

# HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

## PERENCANAAN PINTU AIR NAVIGASI DI MUARA SUNGAI BENGAWAN SOLO Design Of Navigation Lock at Bengawan Solo Estuary

**Tugas akhir ini adalah hasil karya kami sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah kami nyatakan dengan benar.**

NAMA : ANDRI KURNIAWAN

NIM : L2A 005 024

Tanda tangan : .....

Tanggal : 3 Mei 2011

NAMA : TRI ADI NUGRAHA

NIM : L2A 005 125

Tanda tangan : .....

Tanggal : 3 Mei 2011

## HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

1. NAMA : ANDRI KURNIAWAN S  
NIM : L2A 005 024
2. NAMA : TRI ADI NUGRAHA  
NIM : L2A 005 125
- Jurusan : Teknik Sipil
- Judul Tugas Akhir: PERENCANAAN PINTU AIR NAVIGASI  
DI MUARA SUNGAI BENGAWAN SOLO  
*Design Of Navigation Lock  
at Bengawan Solo Estuary*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

- Penguji I : Prof. Ir. Joetata Hadihardaja ( )  
NIP. 194007061964101001
- Penguji II : Dr. Ir. Suharyanto, Msc. ( )  
NIP. 196309141988031012
- Penguji III : Ir. Pranoto S.A, Dipl. HE, MT. ( )  
NIP. 195402031985031001

Semarang, 3 Mei 2011

Jurusan Teknik Sipil

Ketua,

Ir. Sri Sangkawati, MS.

NIP. 195409301980032001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Andri Kurniawan NIM. L2A 005 024  
2. Nama : Tri Adi Nugraha NIM. L2A 005 125  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak **Bebas Royalti Noneksklusif** ( *Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul :

### **PERENCANAAN PINTU AIR NAVIGASI DI MUARA SUNGAI BENGAWAN SOLO**

#### *Design Of Navigation Lock at Bengawan Solo Estuary*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pagkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : 3 Mei 2011

Yang menyatakan,

Andri Kurniawan  
NIM. L2A 005 024

Tri Adi Nugraha  
NIM. L2A 005 125

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami naikkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, hanya oleh karena kasih karunia dan anugrah-Nya kepada kami sehingga kami dapat menyusun tugas akhir dengan judul *Perencanaan Pintu Air Navigasi di Muara Sungai Bengawan Solo* dengan baik dan lancar.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus diajukan oleh setiap mahasiswa Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang akan menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata - 1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, melalui Tugas Akhir ini kami banyak mempelajari dan sekaligus memperoleh pengalaman secara langsung dalam proses perencanaan suatu *Lock Construction* mulai dari studi pustaka sampai pada perhitungan dimensi dan anggaran biaya. Dari pengalaman itu, diharapkan nantinya dapat bermanfaat pada masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Sri Sangkawati, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Agung Wibowo, MM, M.Sc, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Arief Hidayat, CES, MT selaku Koordinator Bidang Akademik.
4. Prof. Ir. Joetata Hadihardaja selaku Pembimbing I dan Dr. Ir. Suharyanto, Msc selaku Pembimbing II dalam Laporan Tugas Akhir.
5. Ir. Slamet Hargono, Dipl., Ing. selaku dosen wali 2158 dan Dr. Ir Sri Tudjono, MS selaku dosen wali 2162.
6. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
7. Kedua Orang tua kami yang telah memberikan semangat dan doanya.
8. Rekan – rekan seperjuangan Teknik Sipil UNDIP angkatan 2005, serta semua pihak yang belum disebut namun telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama kuliah dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami berharap adanya saran dan kritik yang dapat memberikan bekal bagi kami untuk melangkah ke dunia konstruksi selanjutnya.

Akhirnya kami berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat diterima sebagai bahan yang bermanfaat bagi kami khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, Maret 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I     PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1.     Uraian Umum.....	1
1.2.     Perumusan Masalah .....	1
1.3.     Maksud Dan Tujuan.....	2
1.4.     Ruang Lingkup Perencanaan .....	2
1.5.     Lokasi Perencanaan .....	3
1.6.     Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II     STUDY PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1.     Data-Data Teknis .....	6
2.1.1. Tinjauan Tentang Tanah .....	6
2.1.2. Tinjauan Tentang Sungai .....	7
2.1.3. Tinjauan Tentang Kapal.....	8
2.1.4. Studi Kelayakan Sungai sebagai Sarana Lalu Lintas Air .....	12
2.2.     Perencanaan Dimensi Saluran Pintu Air.....	12
2.2.1. Dimensi Gerbang .....	12
2.2.2. Standar Dimensi Kamar .....	13
2.2.3. Dimensi Kamar .....	14
2.2.4. Elevasi Dasar Saluran dan Tinggi Kamar .....	14
2.2.4.1. Elevasi Dasar Saluran .....	14
2.2.4.2. Tinggi Kamar .....	15
2.3.     Macam, Operasional dan Jumlah Pintu Air .....	15

2.3.1.	Macam Pintu .....	15
2.3.2.	Operasional Pintu.....	17
2.3.3.	Penentuan Jumlah Pintu.....	20
2.4.	Perencanaan Bentuk Bangunan.....	22
2.5.	Konstruksi Pintu Air .....	22
2.5.1.	Schotbalk.....	25
2.5.1.1.	Rumus Pembebanan.....	25
2.5.1.2.	Rumus Perhitungan Celah Schotbalk.....	26
2.5.1.3.	Perhitungan Lebar Bidang Geser .....	27
2.5.2.	Pintu Gerbang (Lock Gates) .....	28
2.5.2.1.	Perhitungan Pembebanan Untuk Pintu Gerbang.....	30
2.5.2.2.	Perhitungan Lebar Pintu Gerbang (Secara Praktis) .....	30
2.5.2.3.	Perhitungan Tebal Pelat Baja Penutup Pintu Gerbang .....	30
2.5.2.4.	Perhitungan Balok Vertikal dan Balok Horizontal .....	31
2.5.2.5.	Perhitungan Tebal Pintu Gerbang.....	32
2.5.2.6.	Perhitungan Lebar Pintu Gerbang.....	32
2.5.3.	Engsel Pintu Gerbang .....	32
2.5.3.1.	Perhitungan Gaya-Gaya pada Engsel.....	33
2.5.3.2.	Perhitungan Dimensi Engsel Atas .....	34
2.5.3.3.	Perhitungan Dimensi Engsel Bawah.....	36
2.6.	Dinding (Lock wall).....	37
2.6.1.	Pembebanan Pada Dinding .....	39
2.6.2.	Kontrol Stabilitas Struktur .....	41
2.6.3.	Perhitungan Bagian Tapak Dinding (Toe dan Heel).....	43
2.6.4.	Bagian Dinding Tegak .....	46
2.6.5.	Bagian Perkuatan Belakang (Counterfort).....	46
2.6.6.	Perhitungan Pondasi.....	47
2.7.	Pelat Dan Balok Lantai .....	50
2.7.1.	Perhitungan Dimensi Pelat Lantai .....	52
2.7.2.	Perhitungan Dimensi Balok lantai .....	53
2.8.	Pengisian dan Pengosongan Kamar .....	54

2.9.	Dewatering .....	57
2.10.	Tempat Parkir, Gudang, dan Kantor Operasi.....	58
2.11.	Bolder.....	59
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>60</b>
3.1.	Perumusan Masalah .....	60
3.2.	Metode Pengumpulan Data.....	60
3.3.	Diagram Alir Perencanaan.....	63
<b>BAB IV PERHITUNGAN KONSTRUKSI .....</b>		<b>64</b>
4.1.	Data-Data Perhitungan.....	64
4.1.1.	Ukuran Kapal .....	64
4.1.2.	Data Teknis Material Beton .....	64
4.1.3.	Kondisi Lapisan Tanah .....	65
4.1.4.	Data Topografi .....	65
4.1.5.	Data Elevasi Muka Air.....	65
4.2.	Perhitungan Elevasi Dasar Saluran.....	65
4.3.	Dimensi Gerbang dan Kamar.....	67
4.4.	Perhitungan Dimensi Schotbalk.....	70
4.4.1.	Perhitungan Schotbalk Saluran A .....	70
4.4.1.1.	Perhitungan Schotbalk Saluran A Bagian Luar .....	71
4.4.1.2.	Perhitungan Schotbalk Saluran A Bagian Dalam .....	75
4.4.2.	Perhitungan Schotbalk Saluran B .....	79
4.4.2.1	Perhitungan Schotbalk Saluran B Bagian Luar .....	80
4.4.2.2.	Perhitungan Schotbalk Saluran B Bagian Dalam .....	83
4.4.3.	Perhitungan Schotbalk Saluran C .....	87
4.4.3.1.	Perhitungan Schotbalk Saluran C Bagian Luar .....	88
4.4.3.2.	Perhitungan Schotbalk Saluran C Bagian Dalam .....	92
4.5.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang .....	95
4.5.1.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang A.....	95
4.5.1.1.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang A Bagian Luar.....	96
4.5.1.2.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang A Bagian Dalam.....	107
4.5.2.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang B.....	119



4.5.2.1.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang B Bagian Luar .....	120
4.5.2.2.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang B Bagian Dalam.....	131
4.5.3.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang C.....	143
4.5.3.1.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang C Bagian Luar .....	144
4.5.3.2.	Perhitungan Konstruksi Pintu Gerbang C Bagian Dalam.....	155
4.6.	Perhitungan Konstruksi Dinding.....	168
4.6.1.	Perhitungan Konstruksi Dinding A Bagian Luar.....	168
4.6.1.1.	Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	168
4.6.1.2.	Perhitungan Bagian Tapak Dinding.....	173
4.6.1.3.	Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	178
4.6.1.4.	Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	184
4.6.1.5.	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	187
4.6.2.	Perhitungan Konstruksi Dinding A Bagian Dalam.....	192
4.6.2.1.	Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	192
4.6.2.2.	Perhitungan Bagian Tapak Dinding .....	197
4.6.2.3.	Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	202
4.6.2.4.	Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	208
4.6.2.5.	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	211
4.6.3.	Perhitungan Konstruksi Dinding B Bagian Luar .....	216
4.6.3.1.	Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	216
4.6.3.2.	Perhitungan Bagian Tapak Dinding.....	221
4.6.3.3.	Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	226
4.6.3.4.	Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	232
4.6.3.5.	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	235
4.6.4.	Perhitungan Konstruksi Dinding B Bagian Dalam .....	240
4.6.4.1.	Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	240
4.6.4.2.	Perhitungan Bagian Tapak Dinding .....	245
4.6.4.3.	Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	250
4.6.4.4.	Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	256
4.6.4.5.	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	259
4.6.5.	Perhitungan Konstruksi Dinding C Bagian Luar .....	264

4.6.5.1. Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	264
4.6.5.2. Perhitungan Bagian Tapak Dinding.....	269
4.6.5.3. Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	274
4.6.5.4. Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	280
4.6.5.5. Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	283
4.6.6. Perhitungan Konstruksi Dinding C Bagian Dalam .....	288
4.6.6.1. Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	288
4.6.6.2. Perhitungan Bagian Tapak Dinding.....	293
4.6.6.3. Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	298
4.6.6.4. Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	304
4.6.6.5. Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	307
4.6.7. Perhitungan Konstruksi Dinding Beda Elevasi A-C.....	312
4.6.7.1. Perhitungan Pembebanan Terhadap Dinding.....	312
4.6.7.2. Perhitungan Bagian Tapak Dinding.....	316
4.6.7.3. Perhitungan Konstruksi Dinding Tegak.....	319
4.6.7.4. Perhitungan Bagian Perkuatan Dinding (Counterfort) .....	322
4.6.7.5. Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	325
4.7. Perhitungan Konstruksi Plat Lantai dan Balok.....	330
4.7.1. Perhitungan Konstruksi Plat Lantai dan Balok Gerbang A .....	330
4.7.1.1. Perhitungan Konstruksi Plat Gerbang A.....	330
4.7.1.2. Perhitungan Konstruksi Balok Gerbang A .....	336
4.7.2. Perhitungan Konstruksi Plat Lantai dan Balok Gerbang B .....	350
4.7.2.1. Perhitungan Konstruksi Plat Gerbang B .....	350
4.7.2.2. Perhitungan Konstruksi Balok Gerbang B.....	356
4.7.3. Perhitungan Konstruksi Plat Lantai dan Balok Gerbang C .....	370
4.7.3.1. Perhitungan Konstruksi Plat Gerbang C .....	370
4.7.3.2. Perhitungan Konstruksi Balok Gerbang C.....	376
4.7.4. Perhitungan Konstruksi Plat Lantai dan Balok Kolam .....	389
4.7.4.1. Perhitungan Konstruksi Plat Kolam.....	389
4.7.4.2. Perhitungan Konstruksi Balok Kolam .....	396
4.8. Perhitungan Circle Time dan Pipa Pengisian/Pengosongan Kamar .....	410

4.8.1.	Perhitungan Circle Time .....	410
4.8.2.	Perhitungan Pipa Pengisian/Pengosongan Kamar .....	410
4.9.	Dewatering .....	415
4.10.	Perhitungan Bolder .....	418
<b>BAB V</b>	<b>RENCANA KERJA DAN SYARAT – SYARAT.....</b>	<b>423</b>
<b>BAB VI</b>	<b>ANGGARAN BIAYA .....</b>	<b>477</b>
6.1.	Perhitungan Volume Pekerjaan.....	477
6.2.	Analisa Harga Satuan Biaya Operasi Dan Produksi Alat Berat .....	484
6.2.1.	Analisa Harga Satuan Biaya Operasi.....	484
6.2.2.	AnalisaProduksi Alat Berat.....	493
6.3.	Daftar Harga Satuan Upah, Bahan dan Peralatan .....	496
6.3.1.	Upah .....	496
6.3.2.	Bahan .....	496
6.3.3.	Alat .....	497
6.4.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan .....	497
6.5.	Daftar Rencana Anggaran Biaya .....	500
6.6.	Jenis Pekerjaan Yang Akan Dilaksanakan.....	505
6.7.	Network Planning .....	506
6.8.	Kurva S .....	507
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>508</b>
7.1.	Uraian Umum.....	508
7.2.	Kesimpulan .....	508
7.3.	Saran .....	509
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>510</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>GAMBAR</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Lay Out Kondisi Eksisting Sekitar Bendung.....	3
<b>Gambar 1.2</b> Kondisi Eksisting Bendung Gerak Bengawan Solo .....	4
<b>Gambar 1.3</b> Kondisi Eksisting Sungai Bengawan Solo .....	4
<b>Gambar 2.1</b> Denah Situasi Sungai.....	7
<b>Gambar 2.2</b> Kelonggaran Melintang Kapal.....	10
<b>Gambar 2.3</b> Kelonggaran Memanjang Kapal .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Panjang Gerbang Denah Atas dan Potongan Memanjang .....	13
<b>Gambar 2.5</b> Gambar Memanjang Tampak Atas .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Pintu Kembar.....	15
<b>Gambar 2.7</b> Pintu Sorong .....	16
<b>Gambar 2.8</b> Pintu Angkat.....	16
<b>Gambar 2.9</b> Pintu Rebah .....	16
<b>Gambar 2.10</b> Pergerakan Kapal dari Saluran A Ke Saluran B/C.....	19
<b>Gambar 2.11</b> Pintu Air Pada Daerah Tanpa Pasang Surut.....	20
<b>Gambar 2.12</b> Pintu Air Pada Daerah Pasang Surut Pengaruh Hilir .....	21
<b>Gambar 2.13</b> Pintu Air Pada Daerah Pasang Surut Pengaruh Hulu dan Hilir .....	21
<b>Gambar 2.14</b> Rencana Bentuk Bendungan.....	22
<b>Gambar 2.15</b> Saluran Pintu Air.....	23
<b>Gambar 2.16</b> Konstruksi Pintu Air.....	24
<b>Gambar 2.17</b> Tekanan Hidrostatik pada Schotbalk .....	25
<b>Gambar 2.18</b> Celah <i>Schotbalk</i> .....	26
<b>Gambar 2.19</b> Bidang Geser Dinding Penahan Schotbalk .....	28
<b>Gambar 2.20</b> Pintu Gerbang .....	29
<b>Gambar 2.21</b> Tampak Atas dan Depan Pintu Gerbang Kembar .....	29
<b>Gambar 2.22</b> Detail Hubungan Pintu Gerbang dengan Pelat Lantai .....	29
<b>Gambar 2.23</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang.....	33
<b>Gambar 2.24</b> Engsel Atas.....	34
<b>Gambar 2.25</b> Stang Angker .....	35

<b>Gambar 2.26</b> Pelat Angker .....	35
<b>Gambar 2.27</b> Engsel Bawah .....	36
<b>Gambar 2.28</b> Pelat Andas .....	37
<b>Gambar 2.29</b> Dinding pada Bagian Gerbang.....	38
<b>Gambar 2.30</b> Dinding Pada Kamar Tanpa Pelat Lantai.....	38
<b>Gambar 2.31</b> Bentuk Rencana Dinding Konsol.....	40
<b>Gambar 2.32</b> Gaya yang Bekerja pada Bagian Tapak .....	44
<b>Gambar 2.33</b> Cara Pengangkatan Tiang Pancang .....	49
<b>Gambar 2.34</b> Rembesan Air pada Pintu Air.....	51
<b>Gambar 2.35</b> Saluran Pengisian/Pengosongan Yang Terletak Pada Pintu.....	55
<b>Gambar 2.36</b> Saluran Pengisian/Pengosongan Yang Terletak Pada Samping .....	55
<b>Gambar 2.37</b> Lay Out Tempat Parkir, Gudang dan Kantor .....	58
<b>Gambar 2.38</b> Gaya yang Bekerja pada Bolder .....	59
<b>Gambar 3.1</b> Flow Chart Penyusunan Tugas Akhir.....	63
<b>Gambar 4.1</b> Pergerakan Kapal dari Saluran A Ke Saluran B/C.....	66
<b>Gambar 4.2</b> Dimensi Gerbang dan Kamar .....	67
<b>Gambar 4.3</b> Dimensi Gerbang dan Kamar .....	68
<b>Gambar 4.4</b> Schotbalk Saluran A .....	71
<b>Gambar 4.5</b> Pembebanan pada Schotbalk .....	71
<b>Gambar 4.6</b> Penampang Profil Baja IWF 250 x 250 .....	72
<b>Gambar 4.7</b> Balok <i>Bracing</i> pada <i>Schotbalk A</i> .....	73
<b>Gambar 4.8</b> Lebar Bidang Geser <i>Schotbalk A</i> .....	74
<b>Gambar 4.9</b> Celah Schotbalk .....	74
<b>Gambar 4.10</b> Penampang Profil Baja IWF 250 x 250 .....	75
<b>Gambar 4.11</b> Balok <i>Bracing</i> pada <i>Schotbalk A</i> .....	77
<b>Gambar 4.12</b> Lebar Bidang Geser <i>Schotbalk A</i> .....	77
<b>Gambar 4.13</b> Celah Schotbalk .....	78
<b>Gambar 4.14</b> Schotbalk Saluran B .....	79
<b>Gambar 4.15</b> Pembebanan pada Schotbalk .....	79
<b>Gambar 4.16</b> Penampang Profil Baja IWF 250 x 250 .....	80
<b>Gambar 4.17</b> Balok <i>Bracing</i> pada <i>Schotbalk B</i> .....	82

<b>Gambar 4.18</b> Lebar Bidang Geser <i>Schotbalk B</i> .....	82
<b>Gambar 4.19</b> Celah <i>Schotbalk</i> .....	82
<b>Gambar 4.20</b> Penampang Profil Baja IWF 300 x 150 .....	84
<b>Gambar 4.21</b> Balok <i>Bracing</i> pada <i>Schotbalk B</i> .....	85
<b>Gambar 4.22</b> Lebar Bidang Geser <i>Schotbalk B</i> .....	86
<b>Gambar 4.23</b> Celah <i>Schotbalk</i> .....	86
<b>Gambar 4.24</b> <i>Schotbalk Saluran C</i> .....	87
<b>Gambar 4.25</b> Pembebanan pada <i>Schotbalk</i> .....	88
<b>Gambar 4.26</b> Penampang Profil Baja IWF 300 x 300 .....	88
<b>Gambar 4.27</b> Balok <i>Bracing</i> pada <i>Schotbalk C</i> .....	90
<b>Gambar 4.28</b> Lebar Bidang Geser <i>Schotbalk C</i> .....	90
<b>Gambar 4.29</b> Celah <i>Schotbalk</i> .....	91
<b>Gambar 4.30</b> Penampang Profil Baja IWF 300 x 300 .....	92
<b>Gambar 4.31</b> Balok <i>Bracing</i> pada <i>Schotbalk C</i> .....	94
<b>Gambar 4.32</b> Lebar Bidang Geser <i>Schotbalk C</i> .....	94
<b>Gambar 4.33</b> Celah <i>Schotbalk</i> .....	94
<b>Gambar 4.34</b> Pintu Gerbang Saluran A .....	95
<b>Gambar 4.35</b> Pembebanan dan Penempatan Profil Pintu Gerbang Saluran A .....	102
<b>Gambar 4.36</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang A .....	102
<b>Gambar 4.37</b> Pembebanan dan Penempatan Profil Pintu Gerbang Saluran A .....	114
<b>Gambar 4.38</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang A .....	114
<b>Gambar 4.39</b> Pintu Gerbang Saluran B.....	119
<b>Gambar 4.40</b> Pembebanan dan Penempatan Profil Pintu Gerbang Saluran A .....	126
<b>Gambar 4.41</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang A .....	126
<b>Gambar 4.42</b> Pembebanan dan Penempatan Profil Pintu Gerbang Saluran B.....	138
<b>Gambar 4.43</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang B .....	138
<b>Gambar 4.44</b> Pintu Gerbang Saluran C.....	143
<b>Gambar 4.45</b> Pembebanan dan Penempatan Profil Pintu Gerbang Saluran C.....	150
<b>Gambar 4.46</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang C .....	151
<b>Gambar 4.47</b> Pembebanan dan Penempatan Profil Pintu Gerbang Saluran C.....	162
<b>Gambar 4.48</b> Pembebanan pada Engsel Pintu Gerbang C .....	163

<b>Gambar 4.49</b> Dimensi Dinding Gerbang A.....	168
<b>Gambar 4.50</b> Tegangan Tanah Aktif.....	168
<b>Gambar 4.51</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang A .....	169
<b>Gambar 4.52</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	173
<b>Gambar 4.53</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	174
<b>Gambar 4.54</b> Tegangan Tanah.....	175
<b>Gambar 4.55</b> <i>Counterfort</i> .....	184
<b>Gambar 4.56</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang A .....	187
<b>Gambar 4.57</b> Pendirian Tiang Pancang .....	190
<b>Gambar 4.58</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	190
<b>Gambar 4.59</b> Dimensi Dinding Gerbang A.....	192
<b>Gambar 4.60</b> Tegangan Tanah Aktif.....	192
<b>Gambar 4.61</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang A .....	193
<b>Gambar 4.62</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	197
<b>Gambar 4.63</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	198
<b>Gambar 4.64</b> Tegangan Tanah.....	200
<b>Gambar 4.65</b> <i>Counterfort</i> .....	208
<b>Gambar 4.66</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang A .....	211
<b>Gambar 4.67</b> Pendirian Tiang Pancang .....	213
<b>Gambar 4.68</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	214
<b>Gambar 4.69</b> Dimensi Dinding Gerbang B .....	216
<b>Gambar 4.70</b> Tegangan Tanah Aktif.....	216
<b>Gambar 4.71</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang B.....	217
<b>Gambar 4.72</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	221
<b>Gambar 4.73</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	222
<b>Gambar 4.74</b> Tegangan Tanah.....	224
<b>Gambar 4.75</b> <i>Counterfort</i> .....	232
<b>Gambar 4.76</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang B.....	235
<b>Gambar 4.77</b> Pendirian Tiang Pancang .....	238
<b>Gambar 4.78</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	238
<b>Gambar 4.79</b> Dimensi Dinding Gerbang B .....	240

<b>Gambar 4.80</b> Tegangan Tanah Aktif .....	240
<b>Gambar 4.81</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang B.....	241
<b>Gambar 4.82</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	245
<b>Gambar 4.83</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	246
<b>Gambar 4.84</b> Tegangan Tanah.....	248
<b>Gambar 4.85</b> <i>Counterfort</i> .....	256
<b>Gambar 4.86</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang B.....	259
<b>Gambar 4.87</b> Pendirian Tiang Pancang .....	261
<b>Gambar 4.88</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	262
<b>Gambar 4.89</b> Dimensi Dinding Gerbang C.....	264
<b>Gambar 4.90</b> Tegangan Tanah Aktif.....	264
<b>Gambar 4.91</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang C.....	265
<b>Gambar 4.92</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	269
<b>Gambar 4.93</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	270
<b>Gambar 4.94</b> Tegangan Tanah.....	272
<b>Gambar 4.95</b> <i>Counterfort</i> .....	280
<b>Gambar 4.96</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang C.....	283
<b>Gambar 4.97</b> Pendirian Tiang Pancang .....	286
<b>Gambar 4.98</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	286
<b>Gambar 4.99</b> Dimensi Dinding Gerbang C.....	288
<b>Gambar 4.100</b> Tegangan Tanah Aktif .....	288
<b>Gambar 4.101</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang C.....	289
<b>Gambar 4.102</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	293
<b>Gambar 4.103</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	294
<b>Gambar 4.104</b> Tegangan Tanah.....	296
<b>Gambar 4.105</b> <i>Counterfort</i> .....	304
<b>Gambar 4.106</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang C.....	307
<b>Gambar 4.107</b> Pendirian Tiang Pancang .....	310
<b>Gambar 4.108</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	310
<b>Gambar 4.109</b> Dimensi Dinding Gerbang A.....	312
<b>Gambar 4.110</b> Tegangan Tanah Aktif .....	312



<b>Gambar 4.111</b> Gaya-gaya Vertikal Pada Dinding Gerbang A .....	313
<b>Gambar 4.112</b> Tegangan Tanah toe dan heel .....	316
<b>Gambar 4.113</b> <i>Counterfort</i> .....	322
<b>Gambar 4.114</b> Lay Out Tiang Pancang Dinding Gerbang A .....	325
<b>Gambar 4.115</b> Pendirian Tiang Pancang .....	327
<b>Gambar 4.116</b> Korelasi Penampang Lingkaran menjadi Persegi .....	328
<b>Gambar 4.117</b> Tampak Samping Gerbang A .....	330
<b>Gambar 4.118</b> Potongan Melintang Gerbang A .....	330
<b>Gambar 4.119</b> Denah Balok Lantai Gerbang A .....	336
<b>Gambar 4.120</b> Lay Out Balok Lantai Gerbang A serta Pola Pembebanan dengan Metode Amplop .....	338
<b>Gambar 4.121</b> Perataan Beban Trapesium .....	338
<b>Gambar 4.122</b> Perataan Beban Segitiga .....	339
<b>Gambar 4.123</b> Pola Pembebanan Balok Lantai Gerbang A .....	339
<b>Gambar 4.124</b> Penulangan Balok Melintang Lantai Gerbang A .....	344
<b>Gambar 4.125</b> Penulangan Balok Memanjang Lantai Gerbang A .....	349
<b>Gambar 4.126</b> Tampak Samping Gerbang B .....	350
<b>Gambar 4.127</b> Potongan Melintang Gerbang B .....	350
<b>Gambar 4.128</b> Denah Balok Lantai Gerbang B .....	356
<b>Gambar 4.129</b> Lay Out Balok Lantai Gerbang B serta Pola Pembebanan dengan Metode Amplop .....	358
<b>Gambar 4.130</b> Perataan Beban Trapesium .....	358
<b>Gambar 4.131</b> Perataan Beban Segitiga .....	359
<b>Gambar 4.132</b> Pola Pembebanan Balok Lantai Gerbang B .....	359
<b>Gambar 4.133</b> Penulangan Balok Melintang Lantai Gerbang B .....	364
<b>Gambar 4.134</b> Penulangan Balok Memanjang Lantai Gerbang B .....	369
<b>Gambar 4.135</b> Tampak Samping Gerbang C .....	370
<b>Gambar 4.136</b> Potongan Melintang Gerbang C .....	370
<b>Gambar 4.137</b> Denah Balok Lantai Gerbang C .....	376
<b>Gambar 4.138</b> Lay Out Balok Lantai Gerbang C serta Pola Pembebanan dengan Metode Amplop .....	378

<b>Gambar 4.139</b> Perataan Beban Trapesium .....	378
<b>Gambar 4.140</b> Perataan Beban Segitiga .....	379
<b>Gambar 4.141</b> Pola Pembebanan Balok Lantai Gerbang C.....	379
<b>Gambar 4.142</b> Penulangan Balok Melintang Lantai Gerbang C .....	384
<b>Gambar 4.143</b> Penulangan Balok Memanjang Lantai Gerbang C .....	389
<b>Gambar 4.144</b> Tampak Samping Kamar .....	389
<b>Gambar 4.145</b> Potongan Melintang Kamar.....	390
<b>Gambar 4.146</b> Denah Balok Lantai Kamar .....	396
<b>Gambar 4.147</b> Lay Out Balok Lantai Kamar serta Pola Pembebanan dengan Metode Amplop .....	398
<b>Gambar 4.148</b> Perataan Beban Trapesium .....	398
<b>Gambar 4.149</b> Perataan Beban Segitiga .....	399
<b>Gambar 4.150</b> Pola Pembebanan Balok Lantai Kamar .....	399
<b>Gambar 4.151</b> Penulangan Balok Melintang Lantai Kamar.....	405
<b>Gambar 4.152</b> Penulangan Balok Melintang Lantai Kamar.....	409
<b>Gambar 4.153</b> Lubang Pengisian/Pengosongan Gerbang A, Gerbang B dan Gerbang C .....	410
<b>Gambar 4.154</b> Lay Out Lubang Pengisian Gerbang A.....	413
<b>Gambar 4.155</b> Lay Out Lubang Pengisian Gerbang B.....	414
<b>Gambar 4.156</b> Lay Out Lubang Pengisian Gerbang C.....	415
<b>Gambar 4.157</b> Rencana Lokasi Sumur Pompa Dan Titik Yang Ditinjau.....	416

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Data Hidrologi Sungai.....	8
<b>Tabel 2.2</b> Data Dimensi Kapal .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Kelonggaran Kapal .....	12
<b>Tabel 2.4</b> Kebutuhan Jumlah Pintu.....	21
<b>Tabel 4.1</b> Kondisi lapisan tanah .....	65
<b>Tabel 4.2</b> Elevasi Dasar Saluran.....	67
<b>Tabel 4.3</b> Standar Ukuran Perencanaan .....	69
<b>Tabel 4.4</b> Dimensi Gerbang .....	69
<b>Tabel 4.5</b> Dimensi Kamar.....	70
<b>Tabel 4.6</b> Perhitungan Tebal Plat Penutup .....	101
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan Tebal Plat Penutup .....	113
<b>Tabel 4.8</b> Perhitungan Tebal Plat Penutup .....	125
<b>Tabel 4.9</b> Perhitungan Tebal Plat Penutup .....	137
<b>Tabel 4.10</b> Perhitungan Tebal Plat Penutup .....	149
<b>Tabel 4.11</b> Perhitungan Tebal Plat Penutup .....	161
<b>Tabel 4.12</b> Momen Aktif (Horisontal) .....	170
<b>Tabel 4.13</b> Momen Pasif (Vertikal) .....	170
<b>Tabel 4.14</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	184
<b>Tabel 4.15</b> Momen Aktif (Horisontal) .....	194
<b>Tabel 4.16</b> Momen Pasif (Vertikal) .....	194
<b>Tabel 4.17</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	208
<b>Tabel 4.18</b> Momen Aktif (Horisontal) .....	218
<b>Tabel 4.19</b> Momen Pasif (Vertikal) .....	218
<b>Tabel 4.20</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	232
<b>Tabel 4.21</b> Momen Aktif (Horisontal) .....	242
<b>Tabel 4.22</b> Momen Pasif (Vertikal) .....	242
<b>Tabel 4.23</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	256
<b>Tabel 4.24</b> Momen Aktif (Horisontal) .....	266

<b>Tabel 4.25</b> Momen Pasif (Vertikal).....	266
<b>Tabel 4.26</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	280
<b>Tabel 4.27</b> Momen Aktif (Horisontal).....	290
<b>Tabel 4.28</b> Momen Pasif (Vertikal).....	290
<b>Tabel 4.29</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	304
<b>Tabel 4.30</b> Momen Aktif (Horisontal).....	314
<b>Tabel 4.31</b> Momen Pasif (Vertikal).....	314
<b>Tabel 4.32</b> Pembebanan <i>Counterfort</i> .....	322
<b>Tabel 4.33</b> Pengaruh Sumur Pompa.....	417