

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DUPLIKASI JALAN ARTERI UTARA SEMARANG

STA 1 + 725 – 1 + 975

(*Duplication of Semarang Northen Ring Road STA 1 + 725 – STA 1 + 975*)

Disusun Oleh :

ANDRE KURNIAWAN NIM L2A 005 022
MATIAS ROY ADI WIJAYA NIM L2A 005 074

Semarang, Januari 2010

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Moga Narayudha, Sp1.
NIP. 130 810 731

Ir. Parang Sabdono, M. Eng.
NIP. 131 875 476

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Sri Sangkawati, MS.
NIP. 195 409 301 980 032

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 ini.

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.

Seperti kita ketahui pada masa sekarang ini perguruan tinggi lebih ditekankan pada pembentukan jiwa analisa, selain itu mahasiswa juga dituntut untuk tanggap terhadap lingkungannya. Tugas akhir ini merupakan salah satu representasi dari keilmuan dan pengetahuan yang telah kami peroleh selama kuliah di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Diponegoro, kami merasa tertarik dengan obyek perencanaan sebuah jembatan, dan akhirnya kami memilih merencanakan sebuah jembatan di daerah Jalan Arteri Utara Semarang untuk menjadikannya sebagai objek tugas akhir “**Perencanaan Duplikasi Jalan Arteri Utara Semarang STA 1 + 725 – STA 1 + 975**”.

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. Ir. Moga Narayudha, Sp1. selaku Pembimbing I dan Ir. Parang Sabdonu, M. Eng. selaku Pembimbing II dalam Laporan Tugas Akhir.
5. Ir. Slamet Hargono, Dipl., Ing. selaku dosen wali 2158 dan Ir. Windu Partono, MSc. selaku dosen wali 2160.
6. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
7. Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah beserta staf yang telah memberikan ijin dan bantuan selama mengerjakan tugas akhir

8. Kedua Orang tua kami yang telah memberikan semangat dan doanya.
9. 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, Februari 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG PENULISAN	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 TUJUAN PENULISAN.....	2
1.5 SISTEMATIKA LAPORAN.....	3
BAB II STUDI PUSTAKA	4
2.1 TINJAUAN UMUM.....	4
2.1.1 Trase Jalan	4
2.1.2 Rigid Pavement (Perkerasan Kaku)	4
2.1.3 Prestressed System.....	6
2.2 DASAR-DASAR PERENCANAAN	6
2.2.1 Dasar-dasar Perencanaan Trase Jalan	6
2.2.2 Dasar-dasar Perencanaan Perkerasan Beton Semen Metode Bina Marga	7
2.2.3 Dasar-dasar Perencanaan Jembatan	15
2.3 PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA KONSTRUKSI.....	55
BAB III METODOLOGI PENULISAN.....	57
3.1 PERSIAPAN.....	57
3.2 PENGUMPULAN DATA	57
3.3 ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA.....	60

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMILIHAN TYPE STRUKTUR	62
4.1 ANALISA DATA.....	62
4.1.1 Analisa Trase Jalan	62
4.1.2 Analisa Data Lalu Lintas	63
4.1.3 Analisa Data Tanah.....	73
4.1.4 Analisa Data Hidrologi	77
4.2 Analisa Pemilihan Tipe Struktur Jembatan.....	93
4.2.1 Pemilihan Tipe Konstruksi Bangunan Atas.....	93
4.2.2 Pemilihan Tipe Konstruksi Bangunan Bawah	95
 BAB V PERENCANAAN STRUKTUR	 98
5.1 TINJAUAN UMUM.....	98
5.2 PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN	99
5.2.1 Data-Data Perencanaan Bangunan Atas Jembatan	99
5.2.2 Spesifikasi Bahan.....	99
5.2.3 Sistem Pembebanan	100
5.2.4 Perhitungan Konstruksi Bangunan Atas Jembatan	103
5.3 PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN	152
5.3.1 Perencanaan Abutment	152
5.3.2 Pembebanan Abutment	153
5.3.3 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	167
5.3.4 Penulangan Abutment.....	179
5.3.5 Penulangan Tiang Pancang	189
5.3.6 Perhitungan Wingwall	192
5.4 PERANCANGAN PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA	199
5.4.1 Perhitungan Tebal Plat.....	199
 BAB VI RKS DAN RAB	 207
6.1 INSTRUKSI KEPADA PESERTA LELANG	207
6.2 SYARAT-SYARAT UMUM KONTRAK.....	216

6.3 SYARAT-SYARAT TEKNIS	221
6.4 RENCANA ANGGARAN PEMBIAYAAN.....	246
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	276
7.1 KESIMPULAN.....	276
7.2 SARAN.....	276

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. LAMPIRAN BETON PRATEGANG STANDART PT.WIJAYA KARYA
2. LAMPIRAN DATA TANAH
3. LAMPIRAN DATA LALU LINTAS
4. LAMPIRAN GAMBAR DESAIN JEMBATAN
5. LAMPIRAN SURAT-SURAT TUGAS AKHIR
6. LAMPIRAN LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Layout Jalur Arteri Utara Semarang	1
Gambar 1.2 Jembatan Kali Tenggang.....	2
Gambar 1.3 Jembatan Kali Banjir Kanal – Banger.....	2
Gambar 2.1 Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen	5
Gambar 2.2 Penampang Melintang PBS Bersambung Tanpa Tulangan	5
Gambar 2.3 Penampang Melintang PBS Bersambung Dengan Tulangan.....	5
Gambar 2.4 Penampang Melintang PBS Menerus Dengan Tulangan	6
Gambar 2.5 Penampang Melintang PBS Pratekan	6
Gambar 2.6 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton (a) dan CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah (b).....	7
Gambar 2.7 Nomogram Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/tanpa bahu beton.....	12
Gambar 2.8 Nomogram Analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton	12
Gambar 2.9 Nomogram Analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton.....	12
Gambar 2.10 Dalamnya Penggerusan.....	27
Gambar 2.11 Bentuk Pilar.....	27
Gambar 2.13 Gaya Ekuivalen akibat susut pada penampang komposit	33
Gambar 2.14 Pengaruh pratekan.....	34
Gambar 2.15 Beban Lajur “D”	35
Gambar 2.16 Penyebaran Pembebanan pada Arah Melintang.....	35
Gambar 2.17 Beban Truk “T”	36
Gambar 2.18 Gaya Ekuivalen akibat susut pada penampang komposit	40
Gambar 2.19 Deck Slab Precast.....	42
Gambar 2.20 Diafragma.....	43
Gambar 2.21 Penampang Girder.....	43
Gambar 3.1 Diagram alir metode pelaksanaan	61
Gambar 4.1 Rencana Jembatan Baru	63
Gambar 4.2 Hasil Sondir SM I – III	74
Gambar 4.3 Hasil Boring titik BI hingga BIII	75
Gambar 4.4 Hasil CBR test tanah timbunan	77
Gambar 4.5 Penggambaran data pada kertas probabilitas Log Normal.....	85
Gambar 4.6 Penggambaran data pada kertas probabilitas Log Pearson III	86
Gambar 4.7 Penggambaran data pada kertas probabilitas Gumbel	86
Gambar 4.8 DAS Tenggang.....	89
Gambar 4.9 Penampang melintang Kali Tenggang	91
Gambar 4.10 Tinggi Bebas Jembatan	92
Gambar 4.11 Tinggi Bebas Jembatan	93
Gambar 4.12 Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sondir Mekanis	96
Gambar 5.1 Penampang Melintang Jembatan Kali Tenggang.....	99

Gambar 5.2 Distribusi Beban “D”	101
Gambar 5.3 Konstruksi sandaran Jembatan Kali Tenggang	103
Gambar 5.4 Penulangan Tiang Sandaran.....	106
Gambar 5.5 Pelat Lantai Kendaraan	107
Gambar 5.6 Penyebaran beban satu roda.....	108
Gambar 5.7 Penyebaran Beban Dua Roda.....	110
Gambar 5.8 Tinjauan Pembebanan Terhadap Beban Dua Roda.....	110
Gambar 5.9 Plat Lantai Kendaraan	115
Gambar 5.10 Sketsa Deck Slab.....	115
Gambar 5.11 Penulangan Deck Slab	117
Gambar 5.12 Dimensi Balok.....	118
Gambar 5.13 Dimensi Balok Prategang.....	119
Gambar 5.14 Balok Prategang Komposit	123
Gambar 5.15 Grafik hubungan $1/F_o$ dan e	126
Gambar 5.16 Gaya Prategang pada Kondisi Awal	127
Gambar 5.17 Gaya Prategang pada Kondisi Akhir.....	127
Gambar 5.18 Diagram Tegangan Kondisi Awal.....	128
Gambar 5.19 Diagram Tegangan Kondisi Akhir	130
Gambar 5.20 Persamaan Parabola Untuk Menentukan Posisi Tendon.....	132
Gambar 5.21 Potongan End Block.....	134
Gambar 5.22 Potongan Balok	135
Gambar 5.23 Bidang Momen.....	136
Gambar 5.24 Momen Saat Pengangkatan.....	137
Gambar 5.25 Penulangan Geser Segmen Prategang.....	142
Gambar 5.26 End Block.....	143
Gambar 5.27 Diafragma.....	145
Gambar 5.28 Penulangan Diafragma	148
Gambar 5.29 Plat Injak	150
Gambar 5.30 Penulangan Plat Injak.....	152
Gambar 5.31 Abutmen Jembatan Rencana	152
Gambar 5.32 Beban Akibat Berat Sendiri	153
Gambar 5.35 Beban Akibat Timbunan Tanah	155
Gambar 5.33 Beban Akibat Beban Hidup Konstruksi Atas	155
Gambar 5.34 Beban Akibat Beban Mati Konstruksi Atas	155
Gambar 5.36 Beban Akibat Pejalan Kaki	156
Gambar 5.37 Akibat Rem Traksi	156
Gambar 5.38 Beban Akibat Gaya Gesek Tumpuan dengan Balok Prategang.....	157
Gambar 5.39 Beban Akibat Tekanan Tanah.....	158
Gambar 5.40 Spektrum Respon Gempa Rencana untuk Wilayah Gempa 2.....	159
Gambar 5.41 Wilayah Gempa Indonesia	161
Gambar 5.42 Beban Akibat Angin.....	163
Gambar 5.43 Denah Tiang Pancang	167
Gambar 5.44 Konfigurasi Kelompok Tiang pada Abutment.....	168
Gambar 5.45 Blok Tiang.....	175

Gambar 5.46 Visualisasi L dan B pada kelompok tiang.....	178
Gambar 5.47 Pembebanan pada Dinding Abutment Bagian Atas.....	179
Gambar 5.48 Pembebanan Dinding Abutment Bagian Tengah.....	182
Gambar 5.49 Berat Sendiri Abutmen terhadap Titik B	182
Gambar 5.50 Tekanan tanah aktif.....	183
Gambar 5.51 Pembebanan Pile Cap.....	186
Gambar 5.52 Pengangkatan 1 titik.....	189
Gambar 5.53 Pengangkatan 2 titik.....	190
Gambar 5.54 Pembebanan Wingwall Akibat Berat Sendiri	192
Gambar 5.55 Tekanan Tanah pada Wingwall bagian Atas.....	195
Gambar 5.56 Tekanan Tanah pada semua Wingwall	196
Gambar 5.57 Penulangan wingwall	198
Gambar 5.58 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen.....	202
Gambar 5.59 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....	202
Gambar 5.60 Nomogram Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	204
Gambar 5.61 Nomogram Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton.....	205

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Lajur berdasar Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana	10
Tabel 2.2 Faktor Keamanan Beban FK.....	11
Tabel 2.3 Hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton (n)	14
Tabel 2.4 Koefisien Gesekan Antara Pelat Beton Dengan Lapis Pondasi dibawahnya	14
Tabel 2.5 Dimensi Kendaraan Rencana.....	15
Tabel 2.6 Kecepatan Rencana menurut fungsi dan Medan Jalan untuk jalan antar kota.....	16
Tabel 2.7 Kecepatan Rencana Minimum Menurut Sistem dan Fungsi Jalan	16
Tabel 2.8 Klasifikasi dan Fungsi Jalan	17
Tabel 2.9 Besarnya Kapasitas Dasar (Co) untuk tipe jalan datar	17
Tabel 2.10 Besarnya Faktor Penyesuaian akibat Lebar Jalan (FCw)	18
Tabel 2.11 Besarnya Faktor Penyesuaian akibat Hambatan Samping (FCsf)	18
Tabel 2.12 Besarnya Faktor Penyesuaian akibat Prosentase Arah (FCsp)	18
Tabel 2.13 Tabel Lebar Lajur Jalan Ideal	19
Tabel 2.14 Lebar Bahu Jalan	20
Tabel 2.15 Parameter Statistik untuk pemilihan jenis distribusi.....	23
Tabel 2.16 Harga Kritis <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	23
Tabel 2.17 Faktor Lempung <i>Lacey</i>	26
Tabel 2.18 Kedalaman Penggerusan.....	26
Tabel 2.19 Jenis Pilar.....	28
Tabel 2.20 Penentuan tipe jembatan	30
Tabel 2.21 Tipikal Konfigurasi Bangunan Atas	30
Tabel 2.22 Berat Bahan.....	32
Tabel 2.23 Berat Tanah Vertikal.....	32
Tabel 2.24 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana	36
Tabel 2.25 Faktor Beban Dinamik untuk “KEL” Lajur “D”	37
Tabel 2.26 Gaya Rem	37
Tabel 2.27 Intensitas Beban Pejalan Kaki untuk trotoar Jembatan Jalan Raya	37
Tabel 2.28 Tekanan Angin Merata pada Bangunan Atas	38
Tabel 2.29 Beban Garis Merata pada Ketinggian Lantai akibat angin pada beban hidup.....	38
Tabel 2.30 Gaya Aliran Sungai Normal	39
Tabel 2.31 Kombinasi Pembebanan	40
Tabel 2.32 Ukuran-ukuran girder	44
Tabel 2.33 Faktor Distribusi untuk Pembebanan Truk “T”	50
Tabel 2.34 Penafsiran Hasil Penyelidikan Tanah	52
Tabel 2.35 Dimensi Pondasi Tipikal dan Beban Rencana Keadaan Batas Ultimate	53
Tabel 4.1 Ketentuan Tipe Alinyemen.....	62
Tabel 4.2 Data lalu lintas (LHR) tahun 2005 Ruas Jalan Usman Janatin (Semarang)	63
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Surey di Jalan Usman Janatin, Semarang.....	64
Tabel 4.4 Klasifikasi dan Fungsi Jalan	68
Tabel 4.5 Data LHR Ruas Jalan Usman Janatin	68

Tabel 4.6 Perhitungan Regresi Linier	69
Tabel 4.7 Nilai LHR Tahun Rencana	70
Tabel 4.8 Nilai <i>Plasticity Index</i> tiap titik bor.....	76
Tabel 4.9 Klasifikasi tanah ekspansif berdasar <i>Plasticity Index</i>	76
Tabel 4.10 Data Curah Hujan Stasiun Simongan	78
Tabel 4.11 Data Curah Hujan Stasiun Plamongan.....	78
Tabel 4.12 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Stasiun Simongan.....	79
Tabel 4.13 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Stasiun Plamongan	79
Tabel 4.14 Parameter Statistik untuk pemilihan jenis distribusi.....	81
Tabel 4.15 Data Hujan dan probabilitasnya untuk distribusi Gumbel.....	82
Tabel 4.16 Data Hujan dan probabilitasnya untuk distribusi log normal & log Pearson III ..	82
Tabel 4.17 Hitungan untuk $y = \ln p$ dan $(y_i - y)^2$	83
Tabel 4.18 Probabilitas dan Curah Hujan	83
Tabel 4.19 Probabilitas dan Curah Hujan.....	84
Tabel 4.20 Hitungan curah hujan dengan log Pearson III	84
Tabel 4.21 Hitungan Distribusi Gumbel.....	85
Tabel 4.22 nilai y_n dan σ_n fungsi jumlah data	85
Tabel 4.23 Harga Kritis <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	87
Tabel 4.24 Tipikal Konfigurasi Bangunan Atas Jembatan Beton Prategang.....	94
Tabel 4.25 Jenis Pangkal.....	95
Tabel 5.1 Perhitungan Momen Inersia Balok Prategang	119
Tabel 5.2 Perhitungan Momen Inersia Balok Komposit	124
Tabel 5.3 Tabel Propertis Strand	130
Tabel 5.4 Tabel Properties Tendon.....	131
Tabel 5.5 Perhitungan Batas Bawah Tendon.....	131
Tabel 5.6 Perhitungan Batas Atas Tendon.....	132
Tabel 5.7 Perhitungan jarak cgs.....	133
Tabel 5.8 Perhitungan jarak garis tendon 4	133
Tabel 5.9 Perhitungan jarak garis tendon 3	133
Tabel 5.10 Perhitungan jarak garis tendon 2	134
Tabel 5.11 Perhitungan jarak garis tendon 1	134
Tabel 5.12 Perhitungan Pembebanan Abutment Akibat Berat Sendiri	154
Tabel 5.13 Perhitungan Pembebanan Abutment Akibat Timbunan Tanah	156
Tabel 5.14 Faktor daktilitas struktur jembatan (S)	160
Tabel 5.15 Faktor kepentingan struktur jembatan (I)	160
Tabel 5.16 Definisi jenis tanah	162
Tabel 5.17 Kombinasi Pembebanan Pada Abutmen.....	164
Tabel 5.18 Kombinasi Pembebanan 1 (Abutment).....	164
Tabel 5.19 Kombinasi Pembebanan 2 (Abutment).....	165
Tabel 5.20 Kombinasi Pembebanan 3 (Abutment).....	165
Tabel 5.21 Kombinasi Pembebanan 4 (Abutment).....	165
Tabel 5.22 Kombinasi Pembebanan 5 (Abutment).....	166
Tabel 5.23 Kombinasi Pembebanan 6 (Abutment).....	166
Tabel 5.24 Rekap Kombinasi Pembebanan Abutment	166

Tabel 5.25 Beban vertikal yang diterima 1 tiang pancang.....	168
Tabel 5.26 Beban horisontal maksimum yang diterima 1 tiang pancang.....	169
Tabel 5.27 Perhitungan Daya Dukung Selimut Tiang Q_s untuk setiap segmen data sondir .	171
Tabel 5.28 Nilai q_c hasil sondir	172
Tabel 5.29 Perhitungan $f_s \cdot A_s$	173
Tabel 5.30 Perhitungan daya dukung selimut tiang.....	174
Tabel 5.31 Perhitungan Kapasitas Pondasi Blok Tiang Q_{u2}	176
Tabel 5.32 Perhitungan Berat Sendiri Abutmen terhadap Titik B.....	182
Tabel 5.33 Rekap Pembebanan.....	184
Tabel 5.34 Klasifikasi Tiang Pancang diameter = 500 mm.....	191
Tabel 5.35 Beban wingwall akibat berat sendiri.....	192
Tabel 5.36 Tabel Konversi jumlah kendaraan 2005 ke 2009	199
Tabel 5.37 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya	199
Tabel 5.38 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana.....	200
Tabel 5.39 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton	203
Tabel 5.40 Analisa Fatik dan Erosi.....	206
Tabel 5.41 Variasi ketebalan plat dan nilai persen rusak.....	206