

# LEMBAR PENGESAHAN

## LAPORAN TUGAS AKHIR

# PERANCANGAN STRUKTUR PAYUNG ELEKTRIK MASJID AGUNG JAWA TENGAH

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan  
Pendidikan Tingkat Sarjana Strata I (S1) pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Semarang

Disusun oleh :

Nurul Hasanah  
NIM. L2A 002 118

Teuku Rengga Felamona  
NIM. L2A 002 155

Disetujui pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Himawan Indarto, MS.  
NIP. 131 596 953

Dr. Ir. Nuroji, MT  
NIP. 131 962 227

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pudjianto, MT  
NIP. 131 459 442

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan berkat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Struktur Payung Elektrik Masjid Agung Jawa Tengah”.

Tugas Akhir ini kami susun sebagai persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Atas selesainya Laporan Tugas Akhir ini kami mengucapkan terima kasih atas semua bantuan yang diberikan selama Tugas Akhir pada pihak-pihak sebagai berikut :

1. Ir. Bambang Pudjianto, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Sri Sangkawati, MS. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Arif Hidayat, selaku Ketua Bidang Akademik di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Ir. Himawan Indarto, MS. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang banyak, arahan, bantuan serta dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Dr. Ir. Nuroji, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan, bantuan serta dorongan kepada penyusun.
6. Ir. Yl. Wicaksono, MS. selaku Dosen Wali Penyusun (2144) dan Ir. Ilham Nurhuda ST, MT. selaku Dosen Wali Penyusun (2146).
7. Seluruh staf pengajaran Jurusan Teknik Sipil UNDIP.
8. Seluruh keluarga penyusun dan teman-teman sipil 2002 yang telah memberikan banyak dorongan, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penyusun baik secara moril maupun materiil dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis sadar bahwa laporan ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Demikianlah laporan ini kami buat, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Semarang, Mei 2006

Penulis



# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi

## BAB I PENDAHULUAN

1.1. Tinjauan Umum .....	1
1.2. Lokasi Proyek .....	2
1.3. Latar Belakang .....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Batasan Masalah.....	2
1.7. Sistematika Penulisan .....	3

## BAB II STUDI PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum .....	4
2.2. Konsep Pemilihan Jenis Struktur.....	4
2.2.1. Elemen-elemen Struktur Utama .....	5
2.2.2. Material/Bahan Struktur .....	6
2.3. Konsep Desain/Perencanaan Struktur .....	7
2.3.1. Desain Terhadap Beban Lateral (Gempa).....	7
2.3.1.1. Metode Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa.....	7
2.3.1.2. Pemilihan Cara Analisis .....	9
2.3.2. Denah dan Konfigurasi Bangunan.....	9
2.3.3. Kriteria Desain .....	10
2.3.4. Ikhtisar Desain dan Spesifikasi.....	10

2.3.5.	Ketentuan Bahan dan Peralatan.....	12
2.3.5.1.	Mekanikal .....	12
2.3.5.2.	Elektrikal.....	13
2.3.5.3.	Bahan Kain Payung .....	15
2.3.6.	Konsep Pembebanan .....	15
2.3.6.1.	Beban-beban Pada Struktur .....	15
2.3.6.2.	Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan .....	31
2.3.7.	Persyaratan Teknis Pemasangan.....	32
2.4.	<i>Finite Element Methode (FEM)</i> .....	33
2.4.1.	Elemen Pelat Persegi .....	34
2.4.2.	Elemen Pelat Segitiga .....	35
2.5.	<i>Buckling</i> Pada Struktur Baja.....	37
2.5.1.	<i>Flexural Buckling</i> Pada Kolom.....	37
2.5.2.	<i>Lateral Buckling</i> Pada Balok.....	38
2.5.3.	<i>Plate dan Shell Buckling</i> .....	39
2.5.4.	Tekuk Lokal ( <i>Local buckling</i> ) .....	41
2.5.5.	Kesimpulan .....	46
2.6.	Sambungan Las .....	46
2.6.1.	Jenis Las.....	47
2.6.2.	Penentuan Tebal Las.....	47
2.6.2.1.	Tebal las tumpul.....	47
2.6.2.2.	Tebal las sudut.....	49
2.6.3.	Kekuatan Las.....	50
2.6.4.	Kontrol Tegangan .....	51
2.7.	Uji <i>Wind Tunnel</i> .....	52
2.8.	Angkur Baja.....	52
2.8.1.	Berdasarkan pengujian pencabutan keluar pelekatan ( <i>bond-pull out test</i> ).....	52
2.8.2.	Berdasarkan tegangan leleh ( $f_y$ ) yang terjadi pada baja angkur	54

### **BAB III METODOLOGI**

3.1.	Tinjauan Umum.....	57
3.1.1.	Data Primer .....	57
3.1.2.	Data Sekunder.....	57

3.2. Analisa dan Perhitungan .....	58
3.3. Penyajian Laporan dan Format Penggambaran .....	59

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Properti Struktur Payung Elektrik .....	60
4.1.1. Pemilihan Material .....	60
4.1.2. Mekanikal .....	61
4.2. Perhitungan Beban Struktur Payung Elektrik .....	63
4.2.1. Beban Mati .....	63
4.2.1.1. Berat sendiri profil.....	63
4.2.1.2. Berat <i>cladding</i> .....	63
4.2.1.3. Berat mesin dan ornament .....	63
4.2.1.4. Beban kain.....	63
4.2.2. Beban Hidup.....	63
4.2.3. Beban Angin.....	63
4.2.3.1. Kondisi terbuka.....	63
4.2.3.2. Kondisi tertutup.....	66
4.2.4. Beban Gempa .....	66
4.2.5. Kombinasi Pembebanan .....	69
4.2.5.1. Kombinasi pembebanan akibat ASD ( <i>Allowable Stress Design</i> ) .....	69
4.2.5.2. Kombinasi pembebanan akibat LRFD ( <i>Lord Resistance Factor Design</i> ) .....	69
4.3. Cek Lendutan.....	70
4.3.1. Lendutan yang terjadi pada struktur desain .....	71
4.3.2. Lendutan yang terjadi pada struktur alternatif desain.....	71
4.4. Cek Kekuatan Profil .....	71
4.4.1. Pada struktur desain.....	71
4.4.1.1. Cek <i>Buckling</i> .....	71
4.4.1.2. Cek tegangan maksimum.....	73
4.4.2. Pada struktur alternatif desain.....	76
4.4.1.1. Cek <i>Buckling</i> .....	76
4.4.1.2. Cek tegangan maksimum.....	78

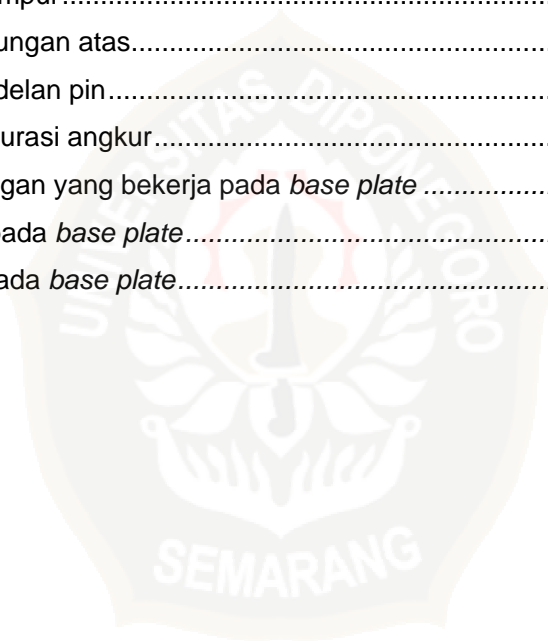
4.5. Cek Tekuk pada Diagonal Arm (Pipa $D5\frac{1}{2}$ " ) .....	81
4.6. Perhitungan Sambungan Las .....	82
4.6.1. Perhitungan Las Sudut .....	82
4.6.2. Perhitungan Las Tumpul .....	84
4.7. Cek Kekuatan Pin dan Sambungan .....	87
4.7.1. Cek Kekuatan Sambungan .....	87
4.7.2. Cek Kekuatan Pin .....	88
4.8. Perhitungan Angkur .....	89
4.8.1. Konfigurasi Angkur .....	89
4.8.2. Perhitungan Gaya Yang Bekerja Pada Angkur (P) .....	89
4.8.3. Cek Momen .....	90
4.8.4. Perhitungan panjang penyaluran ( $L_d$ ) .....	90
4.9. Cek Kekuatan <i>Base Plate</i> .....	91
4.9.1. Menentukan Daerah Tekan .....	91
4.9.2. Cek Tegangan .....	93
 <b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan .....	95
5.2. Saran .....	96

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Koefisien beban angin bawah struktur payung kondisi terbuka.....	19
Gambar 2.2. Koefisien beban angin atas struktur payung kondisi terbuka .....	20
Gambar 2.3. Koefisien beban angin samping struktur payung kondisi terbuka.....	20
Gambar 2.4. Koefisien beban angin samping struktur payung kondisi tertutup .....	21
Gambar 2.5. Pembagian daerah gempa di Indonesia .....	22
Gambar 2.6. Spektrum respon untuk masing-masing daerah gempa .....	24
Gambar 2.7. Model <i>finite element</i> .....	33
Gambar 2.8. Sistem koordinat <i>finite element</i> persegi.....	34
Gambar 2.9. Sistem koordinat <i>finite element</i> segitiga .....	35
Gambar 2.10. <i>Flexural buckling</i> pada kolom .....	37
Gambar 2.11. <i>Torsional buckling</i> pada kolom .....	37
Gambar 2.12. <i>Buckling modes</i> .....	38
Gambar 2.13. <i>Lateral buckling</i> pada balok .....	39
Gambar 2.14. <i>Plate buckling</i> .....	39
Gambar 2.15. Hubungan antara k dan rasio a/b dari pelat.....	40
Gambar 2.16. <i>Shell buckling</i> .....	40
Gambar 2.17. <i>Elastic postbuckling curve for compressed element</i> .....	41
Gambar 2.18. <i>Local buckling</i> .....	41
Gambar 2.19. Penampang melintang profil .....	42
Gambar 2.20. Macam las sudut.....	47
Gambar 2.21. Las tumpul .....	48
Gambar 2.22. Las-V tanpa las lawan .....	48
Gambar 2.23. Las-V dengan las lawan .....	48
Gambar 2.24. Las-X .....	48
Gambar 2.25. Las sudut datar .....	49
Gambar 2.26. Las sudut dua lapis.....	49
Gambar 2.27. Las sudut untuk pelat.....	49
Gambar 2.28. <i>pull-out test</i> .....	53
Gambar 4.1. Tampak samping struktur payung elektrik .....	61
Gambar 4.2. Tampak atas struktur payung elektrik.....	61
Gambar 4.3. Tumpuan struktur payung elektrik .....	62
Gambar 4.4. Distribusi beban angin bawah.....	64



Gambar 4.5. Distribusi beban angin atas .....	64
Gambar 4.6. Distribusi beban angin arah samping .....	65
Gambar 4.7. Tampak atas pemodelan pembebanan angin .....	65
Gambar 4.8. Distribusi beban angin kondisi tertutup .....	66
Gambar 4.9. Grafik respon spektrum gempa rencana untuk wilayah gempa 2.....	68
Gambar 4.10. Gambar defleksi maksimum .....	70
Gambar 4.11. Pemodelan cek tekuk pada <i>diagonal arm</i> .....	81
Gambar 4.12. Las sudut pada tumpuan .....	82
Gambar 4.13. Detail las sudut .....	83
Gambar 4.14. Las tumpul .....	84
Gambar 4.15. Sambungan atas.....	87
Gambar 4.16. Pemodelan pin.....	88
Gambar 4.17. Konfigurasi angkur.....	89
Gambar 4.18. Tegangan yang bekerja pada <i>base plate</i> .....	92
Gambar 4.19. $S_{max}$ pada <i>base plate</i> .....	93
Gambar 4.20. $S_{VM}$ pada <i>base plate</i> .....	94



# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.....	16
Tabel 2.2. Jenis tanah berdasarkan SNI gempa 2002 .....	26
Tabel 2.3. Faktor keutamaan untuk berbagai kategori gedung dan bangunan .....	27
Tabel 2.4. Parameter daktilitas struktur gedung .....	28
Tabel 2.5. Faktor daktilitas maksimum ( $\mu_m$ ), faktor reduksi gempa maksimum ( $R_m$ ), faktor tahanan lebih struktur ( $f_1$ ) beberapa jenis sistem/subsistem struktur gedung.....	29
Tabel 2.6. Koefisien $\zeta$ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung.....	31
Tabel 2.7. Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan ( $f_y$ dinyatakan dalam MPa, simbol mengacu pada gambar 2.19).....	43
Tabel 2.8. Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan ( $f_y$ dinyatakan dalam MPa, simbol mengacu pada Gambar 2.19).....	44
Tabel 4.1. Berat tingkat dan Massa tingkat struktur payung elektrik .....	66
Tabel 4.2. Spektrum respon gempa .....	68
Tabel 4.3. Cek <i>buckling</i> profil IWF pada struktur desain berdasarkan ukuran profil .....	72
Tabel 4.4. Cek <i>buckling</i> pipa pada struktur desain berdasarkan ukuran profil .....	73
Tabel 4.5. Cek <i>buckling</i> profil INP pada struktur alternative desain berdasarkan ukuran profil .	77
Tabel 4.6. Cek <i>buckling</i> pipa pada struktur alternative desain berdasarkan ukuran profil .....	77
Tabel 4.7. Perhitungan las.....	85
Tabel 4.8. Cek kekuatan sambungan .....	88
Tabel 4.9. Cek kekuatan pin .....	88
Tabel 4.10. Perhitungan momen arah XY .....	90
Tabel 4.11. Perhitungan momen arah diagonal.....	90