

## DAFTAR ISI

|  |        |
|--|--------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                   | i      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....              | ii     |
| <b>BERITA ACARA</b> .....                    | iii    |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....           | iv     |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                  | vii    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                         | ix     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                      | xi     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                   | xvi    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                    | xxi    |
| <b>DAFTAR NOTASI</b> .....                   | xxiii  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                 | xxviii |
| <br>   |        |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....               | 1      |
| 1.1 Latar Belakang .....                     | 1      |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                     | 3      |
| 1.3 Tujuan .....                             | 3      |
| 1.4 Batasan Masalah .....                    | 3      |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....              | 4      |
| <br>   |        |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....         | 6      |
| 2.1 Tinjauan Umum .....                      | 6      |
| 2.2 Pengertian Basement .....                | 7      |
| 2.3 Tipe-Tipe Basement .....                 | 9      |
| 2.4 Tipe Struktur Penahan Tanah .....        | 12     |
| 2.4.1 Sistim Penunjang .....                 | 13     |
| 2.5 Persyaratan Gempa SNI-1726-2002 .....    | 13     |
| 2.5.1 <i>Response Spectrume Design</i> ..... | 13     |
| 2.5.2 Koefisien Respon Seismik .....         | 16     |
| 2.5.3 Periode Alami Struktur .....           | 17     |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.5.4  | Simpangan Antar Lantai .....   | 18 |
| 2.5.5  | Kinerja Batas Ultimit .....  | 18 |
| 2.5.6  | Kombinasi Pembebanan .....   | 19 |
| 2.5.7  | Geser Dasar Seismik .....  | 19 |
| 2.5.8  | Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur<br>Bangunan .....          | 20 |
| 2.5.9  | Pemilihan Sistem Struktur Penahan Beban Gempa .                          | 22 |
| 2.5.10 | Kategori Desain Seismik .....  | 24 |
| 2.5.11 | Faktor Redundansi .....  | 25 |
| 2.6    | Klasifikasi Tanah Berdasarkan N-SPT .....                                | 26 |
| 2.6.1  | Permeabilitas .....  | 27 |
| 2.6.2  | <i>Modulus Young</i> ( $E_s$ ) dan <i>Poission Ratio</i> ( $\nu$ ) ..... | 28 |
| 2.6.3  | Sudut Geser Dalam .....  | 29 |
| 2.6.4  | Kohesi .....   | 30 |
| 2.7    | Tanah Lunak .....  | 31 |
| 2.7.1  | Deskripsi Tanah Lunak .....  | 31 |
| 2.7.2  | Tanah Lempung Lunak .....  | 32 |
| 2.8    | Penyelidikan Tanah Untuk Pelaksanaan Pondasi .....                       | 32 |
| 2.9    | Dinding Penahan Tanah .....  | 33 |
| 2.10   | Dinding Basement .....   | 35 |
| 2.11   | Pondasi <i>Bored Pile</i> .....  | 36 |
| 2.12   | Kapasitas Daya Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> Data N-SPT .             | 37 |
| 2.13   | Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Grup .....                           | 38 |
| 2.13.1 | Jarak Tiang .....  | 41 |
| 2.13.2 | Beban Maksimum Pada Pondasi Tiang Kelompok ..                            | 41 |
| 2.13.3 | Efisiensi Grup Tiang .....   | 42 |
| 2.14   | Tahanan Lateral Pondasi .....  | 43 |
| 2.15   | Kontrol Defleksi Tiang vertical .....                                    | 45 |
| 2.16   | Penurunan Pondasi Tiang .....  | 46 |
| 2.16.1 | Penurunan Pada Tiang Tunggal .....                                       | 46 |
| 2.16.2 | Penurunan Pada Tiang Kelompok (Vesic,1977) .....                         | 50 |

|                |   |    |
|----------------|---|----|
| 2.16.3         | Penurunan Konsolidasi Pada Tiang Kelompok .....           | 51 |
| 2.16.4         | Waktu Penurunan Konsolidasi .....                         | 52 |
| 2.17           | Penulangan Pondasi <i>Bored Pile</i> .....                | 52 |
| 2.17.1         | Perhitungan Tulangan Utama .....                          | 52 |
| 2.17.2         | Perhitungan Tulangan Sengkang .....                       | 54 |
| 2.18           | Penentuan Tebal <i>Pile Cap</i> .....                     | 55 |
| 2.18.1         | Kontrol Tegangan Geser 2 Arah ( Geser <i>Pons</i> ) ..... | 55 |
| 2.18.2         | Gaya Geser yang Ditahan Beton .....                       | 55 |
| 2.19           | Penulangan <i>Pile Cap</i> .....                          | 56 |
| 2.19.1         | Jarak Antar Tiang <i>Pile Cap</i> .....                   | 56 |
| 2.19.2         | Tulangan <i>Pile Cap</i> .....                            | 56 |
| <b>BAB III</b> | <b>METODOLOGI</b> .....                                   | 57 |
| 3.1            | Pendahuluan .....   | 57 |
| 3.2            | Pengumpulan Data .....                                    | 57 |
| 3.2.1          | Data Tanah .....  | 58 |
| 3.2.2          | Data Pembebanan Struktur Atas .....                       | 59 |
| 3.3            | Analisa Struktur dengan Program ETABS 2016 .....          | 62 |
| 3.3.1          | Tahapan Perencanaan Struktur dengan ETABS.....            | 62 |
| 3.3.2          | Desain Skematik .....                                     | 63 |
| 3.3.3          | Perhitungan Beban Struktur .....                          | 64 |
| 3.3.4          | Analisa Struktur .....                                    | 64 |
| 3.3.5          | Desain Struktur .....                                     | 65 |
| 3.4            | Analisa Struktur dengan Program PLAXIS V.8.6 .....        | 65 |
| 3.4.1          | Prosedur Analisis PLAXIS .....                            | 66 |
| 3.4.2          | Penentuan <i>Input</i> PLAXIS v.8.6 .....                 | 66 |
| 3.4.3          | Perhitungan PLAXIS v.8.6 .....                            | 67 |
| 3.4.4          | <i>Output</i> PLAXIS v.8.6 .....                          | 67 |
| 3.5            | Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal .....               | 67 |
| 3.6            | Perhitungan Daya Dukung Tiang Grup .....                  | 67 |
| 3.7            | Perhitungan Tahanan Lateral Pondasi .....                 | 68 |

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| 3.8           | Perhitungan Penurunan ( <i>Settlement</i> ) Pondasi .....                         | 68        |
| 3.9           | Penulangan Pondasi <i>Bored Pile</i> .....  | 68        |
| 3.10          | Analisis Daya Dukung dengan Program <i>All Pile</i> .....                         | 69        |
| 3.11          | Perhitungan Beban Maksimum Tiang Pada <i>Group Pile</i> .....                     | 69        |
| 3.12          | Perhitungan Dinding Penahan Tanah.....  | 70        |
| 3.13          | Perencanaan Penulangan Dinding Basement .....                                     | 70        |
| 3.14          | Perencanaan Penulangan Pondasi <i>Bored Pile</i> .....                            | 70        |
| 3.15          | Perencanaan Penulangan <i>Pile Cap</i> .....                                      | 70        |
| <b>BAB IV</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....   | <b>73</b> |
| 4.1           | Tinjauan Pustaka .....  | 73        |
| 4.2           | Data Tanah .....  | 73        |
| 4.2.1         | Laporan Penyelidikan Tanah .....  | 73        |
| 4.2.2         | Profil Tanah .....  | 77        |
| 4.2.3         | Statigrafi Lapisan Tanah .....  | 77        |
| 4.3           | Pemodelan Struktur Atas .....   | 79        |
| 4.3.1         | Data Bangunan .....   | 79        |
| 4.3.2         | Konfigurasi Bangunan .....  | 80        |
| 4.3.3         | Perhitungan Beban Gempa .....   | 83        |
| 4.3.4         | Pembebanan .....  | 87        |
| 4.3.5         | Tranlasi .....  | 88        |
| 4.3.6         | Perbandingan Gaya Gempa Statik Ekuivalen<br>dengan <i>Response Spectrum</i> ..... | 89        |
| 4.4           | Pemodelan Struktur Bawah Basement .....   | 99        |
| 4.4.1         | Perhitungan Konversi <i>Secondary Pile</i> .....                                  | 99        |
| 4.4.2         | <i>Input Data</i> Plaxis 2D .....   | 101       |
| 4.4.3         | Pemodelan PLAXIS 2D .....   | 102       |
| 4.4.4         | Tahap Perhitungan .....   | 103       |
| 4.4.5         | Hasil Perhitungan .....   | 104       |
| 4.5           | Analisa Dinding Basement .....  | 139       |
| 4.5.1         | Penentuan Tebal Dinding Basement .....  | 139       |

|              |   |       |
|--------------|---|-------|
| 4.5.2        | Analisis Basement Pada ETABS .....  | 139   |
| 4.5.3        | Perhitungan Tulangan Dinding Basement .....                                 | 141   |
| 4.6          | Perhitungan Pondasi <i>Bored Pile</i> .....                                 | 144   |
| 4.6.1        | Data Pondasi <i>Bored Pile</i> .....  | 144   |
| 4.6.2        | Daya Dukung Pondasi Satu Tiang .....  | 145   |
| 4.6.3        | Jumlah Tiang Diperlukan .....   | 152   |
| 4.6.4        | Daya Dukung Pondasi Kelompok Tiang<br>( <i>group pile</i> ) .....           | 153   |
| 4.6.5        | Tahanan Lateral Pondasi .....   | 154   |
| 4.6.6        | Penurunan ( <i>Settlement</i> ) Pondasi .....                               | 156   |
| 4.6.7        | Beban Maksimum Tiang Pada Kelompok Tiang ....                               | 164   |
| 4.6.8        | Analisis Daya Dukung dan Penurunan dengan<br><i>Software All Pile</i> ..... | 165   |
| 4.6.9        | Perhitungan Tulangan Utama Pondasi<br><i>Bored Pile</i> .....               | 166   |
| 4.6.10       | Perhitungan Tulangan Transversal Pondasi<br><i>Bored Pile</i> .....         | 171   |
| 4.7          | Analisis <i>Pile Cap</i> .....  | 172   |
| 4.7.1        | Data <i>Pile Cap</i> .....  | 172   |
| 4.7.2        | Kontrol Geser Pons .....  | 172   |
| 4.7.3        | Perhitungan <i>Pile Cap</i> .....   | 175   |
| <b>BAB V</b> | <b>PENUTUP</b> .....  | 179   |
| 5.1          | Kesimpulan .....  | 179   |
| 5.2          | Saran .....   | 180   |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....   | xxix  |
|              | <b>LAMPIRAN – LAMPIRAN</b> .....  | xxxii |

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1  | Koefisien Situs, $F_v$ .....   | 15 |
| Tabel 2.2  | Koefisien Situs, $F_a$ .....   | 15 |
| Tabel 2.3  | Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung .....                                    | 17 |
| Tabel 2.4  | Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....   | 17 |
| Tabel 2.5  | Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya<br>untuk Beban Gempa .....                | 20 |
| Tabel 2.6  | Faktor Keutamaan Gempa .....   | 22 |
| Tabel 2.7  | Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....                      | 23 |
| Tabel 2.8  | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons<br>Percepatan pada Periode Pendek .....  | 24 |
| Tabel 2.9  | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons<br>Percepatan pada Periode 1 Detik ..... | 24 |
| Tabel 2.10 | Hubungan antara kepadatan dengan berat jenis<br>tanah kering, N-SPT, $q_c$ , dan $\phi$ .....  | 26 |
| Tabel 2.11 | Hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis<br>tanah jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) .....         | 27 |
| Tabel 2.12 | Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering .....  | 27 |
| Tabel 2.13 | Nilai Permeabilitas ( $k$ ) dalam satuan (m/s) .....   | 28 |
| Tabel 2.14 | Hubungan Modulus Elastisitas ( $E_s$ ) dan Nilai <i>poisson ratio</i> ...                      | 28 |
| Tabel 2.15 | Hubungan antara sudut geser dalam dengan jenis tanah .....                                     | 29 |
| Tabel 2.16 | Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas,<br>dan Jenis Tanah. ....               | 30 |
| Tabel 2.17 | Hubungan antara N-SPT, kohesi, sudut geser tanah .....   | 30 |
| Tabel 2.18 | Tipe Tanah Lunak berdasarkan Kadar Organik .....   | 31 |
| Tabel 2.19 | Definisi Kuat Geser Lempung Lunak .....  | 32 |
| Tabel 2.20 | Nilai Koefisien $C_p$ .....  | 49 |
| Tabel 2.21 | Angka Poisson ( $\mu$ ) .....  | 49 |
| Tabel 2.22 | Modulus Elastisitas Tanah ( $E_s$ ) .....  | 50 |
| Tabel 3.1  | Beban Hidup Pada Lantai Gedung .....   | 60 |
| Tabel 3.2  | Kategori Resiko Bangunan Gedung Tahan Gempa .....  | 61 |
| Tabel 4.1  | Profil Tanah BH 1 .....  | 74 |
| Tabel 4.2  | Profil Tanah BH 2 .....  | 75 |
| Tabel 4.3  | Data Properties Tanah BH 1 .....   | 77 |
| Tabel 4.4  | Data Properties Tanah BH 2 .....   | 77 |
| Tabel 4.5  | Bore Log BH 1 .....  | 78 |
| Tabel 4.6  | Bore Log BH 2 .....  | 78 |
| Tabel 4.7  | Konfigurasi Gedung .....   | 80 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 4.8  | Penampang dan Dimensi Struktur .....   | 81  |
| Tabel 4.9  | Mutu Bahan .....   | 83  |
| Tabel 4.10 | Pembebanan Struktur .....  | 87  |
| Tabel 4.11 | Periode Getar Alami Struktur .....   | 88  |
| Tabel 4.12 | $C_{vx}$ , $C_{vy}$ dan Gaya Lateral Per Lantai .....                            | 90  |
| Tabel 4.13 | Gaya Lateral Statik Ekuivalen Per Lantai .....                                   | 91  |
| Tabel 4.14 | Gaya Geser Statik Ekuivalen Antar Tingkat .....                                  | 92  |
| Tabel 4.15 | Gaya Geser Statik Ekuivalen Antar Tingkat (85%) .....                            | 93  |
| Tabel 4.16 | Gaya Geser <i>Response Spectrum</i> Antar Tingkat .....                          | 94  |
| Tabel 4.17 | <i>Base Shear</i> Statik Ekuivalen dan Dinamik<br><i>Response Spectrum</i> ..... | 97  |
| Tabel 4.18 | Rekapitulasi Faktor Skala .....  | 97  |
| Tabel 4.19 | <i>Phase Calculate</i> .....   | 103 |
| Tabel 4.20 | Hasil Perhitungan ( <i>Output</i> ) Analisis Dinding Penahan Tanah .             | 136 |
| Tabel 4.21 | Nilai N-spt Pondasi .....  | 146 |
| Tabel 4.22 | Nilai N-spt per Lapisan Tanah .....  | 148 |
| Tabel 4.23 | Hasil Perhitungan Daya Dukung Tiang .....  | 151 |
| Tabel 4.24 | Tekanan Aksial Pada ETABS dan Daya Dukung Ijin Tiang ...                         | 152 |
| Tabel 4.25 | Rekapitulasi Efisiensi <i>Group Pile</i> .....                                   | 154 |
| Tabel 4.26 | Kriteria Tiang Kaku dan Tiang Tidak Kaku<br>(Tomlison, 1977) .....               | 155 |
| Tabel 4.27 | Nilai Koefisien Empiris Tanah Eq. (11.75) .....                                  | 157 |
| Tabel 4.28 | Rekapitulasi <i>Settlement</i> dan Konsolidasi <i>Group Pile</i> .....           | 164 |
| Tabel 4.29 | Rekapitulasi Beban Maksimum Tiang Pada Kelompok Tiang                            | 165 |
| Tabel 4.30 | Perbandingan Daya Dukung Pondasi Manual dan <i>All Pile</i> .....                | 166 |
| Tabel 4.31 | Rekapitulasi Penulangan <i>Pile Cap</i> .....                                    | 178 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 1.1  | Potongan Struktur Gedung Hotel <i>City Land</i> Kota Semarang  | 2  |
| Gambar 2.1  | Struktur Basement .....  | 7  |
| Gambar 2.2  | Gaya-Gaya yang Bekerja pada Basement .....   | 8  |
| Gambar 2.3  | Struktur Basement dengan Perlindungan Tangki .....   | 9  |
| Gambar 2.4  | Penggabungan Struktur Dinding dengan Pratekan Secara<br>Internal dan Eksternal .....                               | 10 |
| Gambar 2.5  | Struktur Basement dengan Kulit Integral Tahan Air Tanpa<br>Membran .....   | 11 |
| Gambar 2.6  | Struktur Basement Gabungan Rongga Alir .....   | 11 |
| Gambar 2.7  | Struktur Basement untuk Pengaliran .....   | 12 |
| Gambar 2.8  | Pemodelan Tegangan Tanah Dinding Penahan Tanah .....   | 34 |
| Gambar 2.9  | Pemodelan Tegangan Tanah Pada Dinding Basement .....   | 36 |
| Gambar 2.10 | Daya Dukung Ujung Batas <i>Bored Pile</i> Pada Tanah Pasiran .   | 38 |
| Gambar 2.11 | Konstruksi Grup Tiang .....  | 39 |
| Gambar 2.12 | Konfigurasi Tiang dalam Grup .....   | 40 |
| Gambar 2.13 | Mobilisasi Keruntuhan ( <i>Bulb Pressure</i> ) .....   | 43 |
| Gambar 2.14 | Tiang Ujung Jepit dalam Tanah Kohesif (Broms, 1964a)<br>(a) Tanah Tiang Pendek (b) Tiang Sedang dan (c) Panjang .. | 44 |
| Gambar 2.15 | Tiga Macam Penurunan Pondasi Tiang di Lapisan Batuan ...   | 47 |
| Gambar 2.16 | Koefisien Gesek .....  | 48 |
| Gambar 3.1  | Desain Spektra Zona Gempa Wilayah Semarang .....   | 61 |
| Gambar 3.2  | Diagram Alir Analisis Struktur Gedung .....  | 72 |
| Gambar 4.1  | Statigrafi Tanah BH 1 dan BH 2 .....   | 79 |
| Gambar 4.2  | Permodelan ETABS 2016 .....  | 80 |
| Gambar 4.3  | Grafik <i>Response Spectrum</i> Puskim Semarang .....  | 84 |
| Gambar 4.4  | Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah X .....   | 96 |
| Gambar 4.5  | Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah Y .....   | 96 |
| Gambar 4.6  | Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah X .....   | 98 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 4.7  | Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah Y .....                     | 98  |
| Gambar 4.8  | Pemodelan <i>Soldier Pile</i> .....  | 99  |
| Gambar 4.9  | Perencanaan <i>Soldier Pile</i> .....  | 99  |
| Gambar 4.10 | Input Properties <i>Soldier Pile</i> pada Plaxis.....                        | 101 |
| Gambar 4.11 | Input Properties <i>Strut</i> pada Plaxis .....                              | 101 |
| Gambar 4.12 | Pemodelan Dinding Penahan Tanah <i>Soldier Pile</i><br>pada Plaxis .....     | 102 |
| Gambar 4.13 | Pemodelan Muka Air Tanah .....   | 102 |
| Gambar 4.14 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi <i>Soldier Pile</i> .....                | 104 |
| Gambar 4.15 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi <i>Soldier Pile</i> ....          | 105 |
| Gambar 4.16 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi <i>Soldier Pile</i> .....          | 105 |
| Gambar 4.17 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi <i>Soldier Pile</i> .....                   | 106 |
| Gambar 4.18 | Bidang Momen Saat Konstruksi <i>Soldier Pile</i> .....                       | 106 |
| Gambar 4.19 | <i>Safety Factor</i> Saat Konstruksi <i>Soldier Pile</i> .....               | 107 |
| Gambar 4.20 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Galian (1) -2,00 m .....                 | 107 |
| Gambar 4.21 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi<br>Galian (1) -2,00 m .....       | 108 |
| Gambar 4.22 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi<br>Galian (1) -2,00 m .....        | 108 |
| Gambar 4.23 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Galian (1) -2,00 m .....                    | 109 |
| Gambar 4.24 | Bidang Momen Saat Konstruksi Galian (1) -2,00 m .....                        | 109 |
| Gambar 4.25 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Galian (2) -4,00 m .....                 | 110 |
| Gambar 4.26 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi<br>Galian (2) -4,00 m .....       | 110 |
| Gambar 4.27 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi<br>Galian (2) -4,00 m .....        | 111 |
| Gambar 4.28 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Galian (2) -4,00 m .....                    | 111 |
| Gambar 4.29 | Bidang Momen Saat Konstruksi Galian (2) -4,00 m .....                        | 112 |
| Gambar 4.30 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (1) -3,00 m .....           | 112 |
| Gambar 4.31 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi<br><i>Strut</i> (1) -3,00 m ..... | 113 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Gambar 4.32 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                           |     |
|             | <i>Strut</i> (1) -3,00 m .....                                      | 113 |
| Gambar 4.33 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi <i>Strut</i> (1) -3,00 m .....     | 114 |
| Gambar 4.34 | Bidang Momen Saat Konstruksi <i>Strut</i> (1) -3,00 m .....         | 114 |
| Gambar 4.35 | <i>Safety Factor</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (1) -3,00 m ..... | 115 |
| Gambar 4.36 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Galian (3) -6,00 m .....        | 115 |
| Gambar 4.37 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                          |     |
|             | Galian (3) -6,00 m .....  | 116 |
| Gambar 4.38 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                           |     |
|             | Galian (3) -6,00 m .....  | 116 |
| Gambar 4.39 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Galian (3) -6,00 m .....           | 117 |
| Gambar 4.40 | Bidang Momen Saat Konstruksi Galian (3) -6,00 m .....               | 117 |
| Gambar 4.41 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (2) -6,00 m .....  | 118 |
| Gambar 4.42 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                          |     |
|             | <i>Strut</i> (2) -6,00 m .....                                      | 118 |
| Gambar 4.43 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                           |     |
|             | <i>Strut</i> (2) -6,00 m .....                                      | 119 |
| Gambar 4.44 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi                                    |     |
|             | <i>Strut</i> (2) -6,00 m .....                                      | 119 |
| Gambar 4.45 | Bidang Momen Saat Konstruksi <i>Strut</i> (2) -6,00 m .....         | 120 |
| Gambar 4.46 | <i>Safety Factor</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (2) -6,00 m ..... | 120 |
| Gambar 4.47 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Galian (4) -8,00 m .....        | 121 |
| Gambar 4.48 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                          |     |
|             | Galian (4) -8,00 m .....  | 121 |
| Gambar 4.49 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                           |     |
|             | Galian (4) -8,00 m .....  | 122 |
| Gambar 4.50 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Galian (4) -8,00 m .....           | 122 |
| Gambar 4.51 | Bidang Momen Saat Konstruksi Galian (4) -8,00 m .....               | 123 |
| Gambar 4.52 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Galian (5) -10,00 m .....       | 123 |
| Gambar 4.53 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                          |     |
|             | Galian (5) -10,00 m .....   | 124 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 4.54 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                            |     |
|             | Galian (5) -10,00 m .....  | 124 |
| Gambar 4.55 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Galian (5) -10,00 m .....           | 125 |
| Gambar 4.56 | Bidang Momen Saat Konstruksi Galian (5) -10,00 m .....               | 125 |
| Gambar 4.57 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (3) -9,00 m .....   | 126 |
| Gambar 4.58 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                           |     |
|             | <i>Strut</i> (3) -9,00 m .....                                       | 126 |
| Gambar 4.59 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                            |     |
|             | <i>Strut</i> (3) -9,00 m .....                                       | 127 |
| Gambar 4.60 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi <i>Strut</i> (3) -9,00 m .....      | 127 |
| Gambar 4.61 | Bidang Momen Saat Konstruksi <i>Strut</i> (3) -9,00 m .....          | 128 |
| Gambar 4.62 | <i>Safety Factor</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (3) -9,00 m .....  | 128 |
| Gambar 4.63 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Galian (6) -12,50 m .....        | 129 |
| Gambar 4.64 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                           |     |
|             | Galian (6) -12,50 m .....  | 129 |
| Gambar 4.65 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                            |     |
|             | Galian (6) -12,50 .....  | 130 |
| Gambar 4.66 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Galian (6) -12,50 m .....           | 130 |
| Gambar 4.67 | Bidang Momen Saat Konstruksi Galian (6) -12,50 m .....               | 131 |
| Gambar 4.68 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (4) -12,00 m .....  | 131 |
| Gambar 4.69 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi                           |     |
|             | <i>Strut</i> (4) -12,00 m .....                                      | 132 |
| Gambar 4.70 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi                            |     |
|             | <i>Strut</i> (4) -12,00 m .....                                      | 132 |
| Gambar 4.71 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi <i>Strut</i> (4) -12,00 m .....     | 133 |
| Gambar 4.72 | Bidang Momen Saat Konstruksi <i>Strut</i> (4) -12,00 m .....         | 133 |
| Gambar 4.73 | <i>Safety Factor</i> Saat Konstruksi <i>Strut</i> (4) -12,00 m ..... | 133 |
| Gambar 4.74 | <i>Displacement</i> Saat Konstruksi Pelat Basement -12,50 m .....    | 134 |
| Gambar 4.75 | Tegangan Efektif Rata-Rata Saat Konstruksi Pelat                     |     |
|             | Basement -12,50 m .....  | 134 |
| Gambar 4.76 | Tekanan Air Pori Berlebih Saat Konstruksi Pelat                      |     |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
|             | Basement -12,50 m .....  | 135 |
| Gambar 4.77 | Bidang Deformasi Saat Konstruksi Pelat<br>Basement -12,50 m .....  | 135 |
| Gambar 4.78 | Bidang Momen Saat Konstruksi Pelat<br>Basement -12,50 m .....      | 135 |
| Gambar 4.79 | <i>Safety Factor</i> Saat Konstruksi Pelat Basement -12,50 m ..... | 136 |
| Gambar 4.80 | Diagram Interaksi dengan <i>Strut</i> (Aman) .....                 | 137 |
| Gambar 4.81 | Deformasi Akhir Konstruksi Tanpa <i>Strut</i> .....                | 138 |
| Gambar 4.82 | Diagram Interaksi Tanpa <i>Strut</i> (Tidak Aman) .....            | 138 |
| Gambar 4.83 | Momen Arah 1-1 dan Momen Arah 2-2 .....                            | 140 |
| Gambar 4.84 | Grafik API Metode .....  | 147 |
| Gambar 4.85 | <i>Output Layout</i> Denah ETABS .....                             | 152 |
| Gambar 4.86 | Gambar Pondasi P2A .....   | 153 |
| Gambar 4.87 | Grafik Broms <i>Ultimate Lateral Resistance</i> .....              | 156 |
| Gambar 4.88 | Pondasi <i>Bored Pile</i> Diameter 100 cm .....                    | 167 |
| Gambar 4.89 | Penampang Pondasi .....  | 169 |
| Gambar 4.90 | Bidang Kritis <i>Pons</i> akibat Kolom <i>Pile Cap A</i> .....     | 173 |
| Gambar 4.91 | Potongan Melintang <i>Pile Cap</i> Tipe 2A .....                   | 177 |

## DAFTAR NOTASI

|          |  |
|----------|--|
| $A_b$    | = luas penampang ujung tiang ( $cm^2$ ); luas penampang tiang ( $cm^2$ )   |
| $A_g$    | = luas bruto penampang ( $mm^2$ )  |
| $A_s$    | = luas tulangan tarik ( $mm^2$ ); luas selimut tiang ( $cm^2$ )  |
| $A_{sh}$ | = luas penampang inti beton, di ukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya.              |
| $A_p$    | = luas penampang tiang ( $cm^2$ )  |
| $A_v$    | = luas tulangan sengkang ikat dalam daerah sejarak $s$ ( $mm^2$ )  |
| $A'_s$   | = luas tulangan tekan ( $mm^2$ )   |
| $b$      | = lebar penampang balok ( $mm$ )   |
| $b_w$    | = lebar badan atau diameter penampang lingkaran ( $mm$ )   |
| $C_a$    | = koefisien akselerasi   |
| $C_d$    | = faktor pembesaran defleksi   |
| $CP$     | = <i>Collapse Prevention</i>   |
| $C_s$    | = koefisien respons seismik; kohesi <i>undrained</i> ( $ton/m^2$ )   |
| $C_t$    | = koefisien rangka beton pemikul momen   |
| $C_u$    | = koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung  |
| $C_v$    | = koefisien respon gempa vertikal  |
| $D$      | = diameter tiang ( $cm$ )  |
| $DF$     | = faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didisain   |
| $DL$     | = <i>dead load</i> (beban mati)  |
| $D_t$    | = displacement total   |
| $D_1$    | = displacement pertama   |
| $d$      | = tinggi efektif pelat; jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik ( $mm$ ); diameter tiang ( $cm$ ) |
| $E$      | = pengaruh beban gempa   |
| $E_c$    | = modulus elastisitas beton ( $MPa$ )  |
| $E_g$    | = Efisiensi kelompok tiang   |

|          |  |
|----------|--|
| $E_h$    | = pengaruh beban gempa horisontal  |
| $E_s$    | = modulus elastisitas tulangan ( $MPa$ )   |
| $E_v$    | = pengaruh beban gempa vertikal  |
| $F$      | = gaya lateral ekuivalen   |
| $F_a$    | = koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)  |
| $F_s$    | = faktor keamanan = 2,5  |
| $F_{sc}$ | = <i>local friction</i> ( $kg/cm^2$ )  |
| $F_v$    | = koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)   |
| $f_s$    | = tahanan selimut sepanjang tiang ( $kg/cm^2$ )  |
| $f_y$    | = tegangan leleh profil baja tulangan ( $MPa$ )  |
| $f'_c$   | = kuat tekan karakteristik beton ( $MPa$ )   |
| $H$      | = tebal lapisan tanah ( $m$ )  |
| $h_c$    | = lebar penampang inti beton (yang terkekang) ( $mm$ )   |
| $h_n$    | = ketinggian struktur ( $m$ )  |
| $h_x$    | = spasi horisontal maksimum untuk kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada muka kolom                                  |
| $I$      | = faktor keutamaan struktur  |
| $IO$     | = <i>Immediate Occupancy</i>   |
| $J$      | = koefisien lengan momen   |
| $k$      | = faktor panjang efektif   |
| $k_c$    | = faktor tahanan ujung   |
| $LL$     | = <i>live load</i> (beban hidup)   |
| $LS$     | = <i>Life Safety</i>   |
| $l_n$    | = panjang sisi terpanjang  |
| $l_o$    | = panjang minimum  |
| $MCE_R$  | = spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget  |
| $M_n$    | = kuat momen nominal pada penampang ( $kN-m$ )   |
| $M_{nb}$ | = momen terfaktor dalam keadaan <i>balanced</i>  |
| $M_{pr}$ | = momen lentur dari suatu komponen struktur dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan sifat-sifat komponen |

struktur pada joint dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal sebesar minimum

|                      |   |
|----------------------|---|
| $M_u$                | = momen yang terjadi pada penampang   |
| $M_x$                | = momen arah $x$ ( $ton.m$ )  |
| $M_y$                | = momen arah $y$ ( $ton.m$ )  |
| $m$                  | = jumlah lapisan tanah yang ada di atas tanah dasar; jumlah tiang dalam 1 kolom |
| $n$                  | = jumlah lantai gedung  |
| $n$                  | = jumlah tingkat gedung; jumlah tiang dalam 1 baris; banyaknya tiang pancang    |
| $n_x$                | = banyaknya tiang dalam satu baris arah $y$                                     |
| $n_y$                | = banyaknya tiang dalam satu baris arah $x$                                     |
| $p$                  | = keliling tiang ( $cm$ )   |
| $P_{ijin} = P_{all}$ | = daya dukung vertikal yang diijinkan untuk sebuah tiang tunggal ( $ton$ )      |
| $P_{maks}$           | = beban maksimum yang diterima 1 tiang ( $ton$ )                                |
| $P_n$                | = kuat nominal penampang yang mengalami tekan ( $N$ )                           |
| $P_{tiang}$          | = daya dukung tiang pancang ( $ton$ )   |
| $P_u$                | = kuat beban aksial terfaktor pada eksentrisitas tertentu ( $N$ )               |
| $Q_{all}$            | = nilai daya dukung tanah ( $ton$ )   |
| $Q_E$                | = pengaruh gaya seismik horisontal dari V                                       |
| $Q_p$                | = tahanan ujung selimut tiang ( $kg$ )  |
| $Q_s$                | = tahanan geser selimut tiang ( $kg$ )  |
| $Q_{ult}$            | = daya dukung pondasi tiang pancang ( $ton$ )                                   |
| $q_c$                | = tahanan konus pada ujung tiang ( $kg/cm^2$ )                                  |
| $R$                  | = faktor reduksi gempa; radius girrasi  |
| $R_x$                | = resultan gaya arah $x$  |
| $R_z$                | = resultan gaya arah $y$  |
| $S_a$                | = spektrum respons percepatan disain  |
| $S_{DS}$             | = parameter respons spektral percepatan disain pada perioda pendek              |
| $S_{DI}$             | = parameter respons spektral percepatan disain pada perioda 1 detik             |
| $S_{MS}$             | = parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek                     |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| $S_{MI}$                    | = parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik  |
| $S_s$                       | = percepatan batuan dasar pada perioda pendek   |
| $s_x$                       | = spasi longitudinal tulangan transversal dalam panjang $l_0$   |
| $S_I$                       | = percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik  |
| $s$                         | = jarak antar tiang ( $cm$ )  |
| $T_a$                       | = perioda getar fundamental struktur  |
| $T_{eff}$                   | = waktu getar gedung efektif ( $dt$ )   |
| $t_i$                       | = tebal lapisan tanah ke – i  |
| $V$                         | = gaya lateral ( $kg$ )   |
| $V_t$                       | = beban gempa dasar nominal   |
| $V_e$                       | = gaya geser rencana  |
| $V_n$                       | = kuat geser nominal penampang ( $N$ )  |
| $V_s$                       | = kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i; kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser ( $N$ ) |
| $V_{sway}$                  | = gaya geser rencana berdasarkan momen kapasitas pada balok   |
| $V_u$                       | = gaya geser terfaktor penampang ( $N$ )  |
| $V_x$                       | = beban gempa arah $x$  |
| $V_y$                       | = beban gempa arah $y$  |
| $W$                         | = berat lantai  |
| $W_t$                       | = berat total struktur  |
| $x$                         | = absis tiang ke pusat koordinat penampang ( $m$ )  |
| $y$                         | = ordinat tiang ke pusat koordinat penampang ( $m$ )  |
| $\alpha(\text{alpha})$      | = faktor adhesi antara tanah dan tiang  |
| $B_{eff}$                   | = indeks kepercayaan efektif  |
| $\beta_1$                   | = 0,85 untuk $f'c \leq 30 \text{ Mpa}$  |
| $\beta_c$                   | = sisi panjang kolom / sisi pendek kolom  |
| $\delta_e(\text{delta } e)$ | = deformasi elastis   |
| $\delta_p$                  | = deformasi plastis   |
| $\delta_m$                  | = simpangan maksimum  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| $\delta_{xe}$               | = defleksi pada lokasi yang disyaratkn dan ditentukan seuai dengan analisis elastis  |
| $\delta_y$                  | = pelelehan pertama  |
| $\rho(rho)$                 | = rasio tulangan, faktor redundansi untuk desain seismik   |
| $\rho_b$                    | = rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan seimbang   |
| $\rho_g$                    | = rasio penulangan total terhadap luas penampang kolom   |
| $\rho_{min}$                | = rasio penulangan minimum   |
| $\rho_{maks}$               | = rasio penulangan maksimum  |
| $\sigma_b(\text{sigma } b)$ | = tegangan ijin beton ( <i>MPa</i> )   |
| $\sigma_{pons}$             | = tegangan geser pons pada pile cap ( <i>kg/cm<sup>2</sup></i> )   |
| $\emptyset(\text{phi})$     | = faktor reduksi lentur  |
| $\lambda$                   | = angka kelangsingan   |
| $\Psi(\text{psi})$          | = koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa. |
| $\Sigma M_c$                | = jumlah Mn kolom yang bertemu di joint balok kolom.   |
| $\Sigma M_g$                | = jumlah Mn balok yang bertermu di joint balok kolom.  |
| $\Sigma P_v$                | = jumlah beban vertikal ( <i>ton</i> )   |
| $\Sigma x^2$                | = jumlah kuadrat jarak arah <i>x</i> (ordinat-ordinat) tiang ( <i>m</i> )  |
| $\Sigma y^2$                | = jumlah kuadrat jarak arah <i>y</i> (absis-absis) tiang ( <i>m</i> )  |
| $\Delta l$                  | = interval lapisan ( <i>m</i> )  |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Berita Acara Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Lembar Koreksi Tugas Akhir
- Lampiran 3 : Daftar Hadir Dosen Penguji Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 4 : Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 5 : Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 6 : *Output* Perhitungan ETABS
- Lampiran 7 : *Output* Perhitungan ALL PILE
- Lampiran 8 : *Output* Perhitungan PCA COLUMN
- Lampiran 9 : Lembar Turnitin
- Lampiran 10 : Gambar Kerja Gedung 24 Lantai Hotel *City Land* Semarang