

ANALISIS DAN DESAIN TANGKI AIR BETON PRATEGANG BENTUK *CYLINDRICAL*

Nathania Dewi Go
NRP: 0721064

Pembimbing: Winarni Hadipratomo, Ir.

FAKULTAS TEKNIK, JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

ABSTRAK

Tangki air bentuk *cylindrical* beton prategang merupakan kombinasi yang baik antara material dan bentuk struktural untuk menampung cairan dan bahan padat. Tangki air beton prategang biasanya digunakan untuk menyimpan air, gas, minyak atau jenis-jenis cairan lainnya dari suatu industri. Permasalahan yang sering timbul adalah akibat adanya beban hidup yang besar sehingga timbul gaya tarik yang besar yang menyebabkan adanya retak-retak yang tidak diperkenankan. Oleh karena itu, untuk mengatasinya digunakan beton prategang. Tangki air beton prategang ini dapat berfungsi selama 50 tahun atau lebih tanpa mengalami masalah perawatan yang signifikan.

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis suatu model struktur tangki air *cylindrical* menggunakan metode elemen hingga dan mendesain struktur tangki air tersebut dengan beton prategang mutu beton $f'_c = 40$ MPa.

Berdasarkan analisis dan desain yang telah dilakukan diperoleh jumlah tendon *circular* sebanyak 3 buah tendon *seven-wire low relaxation bonded* $\phi \frac{1}{2}''/1$ m pada ketinggian 0 – 2 m, 12 buah pada ketinggian 2 – 5 m, 8 buah pada ketinggian 5 – 6 m, 6 buah pada ketinggian 6 – 7 m, dan 3 buah pada ketinggian 7 – 8 m. Jumlah tendon *longitudinal* yang diperlukan adalah 3 buah tendon *seven-wire low relaxation bonded* $\phi \frac{1}{2}''/1,26$ m. Untuk dasar tangki digunakan beton bertulang dengan tulangan D13 @ 150 pada 2 arah yang saling tegak lurus. Untuk balok tepi digunakan tulangan 2 D16 untuk tulangan atas dan bawah, sedangkan untuk tulangan sengkang digunakan 2 D10 @ 100.

Kata kunci: Tangki air, beton prategang, *cylindrical*.

ANALYSIS AND DESIGN OF PRESTRESSED CONCRETE CYLINDRICAL WATER TANK

**Nathania Dewi Go
NRP: 0721064**

Advisor: Winarni Hadipratomo, Ir.

**FACULTY OF ENGINEERING, CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY**

ABSTRACT

Prestressed concrete cylindrical water tank is a good combination between the material and structural shapes to accommodate liquid and solid materials. Prestressed concrete water tanks are usually used to store water, gas, oil or another kind of industrial liquid. Problems often arise due to the large live load producing large tensile force that will cause cracks that are not allowed. To overcome the problems prestressed concrete is applied. Prestressed concrete water tank can endure for 50 years or more without significant maintenance problems.

The purpose of this thesis is to analyze and design cylindrical water tank structure of prestressed concrete ($f_c' = 40$ MPa) by finite element method and designed manually.

Based on the analysis and design, we obtain seven wire low relax bonded circular tendon $\phi \frac{1}{2}$ " of 3 strands, 12 strands, 8 strands, 6 strands, and 3 strands at height 0 – 2 m, 2 – 5 m, 5 – 6 m, 6 – 7 m, and 7 – 8 m respectively. While the vertical longitudinal direction required 6 strands/1,26 m. Reinforced concrete is applied to the bottom slab, reinforced by D13 @ 150 in both orthogonal directions and for the edge beam we apply 2 D16 for top and bottom side and 2 D10 @ 100 for the stirrups.

Keywords: water tank, prestressed concrete, cylindrical.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Keterangan Tugas Akhir.....	ii
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Pernyataan Orisinalitas Laporan Tugas Akhir	v
Pernyataan Publikasi Laporan Penelitian.....	vi
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xvi
Daftar Notasi	xvii
Daftar Lampiran.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Pembahasan	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan.....	2
1.4 Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	4
2.1 Beton Prategang	4
2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton Prategang.....	4
2.1.2 Prinsip-prinsip Dasar Beton Prategang	5
2.1.3 Tegangan Ijin Beton Prategang	8
2.1.4 Bentuk Penampang Beton Prategang	11
2.1.5 Kehilangan Gaya Prategang	13
2.2 Struktur Tangki Air Beton Prategang	18
2.2.1 Macam-macam Bentuk Tangki Air.....	18
2.2.2 Bentuk Geometri Struktur Tangki Air.....	19
2.2.3 Ketebalan Struktur Tangki Air	20
2.2.4 Sambungan Dinding Tangki dengan Dasar Tangki.....	20
2.2.5 Analisis Tangki Beton Prategang	23
2.2.6 Desain Balok Tepi	26
2.2.7 Desain Tendon Dinding Tangki Air	26
2.2.8 Lendutan pada Batang Tak Retak.....	28
2.2.9 Desain Tulangan Dasar Tangki Air	29
2.2.10 Desain Tulangan Balok Tepi	30
2.2.10 Desain Balok dengan Metode Beban Imbang	32
2.2.11 Desain Penyaluran dan Panjang Lewatan Tulangan	33
2.3 Metode Elemen Hingga pada SAP 2000 <i>Nonlinear</i>	35
BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	38
3.1 Pemodelan Struktur Tangki Air Bentuk <i>Cylindrical</i>	38
3.2 Data Pembebanan.....	42

3.3	Pemodelan dan <i>Input</i> Struktur Tangki Air pada SAP 2000	42
3.3.1	Pemodelan Struktur Tangki Air	42
3.3.2	<i>Input</i> Beban yang Bekerja pada Struktur Tangki Air	51
3.4	Hasil <i>Output</i> dari SAP 2000	59
3.5	Analisis Gaya-gaya Dalam	60
3.6	Desain Struktur Tangki Air Beton Prategang	67
3.6.1	Ketebalan Struktur Tangki Air	67
3.6.2	Desain Tendon <i>Circular</i>	67
3.6.3	Desain Tendon <i>Longitudinal</i>	83
3.6.4	Desain Tulangan Dasar Tangki	99
3.6.5	Desain Panjang Penyaluran Tulangan Tarik Dasar Tangki....	100
3.6.6	Daerah Penjangkaran.....	102
3.6.7	Desain Tulangan Balok Tepi.....	103
3.6.8	Desain Panjang Penyaluran Tulangan Tarik Balok Tepi	106
3.7	Pembahasan	108
3.7.1	Perbandingan Momen Vertikal	108
3.7.2	Perbandingan Gaya Melingkar	112
3.7.3	Lendutan pada Dinding Tangki Akibat Beban Kerja	115
3.7.4	Pembahasan Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	115
BAB IV	KESIMPULAN DAN SARAN	121
4.1	Kesimpulan.....	121
4.2	Saran	122
DAFTAR	PUSTAKA	123
LAMPIRAN		124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tegangan Serat pada Beton Dengan Tendon Lurus	6
Gambar 2.2 Konsep Beban Imbang	8
Gambar 2.3 Berbagai Bentuk Penampang Beton Prategang.....	12
Gambar 2.4 Bentuk-bentuk Tangki Beton Prategang	19
Gambar 2.5 Potongan Mendatar Struktur Tangki Air Bentuk <i>Circular</i>	20
Gambar 2.6 Tangki dengan Dasar Jepit	21
Gambar 2.7 Tangki dengan Dasar Sendi	22
Gambar 2.8 Tangki dengan Dasar <i>Sliding</i>	23
Gambar 2.9 Analisis Tangki Lingkaran	24
Gambar 2.10 Tegangan dan Momen Lentur pada Dinding Tangki Melingkar.....	25
Gambar 2.11 Balok dengan Tendon Lurus	29
Gambar 2.12 Balok Prategang dengan Tendon Bentuk V	32
Gambar 2.13 Balok Prategang dengan Tendon Parabola	33
Gambar 2.14 <i>Shell Element Stresses and Internal Forces</i>	36
Gambar 2.15 Arah Sumbu Lokal	37
Gambar 3.1 Potongan Mendatar Tangki Air.....	39
Gambar 3.2 Potongan Vertikal Tangki Air.....	39
Gambar 3.3 Posisi Jangkar pada Dinding Tangki Air	40
Gambar 3.4 Detail 1	40
Gambar 3.5 Letak Balok Tepi pada Tangki Air.....	41
Gambar 3.6 Model Struktur Tangki Air	41
Gambar 3.7 Mendefinisikan Satuan dan Model yang Digunakan	43
Gambar 3.8 Mendefinisikan <i>Shell Type</i> dan Dimensinya.....	43
Gambar 3.9 Mendefinisikan Material	44
Gambar 3.10 <i>Input Material Property Data</i>	45
Gambar 3.11 <i>Input Data Dinding Tangki</i>	46
Gambar 3.12 <i>Input Data Dasar Tangki</i>	47
Gambar 3.13 Mendefinisikan Bentuk Balok Tepi	48
Gambar 3.14 <i>Input Balok Tepi</i>	49
Gambar 3.15 <i>Reinforcement</i> Balok Tepi.....	49
Gambar 3.16 Letak Balok Tepi.....	50
Gambar 3.17 Reaksi Perletakan	50
Gambar 3.18 Mendefinisikan <i>Static Load Cases</i>	51
Gambar 3.19 Penjelasan Nilai D dan Cz.....	52
Gambar 3.20 Mendefinisikan <i>Joint Patterns</i>	52
Gambar 3.21 Pola-pola Nilai untuk Tekanan Beban Air	53
Gambar 3.22 Mendefinisikan Beban pada Dinding Tangki	53
Gambar 3.23 Tekanan Beban Air	54
Gambar 3.24 Mendefinisikan Beban pada Dasar Tangki	55
Gambar 3.25 Mendefinisikan <i>Combo 1</i>	56
Gambar 3.26 Mendefinisikan <i>Combo 2</i>	57
Gambar 3.27 Mendefinisikan <i>Combo 3</i>	57
Gambar 3.28 Menentukan Acuan yang Digunakan	58

Gambar 3.29 Menentukan Tabel Hasil Analisis pada SAP 2000	59
Gambar 3.30 Tabel <i>Element Forces – Area Shells</i>	60
Gambar 3.31 Tampak Atas XY Struktur Tangki Air	61
Gambar 3.32 Potongan XZ dan YZ Struktur Tangki Air	61
Gambar 3.33 Bentuk Deformasi Tangki Air Kosong Akibat Beban Kombinasi 1	62
Gambar 3.34 Kurva <i>Displacement</i> pada Dinding Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1	63
Gambar 3.35 Bentuk Deformasi Tangki Air Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	63
Gambar 3.36 Kurva <i>Displacement</i> pada Dinding Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	64
Gambar 3.37 Bentuk Deformasi Tangki Air Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	65
Gambar 3.38 Kurva <i>Displacement</i> pada Dinding Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	66
Gambar 3.39 Potongan Melintang dari Struktur Tangki Air	67
Gambar 3.40 Kurva <i>F11</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1	68
Gambar 3.41 Kurva <i>M11</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1	69
Gambar 3.42 Kurva <i>F11</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	69
Gambar 3.43 Kurva <i>M11</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	70
Gambar 3.44 Kurva <i>F11</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	71
Gambar 3.45 Kurva <i>M11</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	71
Gambar 3.46 Letak Tendon <i>Circular</i>	72
Gambar 3.47 Jumlah Tendon <i>Circular</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 0 – 8 m	78
Gambar 3.48 Tegangan Akhir Tendon <i>Circular</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 1m	79
Gambar 3.49 Jumlah Tendon <i>Circular</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	80
Gambar 3.50 Tegangan Akhir Tendon <i>Circular</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 1m	81
Gambar 3.51 Jumlah Tendon <i>Circular</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	82
Gambar 3.52 Tegangan Akhir Tendon <i>Circular</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 1m	83
Gambar 3.53 Kurva <i>F22</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1	84
Gambar 3.54 Kurva <i>M22</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1	85
Gambar 3.55 Kurva <i>F22</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	85
Gambar 3.56 Kurva <i>M22</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	86
Gambar 3.57 Kurva <i>F22</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	87
Gambar 3.58 Kurva <i>M22</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2	87
Gambar 3.59 Letak Tendon <i>Longitudinal</i>	88
Gambar 3.60 Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 0 – 8 m	94
Gambar 3.61 Tegangan Akhir Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 1m	95
Gambar 3.62 Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Setengah Penuh	

Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	96
Gambar 3.63 Tegangan Akhir Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 1m	97
Gambar 3.64 Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	98
Gambar 3.65 Tegangan Akhir Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 1m	99
Gambar 3.66 Penulangan Dasar Tangki Air	100
Gambar 3.67 Potongan Vertikal Dasar Tangki	101
Gambar 3.68 Potongan 1 – 1	101
Gambar 3.69 Letak Angkur Tendon <i>Longitudinal</i>	102
Gambar 3.70 Letak Angkur Tendon <i>Circular</i>	102
Gambar 3.71 Hasil <i>Output</i> Balok Tepi dari SAP 2000 Akibat Beban Kombinasi 2	103
Gambar 3.72 <i>Ouput M3</i> Tangki Penuh dari SAP 2000 Akibat Beban Kombinasi 2	104
Gambar 3.73 Gambar Bidang Momen <i>M3</i> pada Balok Tepi	104
Gambar 3.74 Potongan Melintang Balok Tepi	106
Gambar 3.75 Potongan Memanjang Balok Tepi	106
Gambar 3.76 Penampang Balok Tepi	108
Gambar 3.77 Potongan A – A	108
Gambar 3.78 Kurva Momen Lentur Hasil perhitungan Manual	110
Gambar 3.79 Kurva <i>M22</i> dari SAP 2000 Akibat Beban Kombinasi 3	110
Gambar 3.80 Diagram <i>M22</i> dari SAP 2000 Akibat Beban Kombinasi 3	111
Gambar 3.81 Kurva Gaya Melingkar Hasil Perhitungan Manual	113
Gambar 3.82 Kurva <i>F11</i> dari SAP 2000 Akibat Beban Kombinasi 3	113
Gambar 3.83 Diagram <i>F11</i> dari SAP 2000 Akibat Beban Kombinasi 3	114
Gambar 3.84 Perbandingan Kurva <i>F11</i> pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	116
Gambar 3.85 Perbandingan Kurva <i>F22</i> pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	116
Gambar 3.86 Perbandingan Kurva <i>M11</i> pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	117
Gambar 3.87 Perbandingan Kurva <i>M22</i> pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	118
Gambar 3.88 Perbandingan Kurva <i>Displacement</i> Dinding Tangki pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	118
Gambar 3.89 Perbandingan Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	119
Gambar 3.90 Perbandingan Jumlah Tendon <i>Circular</i> pada Kondisi Tangki Kosong, Setengah Penuh, dan Penuh	120
Gambar L2.1 Potongan Melintang Tangki Air	131
Gambar L2.2 Detail 1	132
Gambar L2.3 Potongan Vertikal Tangki Air	133
Gambar L2.4 Detail 2	134
Gambar L3.1 Spesifikasi <i>Stressing Anchorage VSL Type E</i>	136
Gambar L3.2 Spesifikasi <i>Stressing Anchorage VSL Type EC</i>	137
Gambar L3.3 Detail Angkur	138

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penampang Beton Bertulang dengan Beton Prategang.....	7
Tabel 2.2 Jenis Kehilangan Gaya Prategang dan Waktu Terjadinya.....	13
Tabel 2.3 K_{SH} menurut PCI untuk <i>post-tensioned</i>	16
Tabel 2.4 Nilai K dan μ menurut PCI	17
Tabel 2.5 Tebal Dinding Minimum	20
Tabel 2.6 Koefisien Momen Tangki Melingkar- Dasar Jepit Atas Bebas	25
Tabel 2.7 Koefisien Gaya Melingkar Tangki Melingkar- Dasar Jepit Atas Bebas	26
Tabel 3.1 Jumlah Tendon <i>Circular</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 0 – 8 m	77
Tabel 3.2 Tegangan Akhir Tendon <i>Circular</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 0 – 8 m	78
Tabel 3.3 Jumlah Tendon <i>Circular</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	79
Tabel 3.4 Tegangan Akhir Tendon <i>Circular</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	80
Tabel 3.5 Jumlah Tendon <i>Circular</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	81
Tabel 3.6 Tegangan Akhir Tendon <i>Circular</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	82
Tabel 3.7 Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 0 – 8 m	93
Tabel 3.8 Tegangan Akhir Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Kosong Akibat Beban Kombinasi 1 pada Ketinggian 0 – 8 m	94
Tabel 3.9 Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	95
Tabel 3.10 Tegangan Akhir Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Setengah Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	96
Tabel 3.11 Jumlah Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	97
Tabel 3.12 Tegangan Akhir Tendon <i>Longitudinal</i> Tangki Penuh Akibat Beban Kombinasi 2 pada Ketinggian 0 – 8 m	98
Tabel 3.13 Momen Lentur Hasil Perhitungan Manual	109
Tabel 3.14 Perbandingan Momen Perhitungan Manual dengan SAP 2000.....	111
Tabel 3.15 Gaya Melingkar Hasil Perhitungan Manual	112
Tabel 3.16 Perbandingan Gaya Melingkar Perhitungan Manual dengan SAP 2000.....	114
Tabel L1.1 Hasil <i>Output Element Forces-Area Shell</i> dari Sap 2000 dengan Beban Air 7 m	125
Tabel L1.2 Hasil <i>Output Element Forces-Area Shell</i> dari Sap 2000 dengan Beban Air 4 m	128
Tabel L3.1 <i>Strand Properties</i>	135
Tabel L3.2 <i>Tendon Properties</i>	135
Tabel L4.1 Lendutan Ijin Maksimum	139

DAFTAR NOTASI

a	Tinggi blok persegi ekivalen.
A_c	Luas penampang beton prategang.
A_{cp}	Luas penampang beton.
A_{oh}	Luas yang dibatasi garis berat sengkang terluar.
A_{ps}	Luas tendon yang digunakan.
$A_{ps,perlu}$	Luas tendon yang diperlukan.
A_s	Luas tulangan yang digunakan.
$A_{s,min}$	Luas tulangan yang diperlukan.
A_{tr}	Total luas penampang tulangan transversal dalam jarak s .
b	Lebar penampang.
cgc	Garis berat penampang.
cgs	Garis berat tendon.
c_b	Jarak garis berat penampang ke tepi bawah balok.
$cot \theta$	Sudut kemiringan retak penampang, berkisar antara $30-60^\circ$.
c_t	Jarak garis berat penampang ke tepi atas balok.
D	Diameter tangki dari dinding bagian dalam ke dinding bagian dalam.
d	Tinggi manfaat penampang.
d_b	Diameter nominal tulangan.
d_p	Jarak tepi tertekan ke garis berat tendon.
e	Eksentrisitas tendon.
E_{ps}	Modulus kawat prategang.

f_b	Tegangan tepi bawah balok beton prategang.
f_c'	Mutu beton pada kondisi layan atau beban kerja.
f_{ci}	Tegangan tekan serat terluar sesaat setelah transfer gaya prategang.
f_{ci}'	Mutu beton pada kondisi awal.
f_{cs}	Tegangan tekan serat terluar pada tingkat beban kerja.
$\bar{f}_{cs}$	Tegangan beton pada cgs setelah transfer.
$\bar{f}_{csd}$	Tegangan beton pada cgs akibat semua beban mati
f_s	Tegangan tarik pada tulangan.
f^*	Tegangan tepi atas balok beton prategang.
f_{ti}	Tegangan tarik serat terluar sesaat setelah transfer gaya prategang.
f_{ti}	Tegangan tarik serat terluar pada tingkat beban kerja
f_{pe}	Tegangan pada kondisi beban kerja
f_{ps}	Tegangan runtuh nominal baja prategang
f_{pu}	Mutu baja prategang.
f_y	Mutu tulangan baja ulir.
f_{yl}	Kuat leleh tulangan memanjang.
f_{yt}	Kuat leleh tulangan transversal.
f_{yv}	Kuat leleh sengkang.
h	Tinggi penampang.
H	Ketinggian air dalam tangki.
I_g	Momen inersia penampang beton prategang.
j	Jumlah <i>jacking</i> .
jd	Lengan momen.
K	Koefisien geser.

K_{tr}	Indeks tulangan transversal atau melintang.
L	Panjang tendon.
ℓ_d	Panjang penyaluran.
M_{cr}	Momen retak.
M_D	Momen akibat beban mati berat sendiri.
M_n	Kapasitas momen nominal.
M_u	Momen terfaktor desain.
M_{ub}	Momen akibat akibat beban tak imbang w_{ub} .
M_w	Momen lentur vertikal pada dinding tangki.
n	Jumlah tendon yang diperlukan.
N_d	Tegangan vertikal pada dinding tangki.
P_e	Gaya prategang efektif.
p_{cp}	Keliling penampang beton.
p_h	Keliling sengkang.
P_i	Gaya prategang awal.
R	Jari-jari tangki air.
s	Jarak antar sengkang.
S_b	<i>Section</i> modulus tepi bawah balok.
S^t	<i>Section</i> modulus tepi atas balok.
t	Ketebalan dinding tangki.
T_u	Gaya dalam torsi.
ν_c	Poisson ratio.
w_b	Beban imbang akibat beban berat sendiri dan berat mati tambahan.
w_{ub}	Beban tak imbang akibat beban hidup.

α	Faktor lokasi tulangan.
β	Faktor pelapisan tulangan.
γ	Faktor ukuran tulangan.
ΔA	Besarnya selip
Δf_{pA}	Kehilangan gaya prategang akibat penjangkaran.
Δf_{pCR}	Kehilangan gaya prategang akibat rangkai pada beton.
Δf_{pES}	Kehilangan gaya prategang akibat peerpendekan elastis
Δf_{pF}	Kehilangan gaya prategang akibat geseran.
Δf_{pR}	Kehilangan gaya prategang akibat relaksasi tegangan baja.
Δf_{pSH}	Kehilangan gaya prategang akibat susut pada beton.
χ	Faktor agregat beton ringan.
ϕ	Faktor reduksi.
η	Faktor prategang sisa.
μ	Koefisien lengkung.
ρ_{max}	Ratio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton maksimum.
ρ_{min}	Ratio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton minimum.
ω_p	Indeks penulangan.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L1 Hasil <i>Output</i> SAP 2000.....	125
Lampiran L2 Gambar Struktur Tangki Air.....	131
Lampiran L3 Manual dari VSL.....	135
Lampiran L4 Lendutan Ijin Maksimum.....	139