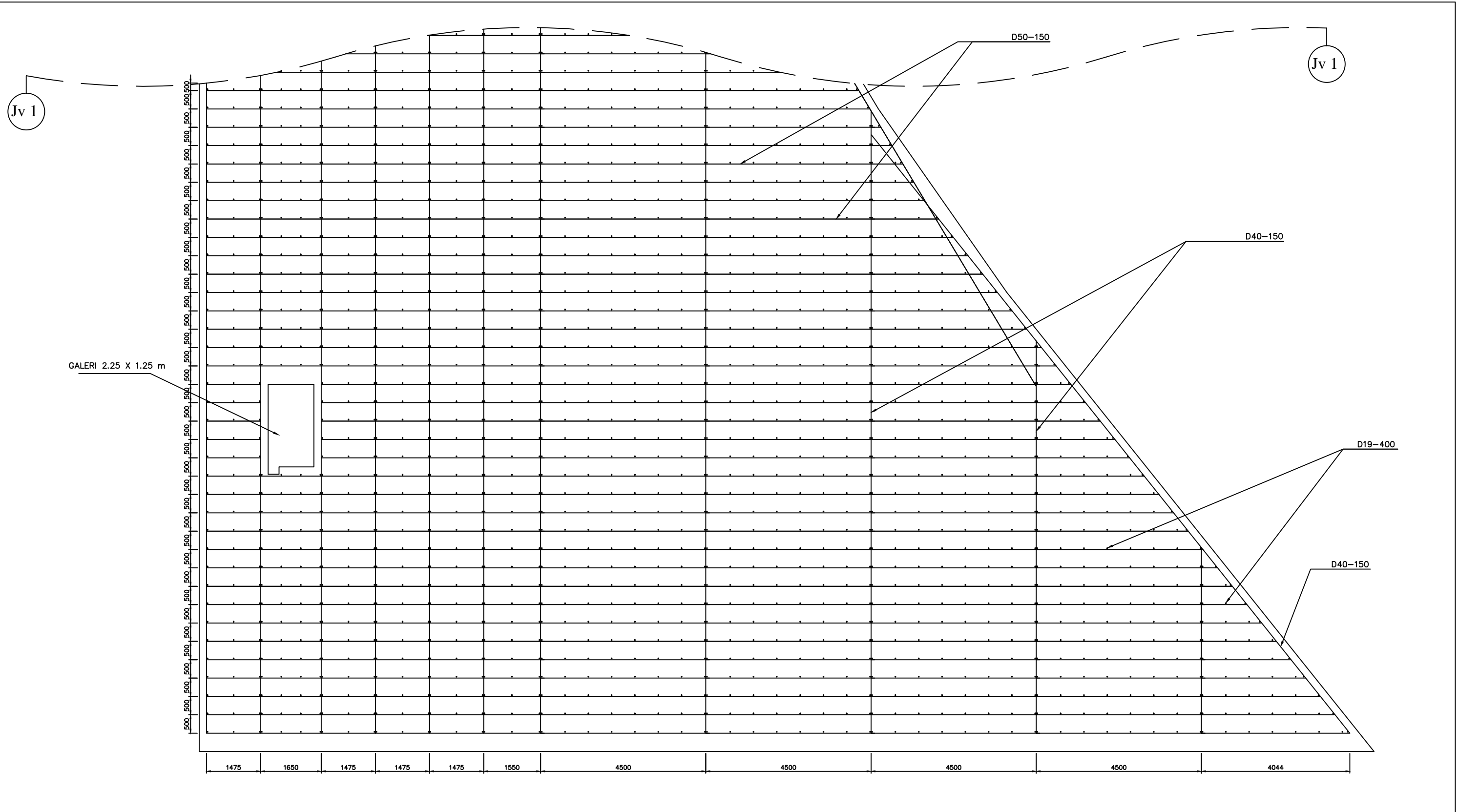
NO. GAMBAR
49

KODE GAMBAR
STR

JUMLAH GAMBAR
77



 <p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR	
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002			DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 14	1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			BAGIAN TENGAH (Jv 1 - Jv 2)	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			50	77		



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 14	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2		BAGIAN BAWAH (Jv 1)	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			51	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 13

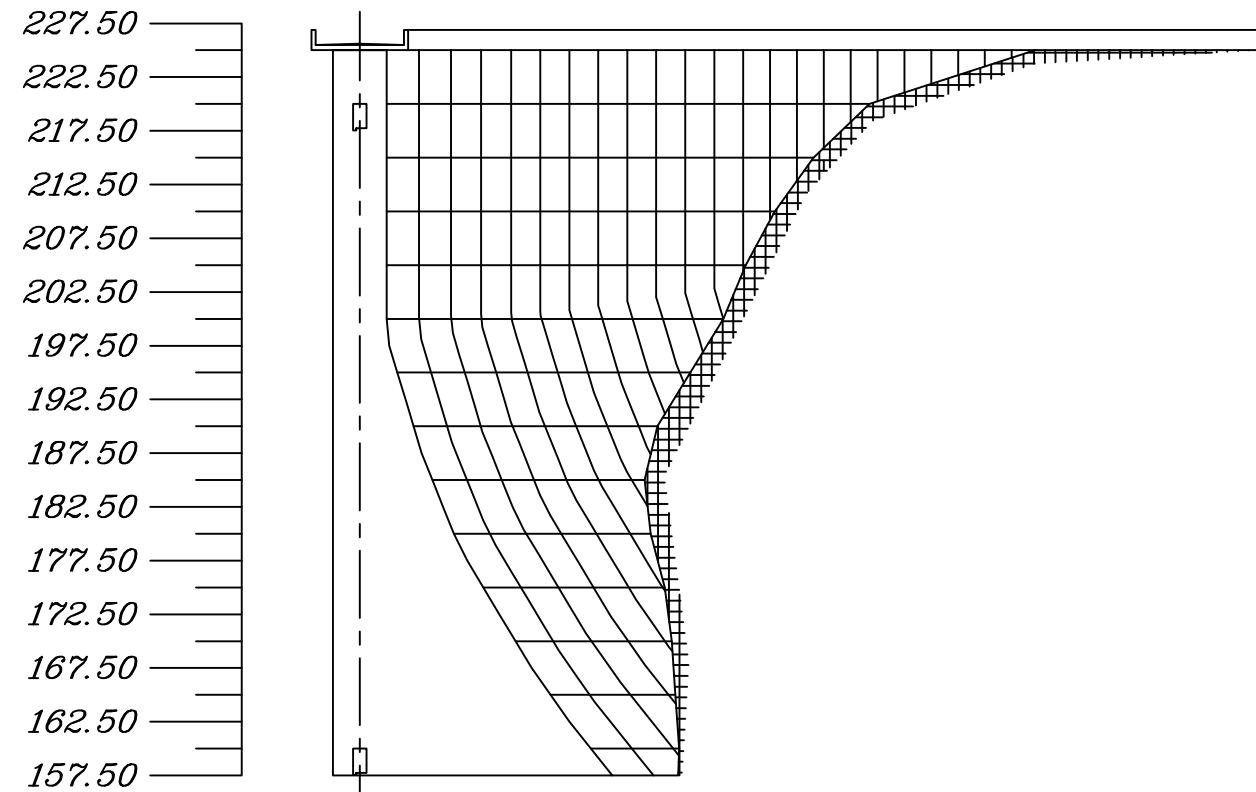
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

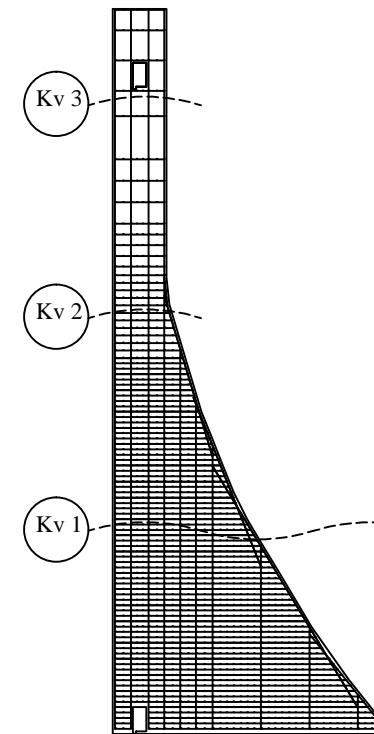
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

52	77
----	----

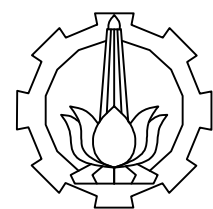
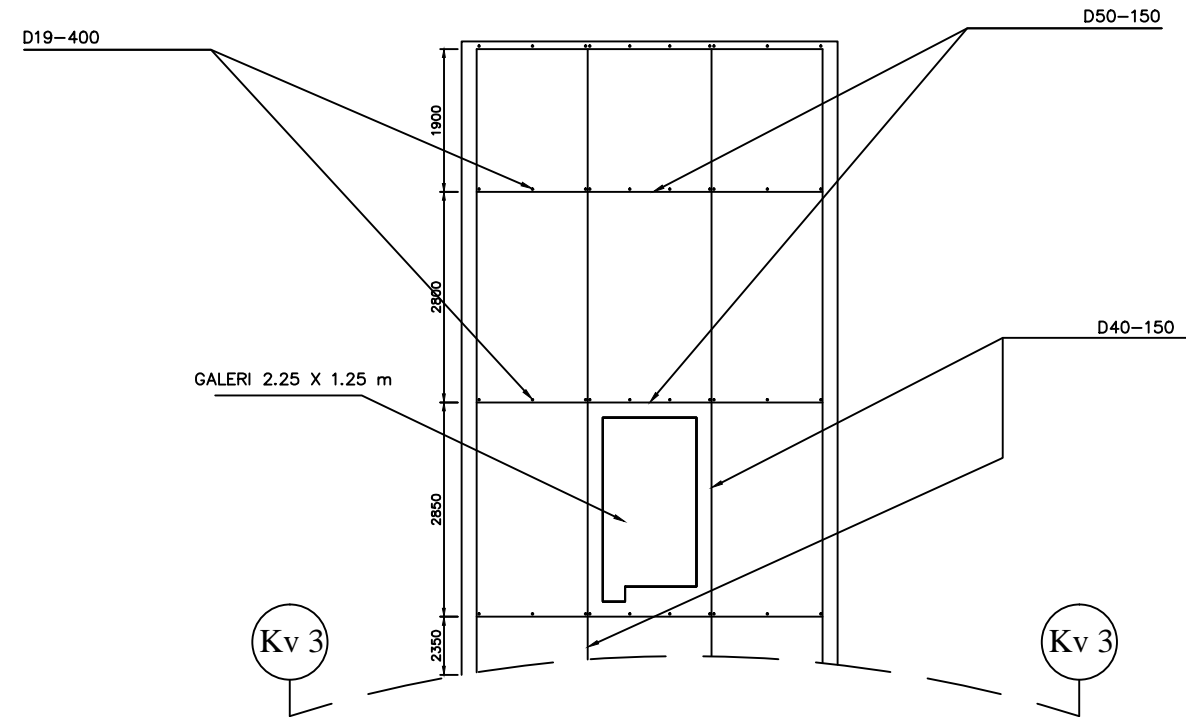
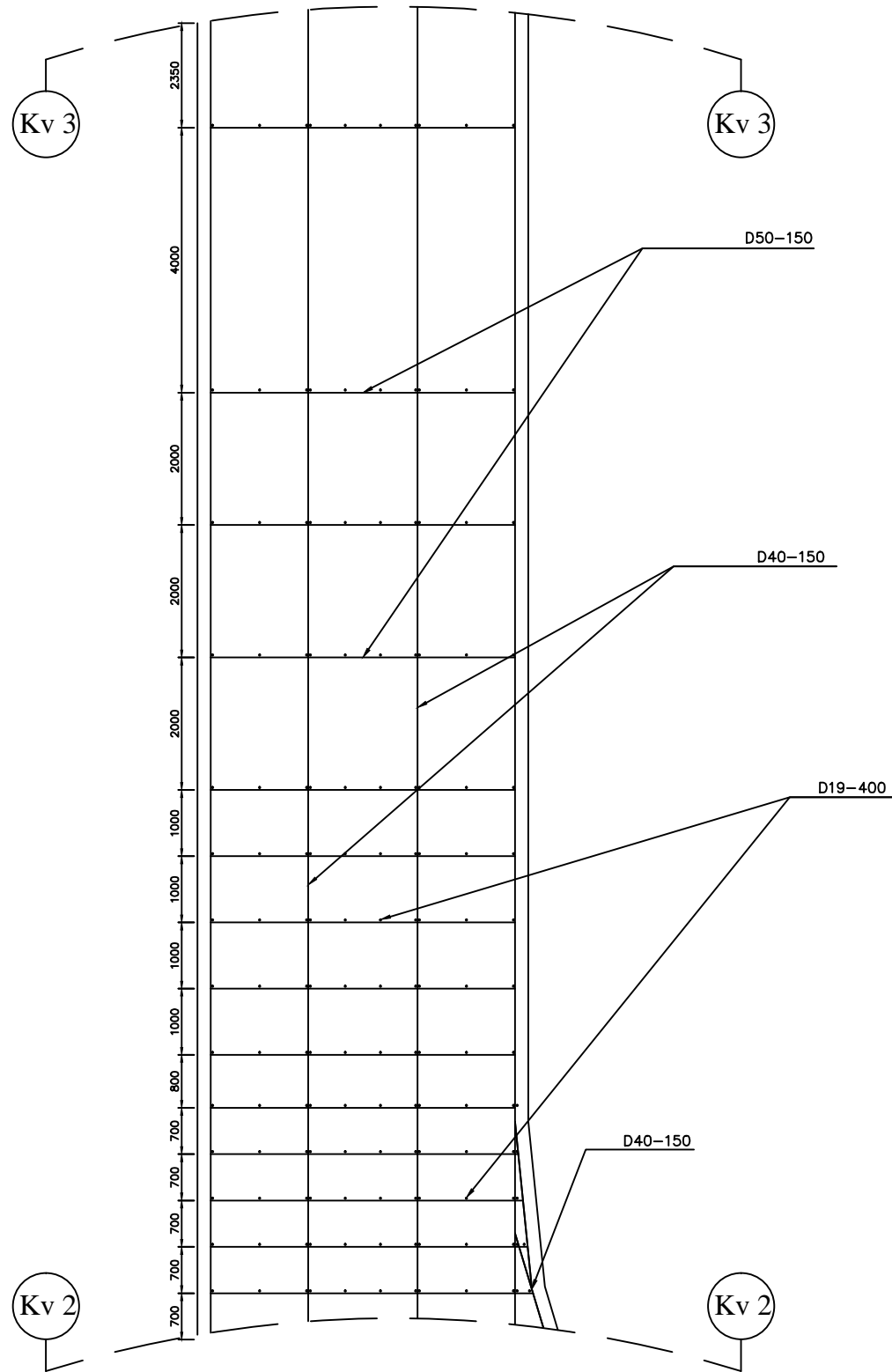
☉ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 13
 SKALA 1:700

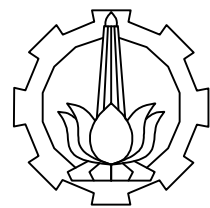
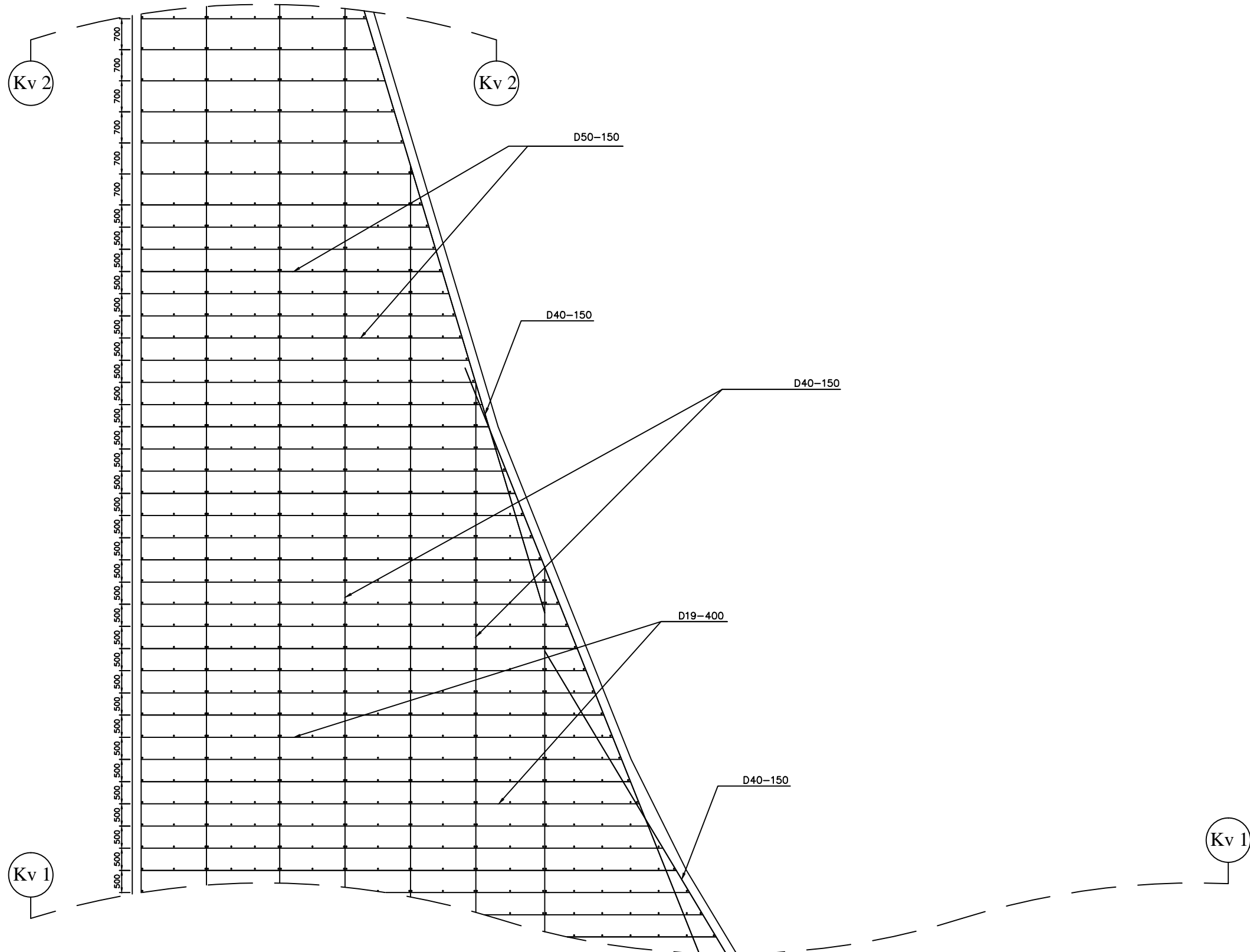


PENULANGAN SEGMENT Ka 13
 SKALA 1:700



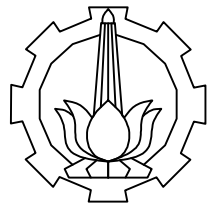
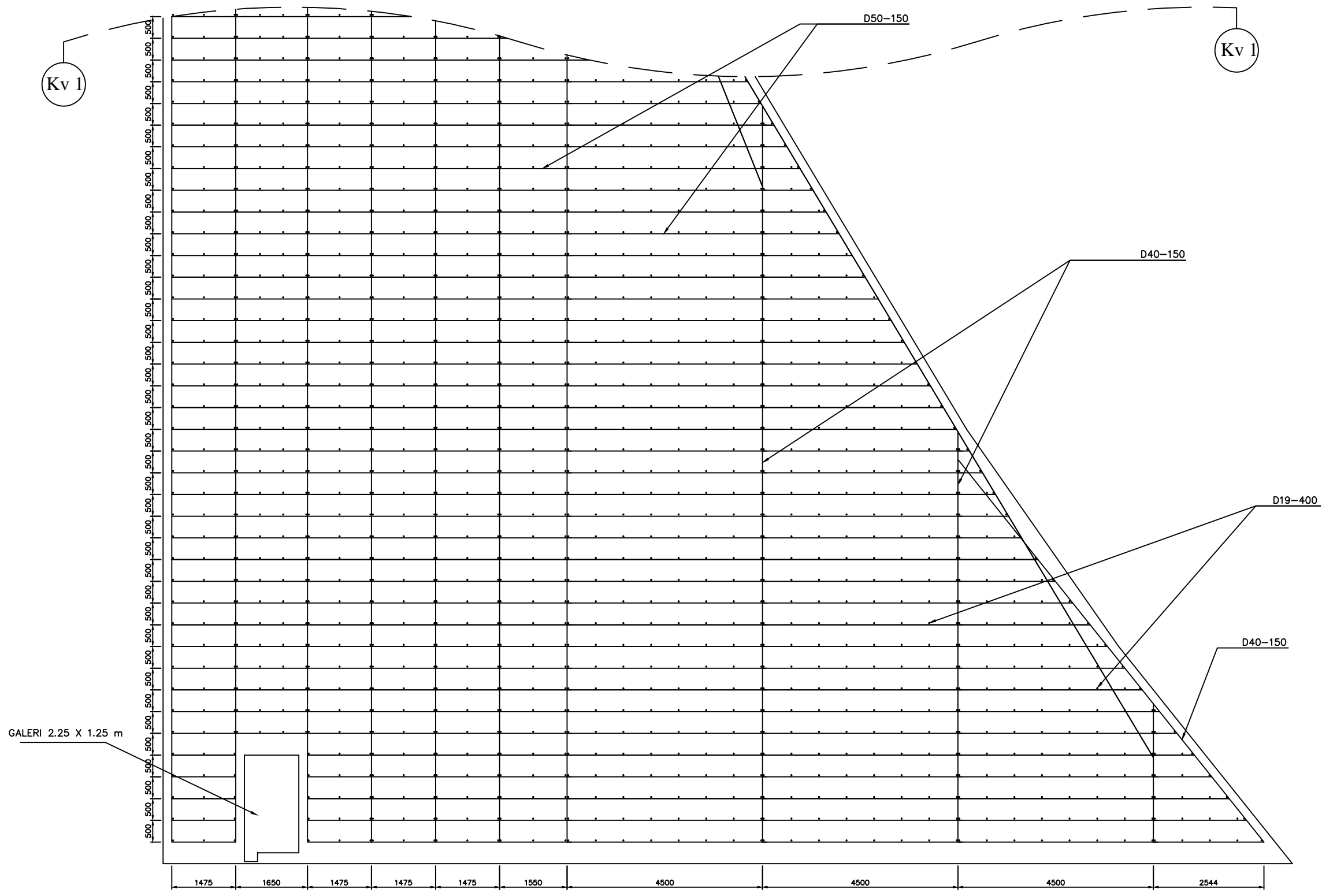
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 13 BAGIAN ATAS (Kv 2 - Kv 3)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			53	77



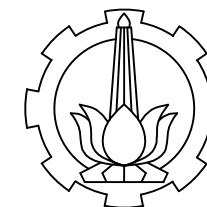
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 13 BAGIAN TENGAH (Kv 1 - Kv 2)		1 : 100
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			54	77



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 13 BAGIAN BAWAH (Kv 1)		1 : 100
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			55	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN
MONOLITH SEGMENT Ka 12

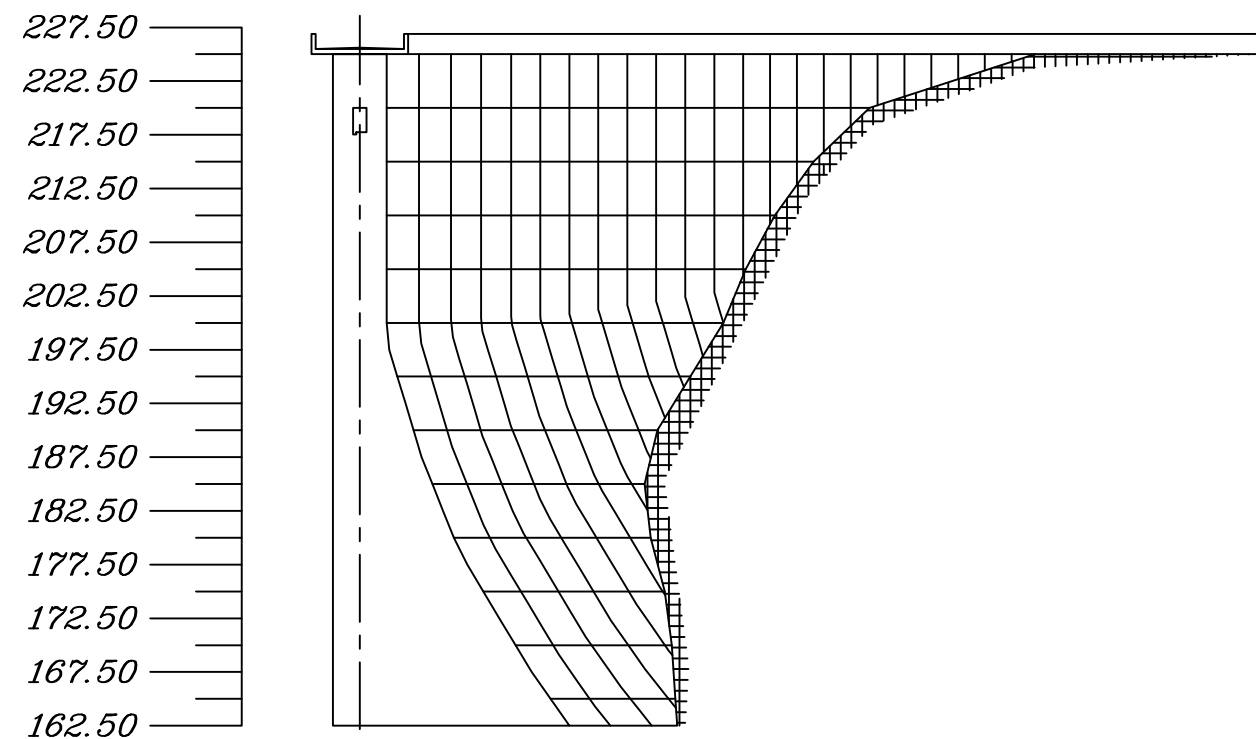
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

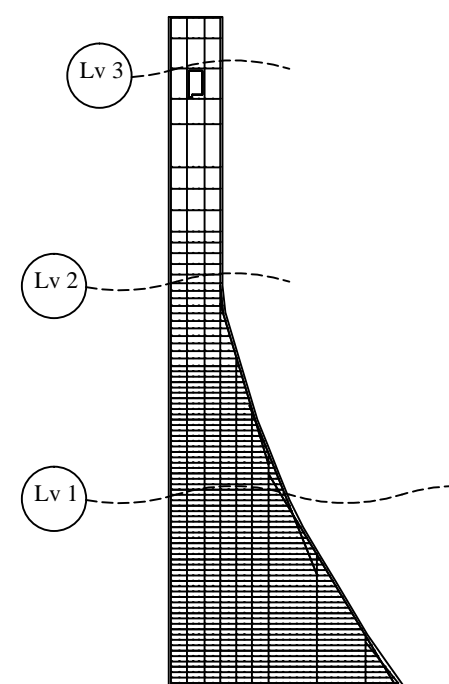
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

56	77
----	----

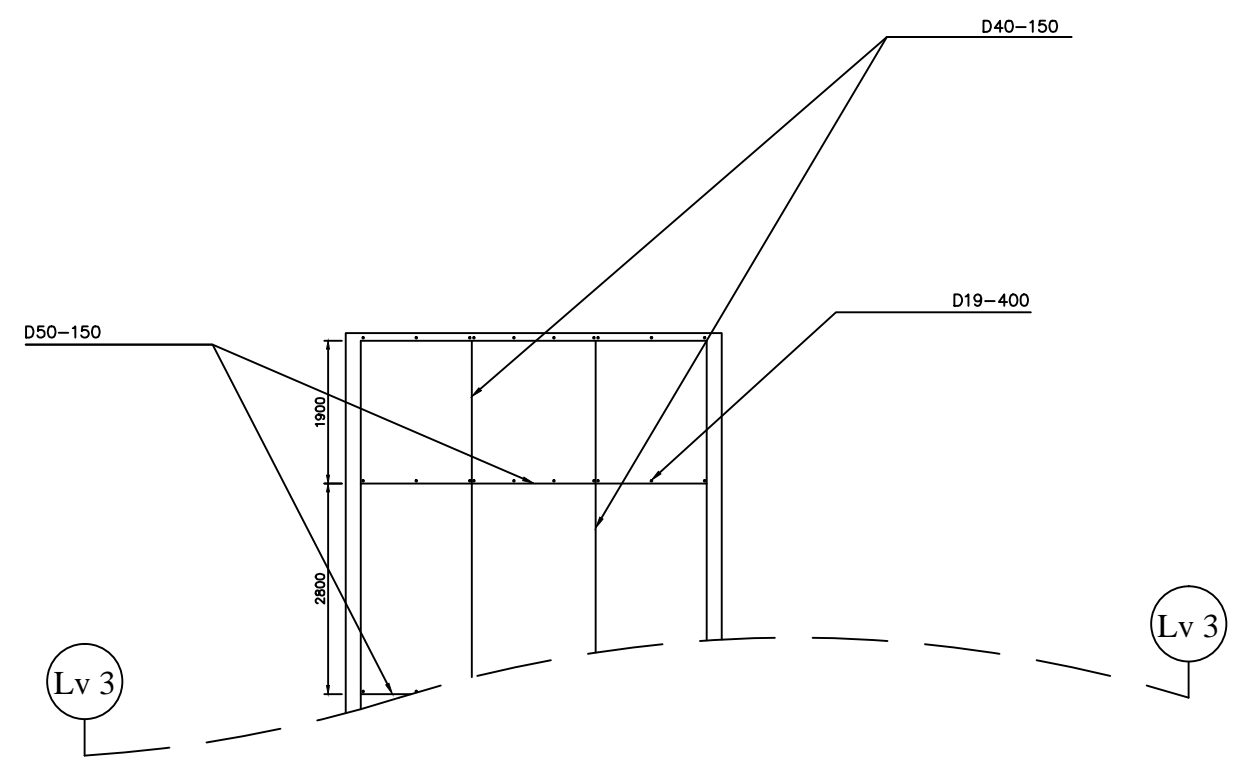
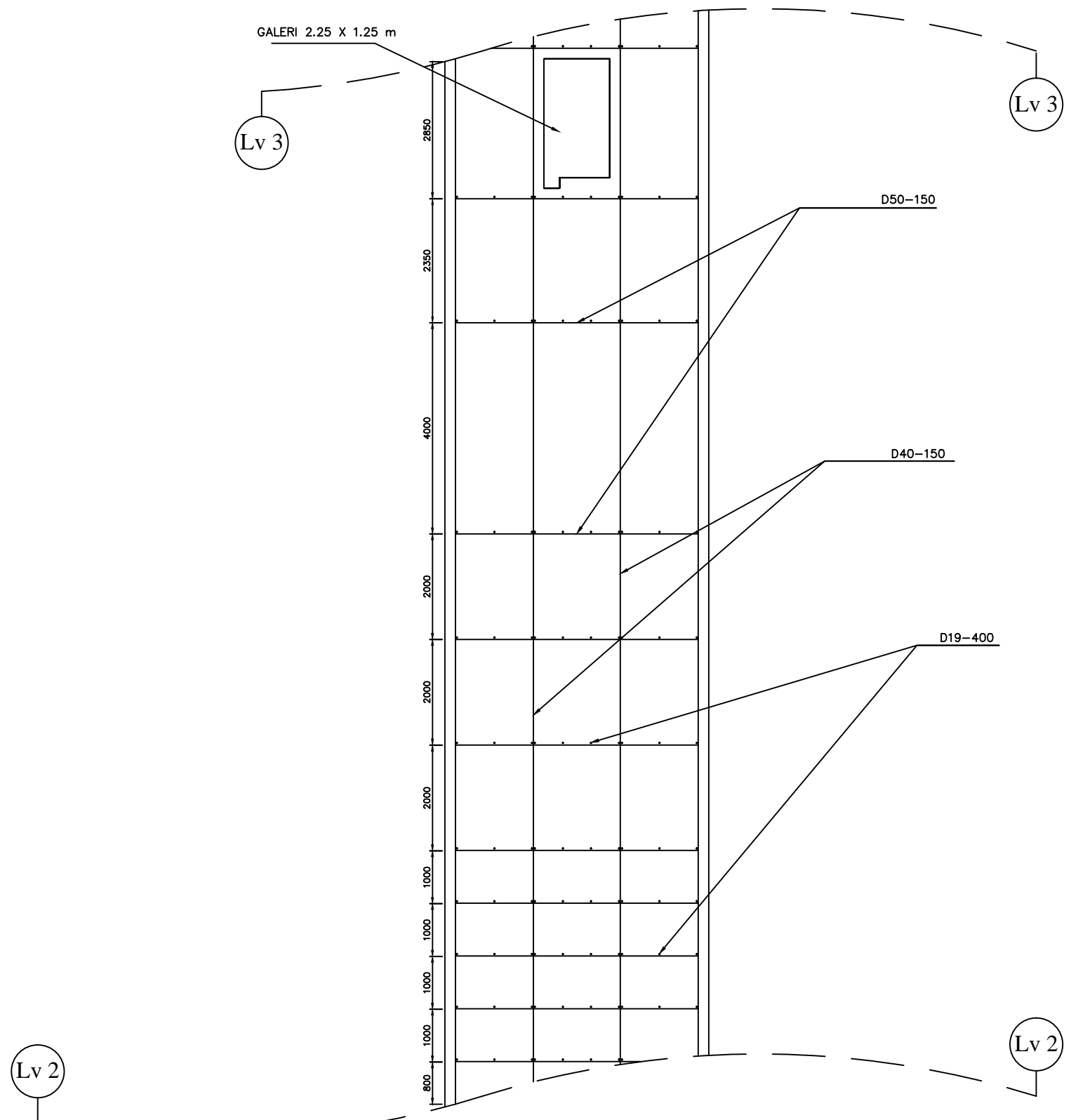
☉ BENDUNGAN



 POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 12
SKALA 1:700



 PENULANGAN SEGMENT Ka 12
SKALA 1:700



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

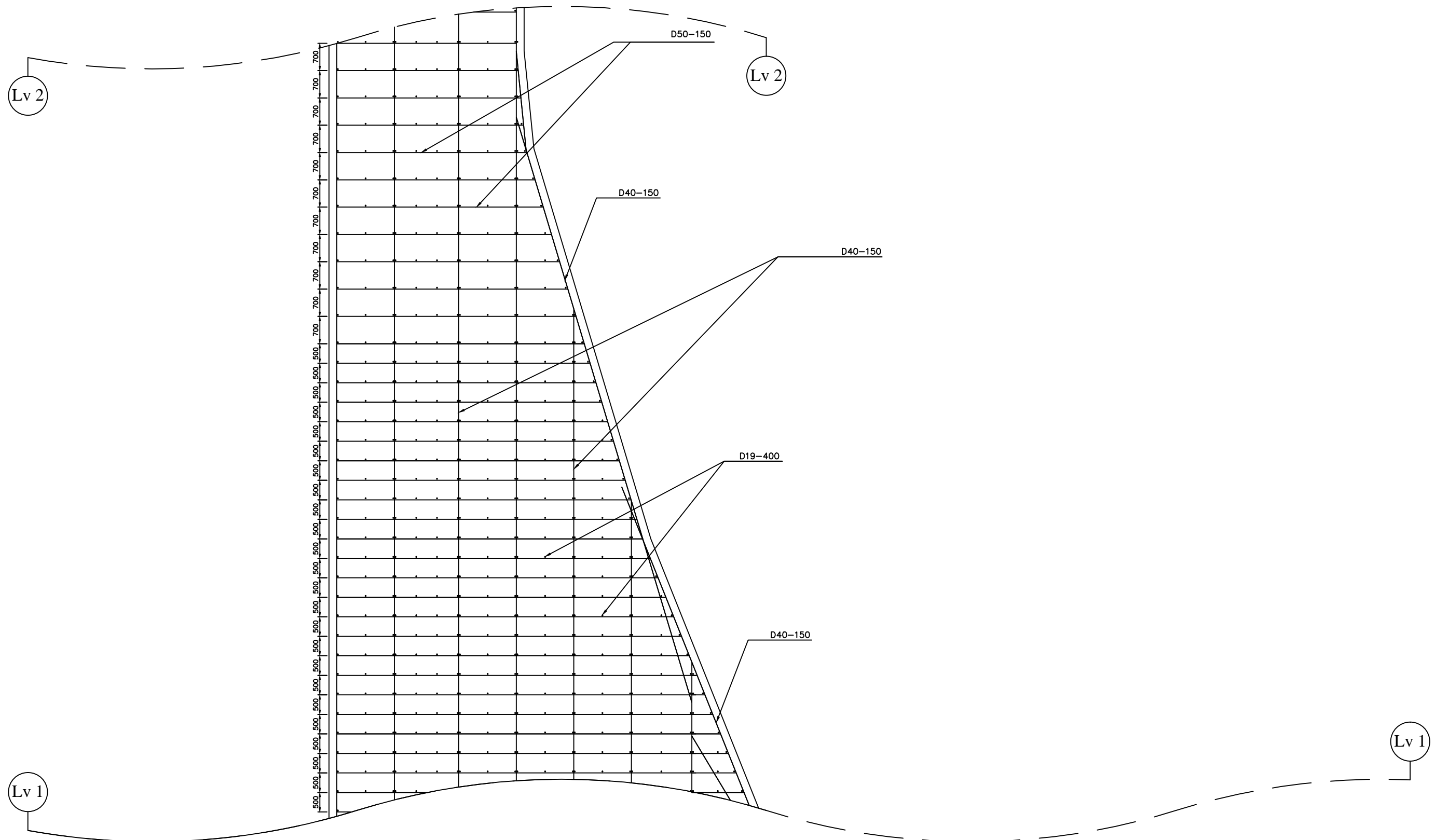
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003

KETERANGAN

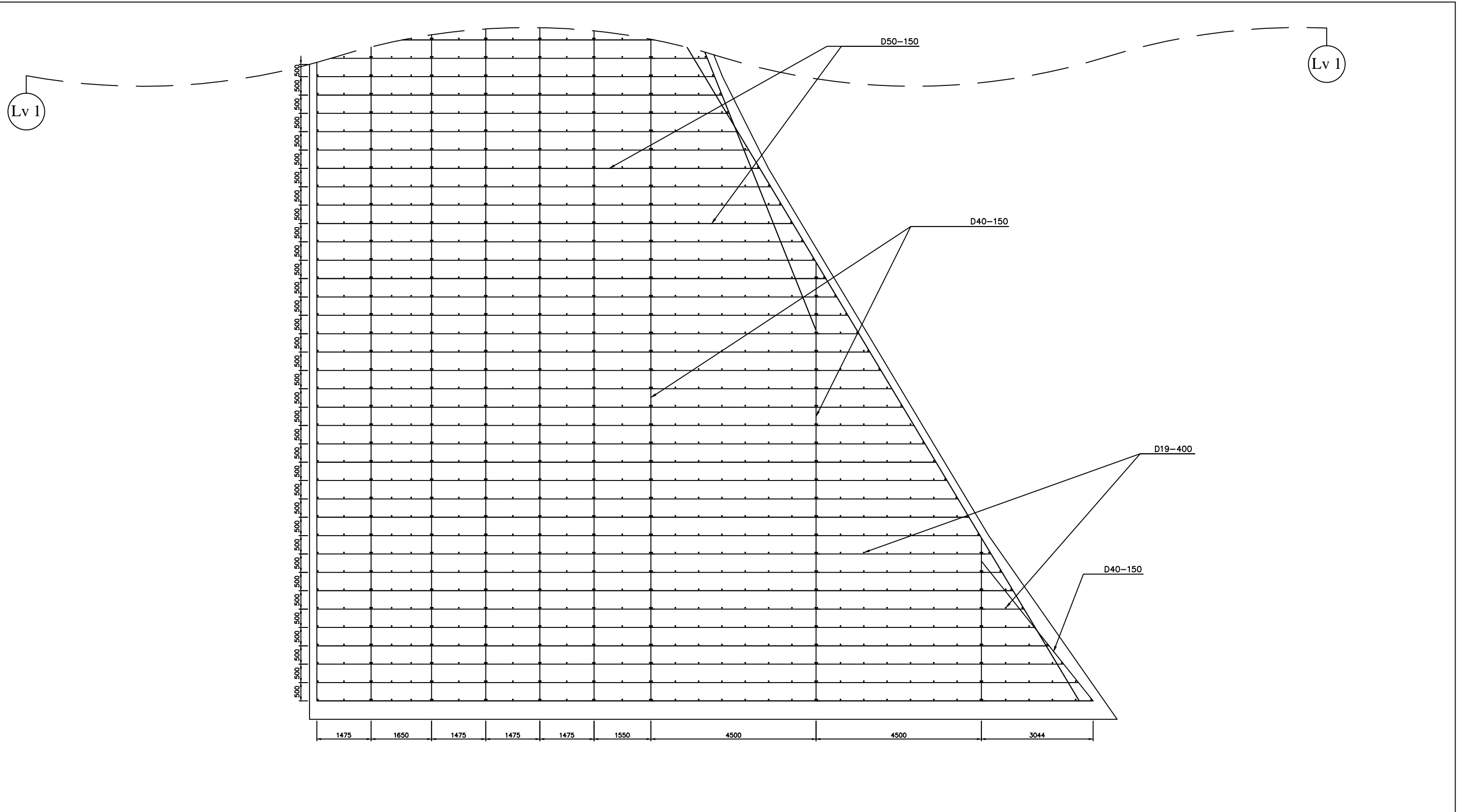
JUDUL GAMBAR
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ka 12
BAGIAN TENGAH (Lv 2 - Lv 3)

SKALA
1 : 100
NO. GAMBAR
57

KODE GAMBAR
STR
JUMLAH GAMBAR
77



<p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR	
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002			DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 12	1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003	BAGIAN TENGAH (Lv 1 - Lv 2)	58	77			




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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 12 BAGIAN BAWAH (Lv 1)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			59	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 11 DAN Ka 10

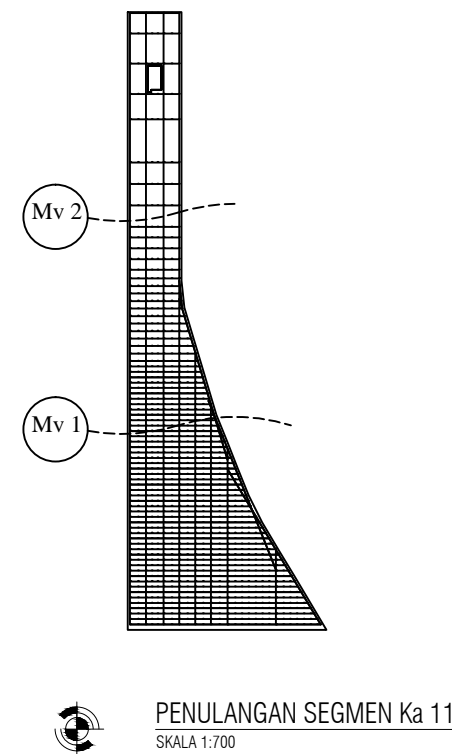
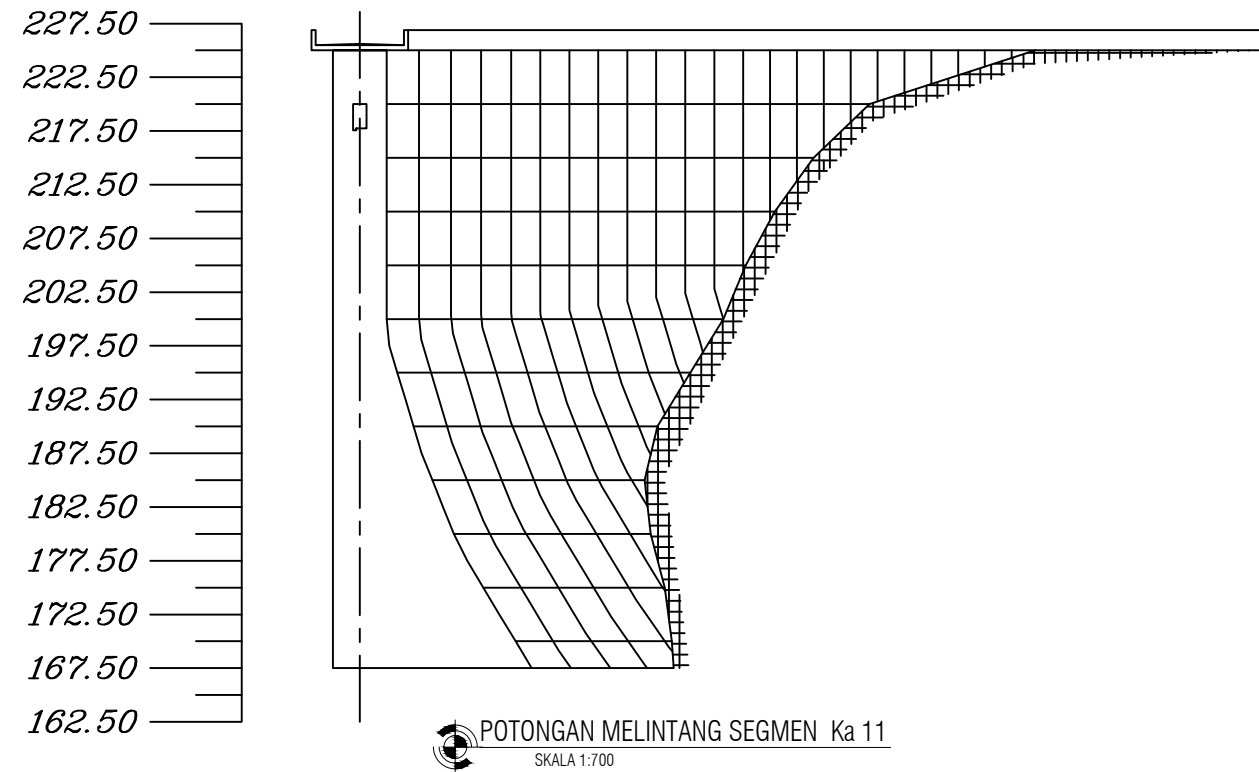
SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

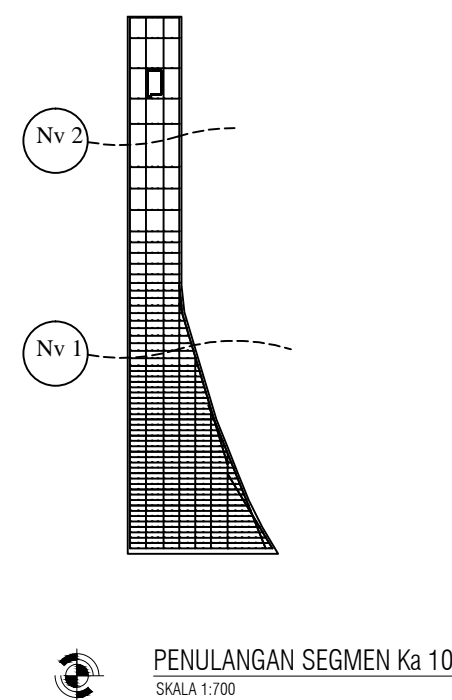
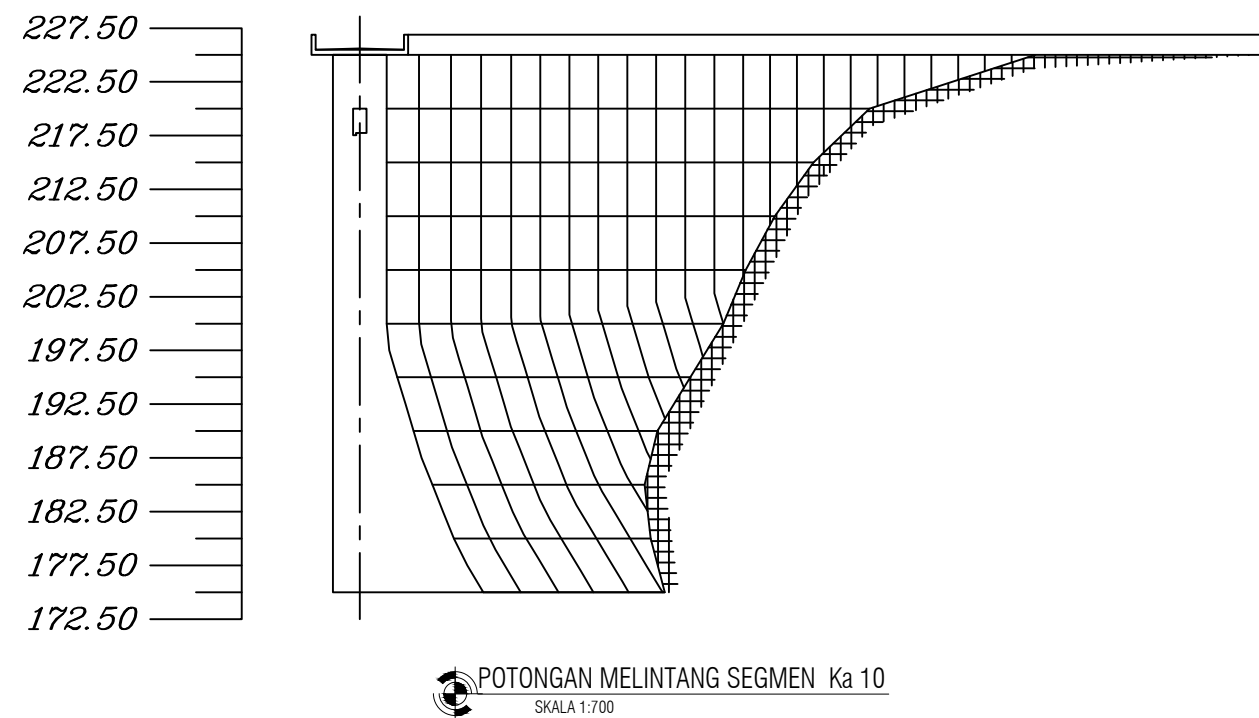
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

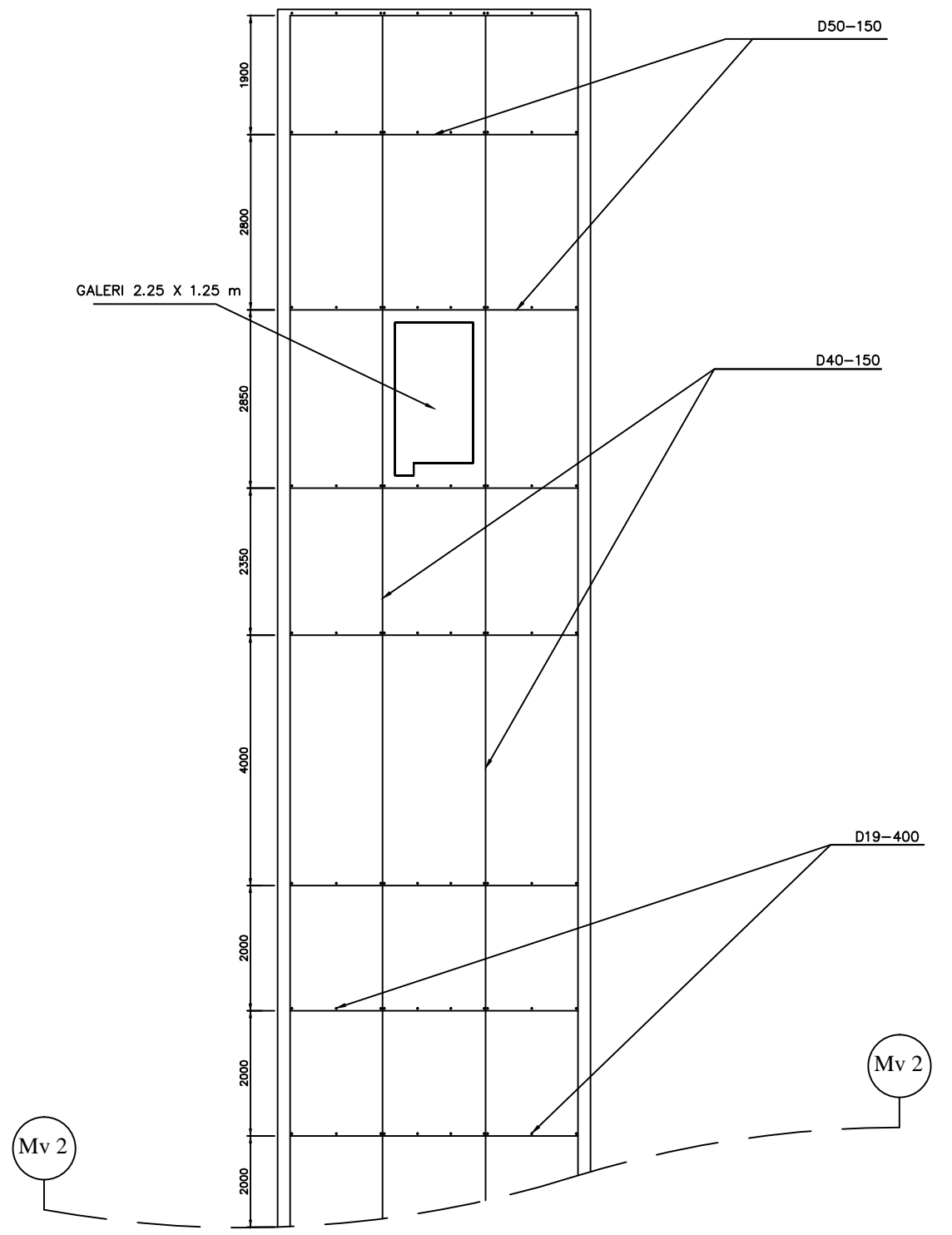
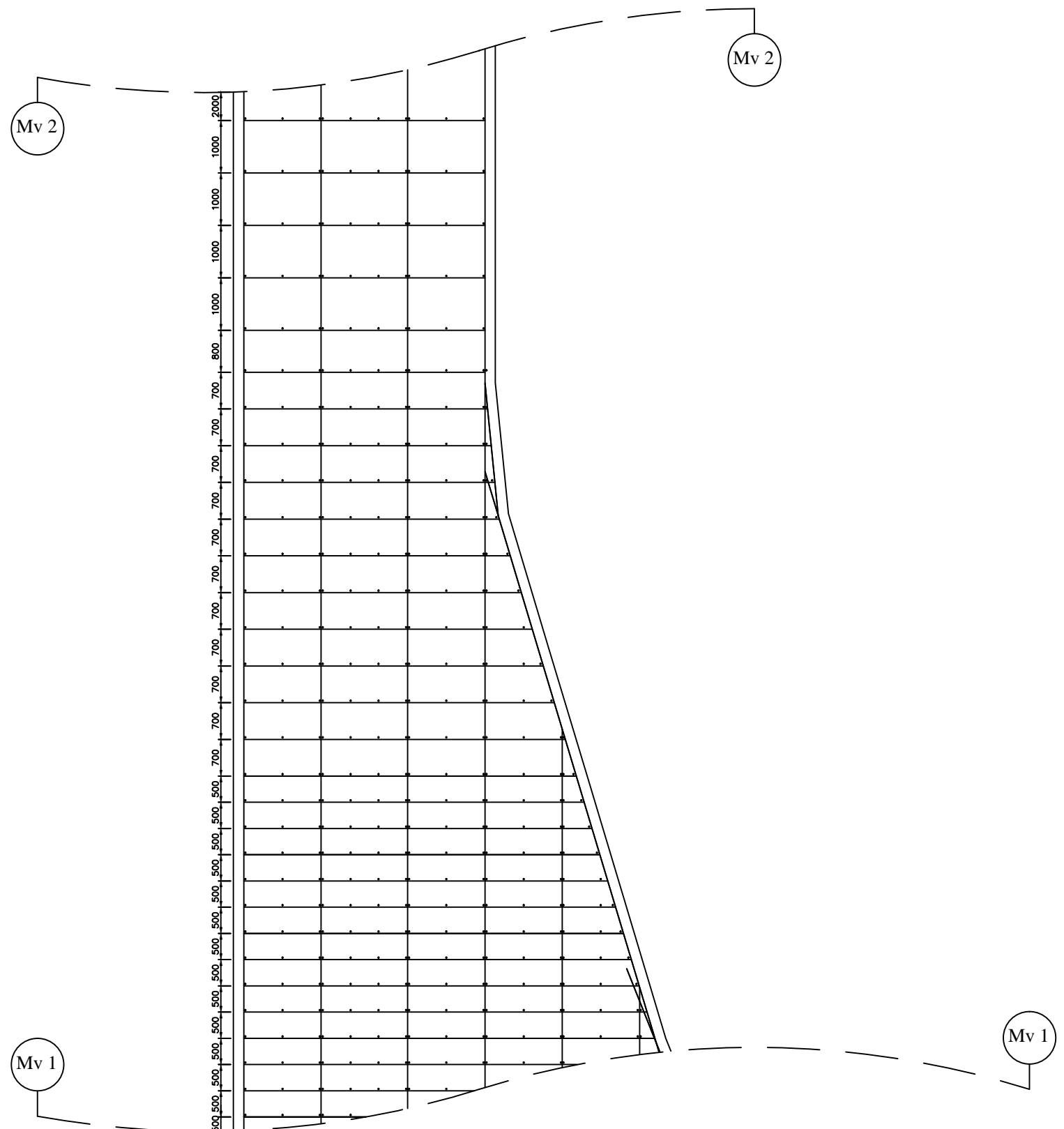
60 77

Q BENDUNGAN

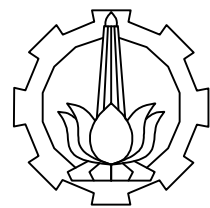
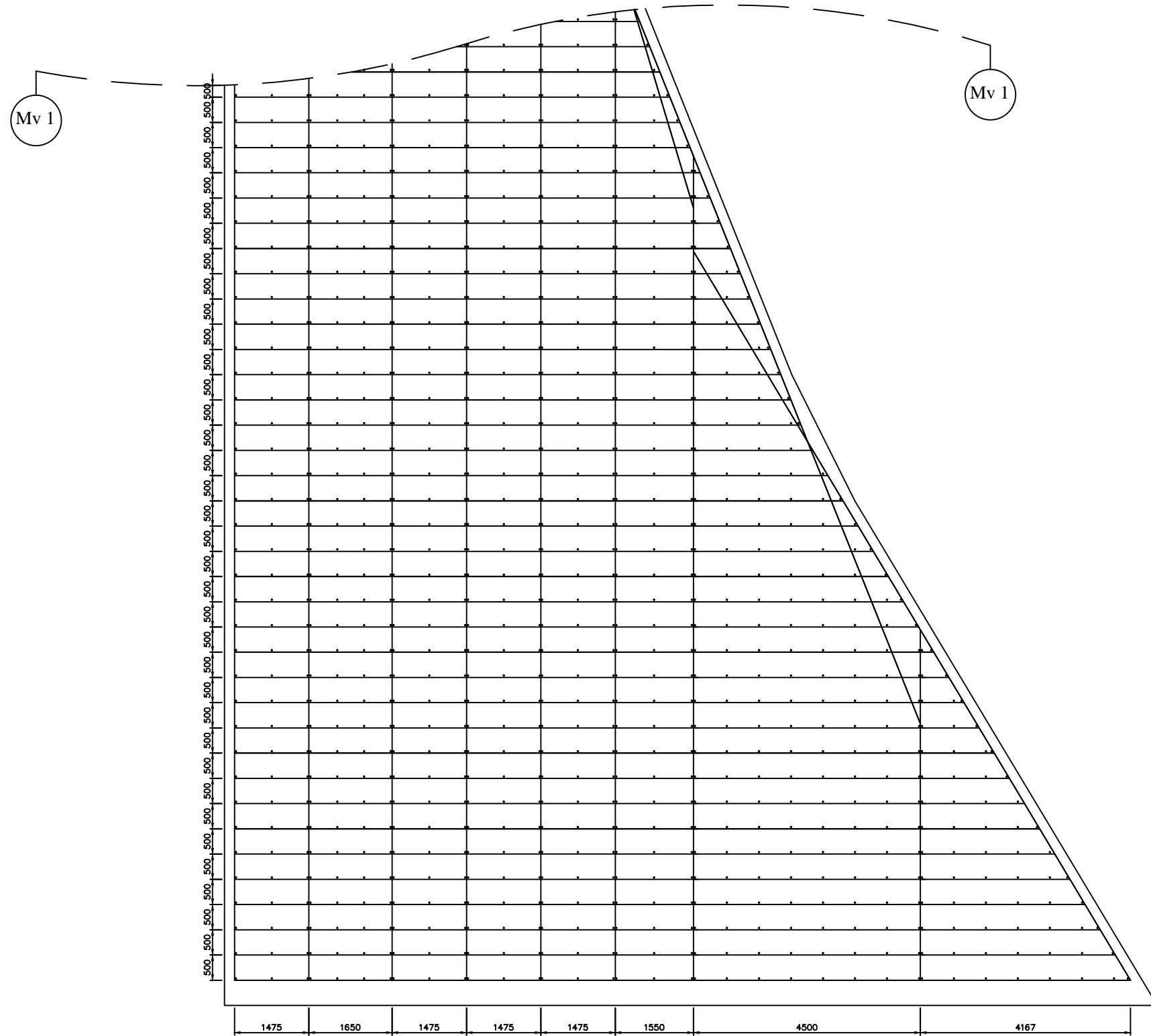


Q BENDUNGAN



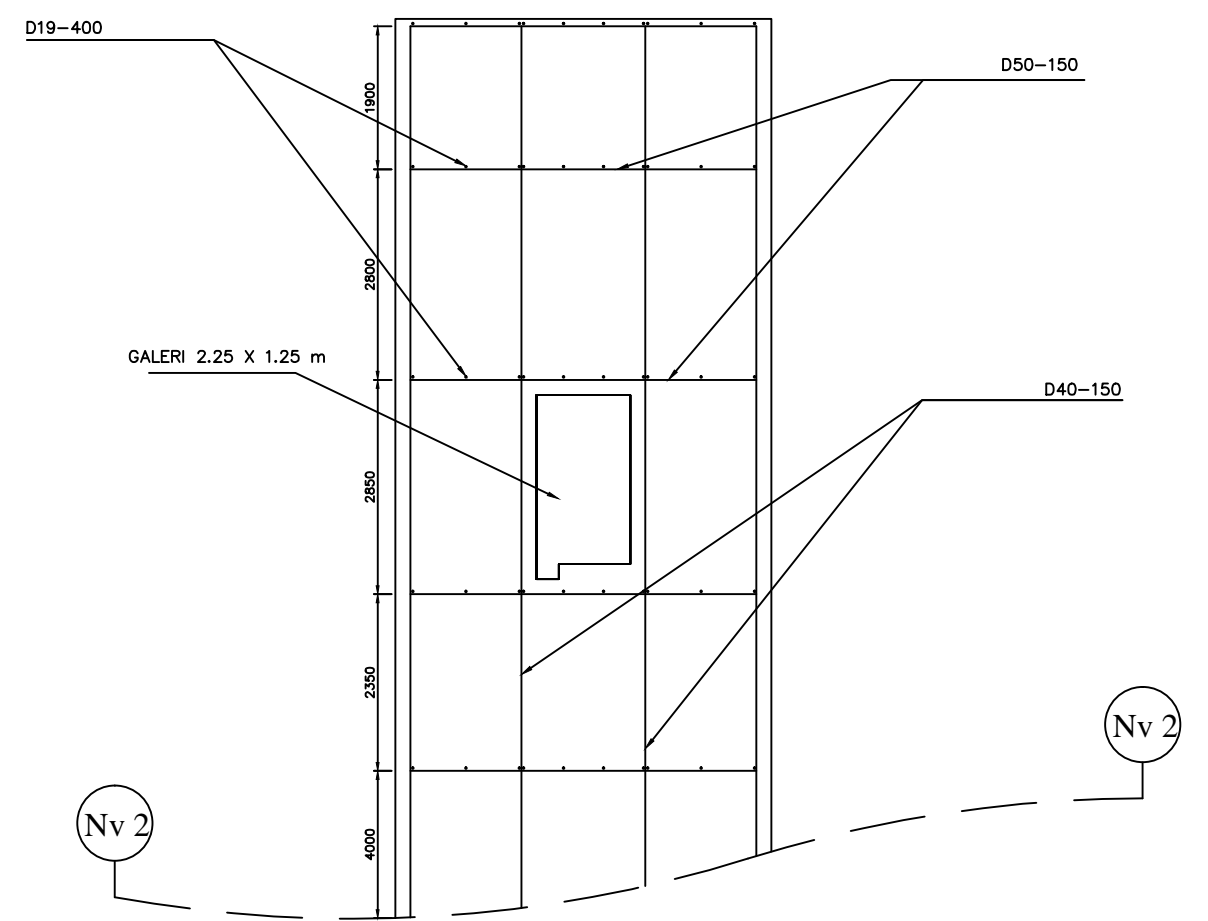
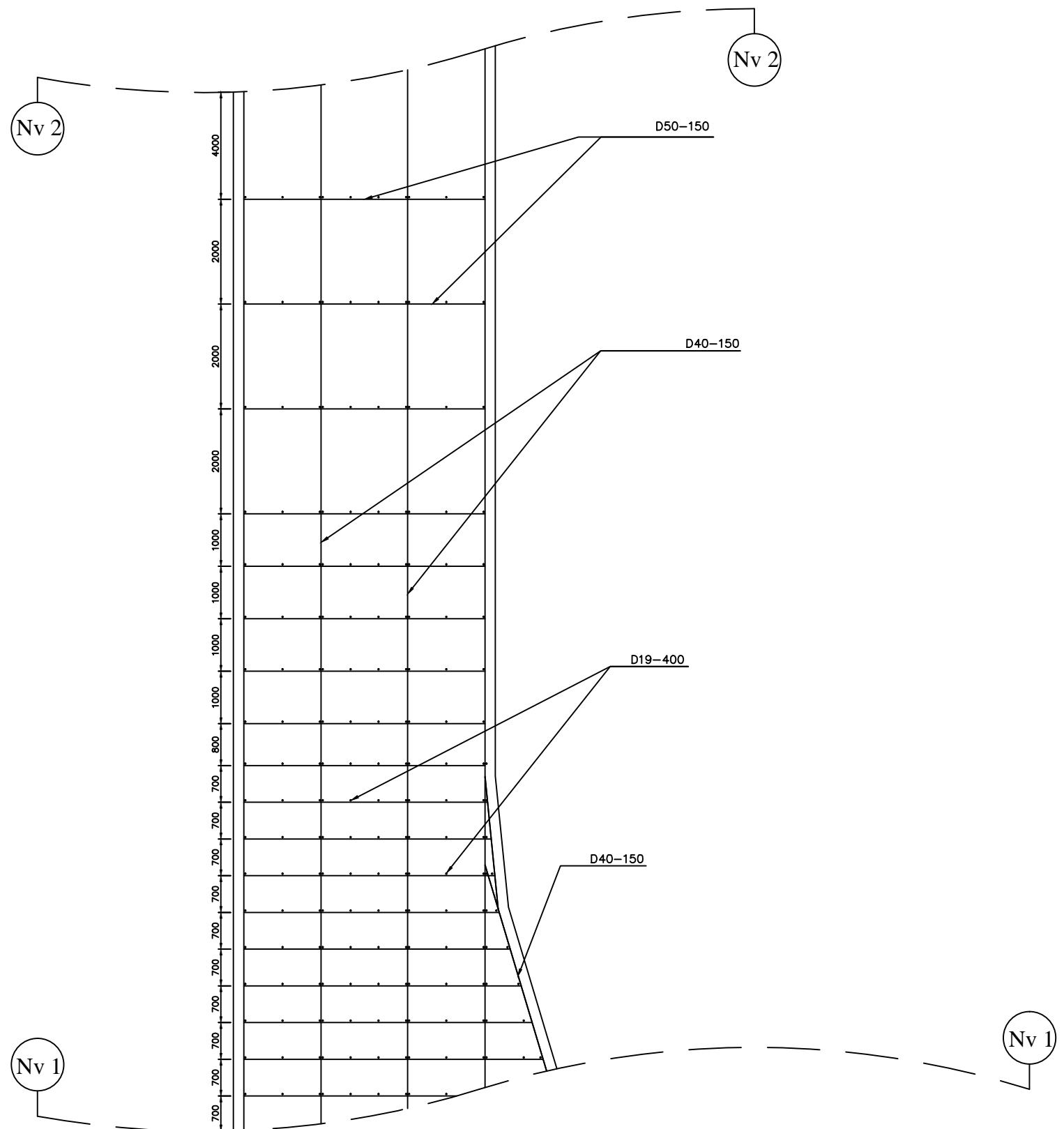


 <p>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR	
	ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		NAMA DOSEN PEMBIMBING 2	DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 11	1 : 100	STR
	NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2		BAGIAN ATAS (Mv 1 - Mv 2)	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
Muhammad Arsy Dhyksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			61	77		



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 11	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2		BAGIAN BAWAH (Mv 1)	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			62	77



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

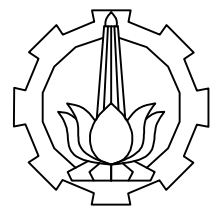
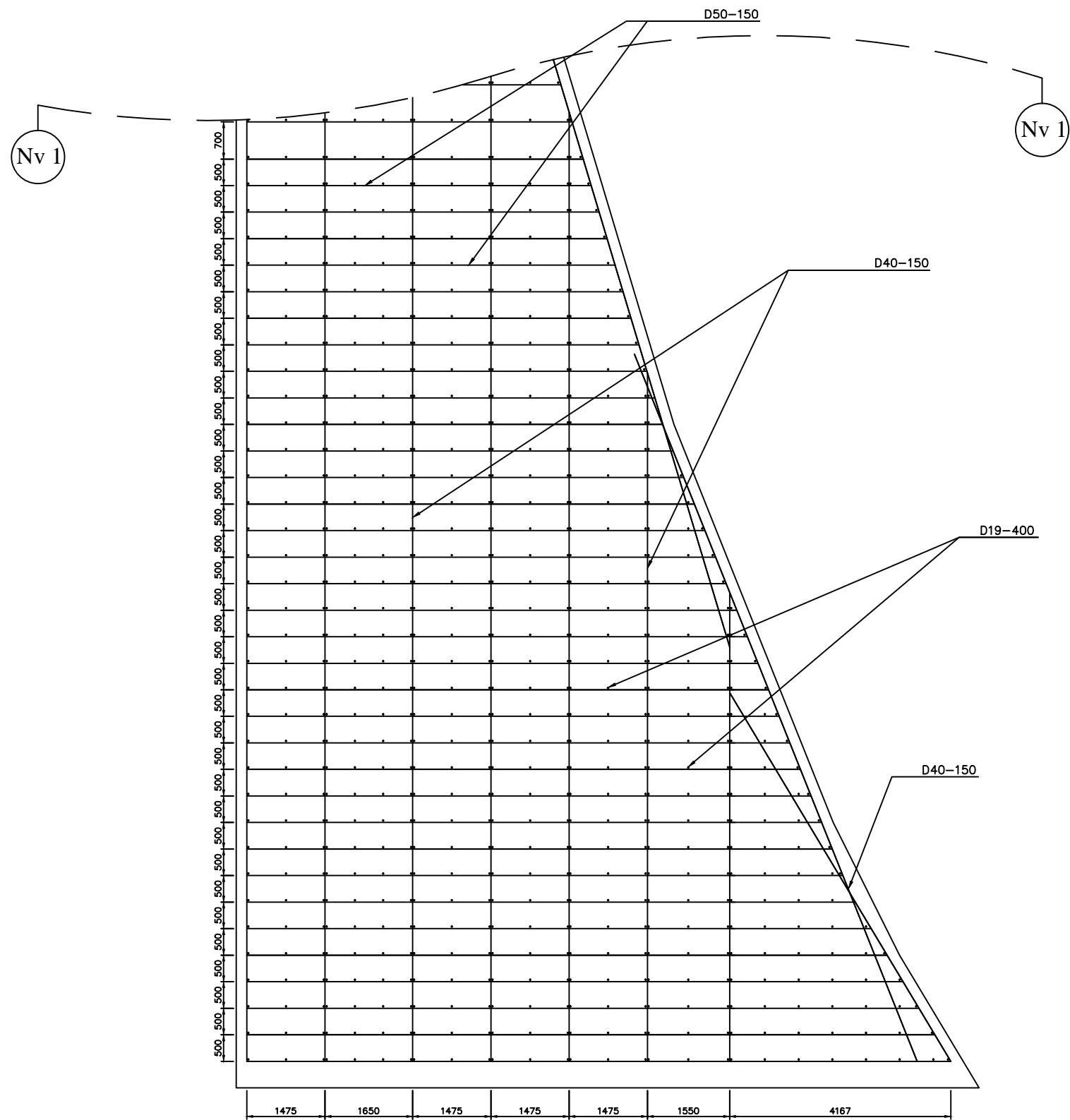
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOOD, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2
Muhammad Arsy Dhyksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ka 10
BAGIAN ATAS (Nv 1 - Nv 2)

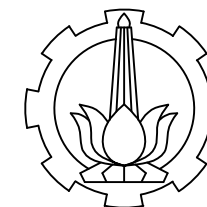
SKALA
1 : 100
NO. GAMBAR
63

KODE GAMBAR
STR
JUMLAH GAMBAR
77



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

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN PEMBIMBING 1	KETERANGAN	JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE GAMBAR
ALTERNATIF DESAIN TUBUH BENDUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BETON PADA PROYEK WADUK BENDO, KEC. SAWOO, PONOROGO	Ir. Ismail. Sa'ud, M.MT NIP. 19600517 198903 1 002		DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT Ka 10 BAGIAN BAWAH (Nv 1)	1 : 100	STR
NAMA MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING 2			NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
Muhammad Arsy Dhyaksaputra NRP. 10111815000057	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, M.S NIP. 19600105 198603 1 003			64	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 9 DAN Ka 8

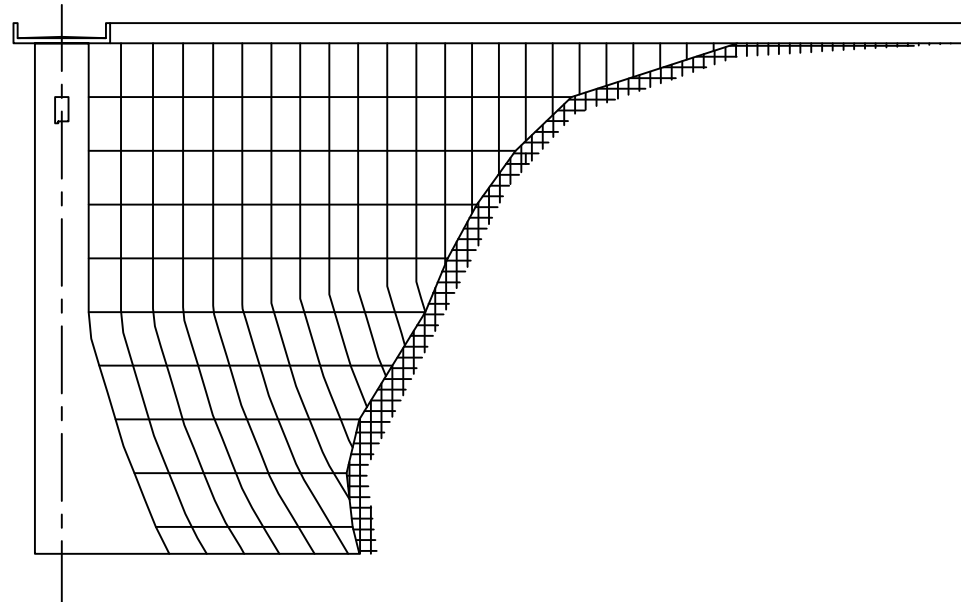
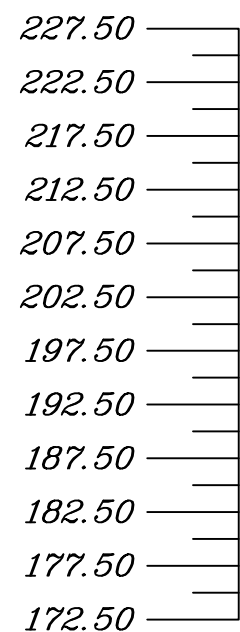
SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

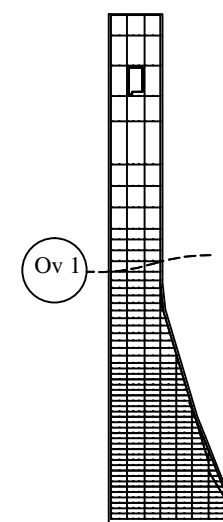
NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

65 77

☉ BENDUNGAN

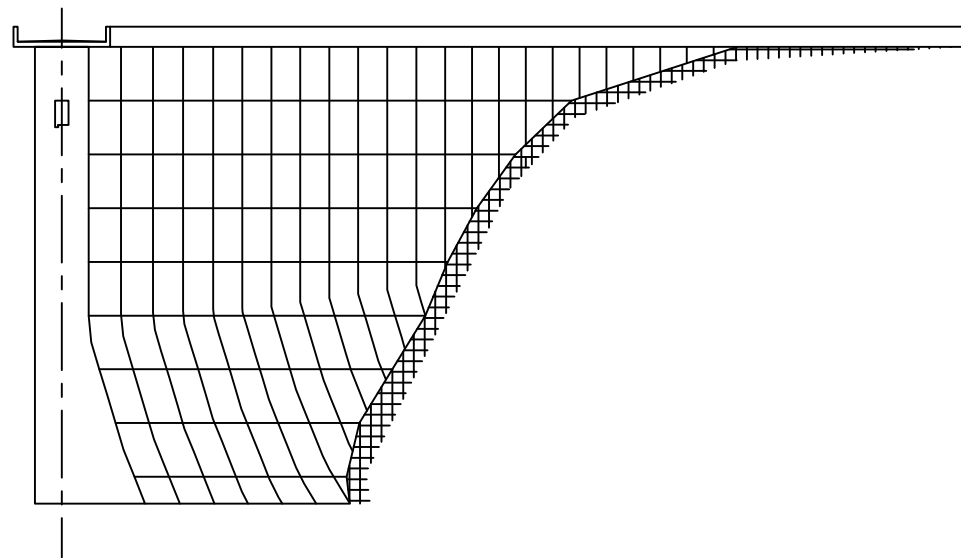
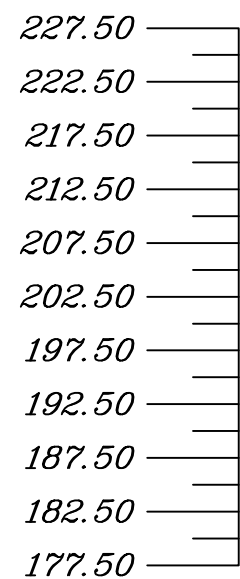


POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 9
 SKALA 1:700

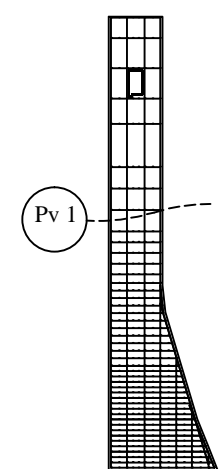


PENULANGAN SEGMENT Ka 9
 SKALA 1:700

☉ BENDUNGAN



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 8
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ka 8
 SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
 Ka 9

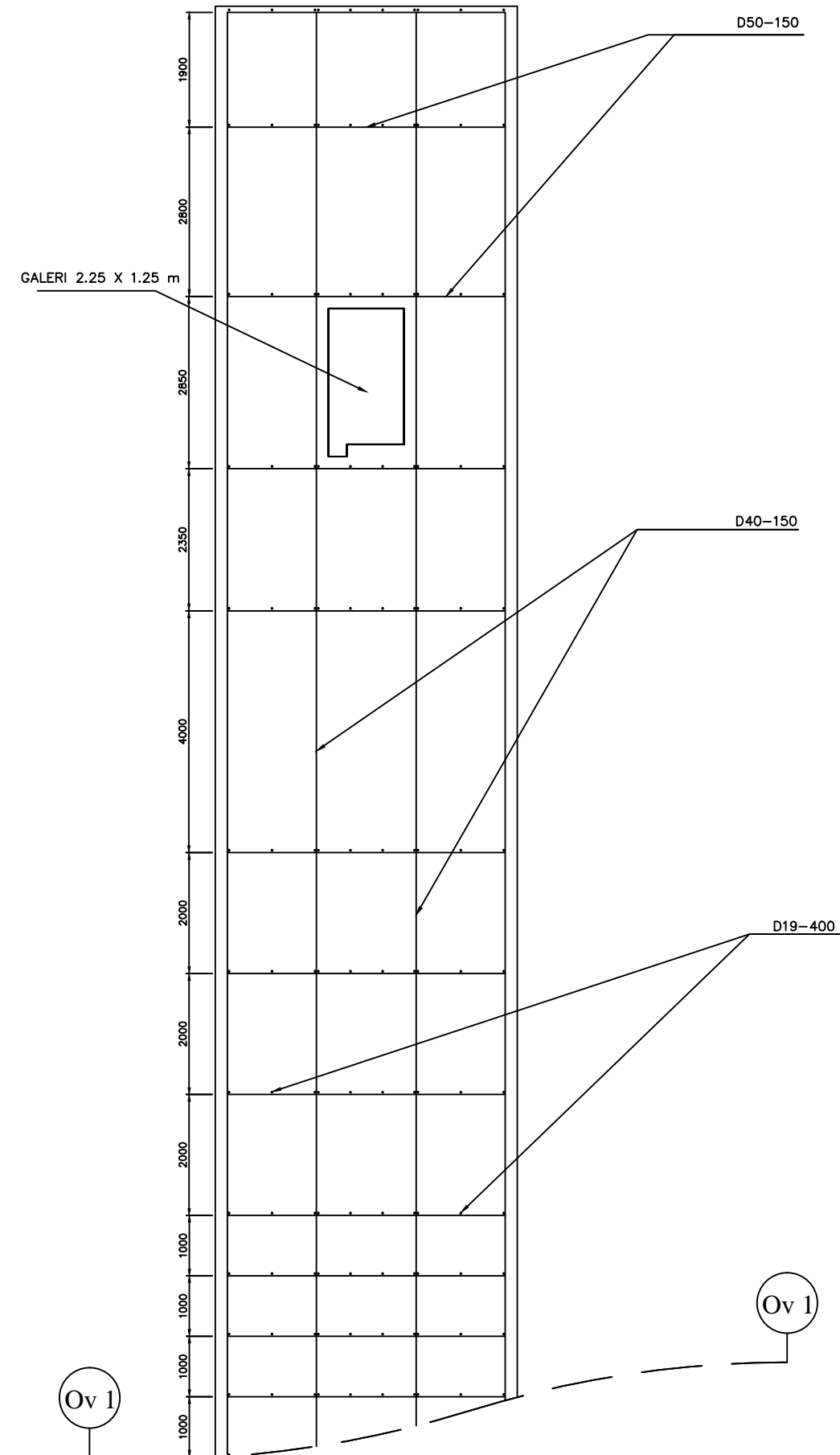
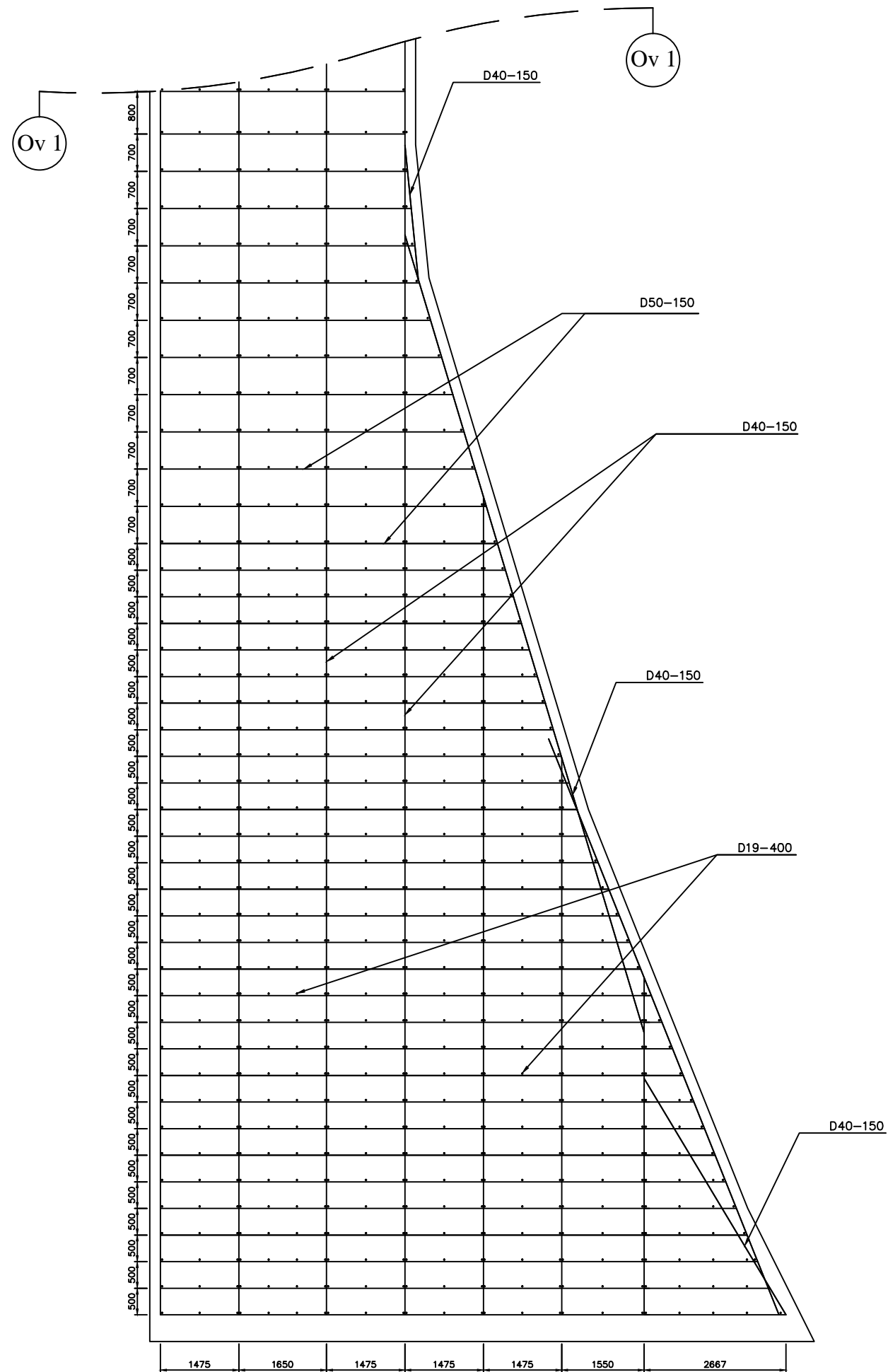
BAGIAN (Ov 1)

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

66	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
 Ka 8

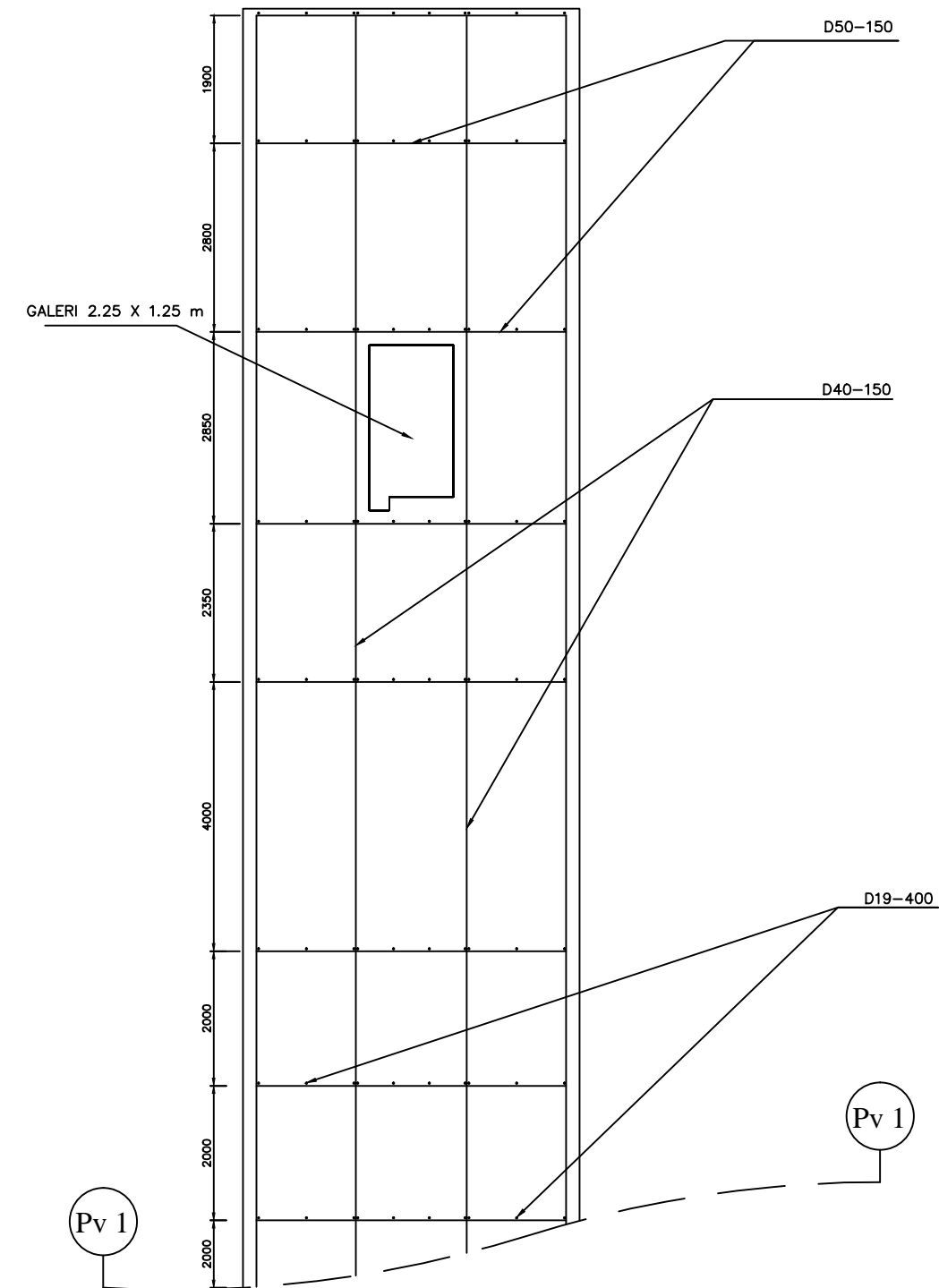
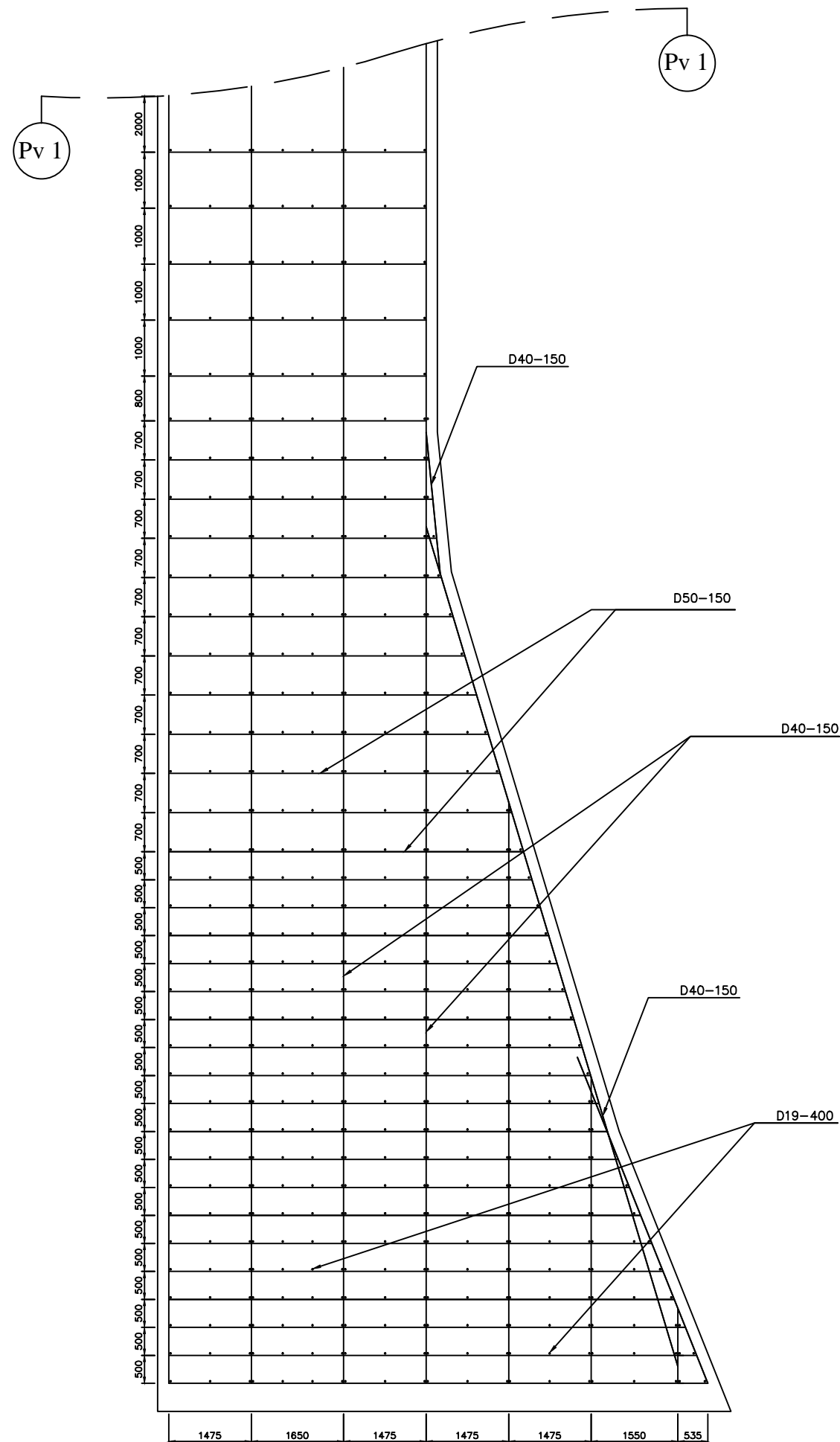
BAGIAN (Pv 1)

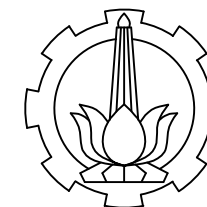
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

67	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

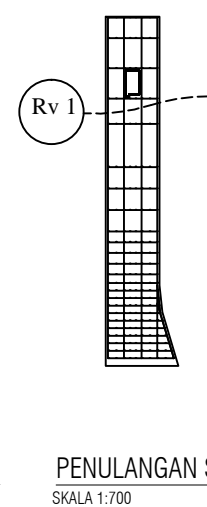
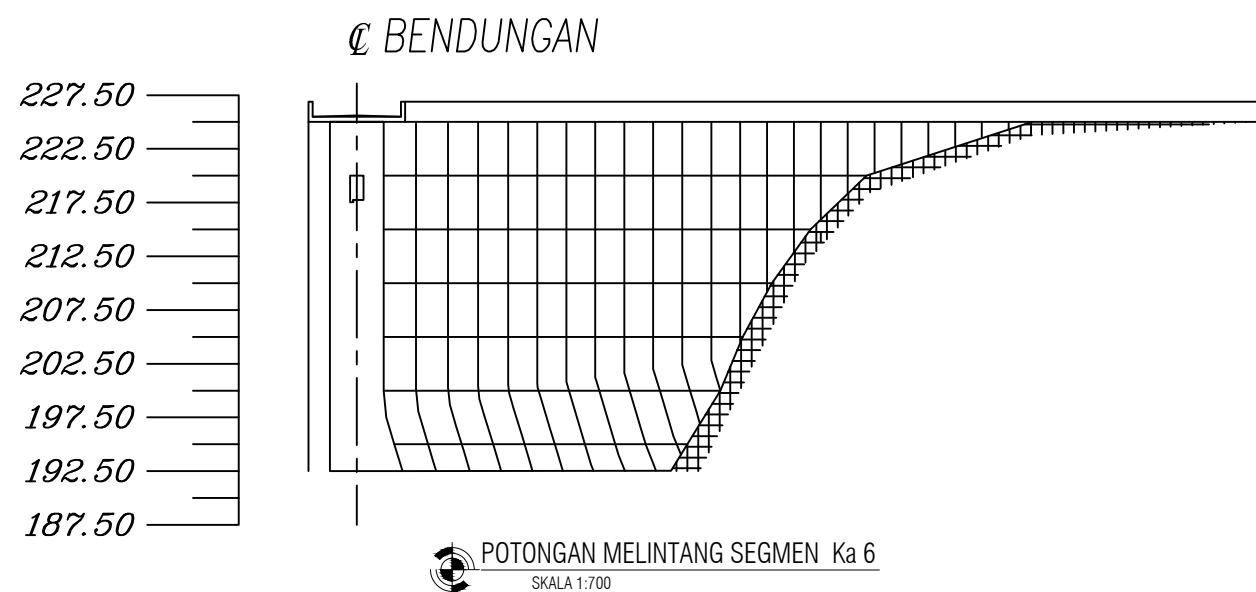
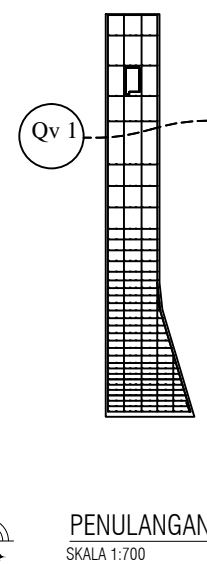
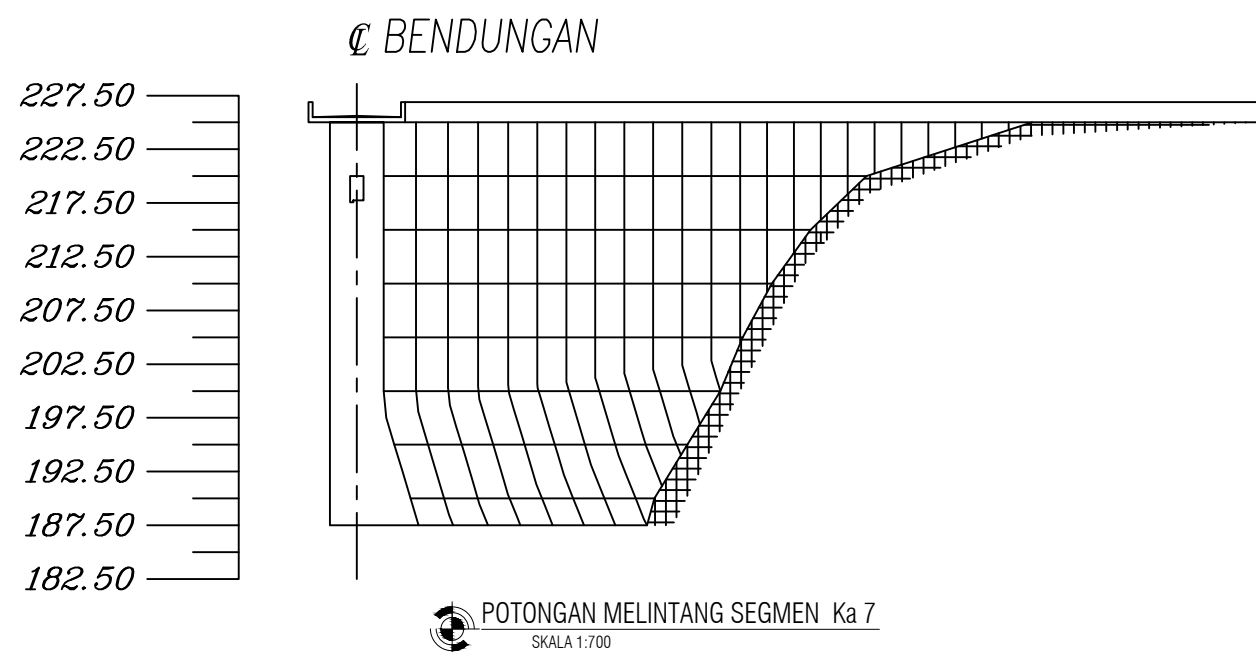
DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 7 DAN Ka 6

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

68	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
 Ka 7

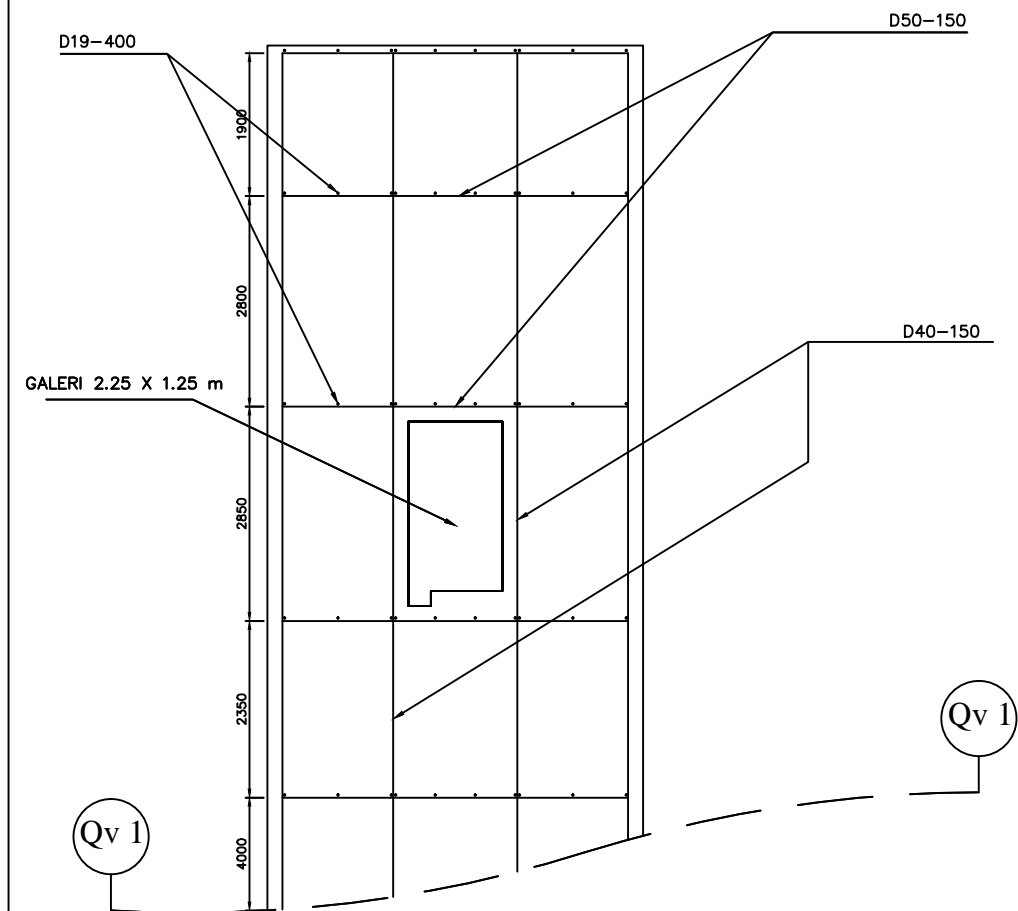
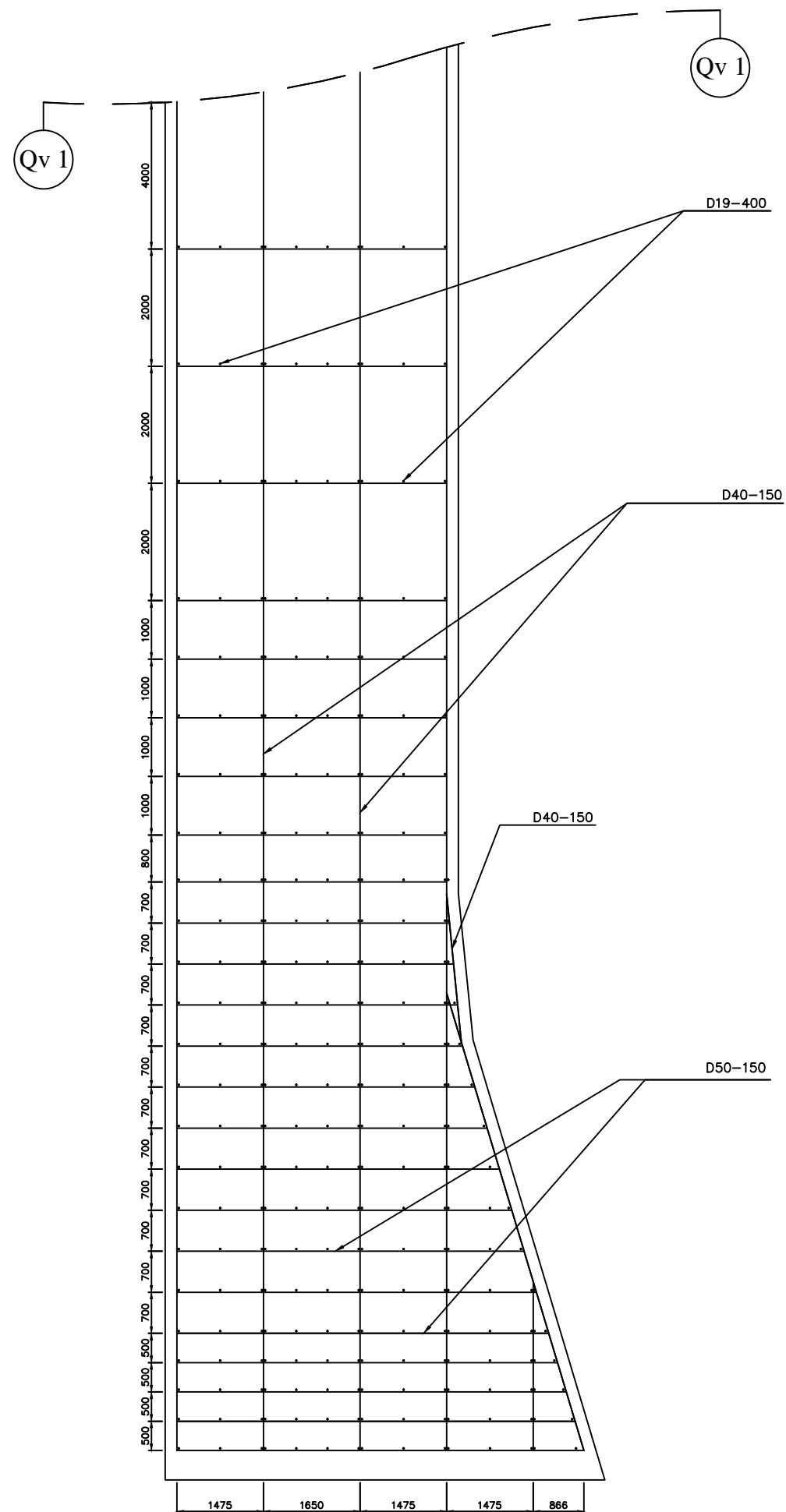
BAGIAN (Qv 1)

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

69	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
 Ka 6

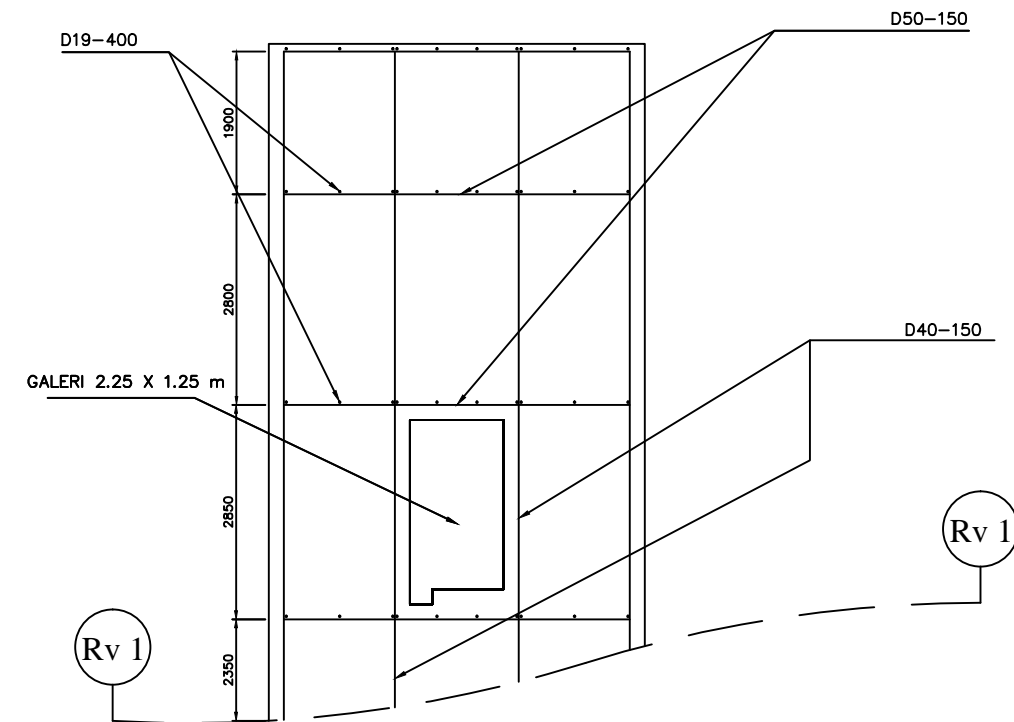
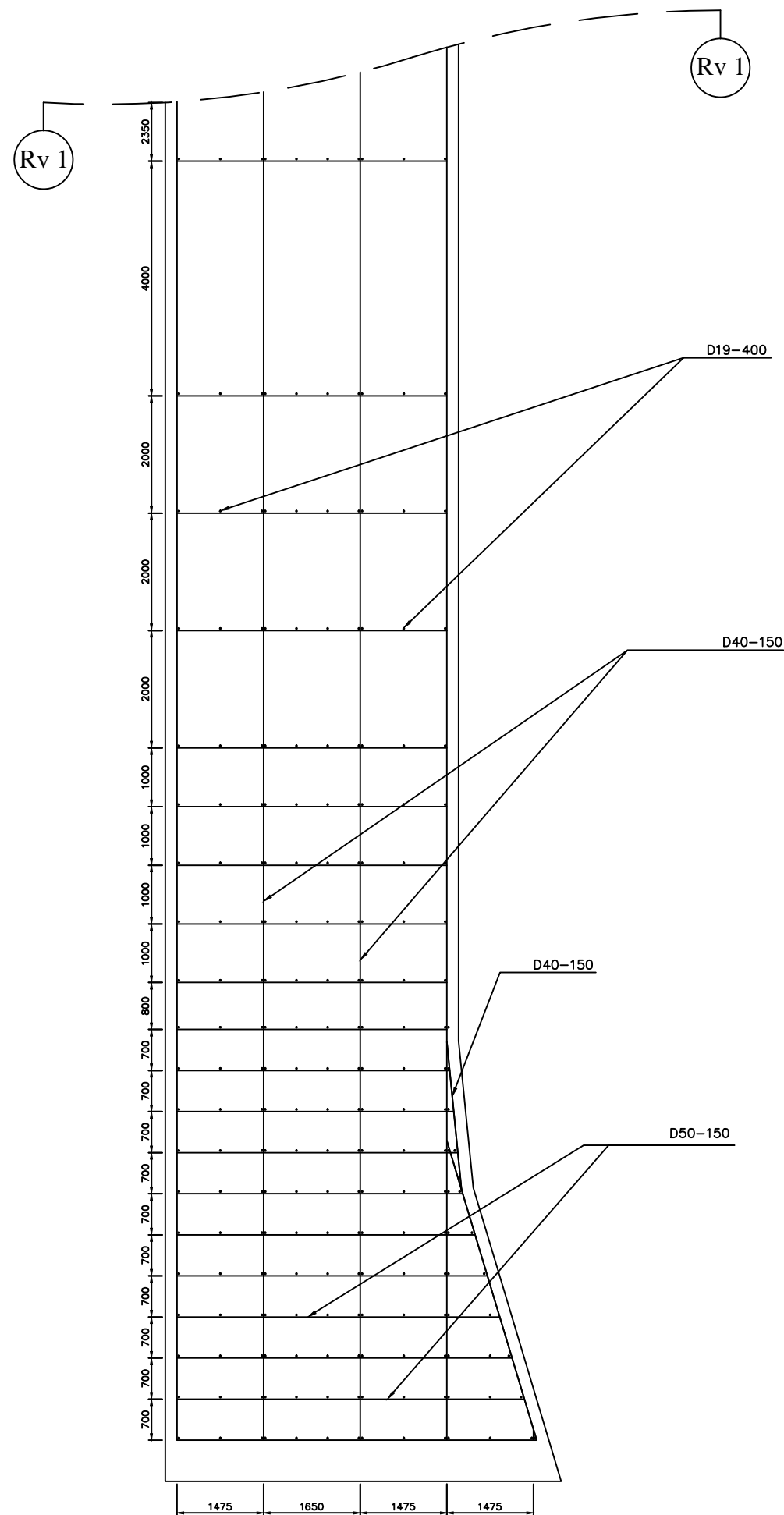
BAGIAN (Rv 1)

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

70	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

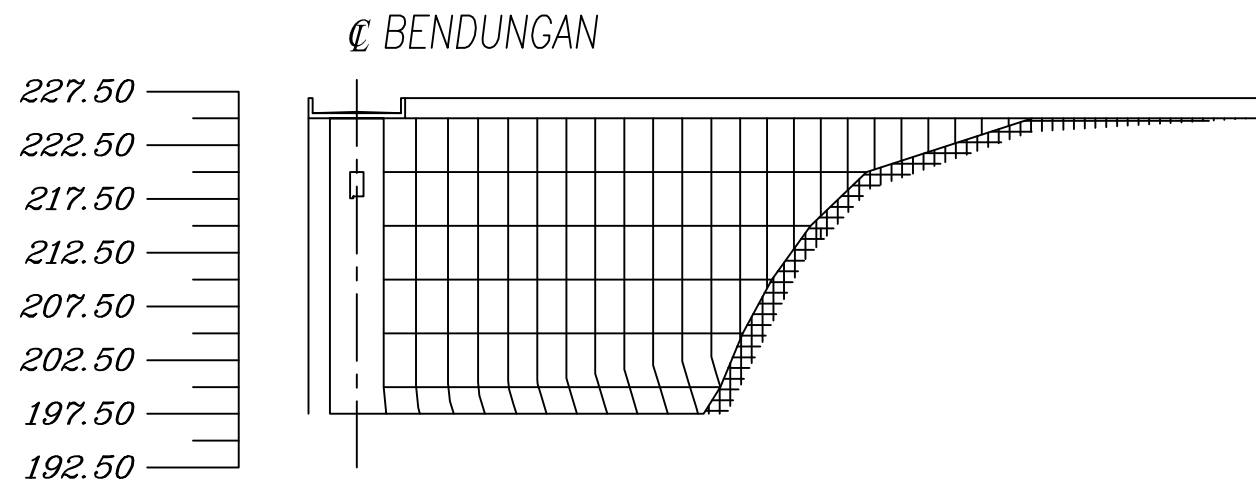
DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 5 DAN Ka 4

SKALA KODE GAMBAR

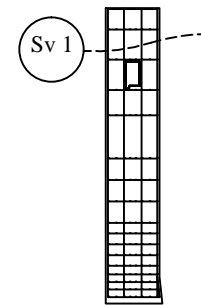
1 : 700 STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

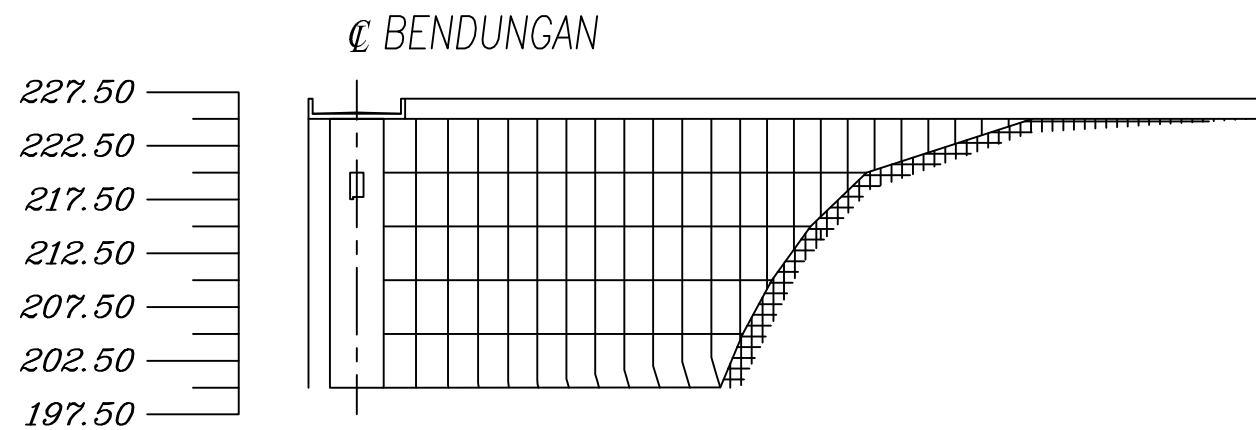
71 77



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 5
 SKALA 1:700



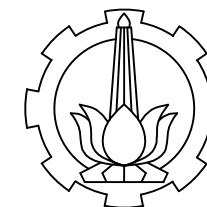
PENULANGAN SEGMENT Ka 5
 SKALA 1:700



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 4
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ka 4
 SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
 Ka 5

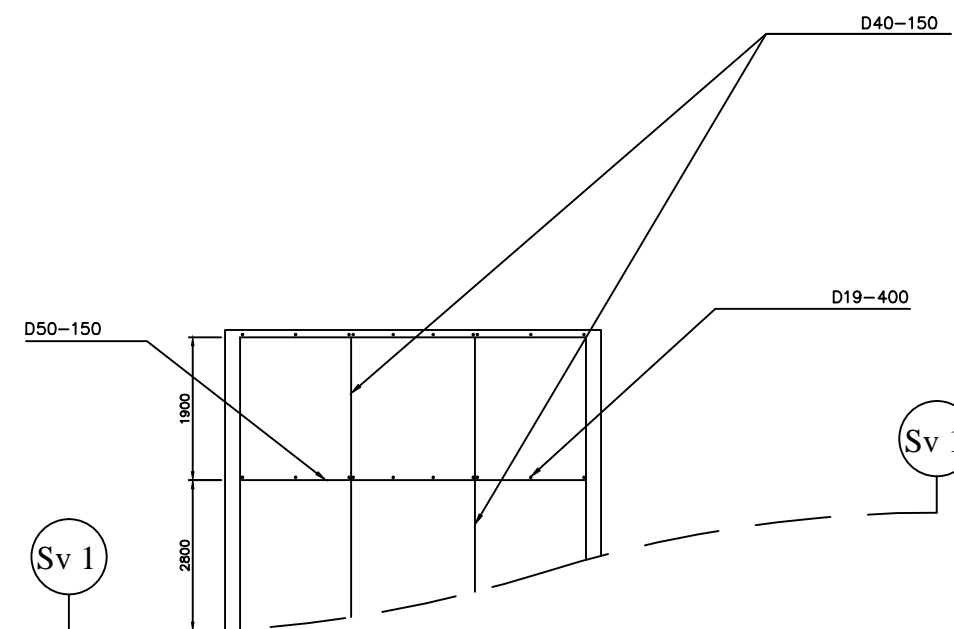
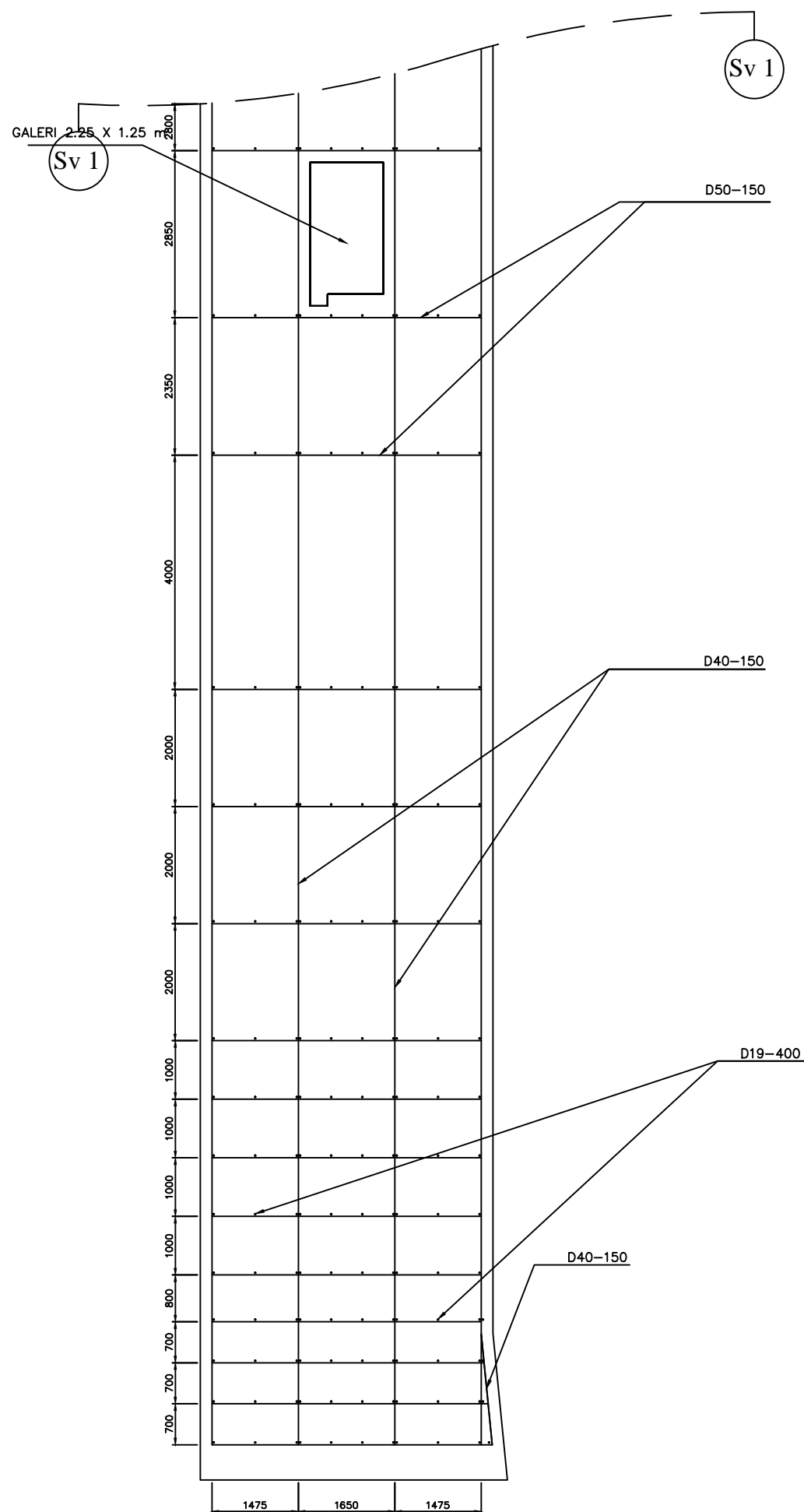
BAGIAN (Sv 1)

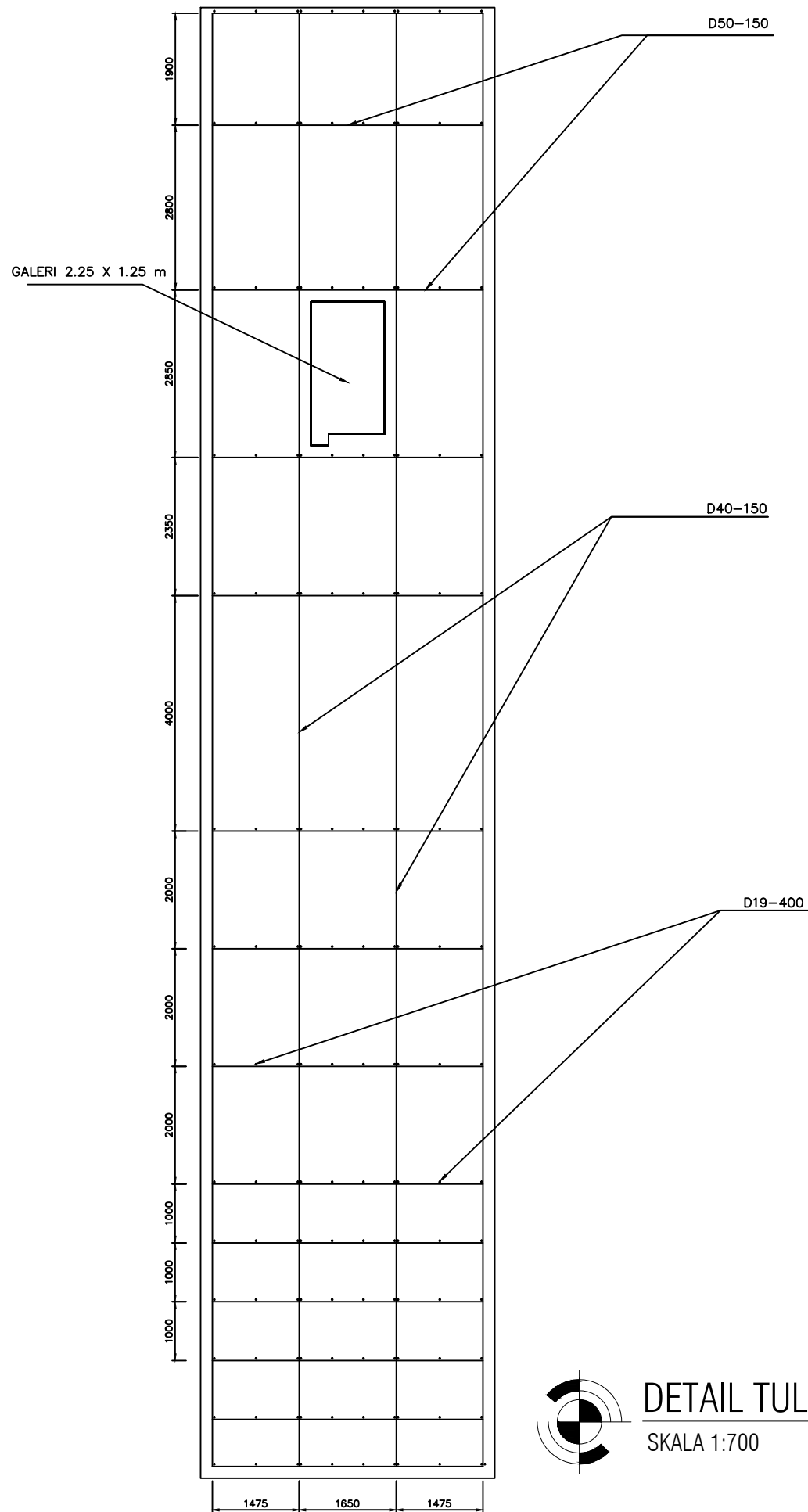
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

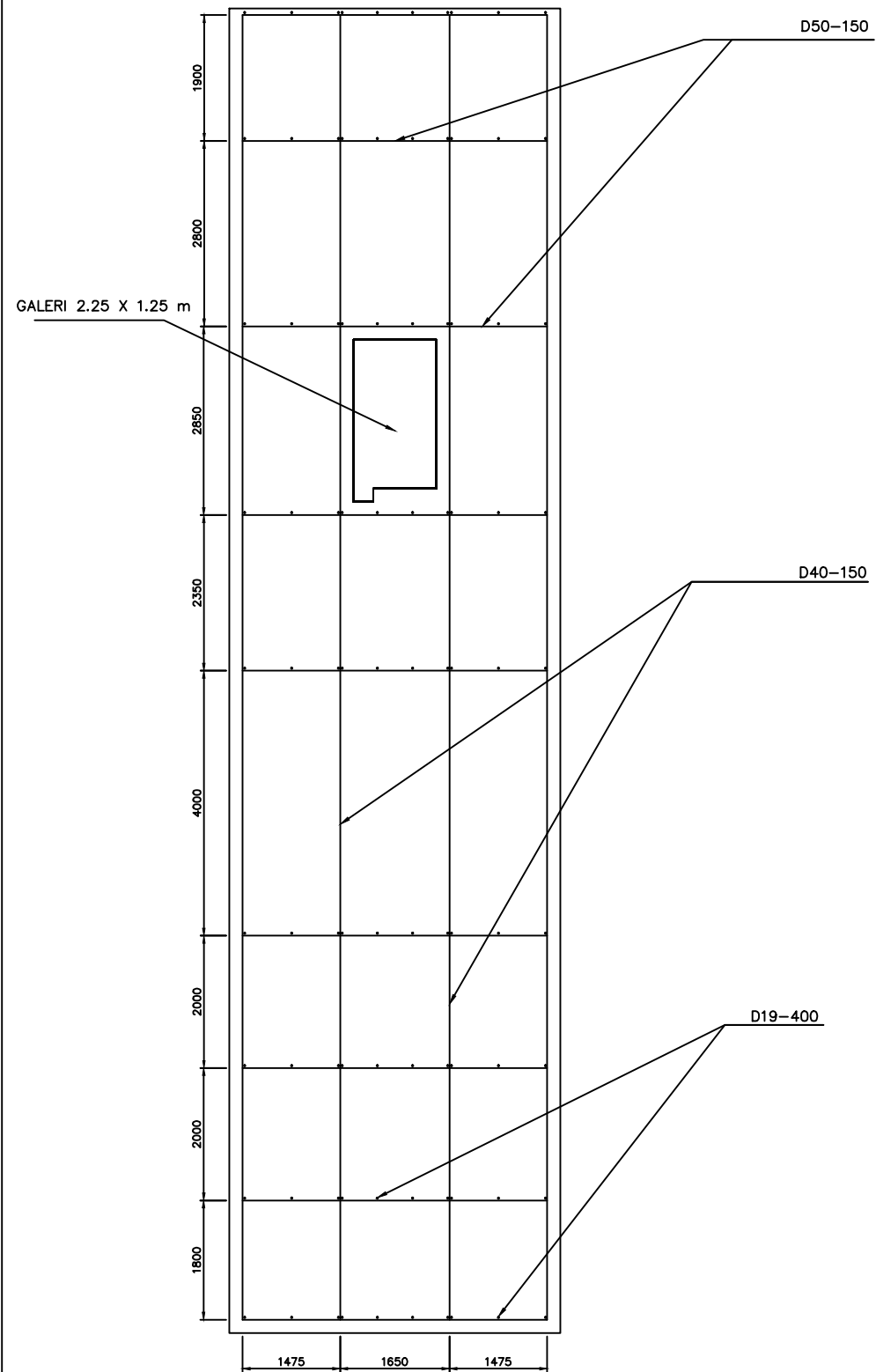
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

72	77
----	----

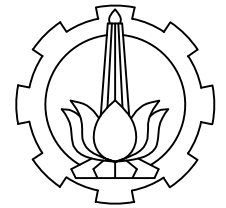




 **DETAIL TULANGAN SEGMENT Ka 4**
SKALA 1:700



 **DETAIL TULANGAN SEGMENT Ka 3**
SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ka 4 dan Ka 3

SKALA	KODE GAMBAR
1 : 100	STR
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
73	77



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

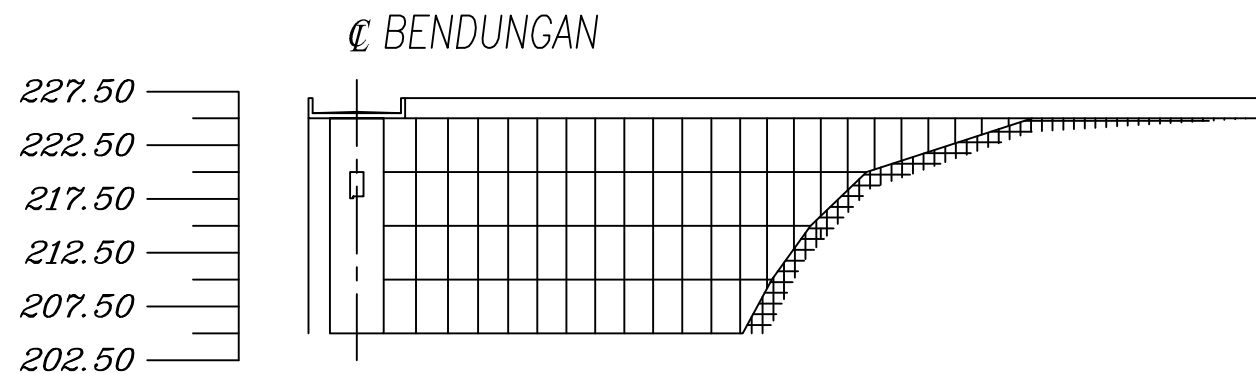
DETAIL POTONGAN MELINTANG
 DAN PENULANGAN MONOLITH
 SEGMENT Ka 3 , Ka 2 ,DAN Ka 1

SKALA KODE GAMBAR

1 : 700 STR

NO. GAMBAR JUMLAH GAMBAR

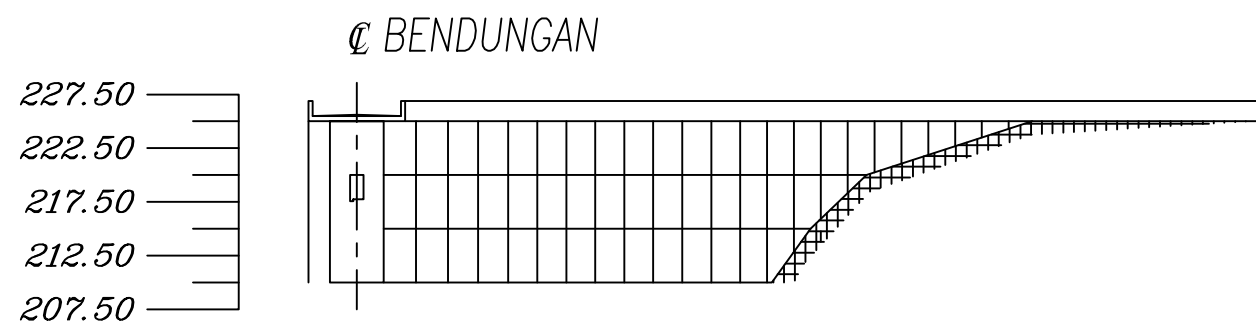
74 77



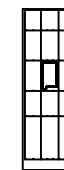
POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 3
 SKALA 1:700



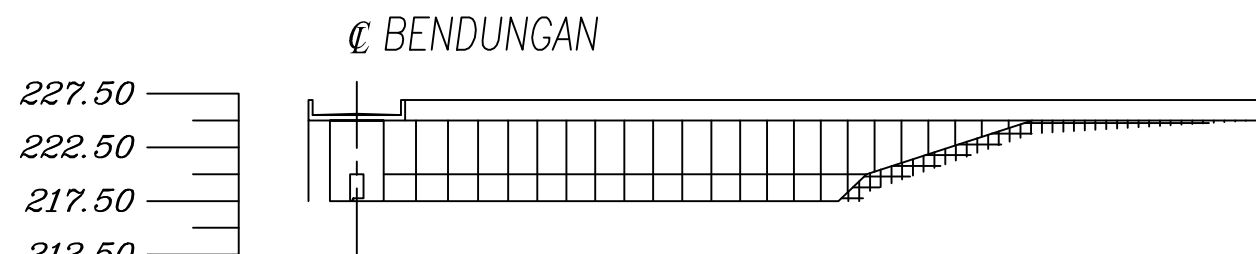
PENULANGAN SEGMENT Ka 3
 SKALA 1:700



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 2
 SKALA 1:700



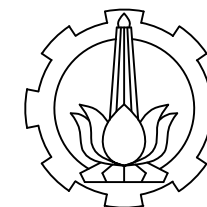
PENULANGAN SEGMENT Ka 2
 SKALA 1:700



POTONGAN MELINTANG SEGMENT Ka 1
 SKALA 1:700



PENULANGAN SEGMENT Ka 1
 SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

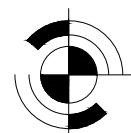
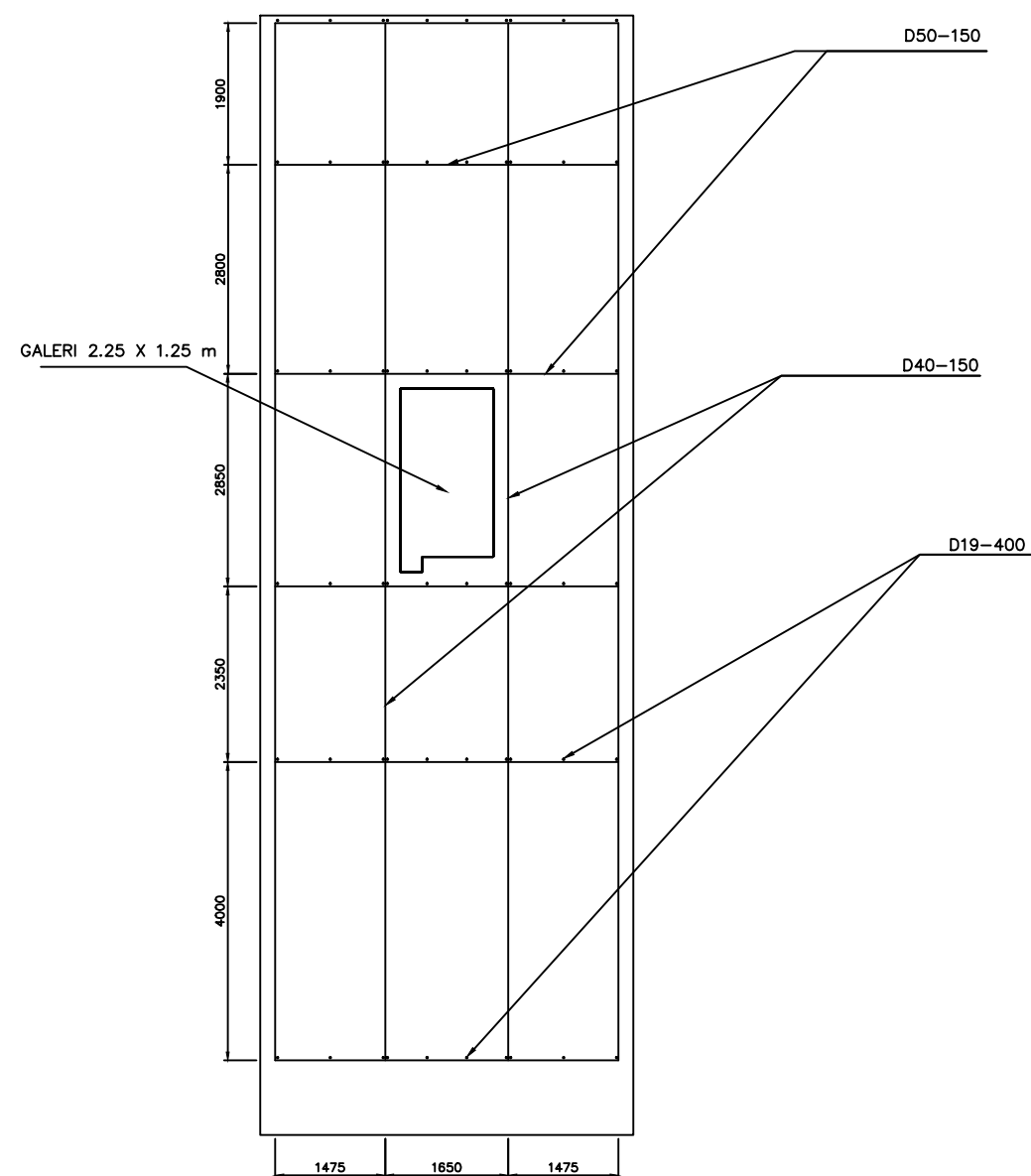
DETAIL TULANGAN POTONGAN SEGMENT
Ka 2 dan Ka 1

SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 100	STR
---------	-----

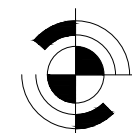
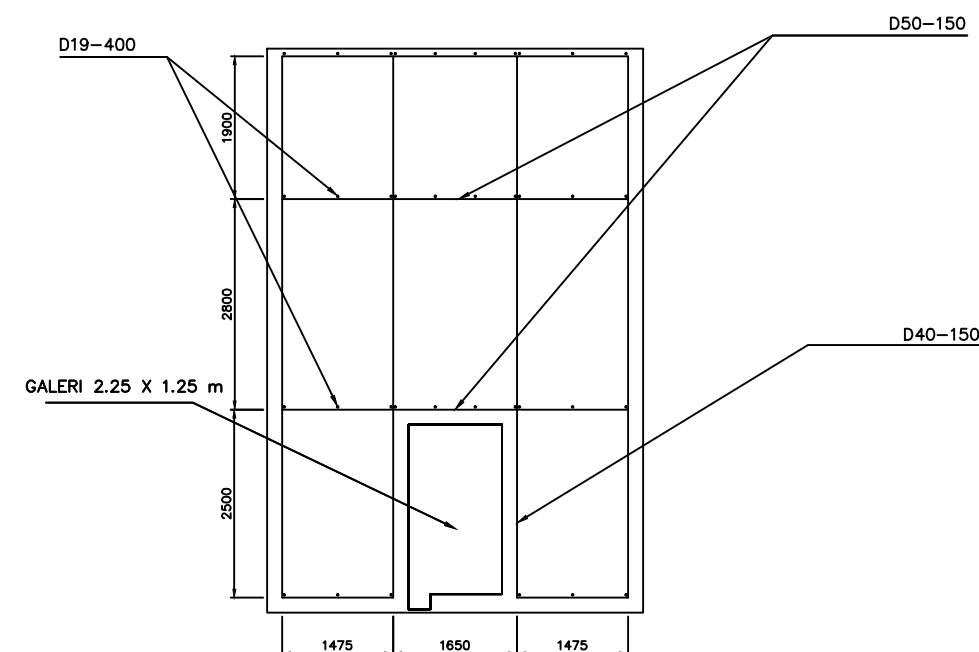
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

75	77
----	----



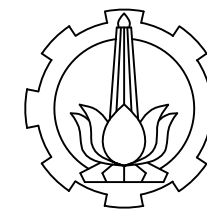
DETAIL TULANGAN SEGMENT Ka 2

SKALA 1:700



DETAIL TULANGAN SEGMENT Ka 1

SKALA 1:700



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
KEC. SAWOO , PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
NRP. 10111815000057

KETERANGAN

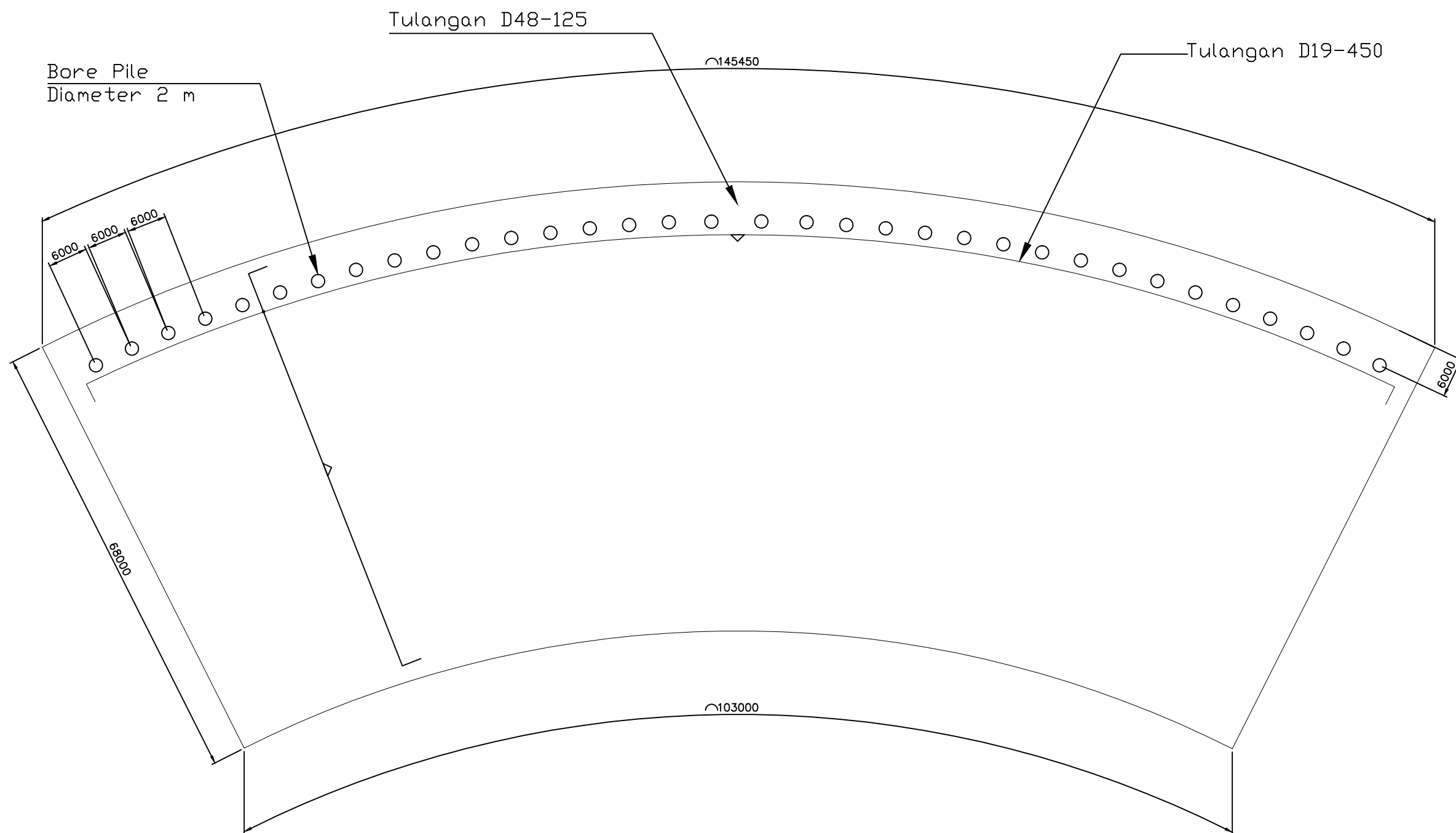
JUDUL GAMBAR

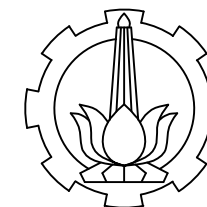
SKALA	KODE GAMBAR
-------	-------------

1 : 700	STR
---------	-----

NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
------------	---------------

76	77
----	----





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

ALTERNATIF TUBUH BENDUNGAN
 DENGAN MENGGUNAKAN STRUTUR
 BETON PADA PROYEK WADUK BENDO,
 KEC. SAWOO, PONOROGO

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud. M.MT
 NIP. 19600517 198903 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

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

NAMA MAHASISWA

Muhammad Arsy Dhyaksaputra
 NRP. 10111815000057

KETERANGAN

Diameter Bore Pile = 2.00 m
 Panjang Bore Pile = 55.00 m

JUDUL GAMBAR

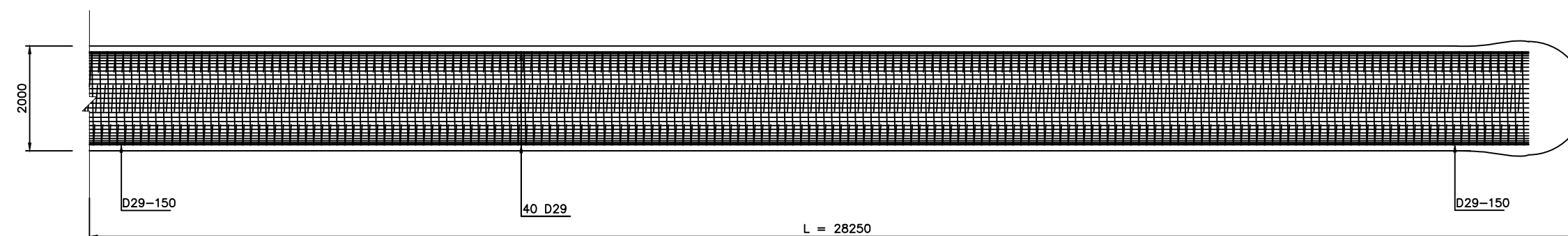
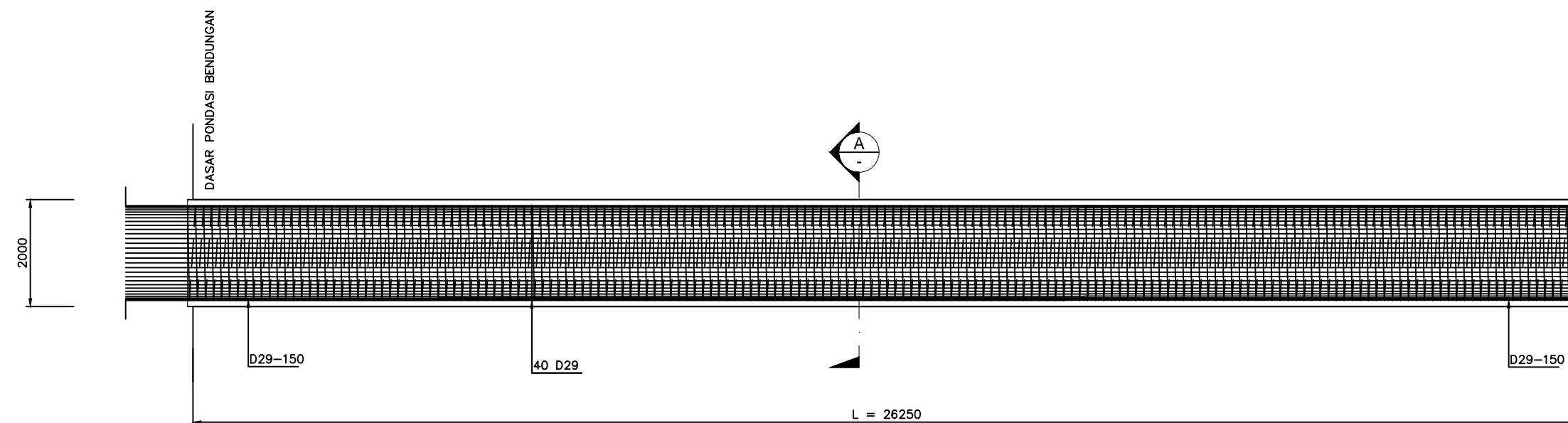
DETAIL PENULANGAN BORE
 PILE

SKALA **KODE GAMBAR**

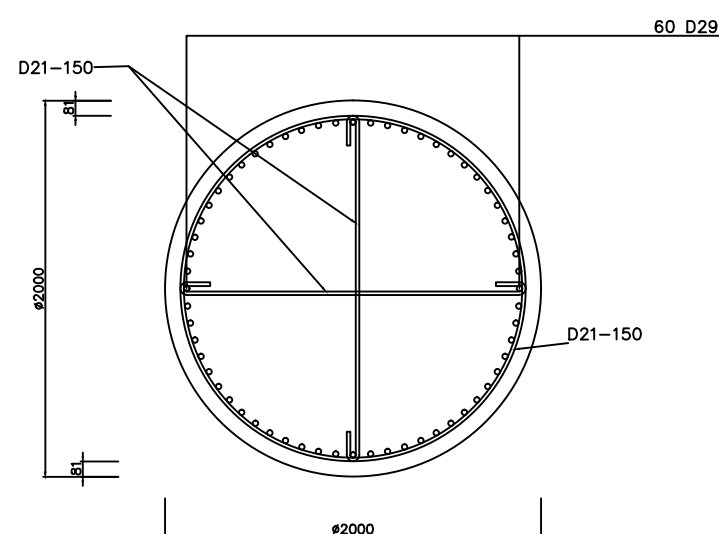
1 : 100 STR

NO. GAMBAR **JUMLAH GAMBAR**

77 77



DETAIL BOR PILE D = 2000 mm
 SKALA 1:100



POTONGAN A-A
 SKALA 1:40

TABEL BORE PILE

PIER	PANJANG (mm)	
	φ	L
BORE PILE	2000	55000