

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN BEBAS PLAGIASI	iv
MOTO	v
DEDIKASI	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR NOTASI	xxvi
ABSTRAK	xxvii
<i>ABSTRACT</i>	xxviii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	4
2.1.1 Kelebihan Beton Prategang	5
2.1.2 Kekurangan Beton Prategang	6
2.2 Pembebanan Jembatan	6
2.2.1 Beban Primer	6
2.2.2 Beban Sekunder	11
2.2.3 Kombinasi Pembebanan	16

2.3	Komponen Jembatan Beton Prategang	16
2.3.1	Macam – macam gelagar Jembatan Beton Prategan	18
2.3.2	Material Jembatan Beton Prategang	20
2.4	Metode Beton Prategang	24
2.4.1	Pemberian Pratarik (<i>pre – tension</i>).....	24
2.4.2	Pemberian Pascatarik (<i>post – tension</i>).....	25
2.4.3	Konsep Beton Prategang	26
2.5	Kehilangan Prategang	31
2.5.1	Kehilangan Elastis Segera (<i>Immediate Elastic Losses</i>)	31
2.5.2	Keilangan Akibat esekan Sepanjang Tendon	34
2.6	Lintasan (Tendon)	37
2.7	Pondasi	38
2.7.1	Jenis Pondasi	39
2.7.2	Komponen Pondasi	43

III METODOLOGI

3.1	Pendahuluan.....	44
3.2	Langkah Umum Perencanaan Struktur	44
3.3	Pengumpulan Data	45
3.4	Perhitungan Pembebanan	46
3.4.1	Beban Sendiri (MS)	46
3.4.2	Beban Mati Tambahan (MA)	47
3.4.3	Beban Lajur “D” (TD)	47
3.4.4	Gaya Rem (TB)	48
3.4.5	Beban Angin (EW)	49
3.4.6	Beban Gempa (EQ)	49
3.5	Perhitungan Gaya Prategang, Eksentrisitas dan Jumlah Tendon	50
3.5.1	Kondisi Awal (Saat Transfer)	50
3.5.2	Kondisi Akhir	51
3.5.3	Posisi Tendon	52
3.5.4	Pemilihan Tendon	52
3.5.5	Penentuan Letak Tendon	53

3.6	Analisis Penampang Balok irder	53
3.6.1	Lendutan Balok Sebelum Komposit	53
3.7	Perhitungan Pondasi dan Data Tanah	55
3.7.1	Metode Mayerhoff (Menggunakan hasil Penyelidikan N-SPT)	55

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Pendahuluan.....	57
4.2.	Perencanaan Awal Analisa Struktur Jembatan	57
4.2.1	Data Struktur	57
4.2.2	Bahan Struktur	58
4.3	Perhitungan Pembebanan Jembatan Beton Prategang.....	59
4.3.1	Berat Sendiri (MS)	59
4.3.2	Beban Mati Tambahan (MA)	62
4.4	Perencanaan Slab Lantai Jembatan	77
4.4.1	Permodelan Slab Lantai Jembatan	77
4.4.2	Pembesian Slab	77
4.4.2.1	Tulangan Lentur Negatif	77
4.4.2.2	Tulangan Lentur Positif	80
4.4.3	Kontrol Lendutan Slab	82
4.4.4	Kontrol Tegangan Geser Pons	86
4.5	Perancangan Balok Jembatan	87
4.5.1	Gaya Prategang Eksentrisitas dan Jumlah Tendon	96
4.5.1.1	Jumlah dan Gaya Prategang pada Tendon	96
4.5.1.2	Perhitungan Selubung Tendon Prategang	98
4.5.1.3	Eksentrisitas Tendon	101
4.5.2	Lintasan Inti Tendon	104
4.5.3	Kehilangan Tegangan (<i>Loss of Prestress</i>) pada Kabel	110
4.5.3.1	Kehilangan Tegangan Akibat Gesekan Angkur.....	110
4.5.3.2	Kehilangan Tegangan Akibat Gesekan <i>Cable (Jack Friction)</i>	111
4.5.3.3	Kehilangan Tegangan Akibat Pemendekan Elastis)	112
4.5.3.4	Kehilangan Tegangan Akibat Pengangkuran (<i>Anchoring</i>)	114
4.5.3.5	Kehilangan Tegangan Akibat <i>Relaxation of Tendon</i>	116

4.5.4	Tegangan yang Terjadi pada Penampang Balok	122
4.5.5	Tegangan yang Terjadi pada Balok Komposit	128
4.5.6	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi Pembebanan	143
4.5.7	Pembesian <i>End</i> – Balok	148
4.5.8	Lendutan Balok	161
4.5.8.1	Lendutan pada Balok <i>Prestress</i> (Sebelum Composit)	161
4.5.8.2	Lendutan pada Balok Komposit	163
4.5.9	Tinjauan Ultimit Balok <i>Prestress</i>	168
4.5.9.1	Kapasitas Momen Ultimit Balok	168
4.5.9.2	Momen Ultimit Balok <i>Prestress</i>	171
4.5.9.3	Kontrol Kombinasi Momen Ultimit	173
4.6	Perencanaan Struktur Bawah	175
4.6.1	Perencanaan Abutment	175
4.6.1.1	Pembebanan Abutment Gaya Vertikal	175
4.6.1.2	Pembebanan Abutment Gaya Horizontal	179
4.6.1.3	Kombinasi Pembebanan	185
4.6.1.4	Penulangan Abutment	187
4.7	Perencanaan Pilar	193
4.7.1	Analisis Beban Kerja	193
4.7.1.1	Beban Berat Sendiri (MS)	195
4.7.1.2	Beban Mati Tambaan (MA)	198
4.7.1.3	Beban Lajur “D”	199
4.7.1.4	Beban Pedestrian/Pejalan Kaki (TP)	200
4.7.1.5	Beban Rem (TB)	201
4.7.1.6	Beban Angin (EW)	203
4.7.1.7	Beban Gempa (EQ)	206
4.7.1.8	Beban Gesek (FB) dan Pengaruh Temperatur (ET)	213
4.7.2	Kombinasi Beban Kerja	214
4.7.3	Kontrol Stabilitas Guling	220
4.7.4	Kontrol Stabilitas Geser	221
4.7.5	Analisis Beban Ultimit	223
4.8	Perhitungan Pondasi	228

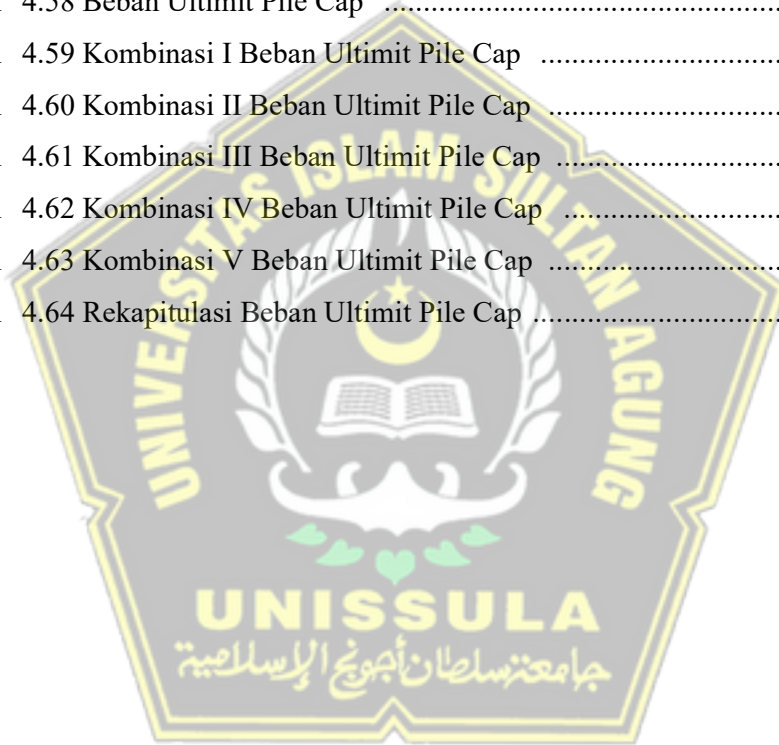
4.8.1	Gaya yan Bekerja	228
4.8.2	Perhitungan Gaya Dukung Tanah	228
4.8.3	Perhitungan Pergeseran Tanah Akibat Gaya Lateral	230
4.8.4	Penulangan Pile Cap	231
4.8.5	Penulangan Tiang Pancang.....	233
4.8.6	Kontrol Terhadap Geser Lentur	236
4.8.7	Kontrol Terhadap Tumbukan Hammer	237
4.8.8	Penulangan Akibat Tumbukan	237
4.8.9	Perhitungan Pondasi	238
4.8.9.1	Menentukan Nilai Q_p (Tahanan Ujung Tiang)	239
4.8.9.2	Menentukan Q_s (Tahanan Gesek Selimut Tiang)	239
4.8.9.3	Daya Dukung Vertikal	242
4.8.9.4	Daya Dukung Pondasi Kelompok Tiang Pancang	242
4.8.9.5	Beban yang ditanggung pada Pondasi dalam Keadaan 10% Horizontal dan 40% Vertikal	243
V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	244
5.2.	Saran	244
	DAFTAR PUSTAKA	xxix
	LAMPIRAN	xxx

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Beban untuk Berat Sendiri	7
Tabel 2.2 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambaan	8
Tabel 2.3 Faktor Beban hidup untuk Lajur “D”	8
Tabel 2.4 Faktor Beban untuk Beban Truk “T”	10
Tabel 2.5 Nilai V_0 dan Z_0 Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu	13
Tabel 2.6 Sifat Rata-rata Akibat Pengaruh Temperatur	14
Tabel 2.7 Faktor Beban Akibat Susut dan Rangkak	15
Tabel 2.8 Kombinasi Pembebanan dan Gaya	16
Tabel 2.9 Jenis Tulangan Prategang	23
Tabel 2.10 Koefisien – koefisien Gesek Kelengkungan dan <i>Wobble</i>	34
Tabel 2.11 Koefisien Susut (Nilai K_{SH})	36
Tabel 2.12 Nilai C	37
Tabel 3.1 Persamaan Momen dan Geser Beban Kombinasi	50
Tabel 4.1 Perhitungan Gaya Geser dan Momen Akibat Beban Sendiri	62
Tabel 4.2 Resume Beban Temperatur	73
Tabel 4.3 Resume Beban	75
Tabel 4.4 Resume Beban Kombinasi	76
Tabel 4.5 Dimensi Balok <i>Prestress</i>	88
Tabel 4.6 Perhitungan <i>Section Properties</i>	92
Tabel 4.7 Perhitungan <i>Section Properties</i> (Balok + Plat)	93
Tabel 4.8 Resume Beban Kombinasi	95
Tabel 4.9 Perhitungan Jarak Tendon pada Tumpuan	102
Tabel 4.10 Perhitungan Jarak Tendon di Tengah Bentang	103
Tabel 4.11 Posisi Lintasan Inti Tendn	105
Tabel 4.12 Perhitungan Sudut Angkur	106
Tabel 4.13 Letak dan <i>Trace Cable</i>	107
Tabel 4.14 Letak dan <i>Trace Cable</i> Pada Jarak Tertentu	108
Tabel 4.15 Perhitungan <i>Loss of Prestress</i>	122
Tabel 4.16 Tegangan Akibat rangkak Beton	134
Tabel 4.17 Superposisi Tegangan Susut dan Rangkak	135

Tabel 4.18 Tegangan Akibat Pengaruh Temperatur	142
Tabel 4.19 Kontrol Tegangan Terhadap Beban Kombinasi	144
Tabel 4.20 Kontrol Tegangan Terhadap Pembebanan Kombinasi I	145
Tabel 4.21 Kontrol Tegangan Terhadap Pembebanan Kombinasi 2	145
Tabel 4.22 Kontrol Tegangan Terhadap Pembebanan Kombinasi 3	146
Tabel 4.23 Kontrol Tegangan Terhadap Pembebanan Kombinasi 4	146
Tabel 4.24 Kontrol Tegangan Terhadap Pembebanan Kombinasi 5	147
Tabel 4.25 Gaya Prategang Akibat <i>Jacking</i> pada Masing-masing Kabel	148
Tabel 4.26 Perhitungan Sengkang Arah Vertikal	150
Tabel 4.27 Perhitungan Sengkang Arah Horizontal	150
Tabel 4.28 Jumlah Sengkang yang digunakan untuk <i>Bursting Force</i>	151
Tabel 4.29 Tinjauan Geser di Atas Garis Netral	154
Tabel 4.30 Tinjauan Geser di Bawah Garis Netral	155
Tabel 4.31 Jarak Sengkang yang digunakan	157
Tabel 4.32 Perhitungan Jarak <i>Shear Conector</i>	160
Tabel 4.33 Gaya Tekan Beton dan Momen Nominal	170
Tabel 4.34 Resume Momen Balok	172
Tabel 4.35 Momen Ultimit pada Balok Komposit Akibat Beban Kombinasi... ..	173
Tabel 4.36 Perhitungan Titik Berat Abutment	174
Tabel 4.37 Perhitungan Beban Tanah	178
Tabel 4.38 Kombinasi Pembebanan dan Gaya	184
Tabel 4.39 Kombinasi Pembebanan dan Gaya I	184
Tabel 4.40 Kombinasi Pembebanan dan Gaya II	185
Tabel 4.41 Kombinasi Pembebanan dan Gaya III	185
Tabel 4.42 Kombinasi Pembebanan dan Gaya IV	186
Tabel 4.43 Rekapitan Beban Akibat Berat Sendiri	197
Tabel 4.44 Rekapitan Beban Akibat Berat Mati Tambahan	197
Tabel 4.45 Distribusi Beban Gempa Arah X	207
Tabel 4.46 Distribusi Beban Gempa Arah Y	209
Tabel 4.47 Kombinasi Beban Kerja	213
Tabel 4.48 Kombinasi I Beban Kerja	214
Tabel 4.49 Kombinasi II Beban Kerja	215

Tabel 4.50 Kombinasi III Beban Kerja	216
Tabel 4.51 Kombinasi IV Beban Kerja	217
Tabel 4.52 Rekapitan Kombinasi Beban Kerja	218
Tabel 4.53 Rekapitan Stabilitas Guling Arah Memanjang	219
Tabel 4.54 Rekapitan Stabilitas Guling Arah Melintang	220
Tabel 4.55 Rekapitan Stabilitas Geser Arah Memanjang	221
Tabel 4.56 Rekapitan Stabilitas Geser Arah Melintang	222
Tabel 4.57 Beban Kerja Pile Cap	222
Tabel 4.58 Beban Ultimit Pile Cap	223
Tabel 4.59 Kombinasi I Beban Ultimit Pile Cap	223
Tabel 4.60 Kombinasi II Beban Ultimit Pile Cap	224
Tabel 4.61 Kombinasi III Beban Ultimit Pile Cap	224
Tabel 4.62 Kombinasi IV Beban Ultimit Pile Cap	225
Tabel 4.63 Kombinasi V Beban Ultimit Pile Cap	225
Tabel 4.64 Rekapitulasi Beban Ultimit Pile Cap	226



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Beban Lajur “D”	9
Gambar 2.2 Pembebanan Truk “T” (500 kN)	9
Gambar 2.3 Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan Lajur	11
Gambar 2.4 Komponen – komponen Jembatan	17
Gambar 2.5 Balok I AASTHO – PCI Tipe III	18
Gambar 2.6 Balok T AASTHO – PCI Tipe <i>bubl-tees</i>	19
Gambar 2.7 Balok U AASTHO – PCI Tipe 40	20
Gambar 2.8 Balok Kotak AASTHO – PCI Tipe 36	20
Gambar 2.9 Prinsip Pra-Tarik (<i>pre-tension</i>)	25
Gambar 2.10 Prinsip Pasca-Tarik (<i>post-tension</i>)	26
Gambar 2.11 Distribusi Tegangan Beton Prategang Konsentris dan Eksentris	27
Gambar 2.12 Penampang Beton Prategang dan Beton Bertulang	29
Gambar 2.13 Konsep Keseimbangan Beban	30
Gambar 2.14 <i>Layout</i> Tendon Parabolik	38
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	45
Gambar 3.2 Posisi Tendon di Tengah Bentang	52
Gambar 3.3 Eksentrisitas Posisi Tendon	53
Gambar 4.1 Permodelan Jembatan Beton Prategang Bandara Ahmad Yani Semarang	58
Gambar 4.2 Girder Akibat Gaya Geser	61
Gambar 4.3 Diagram Gaya yang Bekerja dari Rem	66
Gambar 4.4 Denah Gaya Rem	67
Gambar 4.5 Denah Gaya Angin	69
Gambar 4.6 Pembagian Bidang Temperatur	72
Gambar 4.7 Denah Jembatan	77
Gambar 4.8 Denah Tegangan Geser	86
Gambar 4.9 Potongan Melintang Jembatan	87
Gambar 4.10 Dimensi Balok <i>Prestress</i>	88
Gambar 4.11 Lebar Efektif Plat Lantai	90
Gambar 4.12 <i>Section Properties</i> Balok Prategang	91

Gambar 4.13 <i>Section Properties</i> (Balok + Plat).....	93
Gambar 4.14 Eksentrisitas Tendon.....	96
Gambar 4.15 Selubung Tendon	101
Gambar 4.16 Posisi Tendon di Tumpuan	101
Gambar 4.17 Posisi Tendon di Tengah Bentang	102
Gambar 4.18 Denah Pembesian Balok Tendon	103
Gambar 4.19 Ilustrasi Parabola Tendon	105
Gambar 4.20 Letak dan <i>Trace Cable</i> pada Jarak Tertentu	108
Gambar 4.21 Grafik Posisi Masing-masing Kabel Tendon	109
Gambar 4.22 Detail Angkur Hidup	110
Gambar 4.23 Detail Angkur Mati	110
Gambar 4.24 Diagram Tegangan Saat Transfer	123
Gambar 4.25 Diagram Tegangan Setelah Kehilangan Tegangan	124
Gambar 4.26 Diagram Tegangan Plat dan Balok Menjadi Komposit	127
Gambar 4.27 Tegangan Akibat Berat Sendiri	129
Gambar 4.28 Tegangan Akibat Beban Mati Tambahan	130
Gambar 4.29 Tegangan Akibat Susut Beton	131
Gambar 4.30 Diagram Tegangan Akibat Rangkak Beton	133
Gambar 4.31 Tegangan Akibat Prategang	135
Gambar 4.32 Tegangan Akibat Beban Lajur	136
Gambar 4.33 Tegangan Akibat Beban Pejalan Kaki	137
Gambar 4.34 Tegangan Akibat Gaya Rem (TB)	138
Gambar 4.35 Tegangan Akibat Beban Gempa	140
Gambar 4.36 Tegangan Akibat Pengaruh Temperatur (ET)	141
Gambar 4.37 Denah Pembesian <i>End – Block</i>	148
Gambar 4.38 Plat Angkur	148
Gambar 4.39 Sengkang untuk <i>Bursting Force</i>	149
Gambar 4.40 Denah Jumlah Sengkang	151
Gambar 4.41 Tinjauan Terhadap Geser	151
Gambar 4.42 Jarak Sengkang Tiap Segmen	157
Gambar 4.43 Potongan Melintang Girder dengan Sengkang	158
Gambar 4.44 Penghubung Geser (<i>Shear Conector</i>)	158

DAFTAR NOTASI

β	= Rasio sisi Panjang dan pendek kolom
λ	= Rasio Lebar terhadap Tebal
ρ_{\min}	= Rasio tulangan minimum yang diijinkan dalam beton
δ_e	= Lendutan akibat beban yang terjadi (mm atau cm)
δ_{ijin}	= Harga lendutan yang diijinkan terjadi (mm atau cm)
B	= Lebar penampang beton bertulang (mm atau cm)
B _{eff}	= bentang efektif pelat beton (mm atau cm)
b _p	= Lebar bidang geser Pons (mm atau cm)
E _c	= Modulus elastisitas penampang beton (MPa)
f _c '	= Mutu beton bertulang (MPa)
F _y	= kuat leleh minimum yang nilainya tergantung dari mutu baja (MPa)
I _x	= momen Inersia pada sumbu utama x (in ⁴ atau mm ⁴)
R	= Faktor reduksi gempa
P _{max}	= Beban maksimum setiap tiang pada kelompok tiang (kN/m)
S	= Jarak antar penghubung geser atau tulangan pada pelat beton (mm atau cm)
V	= Nilai gaya geser dasar hasil akumulasi pembebanan gempa pada bangunan (kN atau Kg)