

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JEMBATAN KALIGARANG di SISEMUT UNGARAN MENGGUNAKAN BETON PRATEGANG BESERTA GEOMETRIK OPRITNYA

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Tingkat Sarjana Strata 1 (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Katolik Soegijapranata Semarang



**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2006

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN JEMBATAN KALIGARANG di SISEMUT UNGARAN
MENGGUNAKAN BETON PRATEGANG
BESERTA GEOMETRIK OPRITNYA**



Disusun Oleh :

Ignatius Joko Wibowo 00.12.0032

Martua Simanungkalit 00.12.0122

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I,

Ir. Yohanes Yuli. MT

Dosen Pembimbing II,

Ir. Dharmadji Edyanto

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

SEMARANG

2006

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN JEMBATAN KALIGARANG di SISEMUT UNGARAN MENGGUNAKAN BETON PRATEGANG BESERTA GEOMETRIK OPRITNYA



Ir. Yohanes Yuli, MT Ir. Widjaja Suseno, MT Ir. Rini Utami, MT

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2006

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Jesus Christ dan Holly Spirit atas berkat dan karunia-Nya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Banyak kendala dan rintangan yang penulis hadapi selama penyusunan Tugas Akhir ini, namun atas karunia-Nya semua dapat berjalan dan terselesaikan.

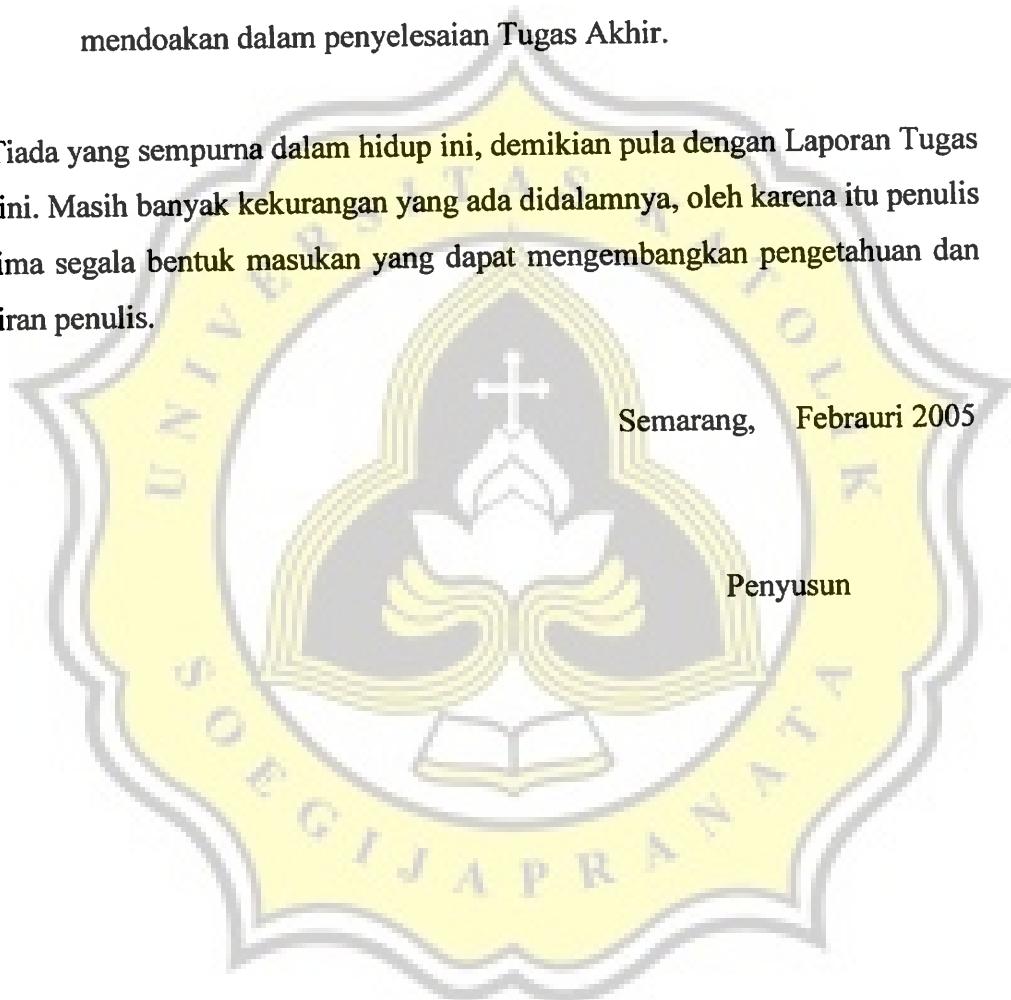
Laporan Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi syarat memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Pada kesempatan ini dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Hermawan, ST. MT. Selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil.
2. Bapak Ir. Yohanes Yuli MT. Selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Dharmadji Edyanto. Selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Orang tua, kakak-kakakku, dan “My Little Angel = Dee” yang selalu mendukung, mendoakan maupun memberikan restu.
5. Bapak, Mamak, kakak Tetty, kakak Jenny Maria, Adek Johannes dan Imay juga Oppung serta famili yang ada di Medan, yang telah memberikan spirit dan doa untuk penyelesaian Tugas Akhir (HORAS BAH.....).
6. Rekan-rekan mahasiswa teknik Sipil angkatan '00 (Yogiek “pengukur KM jalan di Semarang”; Iwan “Jeporo”; Alfa “bapak beranak satu”; Balad “si Ompong item”; Oen-Oen “Jembling”; Andyka “Boyo Pasadena”; Agung “Tessy”); serta semua rekan-rekan yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan kepada penyusun baik moril maupun materiil sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

7. Bembeng angkatan '01 yang telah membantu membuat *Time Schedule* dan NWP.
8. Piyan UNTAG yang telah membantu dalam pembuatan NWP.
9. Jahembang Manurung, Prolyn Pangaribuan, yang telah memberikan sprit dan doa untuk penyelesaian Tugas Akhir.
10. Om Salmon Patinama beserta keluarga yang telah mendukung, mendoakan dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Tiada yang sempurna dalam hidup ini, demikian pula dengan Laporan Tugas Akhir ini. Masih banyak kekurangan yang ada didalamnya, oleh karena itu penulis menerima segala bentuk masukan yang dapat mengembangkan pengetahuan dan pemikiran penulis.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
LEMBAR ASISTENSI	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Tinjauan Umum	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan	3
1.4 Lokasi	3
1.5 Studi Kelayakan	4
1.6 Pembatasan Masalah	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Uraian Umum.....	7
2.2 Masalah Non Teknis	7
2.3 Masalah Teknis	
2.3.1 Perencanaan Jalan	8
2.3.2 Perencanaan Jembatan	
2.3.2.1 Pembebaran	11
2.3.2.2 Struktur Atas Jembatan	16
2.3.2.3 Struktur Bawah Jembatan	17
2.4 Metodologi Perencanaan Jembatan.....	19

BAB III PERENCANAAN

3.1 Uraian Umum.....	21
3.2 Analisa Data	
3.2.1 Data Lalu Lintas.....	22
3.2.2 Topografi dan Geometri	23
3.2.3 Hidrologi	23
3.2.4 Kondisi Tanah	25

BAB IV PERHITUNGAN KONSTRUKSI

4.1 Perhitungan Konstruksi Atas

4.1.1 Perhitungan Tiang Sandaran	28
4.1.2 Plat Lantai Kendaraan.....	32
4.1.2.1. Pembebatan	
a. Beban Hidup.....	32
b. Beban Mati	34
4.1.2.2. Momen	35
4.1.2.3. Penulangan Plat Lantai Kendaraan	36
4.1.3 Perhitungan Balok Prategang	
4.1.3.1. Dimensi Balok Prategang.....	40
4.1.3.2. Section Properties Penampang Komposit	42
4.1.3.3. Momen yang Diperhitungkan	60
4.1.3.4. Perhitungan Gaya Prategang	
a. Tegangan Ijin Beton Prategang.....	61
b. Perkiraan Gaya Prategang Awal	62
c. Letak Eksentrisitas Tendon	63
d. Gaya Prategang yang Dibutuhkan.....	64
e. Kontrol Terhadap Luas Balok	65
f. Kontrol Tegangan.....	66
4.1.3.5. Perhitungan Jumlah Tendon	
a. Jumlah Tendon	70
b. Daerah Aman Tendon	71
c. Lintasan Tendon.....	75
d. Kontrol Lendutan	78

4.1.3.6.	Kehilangan Gaya Prategang	
a.	Akibat Perpendekan Elastis Beton	81
b.	Akibat Gesekan Antara Kabel dan Beton	88
c.	Akibat Angkur Mengalami Slip.....	91
d.	Akibat Rangkak Beton	98
e.	Akibat Penyusutan	100
f.	Relaksasi pada Kabel	100
4.1.3.7.	Penulangan Balok Prategang	
a.	Pembesian Sengkang.....	101
b.	Pembesian Sengkang Minimum.....	107
c.	Pembesian Memanjang Minimum	107
4.1.4	Perhitungan Shear Connector.....	109
4.1.5	Perhitungan Balok Diafragma	
4.1.5.1.	Pembebanan	114
4.1.5.2.	Perhitungan Momen	114
4.1.5.3.	Perhitungan Tulangan	115
4.1.6	Penulangan End Block	
4.1.6.1.	Pembebanan	118
4.1.6.2.	Pembesian End Block	119
4.1.7	Rubber Bearing Pad	
4.1.7.1.	Pembebanan	121
4.1.7.2.	Dimensi Rubber Bearing Pad.....	121
4.2	Perhitungan Konstruksi Bawah	
4.2.1	Abutment	
4.2.1.1.	Dimensi Abutment	123
4.2.1.2	Pembebanan	
a.	Gaya Akibat Berat Sendiri Abutment	124
b.	Gaya Akibat Beban Mati Konstruksi Atas....	125
c.	Gaya Akibat Beban Hidup Konstruksi Atas .	127
d.	Gaya Akibat Tekanan Tanah Vertikal.....	129
e.	Gaya Akibat Tekanan Tanah Horisontal.....	131
f.	Gaya Akibat Rem dan Traksi.....	132
g.	Gaya Gesek Tumpuan dengan Balok	133
h.	Gaya Akibat Gempa.....	134

i.	Gaya Tekanan Tanah Akibat Gempa	135
4.2.1.3.	Kombinasi Pembebanan dan Gaya.....	137
4.2.1.4.	Penulangan Abutment	
a.	Penulangan Plat Tegak.....	140
b.	Penulangan Badan Abutment	
1.	Pembebanan	143
2.	Penulangan	146
c.	Penulangan Dinding Sayap	
1.	Pembebanan	149
2.	Penulangan	150
d.	Perhitungan Plat Injak	
1.	Pembebanan	151
2.	Penulangan	152
4.2.2	Pilar	
4.2.2.1.	Dimensi Pilar.....	155
4.2.2.2.	Pembebanan Pilar	
a.	Gaya Akibat Berat Sendiri Pilar.....	155
b.	Gaya Akibat Beban Mati Konstruksi Atas....	157
c.	Gaya Akibat Beban Hidup Konstruksi Atas .	157
d.	Gaya Akibat Rem dan Traksi.....	158
e.	Gaya Akibat Tekanan Air Vertikal	159
f.	Gaya Akibat Urugan di Atas Poer.....	159
g.	Gaya Akibat Gempa.....	160
h.	Gaya Gesek pada Tumpuan	160
i.	Gaya Akibat Aliran Air.....	161
4.2.2.3.	Kombinasi Pembebanan dan Gaya.....	162
4.2.2.4.	Penulangan Kepala Pilar	
a.	Pembebanan	164
b.	Perhitungan Tulangan	165
4.2.2.5.	Penulangan Badan Pilar atau Kolom	
a.	Pembebanan	167
b	Perhitungan Tulangan	168
4.2.3	Pondasi Sumuran	
4.2.3.1.	Perhitungan Berat Sendiri	174

4.2.3.2. Perhitungan Tegangan Ijin Tanah	175
4.2.3.3. Penulangan Pondasi Sumuran	176
4.2.4 Poer	
4.2.4.1. Poer pada Abutment.....	178
4.2.4.2. Poer pada Pilar	180
4.3 Perencanaan Oprit	
 4.3.1 Dinding Penahan Tanah	
4.3.1.1. Dimensi	183
4.3.1.2. Sliding Friction.....	185
4.3.1.3. Factor of Safety	186
4.3.1.4. Overtuning / Stabilitas Terhadap Guling	187
4.3.1.5. Mencari Nilai X.....	193
4.3.1.6. Compute The Bearing Pressure at Heel and Toe	195
 4.3.2 Perhitungan Alinemen Horisontal	
4.3.2.1. Koordinat Titik.....	196
4.3.2.2. Jarak Antar Titik	196
4.3.2.3. Data – data Perencanaan	197
4.3.2.4. Titik Awal	197
4.3.2.5. Tikungan 1	198
4.3.2.6. Tikungan 2	201
4.3.2.7. Tikungan 3	204
 4.3.3 Perhitungan Stasioning.....	208
 4.3.4 Perhitungan Alinemen Vertikal	
4.3.4.1. Menentukan g.....	210
4.3.4.2. Lengkung Vertikal I	210
4.3.4.3. Lengkung Vertikal II.....	212
4.3.4.4. Lengkung Vertikal III	214
4.3.4.5. Lengkung Vertikal IV	215
 4.3.5 Perhitungan Timbunan dan Galian.....	218
 4.3.6 Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan.....	219

BAB V RENCANA ANGGARAN BIAYA

5.1 Harga Satuan Bahan Bangunan.....	223
5.2 Harga Satuan Upah Tenaga Kerja.....	224

5.3	Perhitungan Volume Pekerjaan	
5.3.1.	Pekerjaan Bangunan Bawah.....	224
5.3.2.	Pekerjaan Bangunan Atas	225
5.3.3.	Pekerjaan Pembesian.....	226
5.3.4.	Pekerjaan Oprit dan Jalan.....	230
5.4	Daftar Analisa Satuan Pekerjaan	232
5.5	Daftar Kuantitas dan Harga	240

BAB VI RENCANA KERJA dan SYARAT-SYARAT

Bagian 1 Syarat-syarat Umum

Pasal 1 Peraturan Umum.....	243
Pasal 2 Pemberi Tugas Pekerjaan	244
Pasal 3 Direksi Pekerjaan.....	244
Pasal 4 Perencanaan	244
Pasal 5 Kontraktor atau Pemborong.....	244
Pasal 6 Pemberi Penjelasan.....	245
Pasal 7 Pelelangan.....	245
Pasal 8 Surat Penawaran	246
Pasal 9 Surat Penawaran yang Sah.....	247
Pasal 10 Surat Penawaran yang Tidak Sah	249
Pasal 11 Calon Pemenang	249
Pasal 12 Pembatalan Lelang.....	250
Pasal 13 Pengumuman Pemenang.....	250
Pasal 14 Pemberian Pekerjaan	251
Pasal 15 Pelaksana atau Pemborong	251
Pasal 16 Syarat-syarat Pelaksanaan	252
Pasal 17 Ketepatan Ukuran dan Perubahan	252
Pasal 18 Penjagaan dan Penerangan	252
Pasal 19 Kesejahteraan dan Kesehatan Kerja	253
Pasal 20 Penggunaan Bahan-bahan Bangunan	254
Pasal 21 Kenaikan Harga dan Force Majeur.....	254
Pasal 22 Lain-lain.....	255

Bagian 2 Syarat-syarat Administrasi

Pasal 1 Jaminan Lelang.....	256
-----------------------------	-----

Pasal 2 Jaminan Pelaksanaan	256
Pasal 3 Rencana Kerja.....	256
Pasal 4 Laporan Harian dan Laporan Mingguan.....	257
Pasal 5 Pembayaran.....	257
Pasal 6 Surat Perjanjian Pemborong	258
Pasal 7 Penyerahan Pekerjaan	259
Pasal 8 Masa Pemeliharaan.....	260
Pasal 9 Perpanjangan Waktu Penyerahan	261
Pasal 10 Sanksi atau Denda.....	262
Pasal 11 Pekerjaan Tambahan dan Pengurangan	262
Pasal 12 Dokumentasi	262
Pasal 13 Pendaftaran Bangunan Pemerintah.....	263
Pasal 14 Pencabutan Pekerjaan	263
Bagian 3 Penjelasan Pelaksanaan Pekerjaan	
Pasal 1 Uraian Umum	265
Pasal 2 Jenis Pekerjaan.....	265
Pasal 3 Ukuran Tinggi Duga	266
Pasal 4 Kantor Direksi, Gudang, Fasilitas dan Tempat Kerja..	266
Pasal 5 Situasi	267
Pasal 6 Peralatan	267
Pasal 7 Eksekusi.....	267
Bagian 4 Syarat-syarat Teknis	
Pasal 1 Pekerjaan Pembersihan Lapangan	268
Pasal 2 Bouwplank dan Papan Nama Proyek	268
Pasal 3 Air Kerja	269
Pasal 4 Pekerjaan Jalan dan Timbunan Tanah	269
Pasal 5 Penyimpanan Material	270
Pasal 6 Pengadukan Beton	270
Pasal 7 Pekerjaan Pemadatan	272
Pasal 8 Perawatan Beton	274
Pasal 9 Pembongkaran Acuan Beton dan Perancah.....	276
Pasal 10 Pembesian	277
Pasal 11 Beton Pratekan.....	278
Pasal 12 Pekerjaan Elastomer	280

Pasal 13 Pekerjaan Tanah untuk Badan Jalan.....	280
Pasal 14 Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah	281
Pasal 15 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas	282
Pasal 16 Pekerjaan Lapis Permukaan.....	283
Pasal 17 Drainase	285
Pasal 18 Pasangan Batu Kosong	285
Pasal 19 Pasangan Batu Kali	285
Pasal 20 Sandaran dan Talang Air	286
Pasal 21 Lapisan Penutup Lantai Jembatan.....	287
Pasal 22 Expansion Joint dan Perletakan Jembatan.....	287
Pasal 23 Penerangan.....	287
Bagian 5 Pengaturan Bahan-bahan	
Pasal 1 Uraian Umum.....	289
Pasal 2 Semen Portland	289
Pasal 3 Agregat Halus	290
Pasal 4 Agregat Kasar	291
Pasal 5 Agregat Campuran	292
Pasal 6 Air.....	292
Pasal 7 Bahan Pembantu	293
Pasal 8 Baja Tulangan	293
Pasal 9 Kabel Pratekan atau Tendon.....	293
Pasal 10 Tanda Lalu Lintas.....	294
Pasal 11 Pengendalian Mutu.....	295
BAB VII PENUTUP	296
DAFTAR PUSTAKA	xxv
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	xxvi
Lampiran A Time Schedule	
Lampiran B Network Planning	
Lampiran C Data Penyelidikan Tanah	
Lampiran D Gambar Rencana Jalan	

LEMBAR KARTU ASISTENSI



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA SEMARANG**

KARTU ASISTENSI

Nama	: Ignatius J.W. & Martua S.	NIM	: 00.1.20032 & 00.1.20122
MT. Kuliah	: Tugas Akhir.	Semester	:
Dosen	:	Ds. Wali	:
Asisten	: Ir. Ichanes. Yuli MT.		
Dimulai	:	Nilai	:
Selesai	:		

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
	23.6.05	Perbaiki Hit. pemelajaran plat & kandungan.	+/-
	7.7.05	Pelajari Hit. pemelajaran (bahan?)	+/-
	29.10.05	ttg proses sumbu → perbaiki	+/-
	26.10.05	- tendon - rel. wall - rene. alingan)	+/-
	6.12.05	Perbaiki gambar 4.21 (hlm 73) sama hlm. 76.	+/-
	20.12.	Ajukan ke Sejuring DRAFT	+/-

Semarang,
Dosen / Asisten

(.....)

LEMBAR KARTU ASISTENSI



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA SEMARANG**

KARTU ASISTENSI

Nama : Ignatius, J. W & Martua S.	NIM : 00.12.0032 & 00.12.0122
MT. Kuliah : Tugas Akhir.	Semester :
Dosen :	Ds. Wali :
Asisten : Ir. Dharmaji.	
Dimulai :	
Selesai :	Nilai :

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
1.	24.06.05	Cek perhit. beban <u>pd konstruksi atas</u> . lanjutkan!	/
2.	13.07.05	Cik Moner ukur beban gelugor pd balok prestress. , lanjutkan!	/
3.	21.12.05	lengkapin surat cek perhit konst bawah. lanjutkan	/
4.	06.01.06	1. cek arah pembangunan pd plat lantai. 2. pembelahan angin pd jembatan. lanjutkan .	/
5.	18.01.06	Acc seminar..	/

Semarang,

Dosen / Asisten

(.....)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Aliran	16
Tabel 3.1 Volume Lalu Lintas.....	23
Tabel 4.1 Perhitungan Luas Balok Prategang	40
Tabel 4.2 Perhitungan Momen pada Gelagar	59
Tabel 4.3 Perhitungan Gaya Lintang pada Gelagar	59
Tabel 4.4 Perhitungan Daerah Aman Tendon	74
Tabel 4.5 Eksentrisitas Tendon	75
Tabel 4.6 Akibat Loss	90
Tabel 4.7 Tulangan Geser pada Shear Connector	113
Tabel 4.8 Gaya Akibat Berat Sendiri Abutment	124
Tabel 4.9 Gaya Akibat Tekanan Tanah Aktif	130
Tabel 4.10 Gaya Tekanan Tanah Horisontal.....	132
Tabel 4.11 Kombinasi Pembebanan dan Gaya.....	137
Tabel 4.12 Kombinasi Pembebanan I pada Abutment	138
Tabel 4.13 Kombinasi Pembebanan II pada Abutment	138
Tabel 4.14 Kombinasi Pembebanan III pada Abutment	138
Tabel 4.15 Kombinasi Pembebanan IV pada Abutment	138
Tabel 4.16 Gaya Akibat Berat Sendiri Abutment	143
Tabel 4.17 Kombinasi Pembebanan III pada Abutment	146
Tabel 4.18 Gaya Akibat Berat Sendiri Pilar.....	155
Tabel 4.19 Gaya Akibat Bagian-bagian Pilar.....	156
Tabel 4.20 Kombinasi Pembebanan.....	162
Tabel 4.21 Kombinasi Pembebanan I pada Pilar	163
Tabel 4.22 Kombinasi Pembebanan II pada Pilar	163
Tabel 4.23 Kombinasi Pembebanan III pada Pilar.....	163
Tabel 4.24 Kombinasi Pembebanan IV pada Pilar	163
Tabel 4.25 Momen Akibat Beban Horisontal	167
Tabel 4.26 Kombinasi Pembebanan I pada Badan Pilar	167
Tabel 4.27 Kombinasi Pembebanan II pada Badan Pilar	168
Tabel 4.28 Kombinasi Pembebanan III pada Badan Pilar	168
Tabel 4.29 Kombinasi Pembebanan IV pada Badan Pilar	168

Tabel 4.30 Trial and Error untuk c.o = 0,1 B	188
Tabel 4.31 Trial and Error untuk c.o = 0,15 B	189
Tabel 4.32 Trial and Error untuk c.o = 0,2 B	190
Tabel 4.33 Trial and Error untuk c.o = 0,25 B	191
Tabel 4.34 Trial and Error untuk c.o = 0,3 B	192
Tabel 4.35 Perletakan c.o pada Dinding Penahan Tanah.....	192
Tabel 4.36 Harga x,y, y' pada Lengkung Vertikal I	211
Tabel 4.37 Harga x,y, y' pada Lengkung Vertikal II	212
Tabel 4.38 Harga x,y, y' pada Lengkung Vertikal III	214
Tabel 4.39 Harga x,y, y' pada Lengkung Vertikal IV	216
Tabel 4.40 Perhitungan Timbunan dan Galian.....	218



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi <i>existing</i>	2
Gambar 1.2	Lokasi	3
Gambar 2.1	Beban "T"	12
Gambar 2.2	Beban "D"	12
Gambar 2.3	Bagan Metodologi Perencanaan.....	20
Gambar 3.1	Kondisi Perencanaan.....	21
Gambar 4.1	Tiang Sandaran.....	29
Gambar 4.2	Penulangan Tiang Sandaran.....	31
Gambar 4.3	Beban Roda	32
Gambar 4.4	Satu Beban di Tengah Bentang	33
Gambar 4.5	Dua Beban di Dalam Bentang.....	33
Gambar 4.6	Beban Merata Yang Bekerja di Seluruh Bentang	34
Gambar 4.7	Momen Tumpuan dan Lapangan	35
Gambar 4.8	Penampang Beton Plat Lantai Kendaraan.....	36
Gambar 4.9	Penulangan Plat Lantai Kendaraan	39
Gambar 4.10	Dimensi Balok Prategang.....	40
Gambar 4.11	Penampang Komposit	42
Gambar 4.12	Beban Merata pada Balok Jembatan	44
Gambar 4.13	Balok Diafragma	46
Gambar 4.14	Garis Pengaruh Momen dan Gaya Lintang	51
Gambar 4.15	Beban Sekunder Akibat Beban Angin	53
Gambar 4.16	Diagram Distribusi Beban Angin.....	54
Gambar 4.17	Gaya Rem.....	56
Gambar 4.18	Diagram Tegangan Ijin Beton Prategang	62
Gambar 4.19	Letak Eksentrisitas	63
Gambar 4.20	Diagram Tegangan pada Galagar Komposit Jembatan	69
Gambar 4.21	Daerah Aman Tendon	73
Gambar 4.22	Daerah Aman Kabel	73
Gambar 4.23	Pembesian Sengkang.....	101
Gambar 4.24	Penulangan Balok Prategang.....	108
Gambar 4.25	Penempatan Shear Connector pada Balok Prategang	109

Gambar 4.26	Ukuran Balok Diafragma	114
Gambar 4.27	Penulangan Balok Diafragma	117
Gambar 4.28	Penulangan End Blok	120
Gambar 4.29	Potongan Melintang Abutment	123
Gambar 4.30	Gaya Akibat Beban Mati Konstruksi Atas.....	125
Gambar 4.31	Gaya Akibat Beban Hidup Konstruksi Atas	127
Gambar 4.32	Beban q	127
Gambar 4.33	Beban P	128
Gambar 4.34	Diagram Tekanan Tanah Vertikal	129
Gambar 4.35	Diagram Tekanan Tanah Horisontal	131
Gambar 4.36	Gaya Akibat Rem dan Traksi.....	132
Gambar 4.37	Gaya Gesek Tumpuan dengan Balok.....	133
Gambar 4.38	Gaya Tekanan Tanah Akibat Gempa Bumi	135
Gambar 4.39	Gaya Akibat Plat Tegak	140
Gambar 4.40	Gaya pada Badan Abutment.....	142
Gambar 4.41	Gaya pada Dinding Sayap Abutment.....	149
Gambar 4.42	Potongan Melintang Pilar.....	155
Gambar 4.43	Gaya Akibat Beban Mati Konstruksi Atas.....	157
Gambar 4.44	Gaya Akibat Rem dan Traksi.....	158
Gambar 4.45	Gaya Akibat Tekanan Air Vertikal	159
Gambar 4.46	Penulangan Badan Pilar	169
Gambar 4.47	Kolom.....	169
Gambar 4.48	Pondasi Sumuran.....	174
Gambar 4.49	Berat pada Abutment.....	178
Gambar 4.50	Berat pada Pilar	180
Gambar 4.51	Dimensi Dinding Penahan Tanah.....	183
Gambar 4.52	Gaya yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah.....	185
Gambar 4.53	Grafik Trial and Error Of Overturning.....	193
Gambar 4.54	Gaya yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah untuk Mencari Momen	193
Gambar 4.55	Sudut Titik A.....	197
Gambar 4.56	Sudut Tikungan 1	198
Gambar 4.57	Tikungan 1	201
Gambar 4.58	Sudut Tikungan 2	201

Gambar 4.59	Tikungan 2	204
Gambar 4.60	Sudut Tikungan 3	204
Gambar 4.61	Tikungan 3	207
Gambar 4.62	Lengkung Vertikal I	212
Gambar 4.63	Lengkung Vertikal II.....	213
Gambar 4.64	Lengkung Vertikal III	215
Gambar 4.65	Lengkung Vertikal IV	217
Gambar 4.66	Susunan Perkerasan.....	222



DAFTAR NOTASI

Struktur Atas

- a = tinggi balok ekivalen yang tertekan $\beta_1 c$
A = luas penampang
Ag = luas penampang beton, untuk persegi panjang = $b \times h$
 A_s = luas tulangan tarik
 A_s' = luas tulangan tekan
 A_v = luas sengkang
b = lebar balok atau panjang plat lantai dalam 1 m'
be = jarak efektif antar gelagar
bw = lebar bidang kontak antara balok prategang dengan plat beton
 C_c = gaya desak beton
 $C_{c(t)}$ = koefisien rangkak pada saat t
 d_s = tebal selimut beton
e = eksentrisitas tendon (kabel)
 E_c = Modulus elastis beton
 E_s = Modulus elastis baja
d = tinggi atau tebal plat efektif
F = gaya prategang
 F_{eff} = gaya prategang efektif
 F_o = gaya prategang awal
 f'_t = tegangan ijin beton setelah transfer gaya prategang (tarik)
 f'_c = mutu beton
 f'_{ci} = tegangan beton pada saat transfer gaya prategang
 f_{pu} = tegangan putus minimal
 f_{py} = beban minimal muai
 f_y = mutu baja
 I_{komp} = momen inersia penampang balok komposit
Ix = momen inersia penampang balok prategang
K = koefisien kejut

K_a	= jarak kern dari titik berat untuk serat atas
K_b	= jarak kern dari titik berat untuk serat bawah
$K_{a_{komp}}$	= jarak kern dari titik berat untuk serat atas setelah komposit
$K_{b_{komp}}$	= jarak kern dari titik berat untuk serat bawah setelah komposit
K_{CA}	= faktor tergantung pada umur saat pembebanan
K_{CH}	= faktor koreksi kelembaban
K_{CS}	= Faktor penampang
L	= bentang jembatan
M_c	= momen yang bekerja pada penampang komposit
M_{DL}	= momen akibat beban mati
M_{LL}	= momen akibat beban hidup
M_G	= momen akibat berat sendiri gelagar
M_U	= momen ultimit
M_N	= momen nominal
M_T	= momen akibat beban total
M_W	= momen angin horizontal
M_R	= momen rem
M_P	= momen prategang akibat berat sendiri balok, plat dan <i>diafragma</i>
M_b	= ratio modulus penampang dari bagian pracetak terhadap penampang komposit untuk serat bawah
n	= jumlah tendon
n	= rasio modulus E_s/E_c
P_w	= beban angin horisontal
P_R	= gaya rem horisontal
P_i	= gaya pratekan awal
R_{ET}	= kehilangan tegangan akibat relaksasi
s	= jarak tulangan pokok atau tulangan geser
S_H	= kehilangan gaya prategang akibat susut beton
S_x	= statis momen terhadap alas
T_s	= gaya tarik tulangan dengan As
V_c	= kuat geser yang disumbangkan atau yang mampu ditahan beton

V_s	= kuat geser yang disumbangkan tulangan geser (sengkang dan tulangan miring)
V_u	= Kuat geser rencana gaya lintang
$V_{u,h}$	= tegangan geser batas horizontal
$V_{n,h}$	= tegangan geser nominal horisontal
Y_a	= jarak titik berat terhadap serat atas
Y_b	= jarak titik berat terhadap serat bawah
Y_d	= jarak antar tendon
Y_a'	= jarak titik berat terhadap serat atas pada penampang komposit
Y_b'	= jarak titik berat terhadap serat bawah pada penampang komposit
Z_R	= jarak rem
β_1	= faktor distrusi : $f'c < 30 = 0,85$; $f'c > 30 = 0,85 - 0,008(f'c - 30)$ tetapi β_1 tidak boleh kurang dari 0.65
σ_a	= tegangan tendon baja
σ_{bk}	= tegangan beton
σ_{ci}	= tegangan tekan izin beton saat transfer
σ_{ps}	= tegangan tarik nominal kabel
σ_{py}	= tegangan leleh nominal kabel
$\emptyset t_u$	= diameter tulangan
$\emptyset t_s$	= diameter sengkang
μ	= Koefisien gesek antara kabel dengan selongsong ($\mu = 0,25$)
$\varepsilon c_{(t)}$	= Regangan <i>creep</i> pada saat t
εci	= Regangan elastis beton
εcu	= Regangan <i>creep</i>
εc_{cu}	= Koefisien <i>creep</i>
ρ	= perbandingan tulangan, $A_s / (b \times d)$ untuk tulangan tarik
ρ'	= perbandingan tulangan, $A_s' / (b \times d)$ untuk tulangan desak
ρb	= perbandingan tulangan untuk keadaan berimbang

Struktur Bawah

- A = luas penampang tiap bagian
Av = luas penampang sengkang
B = lebar pondasi sumuran
c = nilai kohesi tanah
Co = *centre of overturning*
 $d' = ds$ = jarak tulangan terhadap tepi luar
d = jarak tulangan terhadap tepi luar daerah desak
Df = kedalaman pondasi sumuran
e = eksentrisitas
E = koefisien gempa
Es = jarak antara PI sta ke lengkung peralihan
fr = total friction
fs = koefisien gesek antara beton dengan karet
g = kelandaian
 G_A = berat sendiri abutment
 G_D = beban mati konstruksi atas
 G_F = gaya gesek tumpuan dengan balok
 G_L = beban hidup konstruksi atas
 G_R = gaya horizontal akibat rem dan traksi
 G_S = gaya akibat tekanan tanah vertikal
 G_W = gaya akibat aliran air
Ha = tekanan tanah akibat gempa
 $(H + K)$ = beban hidup dengan kejut
k = superelevasi
K = gaya horizontal akibat gempa
L = jarak antar titik
Lc = panjang lengkung circle
Ls = panjang lengkung spiral
LEA = lintas ekivalen akhir
LEP = lintas ekivalen permulaan

LER	= lintas ekivalen rencana
LET	= lintas ekivalen tengah
LHR	= lalu lintas harian rata-rata
ITP	= indek tebal perkerasan
M_x	= momen penampang
M_A	= momen akibat berat sendiri abutment
M_{BS}	= momen akibat berat sendiri pilar
M_D	= momen akibat beban mati konstruksi atas
M_L	= momen akibat beban hidup konstruksi atas
M_S	= momen akibat tekanan tanah vertikal
M_R	= momen akibat rem dan traksi
M_F	= momen akibat gesekan tumpuan dengan balok
M_G	= momen akibat gempa
Mag	= momen akibat tekanan tanah karena gempa
M_w	= momen akibat aliran air
N_c, N_q, N_γ	= faktor daya dukung tanah yang tergantung pada besarnya sudut perlawanan geser (\emptyset)
Pt	= gaya akibat tekanan tanah aktif
Pn	= kuat tekan nominal
q	= nilai conus
q_{ult}	= daya dukung keseimbangan
R	= jari-jari circle
S	= statis moment terhadap alas
Ta	= gaya tekanan tanah
Tag	= tekanan tanah aktif akibat gempa
Ts	= jarak antara Tc dan PI sta
V	= volume penampang tiap bagian
V_{BS}	= gaya akibat berat sendiri pilar
$V_{rencana}$	= kecepatan rencana
W	= berat tiap bagian
X	= jarak titik berat penampang terhadap alas

- Y = jarak titik berat penampang terhadap alas
 Y_c, X_c = koordinat titik terhadap sumbu
 θ_s = sudut pusat busur
 Δc = derajat lengkung
 ϕ = sudut geser tanah
 γ = berat jenis
 α = kemiringan tanah dibelakang DPT

