

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALTERNATIF STRUKTUR
JEMBATAN KALIBATA DENGAN
MENGGUNAKAN RANGKA BAJA

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Tingkat Strata 1 (S-1)



DISUSUN OLEH:

NAMA : M. ROFIQ S.
NIM : 41105120026

UNIVERSITAS MERCU BUANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2010

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALTERNATIF STRUKTUR JEMBATAN KALIBATA DENGAN MENGGUNAKAN RANGKA BAJA

Telah diperiksa dan disetujui:

Pada tanggal 4 Agustus 2010

Oleh

Dosen Pembimbing Tugas akhir

Ir. Edifrizal Darma, MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Mercu Buana

Ir. Silvia Andriany, MT.



**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA KOMPREHENSIF LOKAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Rofiq S.
Nomor Induk Mahasiswa : 41105120026
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 2 Agustus 2010

Yang memberikan pernyataan

M. Rofiq S.

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis memanjatkan puji dan syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan ridho nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana tingkat Strata 1.

Penelitian Tugas Akhir ini mengambil tema tentang Perancangan Alternatif Struktur Jembatan Kalibata dengan Menggunakan Rangka baja, dimana data-data pendukungnya, penulis dapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta khususnya di bagian Perencanaan Jembatan.

Penulis berharap sekali bahwa kiranya Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan bagi semua orang yang berkecimpung di bidang ilmu pengetahuan khususnya di bidang Perencanaan Jembatan.

Tidak lupa juga penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pimpinan dan para pejabat di jajaran Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta, khususnya di bagian Perencanaan Jembatan.
2. Bapak Ir. Edifrizal Darma, MT. sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bantuan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Aswad, Mardani, Priyanto Edi Susilo dan Slamet Riyadi sebagai rekan kuliah dan yang telah memberikan masukan-masukan dan bantuan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Kedua orang tua penulis yang telah banyak memberikan bantuan moril dan spiritual sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Sintia Nurhaya, yang telah setia menemani penulis dan banyak memberikan bantuan moral dan spiritual sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Dan semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari bahwa, sebagai manusia biasa pasti banyak kesalahan dan kekurangan. Karena itulah pada Laporan tugas Akhir ini masih terdapat banyak kesalahan-kesalahan dan kekurangan-kekurangan, baik dalam penyusunan kata-kata maupun dalam analisa.

Oleh sebab itu, penulis memohon kepada para pembaca untuk memberikan informasi dan masukan-masukan yang bersifat membangun sehingga pada penulisan-penulisan yang akan datang dapat lebih sempurna.

Jakarta, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	i
Surat Pernyataan	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xv
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Gambaran Umum Jembatan Kalibata	2
1.3 Maksud dan Tujuan	5
1.4 Pokok dan Pembatasan Masalah	6
1.5 Metoda Pengumpulan Data	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengenalan Tentang Jembatan	8
2.1.1 Jembatan Sederhana	8
2.1.2 Jembatan Plat Girder	10
2.1.3 Jembatan Rangka Baja	11
2.1.4 Jembatan Beton Bertulang	14
2.1.4.1 Jembatan Slab Beton Bertulang	14
2.1.4.2 Jembatan Gelagar Kotak (<i>Box Girder</i>)	14
2.1.4.3 Jembatan Gelagar Dek (<i>Deck Girder</i>)	15
2.1.5 Jembatan Beton Prategang	17
2.1.6 Jembatan Gantung	18
2.1.7 Jembatan Cable Stayed	21

2.2 Pengenalan Struktur Baja	22
2.3 Sifat Mekanik Material Baja	23
2.3.1 Sifat Mekanik Material Baja Secara Umum	23
2.3.2 Deformasi	24
2.3.2.1 Deformasi Elastis	24
2.3.2.2 Deformasi Plastis	25
2.3.3 Kekuatan dan Kekerasan	25
2.3.4 Ketangguhan	27
2.3.5 Perilaku Daktil (<i>Ductile</i>)	28
2.3.6 Sifat Konstruksi pada Baja	28
2.3.7 Karakteristik Sifat Mekanis Tipikal Material Baja Struktur	29
2.4 Perencanaan Struktur Baja	31
2.4.1 Konsep Dasar Metoda Desain Struktur Baja	31
2.4.2 Perencanaan Batang Tarik	35
2.4.3 Angka Kelangsingan Batang Tarik	36
2.4.4 Perencanaan Batang Tekan	37
2.4.5 Kelangsingan Batang Tekan	38
2.4.6 Stabilitas Batang Tekan	39
2.4.7 Desain Kekuatan Batang Tekan	40
2.4.8 Sambungan Struktur	41
2.4.8.1 Pembebanan pada Sambungan Baut/Paku Keling	41
2.4.8.2 Metoda Kerja Baut Geser	42
2.4.9 Desain Kekuatan Sambungan	43
2.4.10 Tegangan Izin Baut / Paku Keling	44
2.4.11 Sambungan Las	45
2.4.11.1 Keuntungan Sambungan Las	45
2.4.11.2 Las Tumpul dan Las Sudut	46
2.4.11.3 Desain Kekuatan Las Tumpul	46
2.4.11.4 Desain Kekuatan Las Sudut	47
2.5 Pembebanan Pada Jembatan	48

2.5.1 Beban Primer	48
2.5.1.1 Beban Mati	48
2.5.1.2 Beban Hidup	49
2.5.1.3 Lantai Kendaraan dan Jalur Lalu lintas	49
2.5.1.4 Beban “D”	50
2.5.1.5 Beban “T”	52
2.5.1.6 Beban pada Trotoar, Kerb dan Sandaran	53
2.5.1.7 Beban Kejut	54
2.5.1.8 Gaya Akibat Tekanan Tanah	55
2.5.2 Beban Sekunder	55
2.5.2.1 Beban Angin	55
2.5.2.2 Gaya Akibat Perbedaan Suhu	56
2.5.2.3 Gaya Rem	57
2.5.2.4 Gaya Akibat Gempa Bumi	58
2.5.2.5 Gaya Akibat Gesekan pada Tumpuan Bergerak	59
2.5.2.6 Gaya Akibat Aliran Air dan Tumbukan Benda Hanyut ..	60
2.5.2.7 Beban Pejalan Kaki	61
2.6 Pelat Beton Satu Arah	61
BAB III : METODOLOGI PERANCANGAN	66
3.1 Perancangan Struktur Jembatan	66
3.2 Perancangan Plat Lantai	68
3.3. Perancangan Gelagar Memanjang	70
3.4 Perancangan Gelagar Melintang	76
3.5 Perancangan Rangka Baja	82
3.6 Perancangan Batang Tarik	84
3.7 Perancangan Batang Tekan	89
3.8 Perancangan Ikatan Angin	94
BAB IV : DATA DAN ANALISA	99
4.1 Data-data Perencanaan	99
4.2 Perancangan Plat Lantai	100

4.3 Perancangan Gelagar Memanjang	106
4.4 Perancangan Gelagar Melintang	111
4.5 Perancangan Railing	120
4.5.1 Perancangan Tiang Sandaran	120
4.5.2 Perancangan Pagar Railing	122
4.6 Perancangan Rangka Baja	124
4.7 Perancangan Pier dan abutment	172
4.8 Perancangan Sambungan	205
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	224
Daftar Pustaka	226

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Denah jembatan Kalibata	3
Gambar 1.2 Kondisi awal Jembatan Kalibata	3
Gambar 1.3 Keadaan badan jalan Jembatan Kalibata	4
Gambar 2.1 Jembatan kayu sementara untuk lalu lintas di Haarlem	9
Gambar 2.2 Contoh jembatan kayu dengan bentang pendek	10
Gambar 2.3 Contoh jembatan dengan menggunakan plat girder	11
Gambar 2.4 Struktur jembatan plat girder	11
Gambar 2.5 Contoh jembatan rangka baja untuk jalur kereta api	12
Gambar 2.6 Contoh jembatan rangka baja untuk jalan raya	13
Gambar 2.7 Contoh jembatan rangka baja pada era modern	13
Gambar 2.8 Jembatan slab beton bertulang	14
Gambar 2.9 Tipikal penampang melintang jembatan gelagar kotak	15
Gambar 2.10 Penampang melintang jembatan gelagar dek (deck girder)	16
Gambar 2.11 Contoh desain jembatan beton bertulang pada era modern	17
Gambar 2.12 Contoh desain modern jembatan beton prategang	18
Gambar 2.13 Bentuk umum jembatan gantung, (a) side span free, (b) side span suspended	20
Gambar 2.14 Contoh desain jembatan gantung modern	21
Gambar 2.15 Contoh desain jembatan cable stayed pada era modern	22
Gambar 2.16 Grafik Regangan dan Tegangan	25
Gambar 2.17 Hubungan antara kekuatan tarik dan Bilangan Kekerasan Brinell	26
Gambar 2.18 Grafik kekuatan material	27
Gambar 2.19 Grafik daerah elastis kekuatan material	27
Gambar 2.20 Perbandingan kekuatan antara beberapa jenis material	28
Gambar 2.21 Grafik karakteristik material baja struktur	30
Gambar 2.22 Hubungan tegangan dan regangan tipikal baja struktur	31

Gambar 2.23 Berbagai macam profil baja struktural	34
Gambar 2.24 Penampang berlubang pada struktur baja	35
Gambar 2.25 Faktor panjang tekuk efektif (c)	39
Gambar 2.26 Jenis sambungan las	46
Gambar 2.27 Distribusi beban ‘ D’ yang bekerja pada jembatan	50
Gambar 2.28 Ketentuan Penggunaan Beban ‘D’	51
Gambar 2.29 Penyebaran Pembebanan pada arah melintang	52
Gambar 2.30 Beban truk’’T’’	53
Gambar 2.31 Struktur plat lantai satu arah	62
Gambar 2.32 Denah balok di tengah panel plat satu arah	62
Gambar 2.33 Denah balok di sepertiga panel plat satu arah	63
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan struktur jembatan	67
Gambar 3.2 Diagram alir perancangan plat lantai	69
Gambar 3.3 Diagram alir perancangan gelagar memanjang	75
Gambar 3.4 Diagram alir perancangan gelagar melintang	81
Gambar 3.5 Diagram alir perancangan rangka batang	83
Gambar 3.6 Diagram alir perancangan batang tarik	87
Gambar 3.7 Diagram alir perancangan batang tarik (lanjutan)	88
Gambar 3.8 Diagram alir perancangan batang tekan	92
Gambar 3.9 Diagram alir perancangan batang tekan (lanjutan)	93
Gambar 3.10 Diagram alir perancangan ikatan angin	97
Gambar 3.11 Diagram alir perancangan ikatan angin (lanjutan)	98
Gambar 4.1 Denah gelagar jembatan	100
Gambar 4.2 Dimensi dari pelat lantai	101
Gambar 4.3 Pembebanan roda untuk pelat lantai	102
Gambar 4.4 Area pembebanan gelagar memanjang	106
Gambar 4.5 Beban lajur untuk gelagar memanjang	107
Gambar 4.6 Beban truk untuk gelagar memanjang	108
Gambar 4.7 Garis pengaruh 1 akibat beban truk untuk gelagar memanjang	108
Gambar 4.8 Garis pengaruh 2 akibat beban truk untuk gelagar memanjang	109

Gambar 4.9 Pembebanan untuk perhitungan lendutan untuk gelagar memanjang...	110
Gambar 4.10 Area pembebanan gelagar melintang	111
Gambar 4.11 Beban mati untuk gelagar melintang	112
Gambar 4.12 Beban lajur untuk gelagar melintang	113
Gambar 4.13 Beban truk untuk gelagar melintang	114
Gambar 4.14 Garis pengaruh 1 akibat beban truk untuk gelagar melintang	114
Gambar 4.15 Garis pengaruh 2 akibat beban truk untuk gelagar melintang	115
Gambar 4.16 Profil batang gelagar melintang	116
Gambar 4.17 Pembebanan untuk perhitungan lendutan untuk gelagar melintang ..	118
Gambar 4.18 Pembebanan untuk tiang sandaran pagar	120
Gambar 4.19 Pembebanan untuk pagar railing	122
Gambar 4.20 Gambar rangka batang dari jembatan	124
Gambar 4.21 Beban mati untuk rangka batang dari jembatan	125
Gambar 4.22 Distribusi pembebanan masing-masing titik buhul untuk rangka batang.....	125
Gambar 4.23 Garis pemotongan 1 untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang.....	128
Gambar 4.24 Penomoran batang untuk perhitungan garis pengaruh rangka	129
Gambar 4.25 Potongan I untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	129
Gambar 4.26 Potongan II untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	130
Gambar 4.27 Potongan III untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	131
Gambar 4.28 Potongan IV untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	133
Gambar 4.29 Potongan V untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	134
Gambar 4.30 Garis pemotongan 2 untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang.....	135
Gambar 4.31 Potongan X untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	135
Gambar 4.32 Potongan XI untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	136
Gambar 4.33 Potongan XII untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	137
Gambar 4.34 Potongan XIII untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	138
Gambar 4.35 Potongan XIV untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	139

Gambar 4.36 Potongan XV untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	140
Gambar 4.37 Potongan XVI untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	141
Gambar 4.38 Potongan XVII untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	142
Gambar 4.39 Garis pemotongan 3 untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	143
Gambar 4.40 Potongan XI untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	143
Gambar 4.41 Potongan XII untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	145
Gambar 4.42 Potongan XIII untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	146
Gambar 4.43 Potongan XIV untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	147
Gambar 4.44 Potongan XV untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	148
Gambar 4.45 Potongan XVI untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	149
Gambar 4.46 Potongan XVII untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	150
Gambar 4.47 Garis pemotongan 4 untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	151
Gambar 4.48 Potongan a untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	152
Gambar 4.49 Potongan b untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	153
Gambar 4.50 Potongan c untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	154
Gambar 4.51 Potongan d untuk perhitungan garis pengaruh rangka batang	155
Gambar 4.52 Gambar garis pengaruh terbesar pada rangka batang	157
Gambar 4.53 Gambar pier tampak samping	172
Gambar 4.54 Gambar melintang pier	172
Gambar 4.55 Gambar menara dari pier	174
Gambar 4.56 Pembebanan pada menara dari pier	177
Gambar 4.57 Penomoran batang untuk menara dari pier	178
Gambar 4.58 Penomoran untuk masing-masing sendi untuk menara dari pier	179
Gambar 4.59 Beban yang bekerja pada menara dari pier	193
Gambar 4.60 Penomoran untuk masing-masing batang dan sendi untuk menara dari pier	194
Gambar 4.61 Rangka batang baja untuk perhitungan sambungan	205
Gambar 4.62 sambungan satu irisan pada pelat	206

Gambar 4.63 Pembebanan pada gelagar melintang	209
Gambar 4.64 Pembebanan pada gelagar melintang untuk perhitungan Sambungan	2010
Gambar 4.65 Besi profil pada batang gelagar melintang	211
Gambar 4.66 Gaya yang bekerja pada pelat penyambung sayap	212
Gambar 4.67 Gambar detail sambungan baut pada pelat penyambung sayap	214
Gambar 4.68 Gambar pelat penyambung badan	215
Gambar 4.69 Gaya yang bekerja pada pelat penyambung badan	215
Gambar 4.70 Pola baut pada pelat penyambung badan	216
Gambar 4.71 Tegangan pada pelat penyambung	219
Gambar 4.72 Gambar detail sambungan gelagar	222
Gambar 4.73 Gambar detail penampang sambungan pada gelagar	223

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat mekanis baja structural	29
Tabel 2.2 Nilai tegangan leleh dan tegangan dasar untuk berbagai mutu baja	32
Tabel 2.3 Berat bahan nominal Serviceability dan Ultimate	49
Tabel 2.4 Lajur Lalulintas Rencana	50
Table 2.5 Klasifikasi menurut kelas jalan	53
Tabel 2.6 Jumlah median anggapan untuk menghitung reaksi perletakan	54
Tabel 2.7 Tekanan angin merata pada bangunan atas	56
Tabel 2.8 beban garis merata (akibat angin pada beban hidup)	56
Tabel 2.9 Modulus elastisitas Young (E) dan koefisien panjang (ϵ)	57
Tabel 2.10 Gaya Rem	58
Tabel 2.11 Nilai besaran R dan Ω_o untuk system rangka pemikul momen	59
Tabel 2.12 Nilai R dan Ω_o untuk Sistem Struktur Rangka Bresing (Bracing)	59
Tabel 2.13 Koefisien aliran	61
Tabel 2.14 Intensitas Beban Pejalan kaki untuk Trotoar jembatan jalan Raya	61
Tabel 2.15 Tebal minimum balok atau plat satu arah dari beton bertulang tanpa perhitungan lendutan	64
Tabel 4.1 Penulangan Plat lantai	105
Tabel 4.2 Gaya batang akibat beban mati untuk rangka batang	127
Tabel 4.3 Besar garis pengaruh untuk masing-masing batang	158
Tabel 4.4 Gaya batang lengkap untuk rangka baja	160
Tabel 4.5 Profil batang untuk rangka baja	170
Tabel 4.6 Beban gempa yang bekerja pada menara pier	176
Tabel 4.7 Besar gaya batang pada pier	180
Tabel 4.8 Besar gaya tumpuan pada pier	180
Tabel 4.9 Beban gempa yang bekerja pada menara pier	193
Tabel 4.10 Gaya batang pada pier	195
Tabel 4.11 Reaksi tumpuan pada pier	195

Tabel 4.12 Detail sambungan untuk masing-masing batang	208
Tabel 4.13 Jarak baut dari pusat momen	217