

HALAMAN PENGESAHAN

Judul :
PERENCANAAN PONDASI KSSL
(KONSTRUKSI SARANG LABA-LABA)
PADA PROYEK INSTALASI RAWAT INAP
YAYASAN RUMAH SAKIT ISLAM SURAKARTA

Disusun Oleh :

Annette Ricke Hp **L2A002015**

Sri Hartati **L2A002150**

Semarang, April 2007

Disetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Indrastono DA, M.Eng

NIP 131 773 820

Hardi Wibowo, S.T, M.Eng

NIP 132 205 688

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. BAMBANG PUDJIANTO, MT

NIP. 131 459 442

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Pondasi KSSL (Konstruksi Sarang Laba-laba) pada Proyek Instalasi Rawat Inap Yayasan Rumah Sakit Islam Surakarta.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan pendidikan strata I (S-I) di jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu dalam menyusun laporan ini. Oleh karena itu melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT selaku Ketua jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ibu Ir. Sri Sangkawati, MS selaku Sekretaris jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Ir. Arif Hidayat, CES, MT selaku Ketua Bidang Akademik jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Ir. Arif Hidayat, CES, MT dan Ibu Ir. Siti Hardiyati SP1 selaku Dosen Wali Penulis di jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Diponegoro Semarang.
5. Bapak Ir. Indrastono DA, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Hardi Wibowo, S.T, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir penulis yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang banyak membantu kepada penulis.

6. Bapak H.A. Rudiyanto selaku Direktur Umum Rumah Sakit Islam Surakarta.
7. Ibu Laily Alfiah, S.T. selaku selaku pengawas lapangan, serta Bapak Suhari, Bapak Bambang selaku staf pelaksana dari PT. Katama Suryabumi pada Proyek Instalasi Rawat Inap Yayasan Rumah Sakit Islam Surakarta.
8. Bapak Ir. Hanggoro Tri Cahyo A, M.T. selaku pihak konsultan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Staf pengajaran jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Diponegoro Semarang yang telah mengurus surat perijinan penulis sehingga dapat melaksanakan Tugas Akhir dengan lancar.
10. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya angkatan 2002 yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu Penulis, baik secara moril maupun material.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih ada kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penulis semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang teknik sipil.

Semarang, April 2007

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Absrak | iii |
| Abstract | iv |
| Kata Pengantar | v |
| Daftar Isi | vii |
| Daftar Tabel | x |
| Daftar Gambar | xii |
| Daftar Lampiran | xv |
| | |
| BAB I : PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | I-1 |
| 1.2 Maksud dan Tujuan | I-2 |
| 1.3 Ruang Lingkup | I-3 |
| 1.4 Sasaran..... | I-3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | I-3 |
| | |
| BAB II : KAJIAN PUSTAKA | |
| 2.1 Klasifikasi Pondasi | II-1 |
| 2.1.1 Pondasi Dangkal (<i>Shallow Foundation</i>)..... | II-1 |
| 2.1.2 Pondasi Dalam (<i>Deep Foundation</i>) | II-8 |
| 2.2 Pondasi KSSL (<i>Konstruksi Sarang Laba - laba</i>) | II-17 |
| 2.2.1 Tinjauan Umum Pondasi KSSL | II-17 |
| 2.2.2 Kajian Keistimewaan Pondasi KSSL | II-21 |
| 2.2.3 Pengaruh Kekakuan Ekuivalen dan Letak Pelat di Atas Sisi Rib pada Pondasi KSSL terhadap Proses Penyebaran Beban | II-27 |

| | |
|---|-------|
| 2.2.4 Perencanaan Pondasi KSSL | II-29 |
| 2.2.5 Kontrol Pondasi KSSL | II-34 |
| 2.3 Klasifikasi Beban..... | II-36 |
| 2.3.1 Pembebanan pada Struktur Atas | II-36 |
| 2.3.1.1 Beban Statik | II-36 |
| 2.3.1.2 Beban Dinamik | II-40 |
| 2.4 Perencanaan dan Analisis Struktur Bawah | II-47 |
| 2.4.1 Daya Dukung Tanah | II-47 |
| 2.4.2 Penurunan (<i>Settlement</i>) | II-48 |
| 2.5 Plaxis V. 7.2 | II-56 |

BAB III : METODOLOGI

| | |
|------------------------------------|-------|
| 3.1 Tinjauan Umum | III-1 |
| 3.2 Pengumpulan Data | III-1 |
| 3.2.1 Data Primer | III-1 |
| 3.2.2 Data Sekunder | III-1 |
| 3.3 Perhitungan dan Analisis | III-2 |
| 3.4 Penyajian Laporan | III-5 |

BAB IV : PERHITUNGAN DAN ANALISIS

| | |
|--|-------|
| 4.1 Analisis Data | IV-1 |
| 4.1.1 Analisis Data Tanah | IV-1 |
| 4.1.1.1 Hasil Pemboran Inti | IV-1 |
| 4.1.1.2 Hasil Pengujian Mekanika Tanah | IV-2 |
| 4.1.1.3 Hasil Pengujian <i>Sondir</i> | IV-3 |
| 4.1.2 Analisa Pembebanan Struktur Atas | IV-6 |
| 4.1.2.1 Beban Atap | IV-7 |
| 4.1.2.2 Beban Pelat | IV-7 |
| 4.1.2.3 Beban Kolom | IV-8 |
| 4.1.2.4 Beban Balok..... | IV-8 |
| 4.1.2.5 Perhitungan Beban Gempa..... | IV-9 |
| 4.2 Perhitungan Pondasi KSSL (Konstruksi Sarang Laba-laba | IV-24 |
| 4.2.1 Perhitungan Daya Dukung Pondasi KSSL | IV-24 |
| 4.2.2 Perhitungan Tegangan Tanah yang terjadi di bawah Pelat | |

| | |
|--|-------|
| Pondasi | IV-26 |
| 4.2.3 Perhitungan Dimensi Rib Konstruksi dan Rib Settlement..... | IV-29 |
| 4.2.3.1 Perhitungan Rib Konstruksi | IV-29 |
| 4.2.3.2 Perhitungan Rib <i>Settlement</i> | IV-32 |
| 4.2.4 Perhitungan Tebal Ekuivalen | IV-33 |
| 4.2.5 Perhitungan Penulangan..... | IV-35 |
| 4.2.5.1 Perhitungan Momen untuk Penulangan | IV-35 |
| 4.2.5.2 Perhitungan Penulangan Rib Konstruksi | IV-45 |
| 4.2.5.3 Perhitungan Penulangan Pelat Rib Konstruksi | IV-47 |
| 4.2.5.4 Perhitungan Penulangan Rib <i>Settlement</i> | IV-50 |
| 4.2.5.5 Perhitungan Penulangan Pelat Rib <i>Settlement</i> | IV-52 |
| 4.2.5.6 Perhitungan Penulangan Pelat Pondasi | IV-56 |
| 4.3 Kontrol Konstruksi | IV-59 |
| 4.3.1 Kontrol terhadap Guling | IV-59 |
| 4.3.2 Kontrol terhadap Geser | IV-60 |
| 4.4 Analisa Penurunan (<i>Settlement</i>) | IV-62 |
| 4.4.1 Prediksi Penurunan / <i>Settlement</i> secara Manual | IV-62 |
| 4.4.2 Perhitungan Penurunan / <i>Settlement</i> dengan menggunakan SAP 2000 | IV-64 |
| 4.5 Analisa Keistimewaan Pondasi KSSL | IV-65 |
| 4.5.1 Perhitungan Penurunan dengan Plaxis v. 7.2..... | IV-67 |
| 4.5.2 Perhitungan Penurunan dengan SAP 2000 | IV-83 |

BAB V : PENUTUP

| | |
|----------------------|-----|
| 5.1 Kesimpulan | V-1 |
| 5.2 Saran | V-3 |

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|-------|
| Tabel 2.1 | Faktor Daya Dukung untuk Persamaan Terzaghi | II-7 |
| Tabel 2.2 | Faktor-faktor Bentuk, Kedalaman dan Kemiringan untuk Persamaan Daya Dukung Meyerhof | II-8 |
| Tabel 2.3 | Faktor Keutamaan Struktur ditinjau dari Keutamaan Bangunannya... | II-44 |
| Tabel 2.4 | Faktor Pengaruh yang Tergantung dari Bentuk Pondasi dan Kekakuan Pondasi (I_w) | II-50 |
| Tabel 2.5 | Angka Poisson Ratio (μ) menurut Jenis Tanah | II-50 |
| Tabel 2.6 | Nilai Sifat Elastisitas Tanah (E_s) menurut Jenis Tanah | II-51 |
| Tabel 4.1 | Korelasi Nilai N dan jenis Tanah | IV-2 |
| Tabel 4.2 | Nilai q_c (<i>konus resistance</i>) | IV-3 |
| Tabel 4.3 | Nilai Daya Dukung Tanah berdasarkan Nilai q_c | IV-4 |
| Tabel 4.4 | <i>Summary of Soil Data</i> Rumah Sakit Islam Surakarta | IV-6 |
| Tabel 4.5 | Nilai μ dan R berdasarkan taraf Kinerja Gedung | IV-12 |
| Tabel 4.6 | Faktor Daktilitas Maksimum (μ_m), Faktor Reduksi Gempa Maksimum (R_m) dan Faktor Tahanan Lebih Struktur (f_1) beberapa Jenis Sistem/Subsistem Gedung | IV-12 |
| Tabel 4.7 | Jenis tanah Dasar untuk Perhitungan Beban Gempa | IV-14 |
| Tabel 4.8 | Perhitungan Kuat Geser Tanah Dasar | IV-15 |
| Tabel 4.9 | Nilai q_0 pada beberapa Titik | IV-29 |
| Tabel 4.10 | Komparasi Perhitungan Nilai Momen untuk Perhitungan Tulangan.. | IV-43 |
| Tabel 4.11 | Komparasi Perhitungan Penurunan dengan cara Manual dan SAP 2000 | IV-65 |
| Tabel 4.12 | Harga-harga Koefisien Rembesan | IV-68 |
| Tabel 4.13 | Input Data Tanah untuk Perhitungan dalam Plaxis | IV-69 |
| Tabel 4.14 | <i>Material Properties</i> Pelat Pondasi | IV-70 |

| | | |
|------------|---|-------|
| Tabel 4.15 | <i>Material Properties</i> Balok Rib Konstruksi | IV-70 |
| Tabel 4.16 | <i>Material Properties</i> Balok Rib <i>Settlement</i> | IV-70 |
| Tabel 4.17 | Penurunan pada Titik-titik yang Ditinjau pada Pemodelan 1..... | IV-78 |
| Tabel 4.18 | Penurunan pada Titik-titik yang Ditinjau pada Pemodelan 2 | IV-82 |
| Tabel 4.19 | Komparasi perhitungan Penurunan Pondasi dengan dan tanpa Menggunakan Rib <i>Settlement</i> | IV-84 |
| Tabel 5.1 | Hasil Perhitungan Penurunan | V-3 |
| Tabel 5.2 | Hasil Perhitungan Penurunan dengan SAP 2000 dan Plaxis | V-3 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|-------|
| Gambar 2.1 | Bagan-bagan Pondasi Telapak | II-2 |
| Gambar 2.2 | Pondasi Telapak (footing) sebagai Pondasi Dangkal yang Umum Dipakai | II-2 |
| Gambar 2.3 | Macam Pondasi Pelat / Rakit / Mat | II-3 |
| Gambar 2.4 | (a) Model Pondasi, (b) Grafik Hubungan antara beban dan Penurunan | II-5 |
| Gambar 2.5 | (a) Keruntuhan Geser Menyeluruh, (b) Keruntuhan Geser Setem- Pat | II-5 |
| Gambar 2.6 | Tampak Contoh Pondasi Tiang Pancang Sebagai Pondasi Dalam yang Umum Dipakai | II-9 |
| Gambar 2.7 | Tiang Pancang Kelompok dan Tiang Pancang Tunggal | II-10 |
| Gambar 2.8 | Daya Dukung Tiang Pancang dalam Lapisan LempunG..... | II-15 |
| Gambar 2.9 | Tampak penulangan rib-rib pondasi KSSL | II-18 |
| Gambar 2.10 | Contoh Pondasi KSSL dalam Sketsa Potongan dan Denah | II-19 |
| Gambar 2.11 | Pelat Pipih Menerus yang Dikakukan oleh Rib Tegak, Pipih dan Tinggi di bawahnya | II-21 |
| Gambar 2.12 | Tampak Denah, Potongan dan Diagram Penyebaran Beban dan Kekakuan Ekuivalen pada Pondasi KSSL | II-22 |
| Gambar 2.13 | Susunan Konstruksi Pelat di Sisi Atas Rib dan Sistem Perbaikan Tanah | II-23 |
| Gambar 2.14 | Rib <i>Settlement</i> | II-24 |
| Gambar 2.15 | Kolom yang Mencengkeram Pertemuan Rib-rib sampai ke Dasar Rib | II-24 |
| Gambar 2.16 | Perbandingan Proses Penyebaran Beban | II-28 |
| Gambar 2.17 | Tampak tulangan plat di sekeliling sebuah kolom pada pondasi KSSL | II-29 |

| | | |
|-------------|---|-------|
| Gambar 2.18 | Luasan Daerah Penyebaran Beban Sebelum memikul Momen | II-32 |
| Gambar 2.19 | Luasan Daerah Penyebaran Beban setelah Memikul Momen | II-33 |
| Gambar 2.20 | Pembebanan Lajur pada Pelat selebar c (daerah yang diarsir) | II-34 |
| Gambar 2.21 | Gaya-gaya yang Bekerja pada Struktur Basement | II-39 |
| Gambar 2.22 | Pengaruh Angin pada Bangunan Gedung | II-41 |
| Gambar 2.23 | Koefisien Angin untuk Tekanan dan Hisapan pada Bangunan | II-42 |
| Gambar 2.24 | Klasifikasi Beban pada Struktur Atas | II-45 |
| Gambar 2.25 | Penurunan Seketika | II-48 |
| Gambar 2.26 | Penurunan Konsolidasi | II-52 |
| Gambar 2.27 | Grafik Penyajian Penurunan Konsolidasi Primer dan Sekunder | II-53 |
| Gambar 2.28 | Metode Casagrande untuk menentukan Jenis Konsolidasi | II-54 |
| Gambar 2.29 | <i>Input</i> Program | II-57 |
| Gambar 2.30 | <i>Calculation</i> Program | II-58 |
| Gambar 2.31 | <i>Output</i> Program | II-58 |
| Gambar 2.32 | <i>Curve</i> Program | II-59 |
| Gambar 3.1 | Flowchart Perencanaan Pondasi KSSL | III-4 |
| Gambar 4.1 | Kedalaman Tanah dan <i>Soil Properties</i> di setiap Rentang Kedalaman | IV-4 |
| Gambar 4.2 | Stratifikasi / Pelapisan Tanah Dasar | IV-14 |
| Gambar 4.3 | Peta Kegempaan di Indonesia | IV-16 |
| Gambar 4.4 | Spektrum Respons Gempa Rencana pada berbagai Wilayah Kegempaan | IV-17 |
| Gambar 4.5 | Spektrum Respon Gempa Rencana untuk Wilayah Gempa 4 | IV-18 |
| Gambar 4.6 | Tampak Denah dan Konfigurasi Struktur | IV-19 |
| Gambar 4.7 | Hasil <i>Output Joint Reactions</i> Perhitungan Struktur Utama dengan SAP 2000 | IV-20 |
| Gambar 4.8 | Tampak Bidang Momen pada potongan Portal arah X As 1..... | IV-20 |
| Gambar 4.9 | Tampak Bidang Lintang pada potongan Portal arah X As 1..... | IV-21 |
| Gambar 4.10 | Tampak Bidang Normal pada potongan Portal arah X As 1 | IV-21 |
| Gambar 4.11 | Beban-beban Kolom yang Diterima Pondasi | IV-22 |
| Gambar 4.12 | Pelat Pondasi | IV-24 |
| Gambar 4.13 | Pembagian Luasan Denah Gedung | IV-26 |
| Gambar 4.14 | Luasan Daerah Penyebaran Beban Sebelum memikul Momen | IV-29 |
| Gambar 4.15 | Tampak Atas Luas Daerah Penyebaran Beban | IV-31 |

| | | |
|-------------|---|-------|
| Gambar 4.16 | Rib Konstruksi dan Rib Settlement | IV-39 |
| Gambar 4.17 | Plat Pondasi dan Rib-rib | IV-40 |
| Gambar 4.18 | Pembebanan pada Struktur Pondasi | IV-41 |
| Gambar 4.19 | <i>Display output</i> Momen maksimum pada Pelat Pondasi | IV-41 |
| Gambar 4.20 | <i>Display output V</i> maksimum pada Pelat Pondasi | IV-42 |
| Gambar 4.21 | <i>Display Ouput</i> Momen Maksimum pada Rib <i>Settlement</i> | IV-42 |
| Gambar 4.22 | <i>Display Ouput</i> Momen Maksimum pada Rib Konstruksi | IV-43 |
| Gambar 4.23 | <i>Display Output V</i> maksimum pada Rib Konstruksi | IV-49 |
| Gambar 4.24 | Penulangan Rib Konstruksi | IV-50 |
| Gambar 4.25 | <i>Display Output V</i> maksimum pada Rib <i>Settlement</i> | IV-54 |
| Gambar 4.26 | Penulangan Rib <i>Settlement</i> | IV-55 |
| Gambar 4.27 | Beban-beban pada Potongan Portal arah X | IV-60 |
| Gambar 4.28 | Tampak Nilai-nilai Penurunan pada tiap Titik | IV-65 |
| Gambar 4.29 | Geometri Struktur pada Potongan sepanjang As G arah Y..... | IV-68 |
| Gambar 4.30 | Proses Input Data Tanah dalam Plaxis | IV-69 |
| Gambar 4.31 | Proses Input Nilai-nilai Beban Terpusat | IV-71 |
| Gambar 4.32 | Proses Input Beban Merata | IV-71 |
| Gambar 4.33 | Hasil <i>Generate Mesh</i> | IV-72 |
| Gambar 4.34 | Kondisi <i>Active Pore Pressure</i> | IV-73 |
| Gambar 4.35 | Kondisi <i>Effective Stresses</i> | IV-73 |
| Gambar 4.36 | Titik-titik yang akan ditinjau Penurunannya | IV-74 |
| Gambar 4.37 | Tahapan Konstruksi untuk Perhitungan | IV-75 |
| Gambar 4.38 | Hasil <i>Extreme Total Displacement</i> | IV-75 |
| Gambar 4.39 | Hasil <i>Horisontal Displacement</i> | IV-76 |
| Gambar 4.40 | Hasil <i>Vertical Displacement</i> | IV-76 |
| Gambar 4.41 | <i>Effective Stresses</i> | IV-77 |
| Gambar 4.42 | Kurva <i>Displacement - Total Multipliers 1</i> | IV-77 |
| Gambar 4.43 | Pemodelan Struktur Pondasi tanpa Rib <i>Settlement</i> | IV-79 |
| Gambar 4.44 | Hasil <i>Extreme Total Displacement</i> | IV-80 |
| Gambar 4.45 | <i>Horisontal Displacement</i> | IV-80 |
| Gambar 4.46 | <i>Vertical Displacement</i> | IV-81 |
| Gambar 4.47 | Kurva <i>Displacement - Total Multipliers 2</i> | IV-81 |
| Gambar 4.48 | Pemodelan Struktur Pondasi tanpa Rib <i>Settlement</i> dengan SAP 2000 | IV-83 |

| | | |
|-------------|---|-------|
| Gambar 4.49 | Nilai Penurunan pada tiap Titik dari Struktur Pondasi | IV-85 |
| Gambar 5.1 | Penulangan Rib Konstruksi | V-2 |
| Gambar 5.2 | Penulangan Rib <i>Settlement</i> | V-2 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------|---|
| Lampiran 1 | : Surat - surat Tugas Akhir |
| Lampiran 2 | : Lembar Asistensi |
| Lampiran 3 | : Data-data Tanah |
| Lampiran 4 | : Data-data Struktur |
| Lampiran 5 | : Output Perhitungan SAP 2000 Struktur Atas |
| Lampiran 6 | : Output Perhitungan SAP 2000 Pondasi |
| Lampiran 7 | : Gambar Rencana Pondasi KSSL |