

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan setahap demi setahap studi di dalam Program Strata 1 (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, dimana dalam penyelesaian studi tersebut mahasiswa diwajibkan menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan bobot 4 SKS.

Dengan adanya Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat merencanakan suatu konstruksi sesuai dengan keahlian yang telah di dapat selama mengikuti perkuliahan. Oleh karena itu dalam penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mengambil judul “ **Re-Desain Jembatan Kartini Pada Banjir Kanal Timur Kota Semarang** ”. Dari judul ini penyusun berharap mendapatkan pengetahuan yang lebih banyak pada sebuah Perencanaan Jembatan.

Dalam pembuatan tugas akhir ini data yang kami peroleh dari lapangan, wawancara, pengamatan serta data dari instansi terkait menjadi acuan disamping buku – buku literatur dan pengetahuan yang telah kami dapatkan di perkuliahan. Melalui tugas akhir ini kami dapat mempelajari serta memperoleh pengalaman secara langsung mengenai masalah – masalah yang ada dalam bidang perencanaan struktur jembatan.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Sri Sangkawati. MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Arif Hidayat., CES, MT, selaku Koordinator Bidang Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Eko Yuli Priyono. MSc, selaku Dosen Wali.
4. Ir. Djoko Purwanto, MS, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Kami Hari Basuki, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing II.

6. Staf Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Staf Administrasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
8. Ayah, ibunda, keluarga dari penyusun Tugas Akhir.
9. Rekan – rekan mahasiswa pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro angkatan 2001, yang telah memberikan dukungan dan saran – sarannya.
10. Semua pihak yang telah mendukung hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih penuh dengan kekurangan. Segala saran dan kritik sangat penyusun harapkan agar bermanfaat bagi kita semua dalam memperluas pengetahuan dibidang Teknik Sipil.

Semarang, Agustus 2008
Penyusun,

Tony. K & Yudha. P

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I Pendahuluan	
1.1. Tinjauan Umum.....	1.
1.2. Latar Belakang.....	1.
1.3. Pokok Permasalahan.....	2.
1.4. Maksud dan Tujuan.....	3.
1.5. Lokasi.....	3.
1.6. Lingkup Pembahasan.....	5.
1.7. Sistematika Penulisan.....	5.
BAB II Studi Pustaka	
2.1 Tinjauan Umum.....	8.
2.2 Aspek Lalu Lintas.....	9.
2.2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	9.
2.2.2 Lalu Lintas Harian Rata-rata.....	10.
2.2.3 Volume Lalu Lintas.....	13.
2.2.4 Kapasitas Rencana Jalan.....	14.
2.2.5 Derajat Kejenuhan.....	17.

2.3	Aspek Geometri.....	18.
2.3.1	Alinyemen Horisontal.....	18.
2.3.2	Alinyemen Vertikal.....	27.
2.4	Aspek Tanah.....	31.
2.4.1	Aspek Tanah Dengan Pondasi.....	31.
2.4.2	Aspek Tanah Dengan Abutment.....	32.
2.4.3	Aspek Tanah Dengan Dinding Penahan.....	32.
2.4.4	Aspek Tanah Dengan Oprit.....	32.
2.5	Aspek Hidrologi.....	33.
2.5.1	Analisa Frekuensi Curah Hujan.....	33.
2.5.2	Analisa Banjir Rencana.....	34.
2.5.3	Analisa Kedalaman Penggerusan (Scouring).....	36.
2.6	Aspek Konstruksi.....	38.
2.6.1	Pembebanan Struktur	38.
2.6.1.1	Beban Primer	38.
2.6.1.2	Beban Sekunder.....	39.
2.6.1.3	Beban Khusus	41.
2.6.2	Struktur Atas (Upper Structure).....	44.
2.6.2.1	Sandaran.....	44.
2.6.2.2	Trottoir.....	44.
2.6.2.3	Pelat Lantai.....	45.
2.6.2.4	Pelat Injak dan wing wall.....	45.
2.6.2.5	Diafragma.....	46.
2.6.2.6	Gelagar Induk.....	46.
2.6.2.7	Andas / Perletakan.....	46.
2.6.3	Struktur Bawah (Sub Structure).....	48.
2.6.3.1	Pilar.....	48.
2.6.3.2	Abutment.....	48.
2.6.3.3	Pondasi.....	49.
2.6.3.4	Oprit.....	50.

2.6.3.5	Perkerasan Jalan.....	50.
2.6.3.6	Drainase.....	51.
2.6.4	Jenis Konstruksi dan Bahan.....	52.
2.6.5	Pemilihan Konstruksi Jembatan.....	53.

BAB III Metodologi

3.1	Bagan Alir.....	61.
3.2	Tahap Persiapan.....	62.
3.3	Pengumpulan Data.....	62.
3.4	Analisa Pengolahan Data.....	63.
3.5	Analisa Pembebanan.....	64.
3.6	Metode Pemecahan Masalah.....	64.

BAB IV Presentasi Dan Analisa Data

4.1	Pengumpulan Data.....	66.
4.1.1	Data Topografi.....	66.
4.1.2	Data Lalu Lintas.....	66.
4.1.3	Data Hidrologi.....	68.
4.1.4	Data Tanah.....	68.
4.2	Analisa Data.....	70.
4.2.1	Analisa Data Topografi.....	70.
4.2.2	Analisa Data Lalu Lintas.....	71.
4.2.2.1	Pertumbuhan Lalu Lintas.....	72.
4.2.2.2	Analisa Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas	74.
4.2.2.3	Kelas jalan.....	89.
4.2.2.4	Kebutuhan Lajur.....	90.
4.2.3	Analisa Data Hidrologi.....	100.
4.2.3.1	Curah Hujan Harian Rata-rata (Dengan Metode Gumbel)	100.

4.2.3.2	Periode Debit Banjir.....	103.
4.2.3.3	Analisa Tinggi Muka Air Banjir.....	103.
4.2.3.4	Tinggi Bebas.....	105.
4.2.3.5	Analisa Kedalaman Penggerusan(Scouring).....	105.
4.2.4	Analisa Data Tanah.....	107.
4.3	Alternatif Pemilihan Struktur Jembatan.....	109.
4.3.1	Alternatif Pemilihan Bangunan Atas Jembatan.....	109.
4.3.2	Alternatif Pemilihan Bangunan Bawah Jembatan.....	111.
4.4	Spesifikasi Jembatan	115.
4.4.1	Inventarisasi Data.....	115.
4.5	Evaluasi Desain Terdahulu.....	116.

BAB V Perencanaan

5.1	Perencanaan Alinyemen Vertikal.....	117.
5.1.1	Lengkung Vertikal Cekung.....	118.
5.1.2	Lengkung Vertikal Cembung.....	120.
5.2	Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan Raya.....	123.
5.3	Perencanaan Struktur Jembatan.....	134.
5.3.1	Data -Data Perancangan.....	134.
5.3.2	Spesifikasi bahan untuk struktur.....	134.
5.3.3	Perhitungan Struktur Atas.....	136.
5.3.3.1	Sandaran.....	136.
5.3.3.2	Trottoir.....	139.
5.3.3.3	Pelat Lantai Kendaraan.....	142.
5.3.4	Gelagar	152.
5.3.4.1	Analisa Penampang Balok	153.
5.3.4.2	Pembebanan Balok Prategang	155.
5.3.4.3	Perhitungan Gaya Prategang	160.
5.3.4.4	Perhitungan Kabel Prategang (Tendon).....	165.
5.3.4.5	Perencanaan Tulangan Balok Prategang.....	175.

5.3.4.6	Diafragma.....	178.
5.3.4.7	End Block.....	183.
5.3.4.8	Bearing Pad (Elastomer).....	186.
5.3.4.9	Shear Connector.....	187.
5.3.4.10	Deck Slab.....	188.
5.4	Perhitungan Bangunan Bawah.....	189.
5.4.1	Data Teknis.....	190.
5.4.2	Perencanaan Struktur Pilar.....	190.
5.4.2.1	Pembebanan Struktur Pilar.....	192.
5.4.2.2	Kombinasi Pembebanan.....	199.
5.4.2.3	Kontrol Stabilitas Pilar.....	202.
5.4.3	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	204.
5.4.3.1	Pembebanan Pada Tiang Pancang.....	205.
5.4.3.2	Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang.....	206.
5.4.4	Perencanaan Dimensi Abutment.....	212.
5.4.4.1	Pembebanan Abutment.....	214.
5.4.4.2	Kombinasi Pembebanan.....	221.
5.4.4.3	Kontrol Stabilitas Abutment.....	225.
5.4.5	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang.....	227.
5.4.5.1	Pembebanan Pada Tiang Pancang.....	228.
5.4.5.2	Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang.....	228.
5.4.6	Penulangan Pilar.....	236.
5.4.7	Penulangan Abutment.....	242.
5.4.8	Perhitungan Penulangan Tiang Pancang.....	249.
5.4.9	Perhitungan Penulangan Pelat Injak.....	255.
5.4.10	Perhitungan Penulangan Wing Wall.....	257.
5.4.11	Perhitungan Bearing Elastomer.....	263.
5.4.12	Perhitungan Angkur.....	264.

BAB VI Rencana Kerja dan Syarat.....	265.
BAB VII Rencana Anggaran Biaya.....	336.
BAB VIII Perbandingan Hasil Re-desain Dengan Desain Lama	
8.1 Tinjauan Umum.....	367.
8.2 Inventarisasi Hasil Perencanaan.....	367.
8.3 Analisa Perbandingan Kedua Pekerjaan Perencanaan.....	369.
BAB IX Kesimpulan Dan Saran	
9.1 Kesimpulan.....	371.
9.2 Saran.....	373.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kelas Perencanaan Jalan Tipe 1	9.
Tabel 2.2.	Kelas Perencanaan Jalan Tipe 2.....	10.
Tabel 2.3.	Emp untuk jalan perkotaan tidak terbagi	11.
Tabel 2.4.	Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah	11.
Tabel 2.5.	Nilai Koefisien k	14.
Tabel 2.6.	Nilai Kapasitas Dasar (C_0).....	15.
Tabel 2.7.	Nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_W).....	15.
Tabel 2.8.	Nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{SP})	16.
Tabel 2.9.	Nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})	17.
Tabel 2.10.	Panjang Jari-jari Minimum.....	19.
Tabel 2.11.	Panjang Minimum Lengkung Peralihan.....	19.
Tabel 2.12.	Batasan Desain Full Circle	20.
Tabel 2.13.	Panjang minimum Lengkung vertikal	30.
Tabel 2.14.	Koefisien Limpasan (<i>Run Off</i>)	36.
Tabel 2.15.	Faktor Lempung <i>Lacey</i>	36.
Tabel 2.16.	Kedalaman penggerusan	37.
Tabel 2.17.	Koefisien gesek antara gelagar dengan tumpuan	41.
Tabel 2.18.	Kombinasi pembebanan	42.
Tabel 2.19.	Pemilihan Konstruksi Atas.....	53.
Tabel 2.20.	Jenis Pangkal Tipikal	56.
Tabel 2.21.	Jenis Pangkal Jembatan	59.
Tabel 4.1.	Data Survei Lalu Lintas di ruas Jalan Kartini	67.
Tabel 4.2.	LHR Ruas Jalan Dr. Cipto berdasarkan jenis kelompok kendaraan tahun 2002 – 2006	68.

Tabel 4.3.	Data Curah Hujan Stasiun Plamongan – Semarang Timur	68.
Tabel 4.4.	Volume Lalu lintas pada Jam Puncak Pada Ruas Jalan Kartini tahun 2004	72.
Tabel 4.5.	Volume LHRT Pada Ruas Jalan Kartini tahun 2004	72.
Tabel 4.6.	Data Kependudukan Kota Semarang 2002 – 2006	73.
Tabel 4.7.	Produk Domestik Regional Bruto (perkapita) Kota Semarang 2002 – 2006	73.
Tabel 4.8.	Data Kepemilikan Kendaraan Kota Semarang 2002 – 2006	74.
Tabel 4.9.	Data Pertumbuhan Lalu Lintas.....	76.
Tabel 4.10.	Analisis Perkiraan Pertumbuhan LHR Ruas Jalan Kartini	77.
Tabel 4.11.	Data Pertumbuhan Penduduk.....	77.
Tabel 4.12.	Analisis Perkiraan Pertumbuhan Penduduk	79.
Tabel 4.13.	Data Pertumbuhan PDRB	79.
Tabel 4.14.	Analisis Perkiraan Pertumbuhan PDRB	80.
Tabel 4.15.	Data Pertumbuhan Jumlah Kendaraan	81.
Tabel 4.16.	Analisis Perkiraan Pertumbuhan Jumlah Kendaraan	82.
Tabel 4.17.	Data Variabel-variabel perhitungan analisa pertumbuhan lalu-lintas.....	83.
Tabel 4.18.	Cara Mencari Besaran Variabel-variabel Bagi Penentuan Koefisien	83.
Tabel 4.19.	Hasil Perhitungan korelasi linier berganda untuk Y' dalam mencari prosentase I	88.
Tabel 4.20.	Analisis Perkiraan Pertumbuhan Lalu Lintas Ruas Jalan Kartini.....	89.
Tabel 4.21.	Volume LHRT tahun 2004 pada Ruas Jalan Kartini	90.
Tabel 4.22.	Lebar Lajur Ideal.....	91.
Tabel 4.23.	Jumlah Lajur	91.
Tabel 4.24.	Perhitungan Derajat Kejenuhan Jalan 2/2 UD sampai dengan Umur rencana 50 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas 1,51 %	93.

Tabel 4.25.	Perhitungan Derajat Kejenuhan Studi Terdahulu Dengan pertumbuhan lalu lintas 1,82 %.....	96.
Tabel 4.26.	Perhitungan Derajat Kejenuhan Jalan 4/2 UD sampai dengan Umur rencana 50 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas 1,51 %...98.	
Tabel 4.27.	Data Hujan Stasiun Plamongan – Semarang Timur	100.
Tabel 4.28.	Data Curah Hujan Selama 10 tahun	101.
Tabel 4.29.	Faktor Lempung Lacey	106.
Tabel 4.30.	Kedalaman Penggerusan	107.
Tabel 4.31.	Rekapitulasi Perhitungan Gaya Lintang	107.
Tabel 4.32.	Pemilihan Struktur Jembatan	109.
Tabel 4.33.	Jenis Pangkal Abutment	112.
Tabel 4.34.	Jenis Pangkal Tipikal	113.
Tabel 4.35.	Inventarisasi Data	115.
Tabel 5.1.	Nilai CBR pada Jl. Dr. Cipto Semarang	124.
Tabel 5.2.	Perhitungan LHR Awal Umur Rencana	126.
Tabel 5.3.	Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	128.
Tabel 5.4.	Faktor Regional.....	128.
Tabel 5.5.	Perhitungan LEP	129.
Tabel 5.6.	Perhitungan LEA.....	130.
Tabel 5.7.	Analisa Penampang Balok Prategang	153.
Tabel 5.8.	Analisa Penampang Komposit	155.
Tabel 5.9.	Jarak Tendon dari tepi bawah	172.
Tabel 5.10.	Perhitungan gaya pada permukaan <i>end block</i>	185.
Tabel 5.11.	Penulangan Bursting Zone	186.
Tabel 5.12.	Beban Mati Akibat Berat Sendiri Pilar (P_{BA})	192.
Tabel 5.13.	Beban Mati Akibat Tanah Diatas Pilar (P_T).....	193.
Tabel 5.14.	Beban Mati Dari Konstruksi Atas (P_M).....	194.
Tabel 5.15.	Kombinasi Pembebanan.....	199.
Tabel 5.16.	Kombinasi 1	200.
Tabel 5.17.	Kombinasi 2	200.

Tabel 5.18.	Kombinasi 3	201.
Tabel 5.19.	Kombinasi 4	201.
Tabel 5.20.	Kombinasi Gaya.....	202.
Tabel 5.21.	Kontrol terhadap eksentrisitas (e)	203.
Tabel 5.22.	Gaya Maksimum dan minimum akibat pembebanan.....	206.
Tabel 5.23.	Daya Dukung Tiang Pancang Individu	208.
Tabel 5.24.	Beban Mati Akibat Berat Sendiri Abutment (P_{BA}).....	214.
Tabel 5.25.	Beban Mati Akibat Tanah Diatas <i>Abutment</i> (P_T).....	214.
Tabel 5.26.	Beban Mati Dari Konstruksi Atas (P_M).....	215.
Tabel 5.27.	Perhitungan tekanan tanah (T_a)	221.
Tabel 5.28.	Kombinasi Pembebanan.....	222.
Tabel 5.29.	Kombinasi 1	223.
Tabel 5.30.	Kombinasi 2	223.
Tabel 5.31.	Kombinasi 3	224.
Tabel 5.32.	Kombinasi 4	224.
Tabel 5.33.	Kombinasi Gaya.....	225.
Tabel 5.34.	Kontrol terhadap eksentrisitas (e)	226.
Tabel 5.35.	Gaya Maksimum dan minimum akibat pembebanan.....	228.
Tabel 5.36.	Daya Dukung Tiang Pancang Individu	230.
Tabel 5.37.	Kombinasi Pembebanan Maksimum	236.
Tabel 5.38.	Kombinasi Pembebanan Maksimum	243.
Tabel 5.39.	Perhitungan Akibat Beban Sendiri <i>Wing wall</i>	259.
Tabel 5.40.	Spesifikasi Bearing Elastomer dan Seismic Buffer	264.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Lokasi Kota Semarang.....	3.
Gambar 1.2.	Lokasi Studi	4.
Gambar 2.1.	Lengkung Full Circle	22.
Gambar 2.2.	Lengkung Spiral – Circle – Spiral.....	24.
Gambar 2.3.	Lengkung Spiral - Spiral	26.
Gambar 2.4.	Lengkung Vertikal Cembung $S > L$	28.
Gambar 2.5.	Lengkung Vertikal Cembung $S < L$	29.
Gambar 2.6.	Lengkung Vertikal Cekung kondisi $S < L_v$	30.
Gambar 2.7.	Lengkung Vertikal Cekung kondisi $S > L_v$	31.
Gambar 2.8.	Bearing Pad	46.
Gambar 2.9.	Gaya-gaya yang bekerja pada pilar jembatan	55.
Gambar 2.10.	Gaya-gaya yang bekerja pada abutment	57.
Gambar 3.1.	Bagan Alir Pelaksanaan Pekerjaan	61.
Gambar 4.1.	Peta Topografi.....	71.
Gambar 4.2.	Penampang Melintang Sungai Banjir Kanal Timur.....	104.
Gambar 5.1.	Alinyemen Vertikal Jembatan Kartini	118.
Gambar 5.2.	Alinyemen vertikal cekung	118.
Gambar 5.3.	Alinyemen vertikal cembung	121.
Gambar 5.4.	Grafik Nilai CBR	124.
Gambar 5.5.	Korelasi DDT dan CBR	131.
Gambar 5.6.	Nomogram 4	132.
Gambar 5.7.	Susunan Perkerasan Jalan	133.
Gambar 5.8.	Dimensi Balok Girder	135.
Gambar 5.9.	Penampang Tiang Sandaran.....	137.
Gambar 5.10	Penulangan tiang sandaran.....	139.
Gambar 5.11.	Pembebanan Trotoir	140
Gambar 5.12.	Penulangan Lantai Trotoir.....	142.
Gambar 5.13.	Penampang Melintang Jembatan.....	144.

Gambar 5.14.	Denah Plat Lantai.....	145.
Gambar 5.15.	Asumsi perletakan plat lantai jembatan	146.
Gambar 5.16.	Muatan T	146.
Gambar 5.17.	Penyebaran muatan T pada lantai	147.
Gambar 5.18.	Bidang kontak dihitung atas 2 bagian	148.
Gambar 5.19.	Tinjauan terhadap beban angin	149.
Gambar 5.20.	Penulangan plat lantai kendaraan.....	151.
Gambar 5.21.	Gambar Potongan Melintang Balok Girder 30,8 m	153.
Gambar 5.22.	Komposit Balok Prategang	154.
Gambar 5.23.	Beban D.....	157.
Gambar 5.24.	Pembebanan akibat beban D	158.
Gambar 5.25.	Pembebanan akibat rem dan traksi.....	159.
Gambar 5.26.	Daerah Aman Tendon	170.
Gambar 5.27.	Grafik persamaan lengkung parabola.....	170.
Gambar 5.28.	Perencanaan lay out tendon.....	171.
Gambar 5.29.	Dimensi Balok Diafragma.....	178.
Gambar 5.30.	Layout Tendon Diafragma	183.
Gambar 5.31.	Gaya pada <i>end block</i>	184.
Gambar 5.32.	Bearing Pad	186.
Gambar 5.33.	Tampak Samping dan Tampak Atas Pilar.....	191.
Gambar 5.34.	Tampak Depan Pilar	192.
Gambar 5.35.	Tampak Atas Pile Cap	205.
Gambar 5.37.	Tampak Samping Abutment	213.
Gambar 5.38.	Gaya Horisontal Akibat Tekanan Tanah.....	220.
Gambar 5.39.	Tampak Atas Pile Cap.....	231.
Gambar 5.40.	Tampak Atas Abutment	234.
Gambar 5.41.	Badan Pilar	236.
Gambar 5.42.	Penulangan Badan Pilar	238.
Gambar 5.43.	Dimensi Kepala Pilar	238.

Gambar 5.44.	Penulangan Kepala Pilar	240.
Gambar 5.45.	Pembebanan Poer Pilar	240.
Gambar 5.46.	Penulangan Poer Pilar	242.
Gambar 5.47.	Penampang Badan Abutment.....	242.
Gambar 5.48.	Penulangan Badan Abutment	244.
Gambar 5.49.	Dimensi Kepala Abutment.....	249.
Gambar 5.50.	Penulangan Kepala Abutment	247.
Gambar 5.51.	Pembebanan Poer Abutment	247.
Gambar 5.52.	Penulangan Poer Abutment.....	249.
Gambar 5.53.	Pengangkatan dengan 1 titik	249.
Gambar 5.54.	Pengangkatan dengan 2 titik	251.
Gambar 5.55.	Penulangan Plat Injak	257.
Gambar 5.56.	Dimensi <i>Wingwall</i>	257.
Gambar 5.57.	Akibat Berat Sendiri <i>Wingwall</i>	258.
Gambar 5.58.	Akibat Tekanan Tanah aktif.....	259.
Gambar 5.59.	Penulangan <i>Wingwall</i>	262.