



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PERUBAHAN PERATURAN GAYA GEMPA
TERHADAP DESAIN DAN BIAYA KONSTRUKSI
PONDASI TIANG PANCANG DI ANCOL DAN DEPOK**

SKRIPSI

**WILDI SWISSIARY
0706198322**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2010**

164/FT.EKS.01/SKRIP/01/2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PERUBAHAN PERATURAN GAYA GEMPA
TERHADAP DESAIN DAN BIAYA KONSTRUKSI
PONDASI TIANG PANCANG DI ANCOL DAN DEPOK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

**WILDI SWISSIARY
0706198322**


**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Wildi Swissiary

NPM : 0706198322

Tanda Tangan : 

Tanggal : Desember 2009

HALAMAN PENGESAHAN

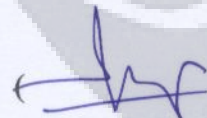
Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Wildi Swissiary
NPM : 0706198322
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Perubahan Peraturan Gempa Terhadap
Desain dan Biaya Konstruksi Pondasi Tiang
Pancang Di Ancol dan Depok

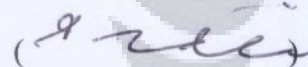
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

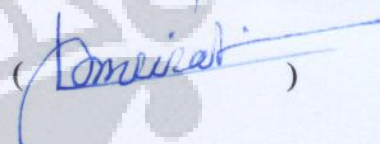
Pembimbing I : Ir. Widjojo A Prakoso, M.Sc. PhD

()

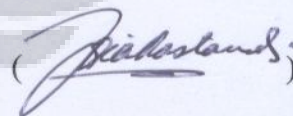
Pembimbing II : Ir. Syahril A Rahim, M.Eng

()

Penguji I : Dr. Ir. Damrizal Damoerin M.Sc

()

Penguji II : Dr. -Ing. Josia Irwan Rastandi ST. MT

()

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya kepada penyusun sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan judul “ *Pengaruh Perubahan Peraturan Gaya Gempa Terhadap Desain dan Biaya Konstruksi Pondasi Tiang Pancang Di Daerah Ancol dan Depok* “.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Pada saat penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan dan bimbingan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis atas segala doa, tetesan air mata, kasih sayang, dan dukungannya baik moril maupun materil yang tak ternilai harganya sebagai sumber motivasi penulis dalam penyusunan laporan ini;
2. Widjojo A Prakoso, Ir. MSc. PhD. selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
3. Syahril A Rahim, Ir. Meng. selaku dosen pembimbing 2 atas segala bimbingan, arahan dan pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Indonesia;
5. Perpustakaan teknik Universitas Indonesia yang telah menyediakan buku-buku sebagai bahan studi literatur selama penyusunan skripsi ini;
6. Rekan-rekan seperjuangan, mahasiswa ekstensi Jurusan Teknik Sipil Universitas Indonesia terutama angkatan 07 atas segala keceriaannya;
7. Anak-anak kosan Kerria, yang telah menemani begadang dengan suara ”owning”;
8. Pihak-pihak lain yang tak dapat disebutkan namanya satu-persatu.

Semoga Allah SWT membalas sekecil apapun dukungan yang diberikan pihak-pihak tersebut dengan pahala yang berlipat.

Akhir kata penyusun berharap agar laporan ini bermanfaat bagi para pembaca umumnya dan penyusun sendiri khususnya. Atas segala perhatiannya, penyusun mengucapkan terima kasih.

Depok, Januari 2010

**Penulis,
Wildi Swissiary**



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wildi Swissiary
NPM : 0706198322
Program Studi : Program Pendidikan Sarjana Ekstensi
Departemen : Teknik
Fakultas : Teknik Sipil
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Pengaruh Perubahan Peraturan Gaya Gempa Terhadap Desain dan Biaya
Konstruksi Pondasi Tiang Pancang Di Ancol dan Depok**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Januari 2010
Yang menyatakan

(Wildi Swissiary)

ABSTRAK

Nama : Wildi Swissiary
Program Studi : PPSE Departemen Teknik Sipil
Judul : Pengaruh Perubahan Peraturan Gaya Gempa Terhadap Desain dan Biaya Konstruksi Pondasi Tiang Pancang Di Ancol dan Depok

Skripsi ini membahas perubahan-perubahan peraturan gaya gempa dari SNI 03-1726-1989 menjadi SNI 03-1726-2002. Perubahan peraturan tersebut diaplikasikan ke dalam perhitungan untuk bangunan 10 lantai di daerah Ancol dan Depok. Kemudian hasil perhitungan dipakai untuk mendesain pondasi tiang pancang menurut jenis tanah masing-masing daerah. Desain pondasi tiang pancang tersebut direncanakan biaya konstruksinya, dari hasil tersebut bisa diketahui seberapa besar perbedaan peraturan gaya gempa tersebut dalam desain dan biaya konstruksi pondasi tiang pancang dilihat dari jenis tanah masing-masing daerah.

Kata Kunci:
Peraturan gaya gempa, pondasi tiang pancang

ABSTRACT

Name : Wildi Swissiary
Study Program: PPSE Civil Engineering Department
Title : Influence of Changes in Seismic Building Codes To The Design
And Cost of Pile Foundation In Ancol And Depok

This final assignment discusses of changes in seismic building codes SNI 03-1726-1989 to SNI 03-1726-2002. Changes in seismic building codes applied to the calculation for the 10 floor building in Ancol and Depok. Then the results of calculations used to design the foundation piling according to soil type in each region. Pile foundation design is planned construction costs, the results could be known how much difference seismic building codes in the design and construction cost of the foundation piles of soil types seen in each region.

Key Words:
Seismic building codes, pile foundation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Metodologi Pembahasan	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pendahuluan	5
2.2. Peraturan Pembebanan Gempa	6
2.2.1. Umum	6
2.2.2. Pembebanan	7
2.2.2.1. Beban Kerja	7
2.2.2.2. Beban Lateral	8
2.2.3. Ketentuan Perencanaan Tahan Gempa	9
2.3. Peraturan SNI 03-1726-1989 dan SNI 03-1726-2002	12
2.4. Kombinasi Pembebanan	20
2.5. Pondasi	21

2.5.1. Pendahuluan	21
2.5.2. Dasar-dasar Pemilihan Pondasi	21
2.5.3. Pondasi Tiang	22
2.5.4 Daya Dukung Pondasi Tiang Akibat Beban Vertikal	23
2.5.4.1. Berdasarkan Test Laboratorium	23
2.5.4.2. Berdasarkan Data CPT	32
2.5.4.3. Berdasarkan Data N-SPT	33
2.5.5 Daya Dukung Pondasi Tiang Akibat Beban Lateral	35
2.5.5.1. Metode Broms	36
2.5.5.2. Metode Poulos Teori Elastis	44
2.5.6 Daya Dukung Pile Group	45
2.5.7 Penurunan Pondasi Tiang (Settlement)	46
2.5.7.1. Penurunan Segera	46
2.5.7.2. Penurunan Konsolidasi	50
2.6. Rencana Anggaran Biaya	52
2.6.1 Analisa Haraga Satuan Pekerjaan	53
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	55
3.1. Pendahuluan	55
3.2. Data Bangunan	55
3.3. Modelisasi Bangunan Dengan Program ETABS	57
3.3.1. Pembebanan Beban Gempa	59
3.3.2. Kombinasi Pembebanan	60
3.4. Struktur Pondasi	61
3.5. Analisa Biaya	62
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN	64
4.1 Penentuan Jenis Tanah	64
4.1.1 Menurut SNI 03-1726-2002	64
4.1.2 Menurut SNI 03-1726-1989	66
4.2 Pemodelan Bangunan Dengan Program ETABS	67
4.3 Analisa Gempa Menurut SNI 03-1726-1989	69

4.3.1	Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Ancol	70
4.3.2	Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Depok	72
4.4	Analisa Gempa Menurut SNI 03-1726-2002	75
4.4.1	Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Ancol	76
4.4.2	Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Depok	78
4.5	Reaksi Perletakan Hasil Program ETABS	81
4.6	Perhitungan Pondasi	88
4.6.1	Analisa Data Tanah	88
4.6.2	Pemilihan Pondasi	88
4.6.3	Perhitungan Daya Dukung Tiang Akibat Beban Vertikal	89
4.6.3.1	SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol	89
4.6.3.2	SNI 03-1726-1989 Tanah Depok	101
4.6.3.3	SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol	113
4.6.3.4	SNI 03-1726-2002 Tanah Depok	125
4.6.4	Perhitungan Daya Dukung Tiang Akibat Beban Lateral	138
4.6.4.1	SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol	138
4.6.4.2	SNI 03-1726-1989 Tanah Depok	149
4.6.4.3	SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol	158
4.6.4.4	SNI 03-1726-2002 Tanah Depok	167
4.7	Rencana Anggaran Biaya	177
4.7.1	SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol	180
4.7.2	SNI 03-1726-1989 Tanah Depok	182
4.7.3	SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol	183
4.7.4	SNI 03-1726-2002 Tanah Depok	184
4.8	Interpretasi Hasil	187
BAB V KESIMPULAN		193
DAFTAR REFERENSI		195

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan peraturan SNI'89 dan SNI'02	12
Tabel 2.2	Faktor jenis struktur (K)	13
Tabel 2.3	Faktor reduksi gempa (R)	14
Tabel 2.4	Kombinasi pembebanan kondisi gravitasi	20
Tabel 2.5	Kombinasi pembebanan kondisi nominal	20
Tabel 2.6	Kombinasi pembebanan kondisi maksimum	20
Tabel 2.7	Faktor adhesi untuk tiang bor pada lapisan lempung	26
Tabel 2.8	Nilai-nilai faktor adhesi untuk tiang pancang pada lapisan lempung	27
Tabel 2.9	Hubungan antara σ_c , K_s , dan q_c dari konus.....	30
Tabel 2.10	Klasifikasi tanah berdasarkan nilai q_c dan f_s	32
Tabel 2.11	Hubungan antara kerapatan relatif, nilai N-SPT, perlawanan konus	34
Tabel 2.12	Hubungan antara konsistensi dengan hasil-hasil pengujian tanah pada tanah lempung	34
Tabel 2.13	Faktor pengaruh I_p untuk pondasi fleksibel	47
Tabel 2.14	Perkiraan angka poisson	47
Tabel 2.15	Perkiraan modulus elastisitas	48
Tabel 3.1	Kombinasi pembebanan kondisi gravitasi	60
Tabel 3.2	Kombinasi pembebanan kondisi nominal	60
Tabel 3.3	Kombinasi pembebanan kondisi maksimum	61
Tabel 4.1	Data kedalaman tanah (30 m) dan test penetrasi standar	64
Tabel 4.2	Syarat jenis tanah SNI 03-1726-2002.....	65
Tabel 4.3	Nilai N rata-rata berbobot	65
Tabel 4.4	Nilai N-SPT dan kuat geser terhadap kedalaman	66
Tabel 4.5	Besar massa	69
Tabel 4.6	Partisipasi massa untuk tanah Ancol dan Depok	70
Tabel 4.7	Gaya gempa tiap lantai arah X	71
Tabel 4.8	Gaya gempa tiap lantai arah Y	72

Tabel 4.9	Gaya gempa tiap lantai arah X	73
Tabel 4.10	Gaya gempa tiap lantai arah Y	74
Tabel 4.11	Besar massa	75
Tabel 4.12	Partisipasi massa untuk tanah Ancol dan Depok	76
Tabel 4.13	Gaya gempa tiap lantai arah X	77
Tabel 4.14	Gaya gempa tiap lantai arah Y	78
Tabel 4.15	Gaya gempa tiap lantai arah X	79
Tabel 4.16	Gaya gempa tiap lantai arah Y	80
Tabel 4.17	Gaya vertikal maksimum	81
Tabel 4.18	Gaya horisontal maksimum	83
Tabel 4.19	Gaya momen maksimum.....	85
Tabel 4.20	Perbandingan gaya momen dan vertikal	86
Tabel 4.21	Jumlah tiang untuk beban aksial	137
Tabel 4.22	Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 1-3-6-9	146
Tabel 4.23	Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 2-4-7-8	147
Tabel 4.24	Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 5-10	148
Tabel 4.25	Jumlah tiang untuk beban lateral	176
Tabel 4.26	Biaya konstruksi pondasi tiang pancang	186

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta tektonik Indonesia	1
Gambar 2.1	Distribusi gaya statik ekuivalen	11
Gambar 2.2	Peta wilayah gempa SNI 03-1726-1989	17
Gambar 2.3	Peta wilayah gempa SNI 03-1726-2002	17
Gambar 2.4	Respon spektrum gempa SNI 03-1726-1989	18
Gambar 2.5	Respon spektrum gempa SNI 03-1726-2002	19
Gambar 2.6	Daya dukung tiang	23
Gambar 2.7	Parameter penampang tiang	24
Gambar 2.8	Perbandingan faktor adhesi untuk tiang pancang pada lapisan lempung.....	25
Gambar 2.9	Grafik faktor adhesi α untuk tiang pancang pada lapisan lempung (tomlinson)	26
Gambar 2.10	Faktor daya dukung N_c untuk pondasi pada lempung	27
Gambar 2.11	Hubungan antara α , faktor daya dukung, dan nilai N-SPT	29
Gambar 2.12	Grafik hubungan nilai N_c , N_γ , N_q terhadap α	31
Gambar 2.13	Grafik hubungan antara nilai N_q dan rasio penetrasi.....	31
Gambar 2.14	Bentuk-bentuk lendutan lateral pada tiang	35
Gambar 2.15	Mekanisme keruntuhan untuk tiang pada tanah kohesif ..	36
Gambar 2.16	Tahanan lateral pada tanah kohesif untuk tiang pendek dan tiang panjang	37
Gambar 2.17	Tiang terkekang pada tanah kohesif untuk tiang pendek, tiang sedang, tiang panjang	38
Gambar 2.18	Tiang berujung bebas pada tanah non kohesif untuk tiang pendek dan tiang panjang	40
Gambar 2.19	Tahanan lateral pada tanah non kohesif untuk tiang pendek dan tiang panjang	42
Gambar 2.20	Tiang terkekang pada tanah non kohesif untuk tiang pendek dan tiang panjang	43
Gambar 2.21	Faktor pengaruh I'_{pF} dengan kepala tiang terjepit	45

Gambar 2.22	Nilai μ_1 dan μ_0	49
Gambar 3.1	Bangunan tampak atas	55
Gambar 3.2	Bangunan tampak depan	56
Gambar 3.3	Dimensi struktur bangunan	57
Gambar 3.4	Contoh modelisasi bangunan dengan ETABS V8,5	58
Gambar 3.5	Respon spektrum SNI'89 zone 4	59
Gambar 3.6	Respon spektrum SNI'02 wilayah 3	60
Gambar 3.7	Diagram alir perhitungan pondasi	62
Gambar 4.1	Respon spektrum SNI'89 zone 4	67
Gambar 4.2	Respon spektrum SNI'02 wilayah 3	68
Gambar 4.3	Hasil modelisasi bangunan	68
Gambar 4.4	Penomoran perletakan	81
Gambar 4.5	Lapisan tanah Ancol dan Depok	88
Gambar 4.6	Faktor pengaruh I_{pF} dengan kepala tiang terjepit	139
Gambar 4.7	Faktor defleksi group tiang dengan kepala terjepit	139
Gambar 4.8	Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 1-3-6-9	147
Gambar 4.9	Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 2-4-7-8	147
Gambar 4.10	Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 5-10	148
Gambar 4.11	Group tiang dengan jumlah 7 tiang	177
Gambar 4.12	Group tiang dengan jumlah 8 tiang	177
Gambar 4.13	Group tiang dengan jumlah 9 tiang	178
Gambar 4.14	Group tiang dengan jumlah 12 tiang	178
Gambar 4.15	Group tiang dengan jumlah 14 tiang	179
Gambar 4.16	Group tiang dengan jumlah 17 tiang	179
Gambar 4.17	Group tiang dengan jumlah 19 tiang	180
Gambar 4.18	Bangunan tampak depan.....	187
Gambar 4.19	Penamaan titik	187
Gambar 4.20	Grafik perbandingan gaya gempa SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Ancol	188

Gambar 4.21	Grafik perbandingan gaya gempa SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Depok	188
Gambar 4.22	Grafik gaya gempa kumulatif SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Ancol	189
Gambar 4.23	Grafik gaya gempa kumulatif SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Depok	189
Gambar 4.24	Grafik perbandingan gaya lateral SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Ancol.....	190
Gambar 4.25	Grafik perbandingan gaya lateral SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Depok	190
Gambar 4.26	Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi tiang pancang SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Ancol	191
Gambar 4.27	Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi tiang pancang SNI'89 dan SNI'02 pada tanah Depok	191
Gambar 4.28	Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi tiang pancang SNI'89	192
Gambar 4.29	Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi tiang pancang SNI'02	192

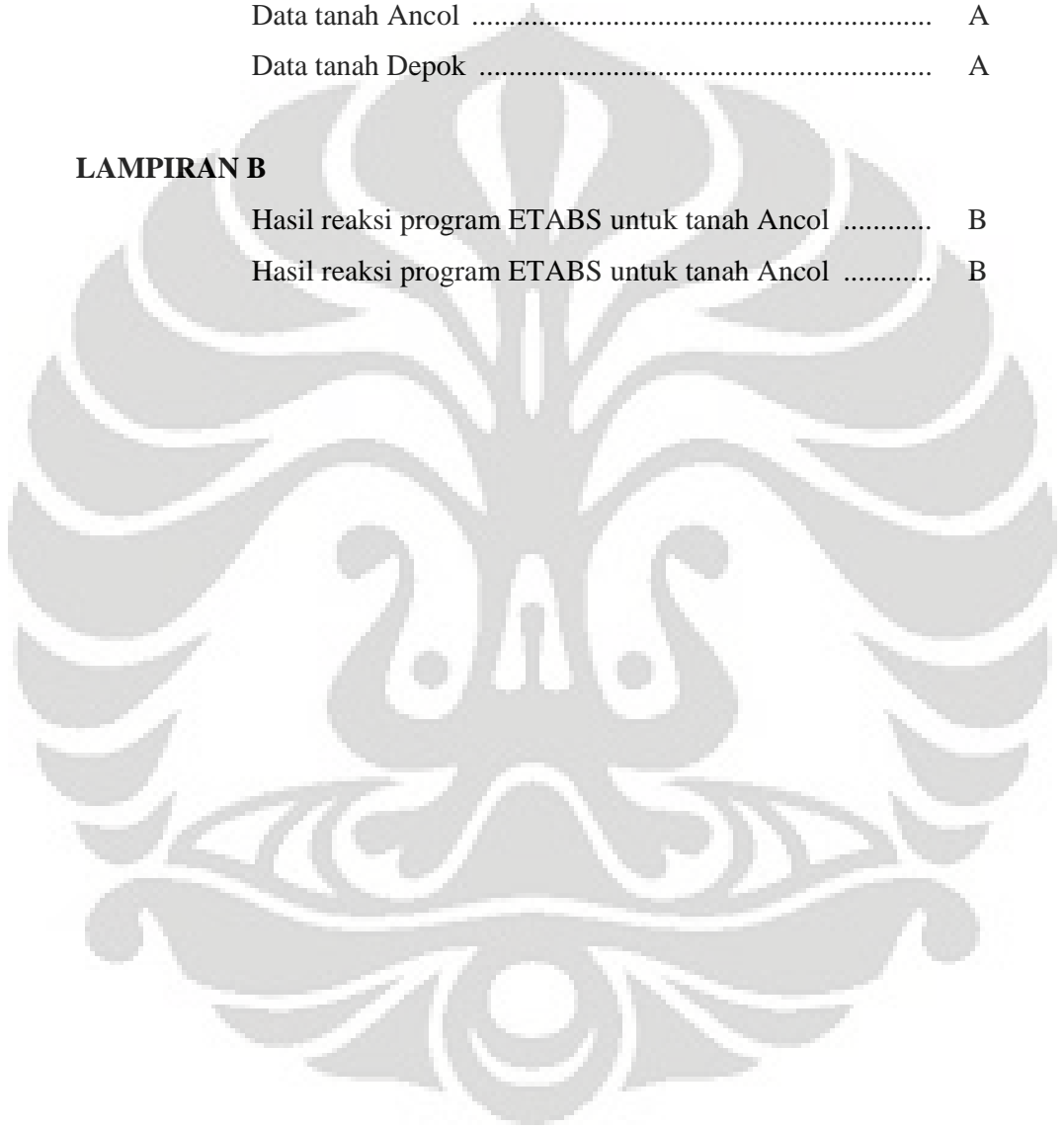
DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Data tanah Ancol	A
Data tanah Depok	A

LAMPIRAN B

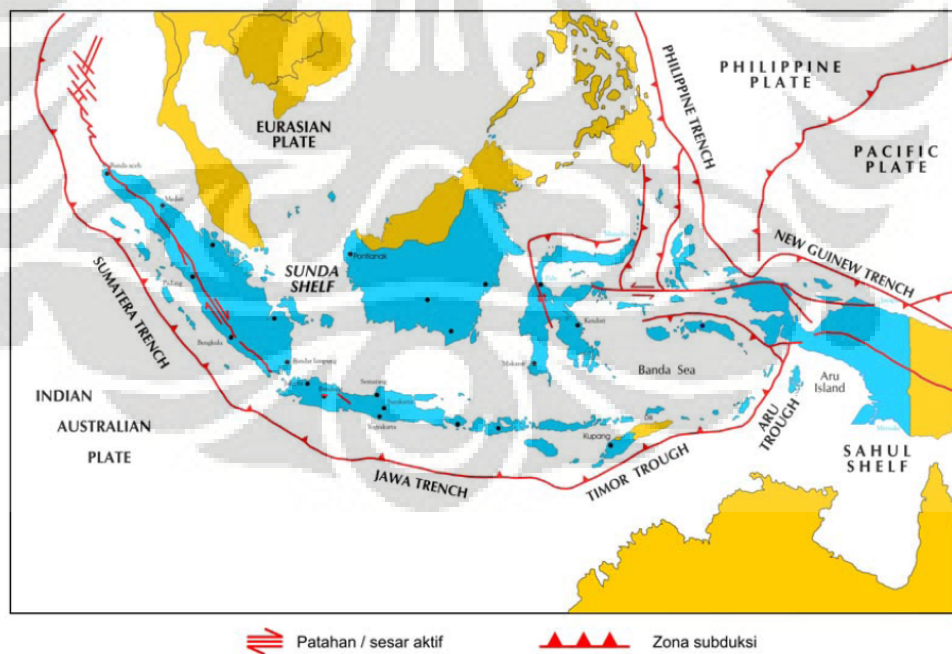
Hasil reaksi program ETABS untuk tanah Ancol	B
Hasil reaksi program ETABS untuk tanah Ancol	B



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk daerah dengan tingkat resiko gempa yang cukup tinggi, dari hasil analisa probabilistik bahaya gempa (probabilistic seismic hazard analysis) yang dilakukan, wilayah Indonesia terbagi atas 6 wilayah gempa yang ditempati oleh empat lempeng tektonik yang aktif yaitu tapal batas Eurasia, lempeng Indo-Australia, lempeng Filipina dan lempeng Pasifik yang terbentang pada wilayah selatan hingga memanjang ke wilayah timur. Pembagian yang dilakukan berdasarkan data seismotektonik yang diambil berdasarkan lokasi-lokasi sumber gempa yang tersebar di dalam dan diluar wilayah Indonesia, distribusi magnitude gempa pada setiap sumber gempa memberikan hubungan antara pergerakan tanah sehingga dibuatlah model sistematis yang menyimpulkan zona-zona yang berbeda pada wilayah Indonesia.



Gambar 1.1 Peta Tektonik Indonesia

Beberapa tahun terakhir ini Indonesia mengalami bencana gempa yang beruntun. Bencana tersebut tidak hanya merusak semua bangunan serta infrastruktur yang ada, tetapi juga menelan korban jiwa yang tidak sedikit jumlahnya. Kondisi tersebut diperburuk lagi dengan tingkat kepedulian masyarakat terhadap pentingnya peraturan-peraturan yang menstandarisasikan struktur bangunan untuk memiliki ketahanan terhadap gempa pada wilayahnya.

Di lain pihak pemerintah terus berupaya untuk mengurangi tingkat bahaya dan kerugian baik dari segi korban jiwa maupun bangunan serta infrastruktur yang terkena bencana gempa. Upaya pemerintah ini yaitu dengan cara terus menyempurnakan peraturan-peraturan yang menstandarisasikan struktur bangunan untuk memiliki ketahanan terhadap gempa. Contoh peraturan yang disempurnakan yaitu SNI 03-1726-1989 yang membahas mengenai *pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung* menjadi SNI 03-1726-2002 membahas mengenai *tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan rumah dan gedung*. Penyempurnaan peraturan tersebut memberikan pengaruh terhadap perencanaan yang lebih sistematis, konsisten, mendetail dan juga terhadap bangunan sendiri memberikan keamanan yang lebih menjamin tanpa mengesampingkan faktor ekonomis (biaya, umur bangunan, perawatan dan pelaksanaan pembangunan).

Oleh karena itu dengan adanya perubahan peraturan gempa tersebut maka perlu diadakan penelitian seberapa besar pengaruh perubahan pembebanan gaya gempa terhadap dimensi pondasi yang dipakai bangunan dengan hubungannya terhadap biaya konstruksinya.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan antar lain:

1. Mempelajari perbedaan-perbedaan dan perubahan-perubahan pada peraturan gempa Indonesia.
2. Mempelajari perubahan pembebanan gempa terhadap bangunan dan pengaruhnya terhadap pondasi tiang pancang dari bangunan tersebut.

3. Mempelajari pengaruh perubahan dimensi pondasi tiang pancang akibat perubahan gaya gempa terhadap biaya konstruksinya.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, ruang lingkup pembahasan yang disajikan adalah sebagai berikut :

1. Periode peraturan pembebanan gaya gempa Indonesia
2. Pengaruh perubahan pembebanan gaya gempa terhadap bangunan 10 lantai.
3. Analisa dimensi pondasi tiang pancang terhadap perubahan pembebanan struktur bangunan.
4. Analisa pengaruh perubahan dimensi pondasi tiang pancang terhadap biaya konstruksinya.

1.4 Metodologi Pembahasan

Penyusunan skripsi ini menggunakan beberapa metoda, antara lain :

1. Peraturan pembebanan gaya gempa
Difungsikan sebagai pedoman dalam penyusunan skripsi ini.
2. Studi Kepustakaan
Diperoleh dari beberapa referensi buku – buku, artikel, tugas akhir dan referensi lainnya yang berhubungan dengan materi tugas akhir.
3. Analisa Numerik

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang masalah, tujuan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang perubahan dan perbedaan peraturan gaya gempa, dasar teori mengenai pondasi secara umum dan pondasi tiang secara khusus, analisa pembebanan. Selain itu dibahas tentang dasar-dasar teori yang berkaitan dengan perhitungan pondasi tiang.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai data bangunan, modelisasi bangunan, dan urutan perhitungan analisa pondasi dan analisa biayanya.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Membahas mengenai modelisasi bangunan, perhitungan gaya gempa, desain struktur pondasi, biaya konstruksi pondasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Awal perkembangan perencanaan bangunan tahan gempa dimulai pada tahun 1970 dengan membuat pedoman pembebanan Indonesia (**PBI 71**). Dimana diberikan metode berdasarkan koefisien gaya dasar bangunan dimana pendekatan tersebut jauh mendekati meskipun telah memberikan peta zone-zone gempa Indonesia yang telah diklasifikasikan menurut intensitas daerah.

Dengan perkembangan perencanaan bangunan tahan gempa, pemerintah memberikan perhatian serius dengan terjadinya gempa yang cukup serius di Indonesia dengan mengakibatkan korban jiwa maupun kerugian material pada daerah-daerah yang dianggap masih zona seismik beresiko rendah terhadap gempa di Indonesia. Pada tahun 1976, dengan dengan terbentuknya kerjasama bilateral antar Indonesia dengan New Zealand berencana untuk membuat peraturan baru. Hasil dari kerjasama tersebut berupa “Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Rumah dan Gedung” dipublikasikan pada tahun 1983. Dengan beberapa perubahan dibuatlah yang dikenal **SNI 03-1726-1989** (Standar Nasional Indonesia), membahas mengenai Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung.

Dengan perkembangan hingga sekarang pemerintah Indonesia menyadari masih ada kekurangan dari peraturan **SNI 03-1726-1989** terdahulu. Dibuatlah peraturan gempa Indonesia terbaru dengan perubahan periode ulang gempa dari 200 tahunan menjadi 500 tahunan, sehingga merubah variabel dalam perhitungan. Peraturan yang terbaru ini dikenal **SNI 03-1726-2002** (Standar Nasional Indonesia), membahas mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung. Sebagai peraturan baru untuk pedoman perencanaan perkuatan bangunan rehabilitasi.

Perubahan peraturan ini berpengaruh juga pada beban yang dihasilkan sebagai hasil akhir dari pembebanan pada peraturan tersebut yaitu beban (vertikal, horisontal, momen) yang diterima kolom, balok maupun dinding bangunan yang kemudian diterima pondasi bangunan yang ada dalam tanah

dengan fungsi untuk meneruskan dan menyebarkan beban-beban tersebut ke lapisan tanah di bawahnya, sehingga beban yang bekerja tidak melampaui daya dukung tanah tersebut.

Pondasi merupakan pendukung utama dari suatu bangunan, karena itu harus diketahui besarnya kapasitas dukung dari pondasi tersebut. Bila beban yang bekerja lebih besar dari daya dukung tanah maka akan terjadi penurunan (settlement) yang berlebihan sehingga akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan. Kegagalan suatu pondasi dapat mempengaruhi stabilitas konstruksi secara keseluruhan sehingga penelitian lapisan tanah di bawah pondasi sangat diperlukan dalam tahap perencanaan maupun pelaksanaan sistem pondasi.

Sebuah pondasi harus mempunyai daya dukung yang cukup untuk menahan beban dari struktur yang didukungnya, dimana kapasitas dukung tiang tergantung dari kekuatan bahan tiang itu sendiri dan dipengaruhi oleh lapisan tanah pendukung yang terdapat disepanjang tiang dan dasar tiang.

Perubahan pada beban yang diterima pondasi mengakibatkan dimensi pondasi berubah. Maka biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan struktur pondasi itu pun berubah.

2.2 Peraturan Pembebanan Gempa

2.2.1 Umum

Dalam mendisain sebuah bangunan gedung maupun bangunan sipil lainnya, seorang engineer harus dapat mendefinisikan pembebanan pada struktur yang akan dihitung. Adapun pembebanan pada struktur memiliki macam beban bervariasi, menurut **SNI 03-2847-1992**, dimana prosedur dan asumsi dalam perencanaan serta besarnya beban rencana harus mengikuti ketentuan berikut:

1. Ketentuan mengenai perencanaan dalam tata cara ini didasarkan pada asumsi bahwa struktur direncanakan untuk memikul semua beban kerjanya (beban hidup dan beban mati).
2. Beban kerja diambil berdasarkan **SNI-03-1727-1989**, tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung atau penggantinya.

3. Dalam perencanaan terhadap beban angin dan gempa (beban lateral), seluruh bagian struktur yang membentuk kesatuan harus direncanakan berdasarkan tata cara ini dan juga harus memenuhi **SNI 03-1726-1989** (terbaru, **SNI 03-1726-2002**). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk rumah da gedung atau penggantinya.
4. Harus pula diperhatikan pengaruh dari gaya pratekan,beban crane,vibrasi, kejut, susut, perubahan suhu, rangkak, perbedaan penurunan pondasi, dan beban khusus lainnya yang mungkin bekerja

2.2.2 Pembebanan

Untuk asumsi analisa pembebanan struktur yang akan dihitung pada skripsi ini yaitu beban kerja (beban hidup dan beban mati) dan beban lateral (beban gempa). Beban-beban diatas cukup dapat mewakili terhadap kondisi standar gedung yang diperlukan dalam menganalisa model struktur sesuai topik yang diambil dalam skripsi ini. Adapun pengertian dari masing-masing beban yaitu beban kerja dan beban lateral.

2.2.2.1 Beban Kerja

Dari macam perhitungan struktur yang ada faktor beban kerja perlulah dimasukkan karena hal tersebut merupakan faktor umum suatu konstruksi dalam memikul gaya gravitasinya. Pembebanan ini dapat diambil dari peraturan yang berlaku di Indonesia, **SNI-03-1727-1989**, tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung. Beban kerja dapat dibagi secara umum atas dua beban antara lain: beban mati dan hidup. Adapun definisi dari beban-beban tersebut sebagai berikut:

Beban mati, adalah berat dari smua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau didalam menentukanbeban mati dari suatu gedung.

Beban hidup, adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban yang dapat

berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus.

2.2.2.2 Beban Lateral

Kondisi bangunan yang menahan beban lateral secara major, didominasi oleh dua beban lateral yaitu: beban angin dan gempa. Penjelasan dari setiap beban akan dijelaskan dibawah ini:

Beban angin, adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Angin memiliki bermacam-macam kondisi, antara lain: Tornado, Hurricanes, Local Peculiar Wind, Sustained Local Wind. Dari macam kondisi tersebut secara umum memberikan efek antara lain: Direct positive Pressure, Aerodynamic Drag, Negative Pressure, dan kemudian tiga efek tersebut dikombinasikan untuk menghasilkan beban angin pada struktur dengan arah dan besaran tertentu.

Sesuai dengan pengkajian dari lokasi setiap daerah di Indonesia dan mengadopsi berbagai referensi maupun peraturan negara luar, Indonesia telah merangkum kondisi umum kecepatan angin sesuai dengan syarat geologi daerah tertentu, sesuai dengan peraturan yang berlaku **SNI-03-1727-1989**, tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung.

Beban gempa, adalah semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Beban gempa ini merupakan salah satu permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini. Dari keseluruhan kondisi maupun analisa gempa akan dibahas pada penjelasan-penjelasan berikutnya.

2.2.3 Ketentuan Perencanaan Tahan Gempa

Secara garis besar perhitungan analisa statik ekuivalen pada SNI 03-1726-2002, persyaratan gedung beraturan adalah sebagai berikut:

Tinggi struktur gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.

Denah struktur gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan walaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah tonjolan tersebut.

Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan walaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut.

Sistem struktur gedung terbentuk oleh subsistem-subsistem penahan beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama ortogonal denah struktur gedung secara keseluruhan.

Sistem struktur gedung tidak menunjukkan loncatan bidang muka dan walaupun mempunyai loncatan bidang muka, ukuran dari denah struktur bagian gedung yang menjulang dalam masing-masing arah, tidak kurang dari 75% dari ukuran terbesar denah struktur bagian gedung sebelah bawahnya. Dalam hal ini, struktur rumah atap yang tingginya tidak lebih dari 2 tingkat tidak perlu dianggap menyebabkan adanya loncatan bidang muka.

Sistem struktur gedung memiliki kekakuan lateral yang beraturan, artinya setiap lantai tingkat memiliki berat yang tidak lebih dari 150% dari berat lantai tingkat di atasnya atau di bawahnya. Berat atap atau rumah atap tidak perlu memenuhi ketentuan ini.

Sistem struktur gedung memiliki unsur-unsur vertikal dari sistem penahan beban lateral yang menerus, tanpa perpindahan titik beratnya, kecuali bila perpindahan tersebut tidak lebih dari setengah ukuran unsur dalam arah perpindahan tersebut.

Sistem struktur gedung memiliki lantai tingkat menerus, tanpa lubang atau bukaan yang luasnya lebih dari 50% luas seluruh lantai tingkat. Walaupun ada lantai tingkat dengan lubang atau bukaan seperti itu, jumlahnya tidak boleh melebihi 20% dari jumlah lantai tingkat seluruhnya.

Gaya lateral statik akibat gempa yang bekerja berhubungan dengan berat di tiap-tiap lantai yang dihitung dengan rumus :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} \cdot V \quad (2.1)$$

Dimana,

$$V = C_1 \frac{I}{R} W_i \quad (\text{Gaya geser}) \quad (2.2)$$

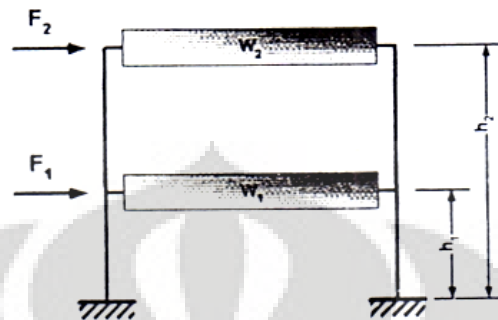
$$I = I_1 I_2 \quad (\text{Faktor keutamaan}) \quad (2.3)$$

$$R = \frac{V_s}{V_s / R_s} \quad (\text{Faktor reduksi}) \quad (2.4)$$

$$W_i = DL + LL \quad (\text{Berat tiap lantai}) \quad (2.5)$$

Pada rumusan gaya geser akibat beban lateral gempa, variabel C_1 merupakan koefisien gempa dasar pada zona wilayah gempa, dalam penentuan diperlukannya tipe tanah dasar yang terdiri dari 3 pilihan: tanah lunak, sedang dan keras, serta menentukan terlebih dahulu periode alami T yang terjadi pada struktur. Periode alami T , rumus pendekatan diklasifikasikan terhadap zona wilayah gempa untuk mendapatkan koefisien

pembatasan yang dikalikan dengan dengan jumlah lantai dari struktur gedung sebagai batasan struktur fleksibel.



Gambar 2.1 Distribusi gaya statik ekuivalen

Waktu getar alami struktur gedung setelah direncanakan harus ditentukan dari rumus Rayleigh:

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum W_i d_i^2}{g \sum F_i d_i}} \quad (2.6)$$

Dimana H adalah ketinggian sampai puncak dari bagian utama struktur gedung diukur dari tingkat penjepitan lateral. B adalah panjang seluruhnya dari denah struktur pada alasnya dalam arah yang ditinjau. "d_i" adalah simpangan horisontal pusat massa pada tingkat i akibat beban gempa horisontal F_i. Sedangkan g adalah percepatan gravitasi.

Apabila waktu getar alami Rayleigh didapatkan nilai kurang dari 80% dari nilai waktu getar alami sebelumnya, maka perhitungan beban-beban gempa harus dihitung kembali.

Variabel I merupakan faktor keutamaan fungsi dari suatu struktur, nilai faktor ini dimiliki oleh macam jenis gedung yang diklasifikasikan berdasarkan resiko yang dialami oleh pengguna gedung yang merupakan perkalian antara probabilitas terjadinya gempa selama umur gedung I₁ dengan penyesuaian periode ulang gempa berkaitan dengan umur gedung I₂.

Variabel R merupakan faktor jenis struktur yang merepresentasikan dari struktur gedung itu untuk arah pembebanan gempa tersebut, dapat dihitung sebagai nilai rata-rata berbobot dengan gaya geser dasar yang dipikul oleh masing-masing jenis subsistem sebagai besaran pembobotannya, dimana

Rs merupakan faktor reduksi gempa pada masing-masing jenis subsistem struktur gedung dan Vs adalah gaya geser dasar yang dipikul oleh masing-masing subsistem struktur gedung tersebut. Nilai variabel R dapat dilihat pada tabel 2.3.3.

2.3 Peraturan SNI 03-1726-1989 dengan SNI 03-1726-2002

Beberapa perbandingan peraturan SNI 03-1726-1989 dengan SNI 03-1726-2002 antara lain:

Tabel 2.1 Perbandingan peraturan SNI 03-1726-1989 dengan SNI 03-1726-2002

No	SNI 03-1726-1989	SNI 03-1726-2002
1	Gempa rencana dengan periode ulang 200 tahun. Gempa Rencana ditetapkan mempunyai perioda ulang 200 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 20 tahun.	Gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun. Gempa Rencana ditetapkan mempunyai perioda ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun.
2	Umur bangunan 20 tahun	Umur bangunan 50 tahun
3	Gaya geser dasar nominal (V) $V = C_d W_t C I K W_t$ Cd : Koef. Gempa dasar modifikasi C : Koef. Gempa dasar perencanaan I : Faktor keutamaan dari gedung K : Faktor jenis struktur Wt : Beban Vertikal total	Gaya geser dasar nominal (V) $V = C_1 \frac{I}{R} W_t$ C ₁ : Nilai faktor respon gempa dari spektrum respon gempa rencana waktu getar alami fundamental R : Faktor reduksi gempa terhadap elastisitas, beban nominal dan faktor daktilitas struktur
4	Beban Statik ekuivalen (Fi) $F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} \cdot V$ Fi terbagi pada setiap lantai-i bangunan	Beban Statik ekuivalen (Fi) $F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} \cdot V$ Fi terbagi pada setiap lantai-i bangunan
5	Faktor Keutamaan (I)	Faktor Keutamaan (I) $I = I_1 \cdot I_2$

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori Gedung</th> <th>I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gedung Monumental</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Fasilitas Penting</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Fasilitas Migas</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>Gedung Berbahaya</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>Gedung Lain</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori Gedung	I	Gedung Monumental	1,5	Fasilitas Penting	1,5	Fasilitas Migas	2,0	Gedung Berbahaya	2,0	Gedung Lain	1,0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori Gedung</th> <th>I₁</th> <th>I₂</th> <th>I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gedung Monumental</td> <td>1,0</td> <td>1,6</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Fasilitas Penting</td> <td>1,4</td> <td>1,0</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>Cerobong Tangki</td> <td>1,5</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Gedung Berbahaya</td> <td>1,6</td> <td>1,0</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>Gedung Umum</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>I₁: Faktor keutamaan periode ulang terhadap probabilitas terjadinya gempa pada umur gedung I₂: Faktor keutamaan periode ulang terhadap umur gedung</p>	Kategori Gedung	I ₁	I ₂	I	Gedung Monumental	1,0	1,6	1,6	Fasilitas Penting	1,4	1,0	1,4	Cerobong Tangki	1,5	1,0	1,5	Gedung Berbahaya	1,6	1,0	1,6	Gedung Umum	1,0	1,0	1,0
Kategori Gedung	I																																					
Gedung Monumental	1,5																																					
Fasilitas Penting	1,5																																					
Fasilitas Migas	2,0																																					
Gedung Berbahaya	2,0																																					
Gedung Lain	1,0																																					
Kategori Gedung	I ₁	I ₂	I																																			
Gedung Monumental	1,0	1,6	1,6																																			
Fasilitas Penting	1,4	1,0	1,4																																			
Cerobong Tangki	1,5	1,0	1,5																																			
Gedung Berbahaya	1,6	1,0	1,6																																			
Gedung Umum	1,0	1,0	1,0																																			
6	<p>Waktu getar alami gedung (T)</p> <p>$T = 0,085 \cdot H^{3/4}$ (portal baja) $T = 0,06 \cdot H^{3/4}$ (portal beton) $T = 0,09 \cdot H / \sqrt{B}$ (struktur lain) Cek waktu getar (Rayleigh)</p> $T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum W_i d_i^2}{g \sum F_i d_i}}$	<p>Waktu getar alami gedung (T)</p> <p>T ditentukan dengan asumsi teknik yang tergantung terhadap jenis tanah, material struktur. Cek waktu getar (Rayleigh)</p> $T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum W_i d_i^2}{g \sum F_i d_i}}$																																				
7	<p>Faktor jenis struktur (K)</p> <p>Dilihat pada tabel 2.3.2</p>	<p>Faktor reduksi gempa (R)</p> <p>Dilihat pada tabel 2.3.3</p>																																				

Tabel 2.2 Faktor jenis struktur (K)

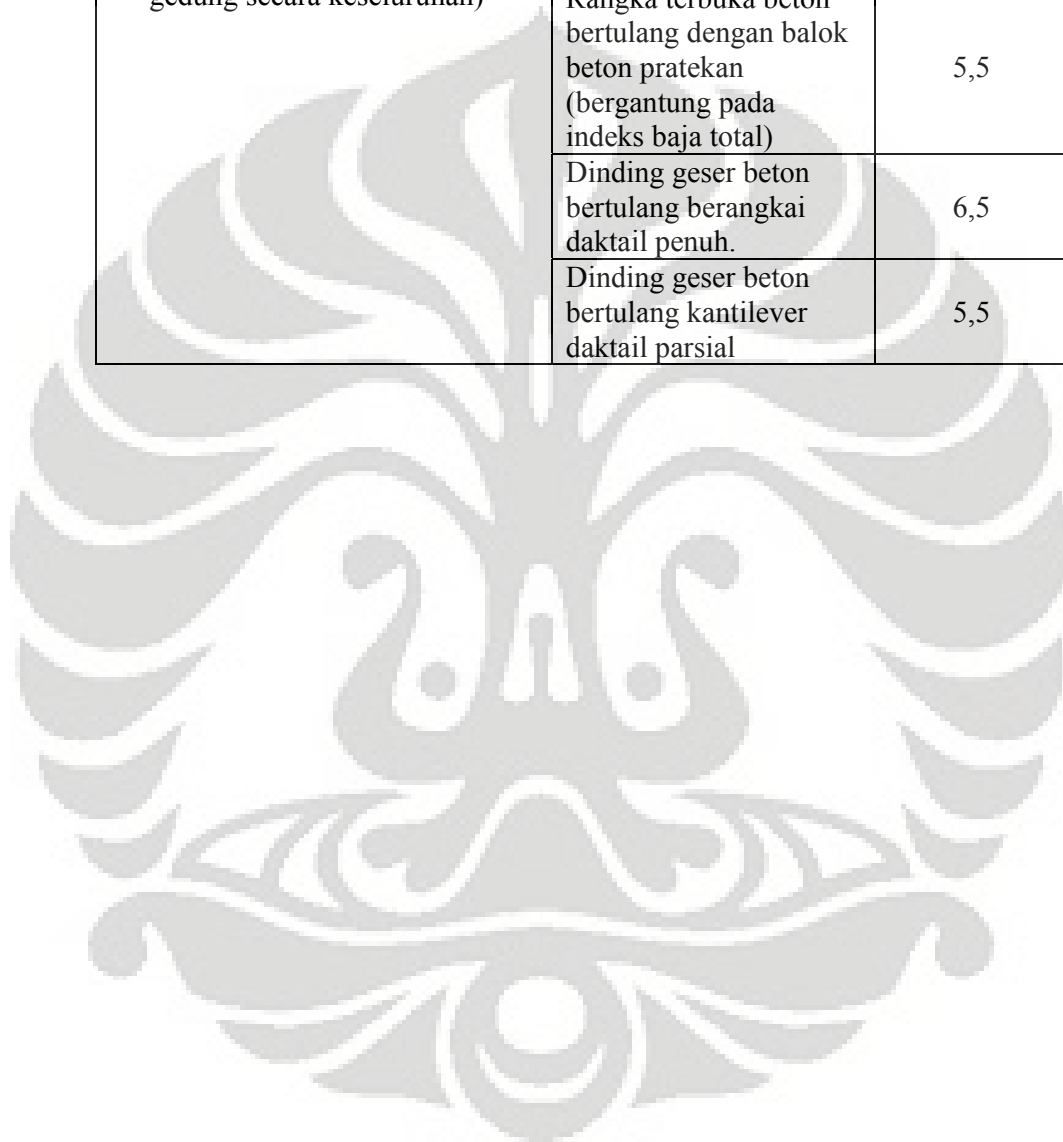
Jenis Struktur Rumah atau Gedung	Bahan bangunan dari unsur-unsur pemencar energi gempa	Faktor jenis struktur
Portal daktail	Beton bertulang	1,0
	Beton Pratekan	1,4
	Baja	1,0
	Kayu	1,7
Dinding geser (1) Berangkai daktail	Beton bertulang	1,0
Dinding geser (1) Kantilever daktail	Beton bertulang	1,2
	Dinding berongga bertulang	2,5
	Kayu (2)	2,0
Dinding geser (1) Kantilever dengan daktilitas terbatas	Beton bertulang	1,5
	Dinding berongga bertulang	3,0
	Kayu (2)	2,5
Portal dengan ikatan diagonal	Beton bertulang	2,5
	Baja	2,5
	Kayu	3,0
Struktur kantilever tak bertingkat (5)	Beton bertulang	2,5
	Baja	2,5
Cerobong, tangki kecil	Beton bertulang	3,0
	Baja	3,0
Struktur lain		(4)

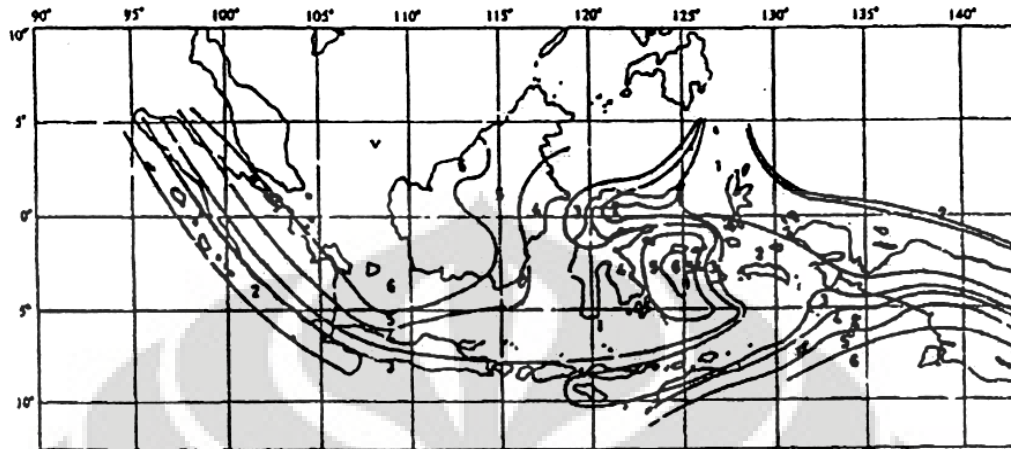
- Cat : 1 = Daktail jika, $H/B \geq 2$
 2 = Mampu menahan gaya horisontal
 3 = K diinterpolasi pratekan dengan biasa
 4 = Interpolasi dengan yang mendekati
 5 = Daktail jika 3 kolom dan diagfragma

Tabel 2.3 Faktor reduksi gempa (R)

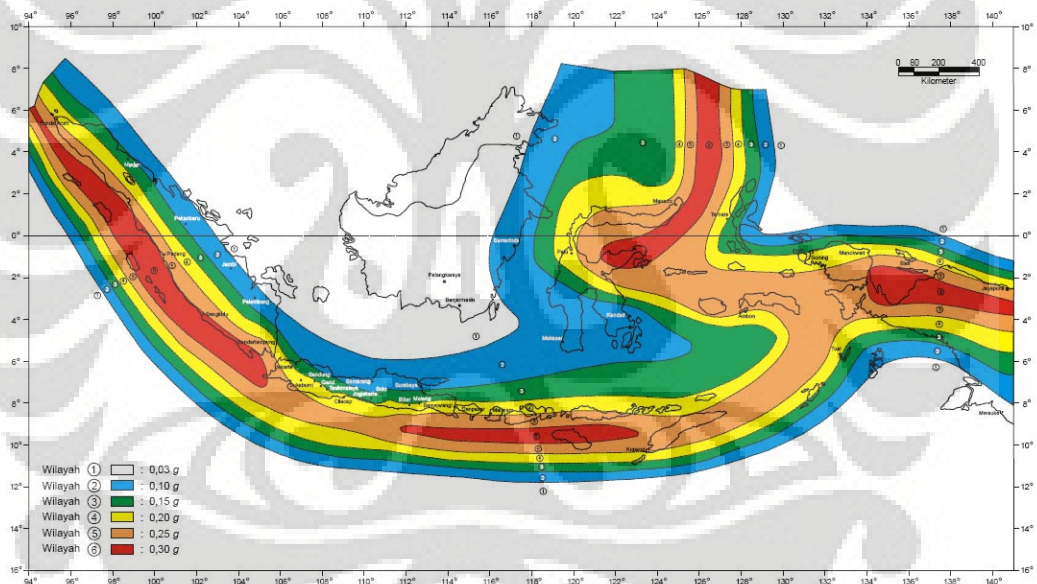
Sistem dan subsistem struktur	Uraian sistem pemikul beban gempa	R maksimum
1. Sistem dinding penumpu (Sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing)	Dinding geser beton bertulang	4,5
	Dinding penumpu dengan rangka baja ringan dan bresing tarik	2,8
	Rangka bresing di mana bresingnya memikul beban gravitasi Baja Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6)	4,4 2,8
2. Sistem rangka gedung (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing)	Rangka bresing eksentris baja (RBE)	7,0
	Dinding geser beton bertulang	5,5
	Rangka bresing biasa Baja Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6)	5,6 5,6
	Rangka bresing konsentrik khusus Baja	6,4
	Dinding geser beton bertulang berangkai daktail	6,5
	Dinding geser beton bertulang kantilever daktail penuh	6,0
	Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	5,5
3. Sistem rangka pemikul momen (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang	Rangka pemikul momen khusus (SRPMK)	

beban lateral)		
6. Sistem interaksi dinding geser dengan rangka	Beton bertulang biasa (tidak untuk Wilayah 3, 4, 5 & 6)	5,5
7. Subsistem tunggal (Subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan)	Rangka terbuka baja	8,5
	Rangka terbuka beton bertulang	8,5
	Rangka terbuka beton bertulang dengan balok beton pratekan (bergantung pada indeks baja total)	5,5
	Dinding geser beton bertulang berangkai daktail penuh.	6,5
	Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	5,5

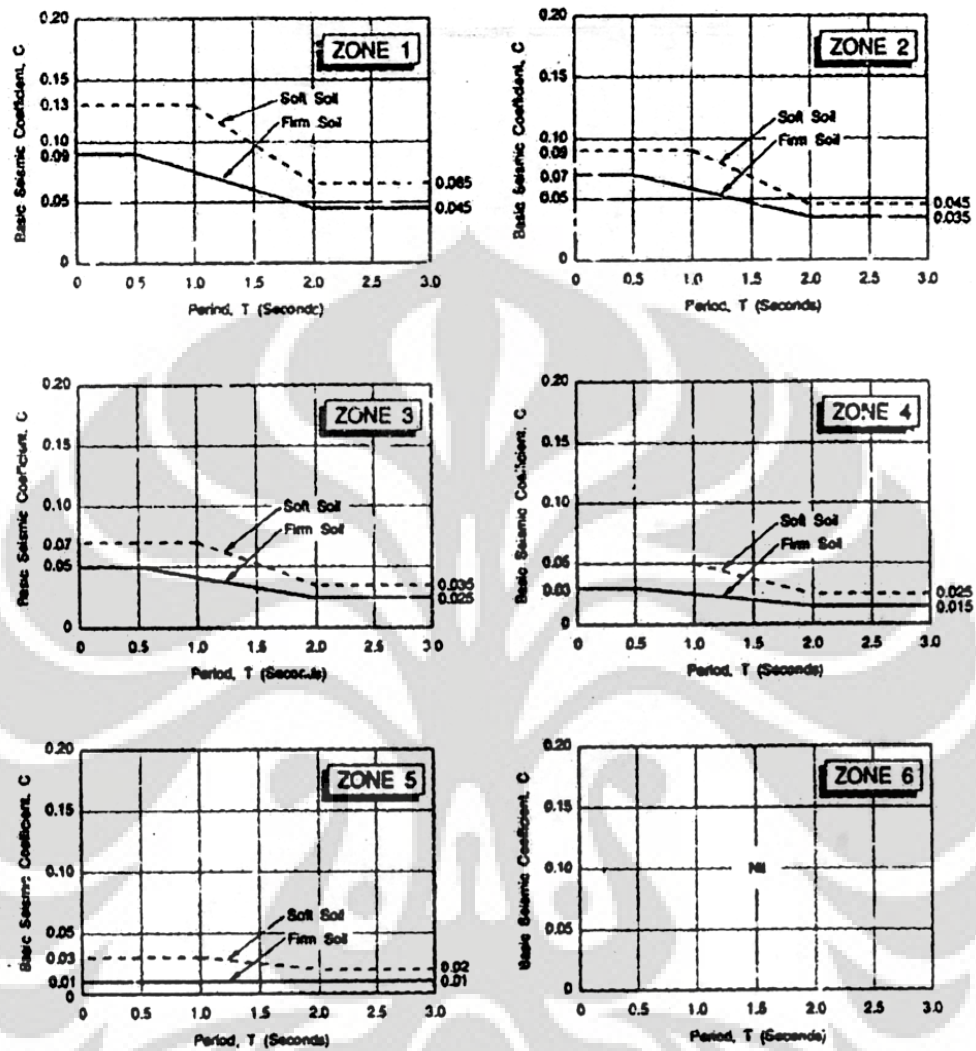




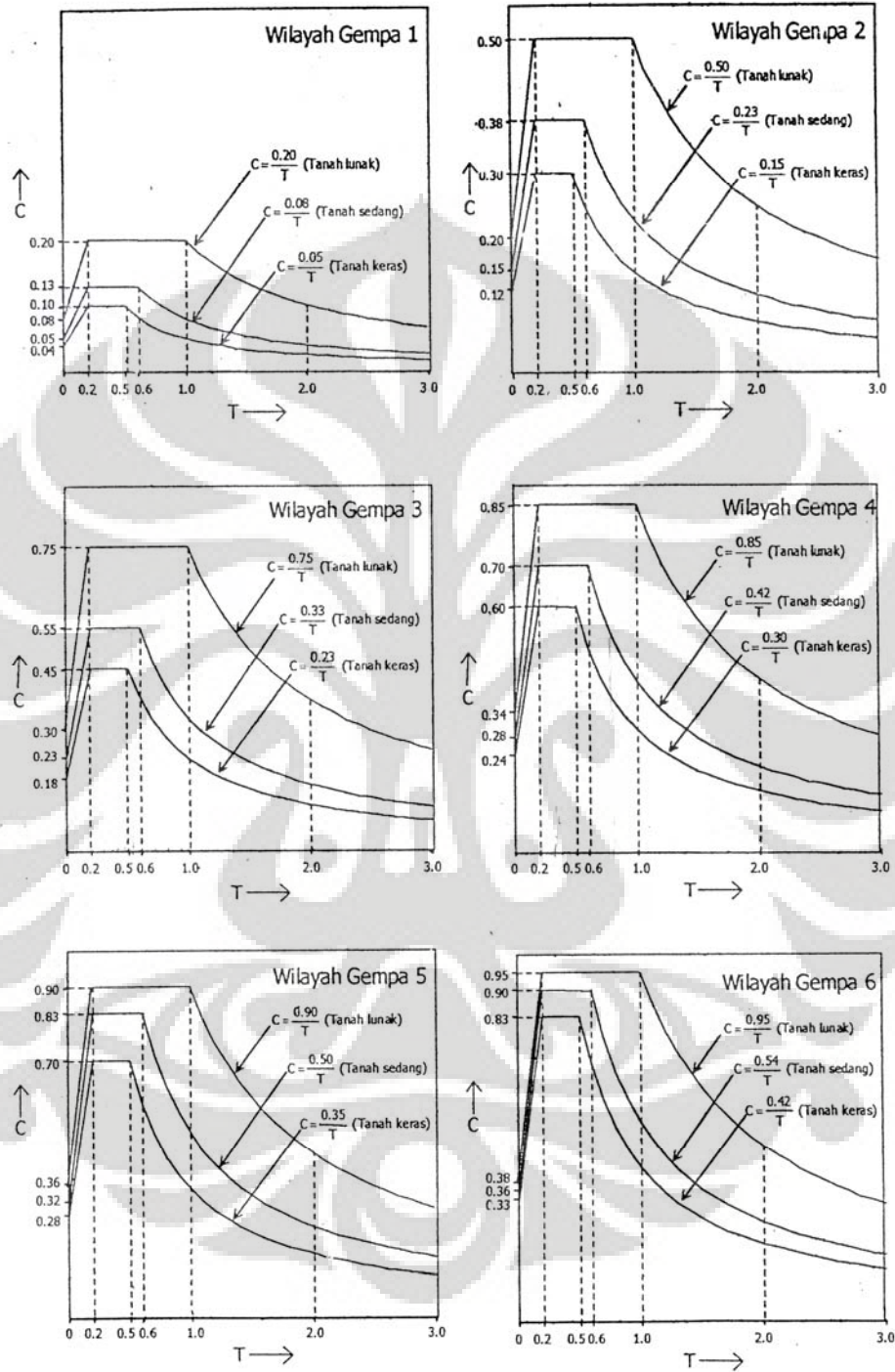
Gambar 2.2 Peta wilayah gempa SNI 03-1726-1989



Gambar 2.3 Peta wilayah gempa SNI 03-1726-2002



Gambar 2.4 Respon spektrum gempa rencana SNI 03-1926-1989



Gambar 2.5 Respon spektrum gempa rencana SNI 03-1926-2002

2.4 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan beban-beban yang terjadi, penentuan kombinasi pembebanan pada pondasi berdasarkan:

Tabel 2.4 Kombinasi pembebanan kondisi gravitasi

No	SW	SIDL	LLr	Eqx	Eqy	Up N	Up B	SF
1	1	1	1	-	-	-	-	2,5
2	0,9	-	-	-	-	1	-	2,5
3	0,9	-	-	-	-	-	1	1,25

Tabel 2.5 Kombinasi pembebanan kondisi gempa nominal

No	SW	SIDL	LLr	Eqx	Eqy	Up N	Up B
1	1	1	1	±1	±0,3	-	-
2	1	1	1	±0,3	±1	-	-
3	1	1	1	±1	±0,3	1	-
4	1	1	1	±0,3	±1	1	-
5	0,9	0,9	-	±1	±0,3	1	-
6	0,9	0,9	-	±0,3	±1	1	-

P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang untuk kondisi pembebanan statik.

Untuk daya dukung lateral tiang, diambil batas deformasi lateral 6,25 mm.

Tabel 2.6 Kombinasi pembebanan kondisi gempa maksimum

No	SW	SIDL	LLr	Eqx	Eqy	Up N	Up B
1	1	1	1	±1 x f	-	-	-
2	1	1	1	-	±1 x f	-	-
3	0,9	0,9	-	±1 x f	-	1	-
4	0,9	0,9	-	-	±1 x f	1	-

P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang untuk kondisi pembebanan statik.

Untuk daya dukung lateral tiang, diambil batas deformasi lateral 13 mm.

Keterangan :

SIDL = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap.

LLr = Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain – lain.

SW = Beban angin.

E = Beban gempa, yang ditentukan menurut SNI.

2.5 Pondasi

2.5.1 Pendahuluan

Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian bawah atau dasar suatu struktur yang berfungsi untuk menahan beban dari struktur atas ke lapisan tanah tanpa mengakibatkan keruntuhan tanah dan penurunan pondasi (*settlement*).

Adapun langkah – langkah minimum untuk merancang suatu pondasi adalah sebagai berikut :

Tentukan lokasi tapak dan posisi dari muatan.

Pemeriksaan fisik atas tapak tentang adanya setiap masalah geologis atau masalah – masalah lain.

Menetapkan program eksplorasi lapangan dan pengujian pelengkap lapangan dan uji laboratorium.

Tentukan parameter tanah.

Buatlah rancangan pondasi dengan menggunakan parameter – parameter tanah tersebut.

2.5.2 Dasar – dasar Pemilihan Pondasi

Pemilihan jenis pondasi tiang yang akan dipakai untuk mendukung sebuah bangunan sipil sangat tergantung dari pertimbangan – pertimbangan berikut :

Kondisi tanah

Untuk kondisi tanah yang lunak dan mudah runtuh sebaiknya dipakai jenis tiang pancang karena bored pile akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan kondisi lubang sampai pengecoran pondasi.

Bahan yang tersedia

Untuk daerah dimana sulit mendapatkan kerikil tetapi banyak terdapat kayu dengan kualitas baik, maka pondasi tiang dari kayu akan menjadi alternatif yang lebih baik.

Kondisi lingkungan di sekitar pekerjaan

Jika di daerah perkotaan dimana banyak terdapat bangunan di sekitar lokasi proyek, pemakaian tiang pancang akan mengganggu bangunan sekitarnya. Pemancangan dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada (pecahnya kaca jendela) pada radius sekitar 300m dari pusat pemancangan disamping kebisingannya.

Faktor teknis pelaksanaan

Pertimbangan ini berdasarkan kemudahan cara pelaksanaan pondasi. Misalnya daerah di pinggir sungai dimana air selalu merembes, pondasi tiang akan lebih mudah dilaksanakan.

2.5.3 Pondasi Tiang

Pondasi tiang berfungsi untuk meneruskan beban dari struktur atas (upper structure) melalui lapisan yang lebih lunak atau air, pada tanah yang lebih keras atau kurang mampat (noncompressible) atau batuan (rock).

Pondasi tiang digunakan pada keadaan-keadaan antara lain sebagai berikut:

- Lapisan tanah keras berada cukup dalam dari permukaan tanah.

- Menahan gaya vertikal, gaya lateral, atau momen guling yang besar.

- Menahan gaya tarik (uplift) yang besar.

- Lapisan dekat permukaan tanah di bawah struktur mudah tererosi.

- Struktur atas tidak mengijinkan terjadinya differensial settlement.

2.5.4 Daya Dukung Pondasi Tiang Akibat Beban Vertikal

Kontribusi daya dukung ultimate tiang bor terdiri dari dua bagian, yaitu:

Perlawanan gaya-gaya vertikal pada dasar tiang yang disebut tahanan ujung tiang atau *base resistance* (Q_{bu}).

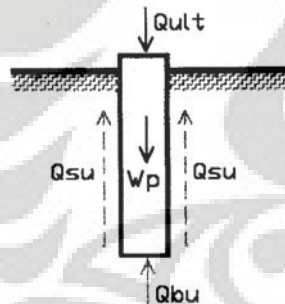
Gesekan pada permukaan selubung tiang yang disebut tahanan selubung tiang atau *shaft resistance* (Q_{su}).

2.5.4.1 Berdasarkan Test Laboratorium

Kapasitas daya dukung ultimit (Q_{ult}) tiang tunggal merupakan penjumlahan dari tahanan ultimit selubung tiang (*ultimate shaft resistance*) dan tahanan ultimit dasar tiang (*ultimate base resistance*) dikurangi dengan berat sendiri tiang. Secara matematis persamaan tersebut diekspresikan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_{bu} + Q_{su} - W_p \quad (2.7)$$

Dimana:



Q_{ult} = daya dukung ultimit tiang

Q_{bu} = tahanan ultimit dasar tiang

Q_{su} = tahanan ultimit selubung tiang

W_p = berat sendiri tiang

Gambar 2.6 Daya dukung tiang

Q_{su} dapat dihitung dengan mengintegrasikan kekuatan geser antara tiang dengan tanah (τ_a) terhadap luas permukaan selubung tiang. T_a dapat dicari dengan persamaan *Coulomb*:

$$\tau_a = c_a + \sigma'_v \tan \phi_a \quad (2.8)$$

$$Q_{su} = A_s c_a + K_s \sigma'_v \tan \phi_a \quad (2.9)$$

Dimana:

τ_a = kekuatan geser antara tiang dengan tanah

c_a = adhesi antara tiang dengan tanah = $(\alpha \times C_u)$

α = faktor adhesi untuk tiang bor pada lapisan lempung (tabel 2.7)

σ_n = tegangan normal antara tiang dengan tanah = $(K_o \times \sigma_v')$

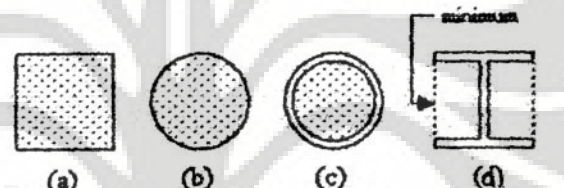
σ_v' = tegangan vertikal efektif

K_s = koefisien tanah lateral;

$K_s = K_o$ (untuk tiang bor tanpa perpindahan / non displacement)

$K_s = 0,75K_o$ (untuk tiang bor pada lempung kaku)

A_s = luas selimut tiang, dihitung dengan mengalikan parameter tiang dengan kedalaman



	(a)	(b)	(c)	(d)
Penampang :	beton persegi	beton bulat	pipa dengan zisi tanpa beton	tiang pancang-H
Perimeter :	$4 \times L$	$\pi \times D$	$\pi \times D$	$2(B+I)$
Luas :	L^2	$\pi \times D^2/4$	$\pi \times D^2/4$	$B \times L$

Gambar 2.7 Parameter penampang tiang

Sedangkan Q_u dapat dihitung dengan teori *bearing capacity* sebagai:

$$Q_{bu} = A_b c N_c + \sigma_{vb}' N_q + 0,5 B N_\gamma \quad (2.10)$$

Dimana:

A_b = luas dasar tiang

c = nilai kohesi tanah

σ_{vb}' = tegangan vertikal efektif pada dasar tiang

γ = berat isi tanah

B = diameter tiang

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung (bearing capacity factor) yang tergantung kepada sudut friksi tanah dan rasio L/B

Dari persamaan-persamaan di atas didapat:

$$Q_{ult} = A_s c_a + K_s v' \tan \alpha + A_b c N_c + v_b' N_q + 0,5 BN + W_p \quad (2.11)$$

2.5.4.1.1 Daya Dukung Tiang pada Lapisan Lempung (Clay)

Daya dukung tiang pada lapisan lempung dibagi dalam dua kondisi, yaitu kondisi tidak terdrainasi dan kondisi terdrainasi.

a. Daya Dukung pada Kondisi Tidak Terdrainasi

Sebagai asumsi penyederhanaan, jika lapisan lempung murni pada kondisi tidak terdrainasi adalah jenuh, maka sudut friksinya adalah nol ($\phi_u = 0$), sehingga sudut friksi antara tiang dengan tanah juga menjadi nol ($\alpha = 0$).

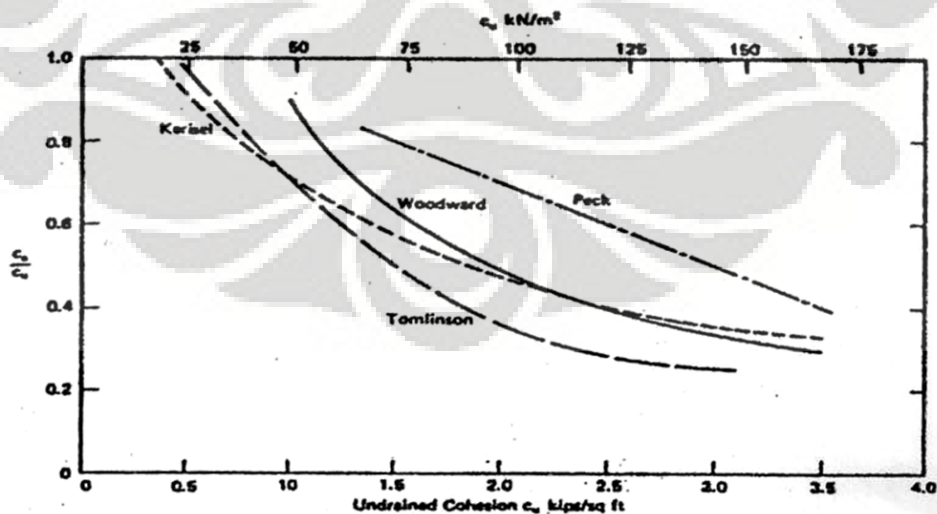
Daya dukung friksi

Karena nilai $\alpha = 0$, maka persamaannya menjadi:

$$Q_{su} = A_s c_a \quad (2.12)$$

$$Q_{su} = A_s c_u \quad (2.13)$$

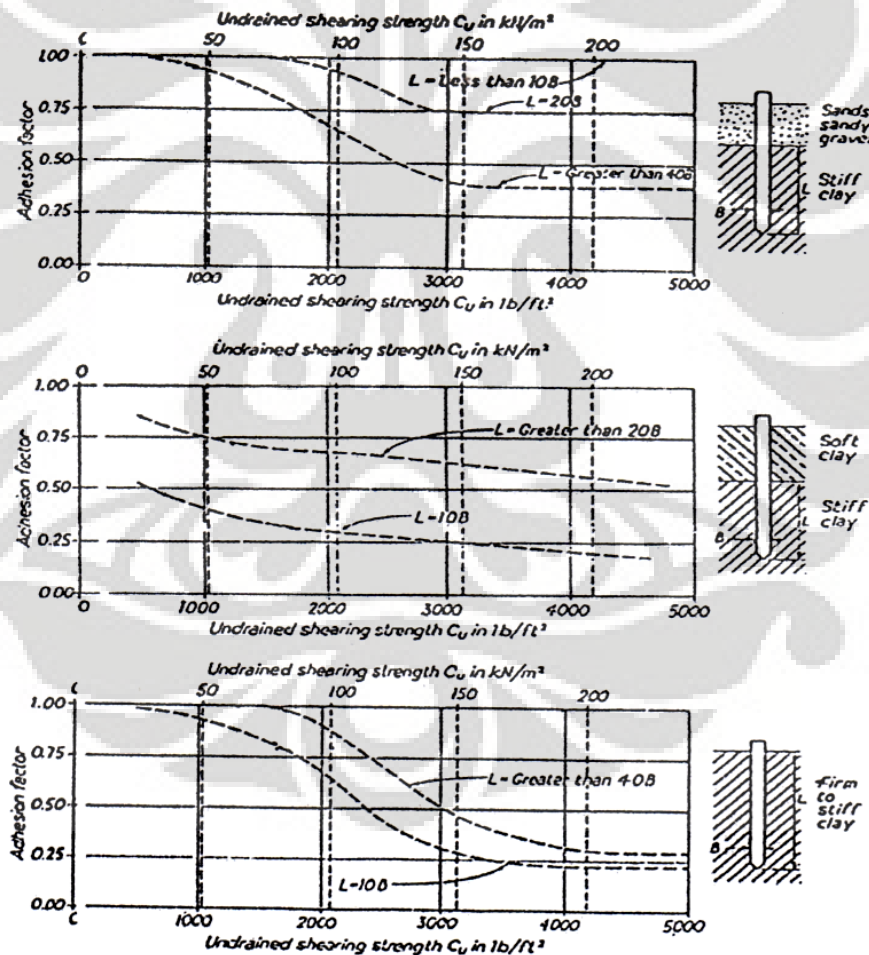
Nilai adhesi antara tiang dengan tanah pada kondisi tidak terdrainasi c_a tergantung dari banyak faktor, antara lain tipe tiang, tipe tanah, dan metode instalasi.



Gambar 2.8 Perbandingan faktor adhesi untuk tiang pancang pada lapisan lempung

Tabel 2.7 Faktor adhesi untuk tiang bor pada lapisan lempung

Tipe Tanah	Faktor Adhesi (α)	Nilai	Referensi
Lempung London (London Clay)	C_a / C_u	0,25 – 0,70 Rata-rata 0,45	Golder dan Leonard (1954) Tomlinson (1957) Skempton (1959)
Lempung Sensitif (Sensitive Clay)	C_a / C_u	1	Golder (1957)
Lempung sangat Ekspansif (Highly expansive clay)	C_a / C_u	0,5	Mohan dan Chandra (1961)

Gambar 2.9 Grafik faktor adhesi α untuk tiang pancang pada lapisan lempung (Tomlinson)

Tabel 2.8 Nilai-nilai faktor adhesi untuk tiang pancang pada lapisan lempung

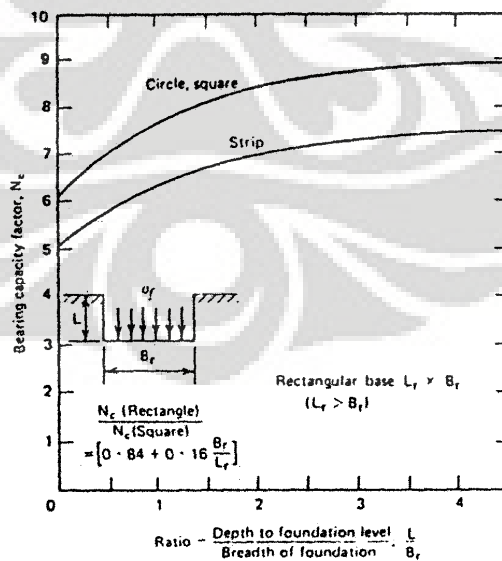
Kasus	Kondisi Tanah	Rasio Penetrasi L/B	Faktor Adhesi (α)
1	Pasir atau kerikil berpasir yang terletak di atas lempung kaku (stiff clay)	<20 >20	1,25 Lihat grafik
2	Lempung lunak (soft clay) atau lanau (silt) yang terletak di atas lempung kaku (stiff clay)	8 < L/B < 20 >20	0,4 Lihat grafik
3	Lempung kaku (stiff clay) tanpa lapisan di atasnya	8 < L/B < 20 >20	0,4 Lihat grafik

Daya Dukung Ujung (End Bearing)

Untuk menentukan daya dukung ujung dipakai persamaan:

$$Q_{ult} = A_s c_a K_s \gamma' \tan \alpha + A_b c N_c + \gamma' N_q + 0,5 B N \gamma_p \quad (2.14)$$

Dimana faktor daya dukung $N_\gamma = 0$ dan $N_q = 1$ (karena $\alpha = 0$). Sedangkan nilai N_c yang biasa digunakan untuk desain diambil dari grafik yang dibuat oleh Skempton (1951), dimana N_c tergantung dari bentuk penampang dan rasio penetrasi (L/B).



Gambar 2.10 Faktor daya dukung N_c untuk pondasi pada lempung ($\alpha = 0$ Skempton 1951)

b. Daya Dukung pada Kondisi Terdrainasi

Untuk tiang pada lempung kaku yang terkonsolidasi secara berlebihan, maka daya dukung yang lebih kritis adalah pada kondisi terdrainasi. Asumsi penyederhanaan untuk kondisi terdrainasi adalah adhesi antara tiang dengan tanah sama dengan nol ($c' = 0$).

Daya Dukung Friksi

Persamaan dasar yang dipakai dalam menghitung daya dukung friksi adalah persamaan

$$Q_{su} = A_s K_s \sigma'_v \tan \delta'_a \quad (2.15)$$

Dimana:

σ'_v = tegangan vertikal efektif rata-rata

δ'_a = sudut friksi antara tiang dengan tanah pada kondisi terdrainasi

Braja M Das (1984) menganjurkan nilai K_s untuk bermacam-macam tipe tiang, antara lain untuk tiang pancang dengan perpindahan kecil (*small displacement*) diambil nilai yang berkisar antara $K_0 - 1,4K_0$. untuk tiang pancang dengan perpindahan besar (*large displacement*) diambil nilai yang berkisar antara $K_0 - 1,8K_0$ dan untuk tiang tanpa perpindahan (*non displacement*) diambil nilai $K_s = K_0 = 1 - \sin$

Daya Dukung Ujung (end bearing)

Dengan mensubstitusikan $c' = 0$ terhadap persamaan:

$$Q_{bu} = A_b c N_c + \sigma'_{vb} N_q + 0,5 B N \quad (2.16)$$

Serta mengabaikan faktor $0,5 B N$ (karena nilainya relatif kecil), maka persamaan tersebut menjadi:

$$Q_{bu} = A_b \sigma'_{vb} N_q \quad (2.17)$$

Dimana:

σ'_{vb} = tegangan efektif pada dasar tiang

N_q = faktor daya dukung, dimana cara menentukannya sama dengan pada lapisan pasir, yaitu diambil dari grafik yang dibuat oleh Berezantsev.

2.5.4.1.2 Daya Dukung Tiang pada Lapisan Pasir (Sand)

Daya dukung tiang yang paling kritis pada lapisan pasir adalah pada kondisi terdrainasi. Sehingga asumsi penyederhanaan yang diambil sama seperti tiang pada lapisan lempung pada kondisi terdrainasi, dimana nilai kohesi tanah c' dan adhesi tiang dengan tanah c'_a adalah sama dengan nol.

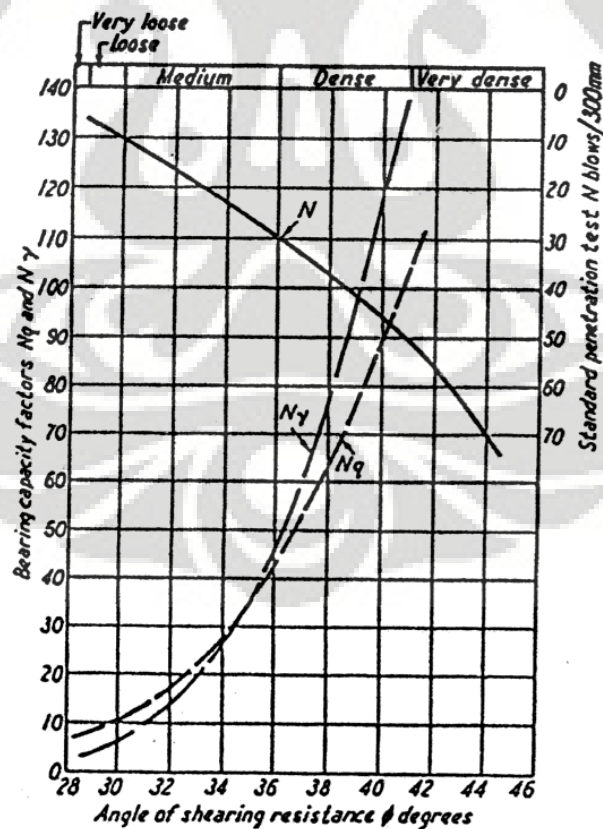
Daya Dukung Friksi

Daya dukung friksi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{su} = A_s K_s \sigma'_v \tan \delta'_a \quad (2.18)$$

Dimana: σ'_v = tegangan vertikal efektif rata-rata

Broms (1966) telah membuat suatu hubungan antara nilai K_s dan δ'_a untuk berbagai jenis material tiang seperti yang terlihat pada tabel 2.9. Untuk tujuan praktis nilai δ'_a yang digunakan dapat diperoleh dari hasil uji penetrasi standar seperti pada gambar 2.11. Selain itu nilai δ'_a juga dapat diambil dari hasil uji penetrasi konus seperti terlihat pada tabel 2.9.



Gambar 2.11 Hubungan antara ϕ , faktor daya dukung, dan nilai N-SPT

Tabel 2.9 Hubungan antara Q_c , K_s dan q_c dari konus

Q_c (kg/cm ²)		K_s terhadap
0-50	38° - 30°	Kepadatan relatif rendah
50-100	30° - 36°	Kepadatan relatif medium
>100	> 35°	Kepadatan relatif tinggi

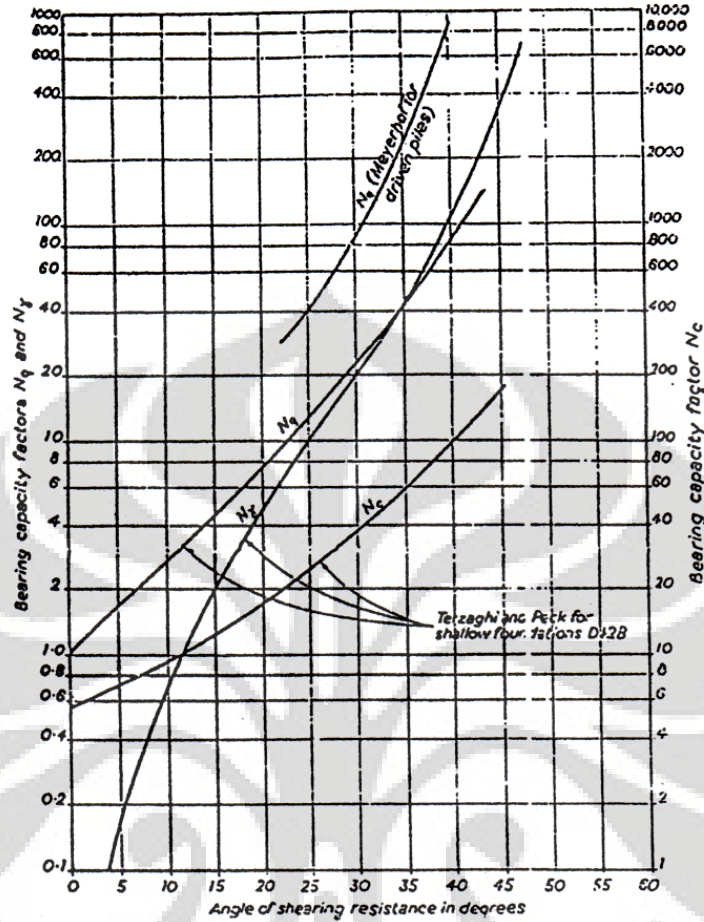
Daya Dukung Ujung (End Bearing)

Daya dukung ujung dihitung sama dengan pada lapisan lempung yang terdrainasi, yaitu menggunakan persamaan:

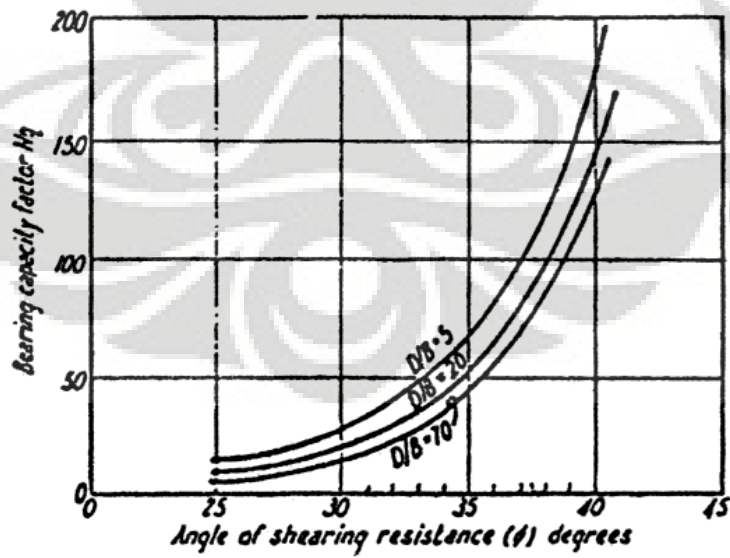
$$Q_{bu} = A_b \cdot v_b \cdot N_q \quad (2.19)$$

Faktor bearing capacity N_q dapat ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan antara bearing capacity terhadap sudut friksi (ϕ) yang dibuat oleh Terzaghi dan Peck atau Meyerhof seperti terlihat pada gambar 2.12. Akan tetapi nilai N_q yang diberikan oleh Terzaghi dan Peck adalah untuk pondasi dangkal, sehingga nilai tersebut terlalu konservatif jika digunakan untuk pondasi tiang. Sedangkan nilai N_q yang diberikan oleh Meyerhof terlalu besar sehingga akan memberikan penurunan yang berlebihan pada beban kerja.

Berezantsev (1961) menemukan bahwa terdapat suatu hubungan antara faktor bearing capacity N_q terhadap sudut friksi (ϕ) dan rasio penetrasi (L/B). Hubungan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.13. Nilai yang diberikan oleh Berezantsev ternyata lebih kecil dari yang diberikan oleh Meyerhof serta lebih besar dari yang diberikan oleh Terzaghi dan Peck.



Gambar 2.12 Grafik hubungan nilai N_c , N_y dan N_q terhadap (Meyerhof, Terzaghi & Peck)



Gambar 2.13 Grafik hubungan antara nilai N_q terhadap dan rasio penetrasi (Berezantsev)

Untuk menentukan nilai γ' dari grafik di atas maka nilai γ' yang dipakai adalah menurut rumus yang diberikan oleh Kishida (1967), yaitu:

$$\text{Untuk tiang pancang : } \gamma' = (\gamma'_1 + 40)/2 \quad (2.20)$$

$$\text{Untuk tiang bor : } \gamma' = \gamma'_1 - 3 \quad (2.21)$$

2.5.4.2 Berdasarkan Data CPT

Data yang diperoleh dari hasil uji sondir biasanya dipresentasikan dalam bentuk grafik. Sumbu vertikal (ordinat) mewakili kedalaman tanah (dalam satuan meter). Sedangkan sumbu horisontal (absis) mewakili nilai tahanan penetrasi konus q_c (satuan kg/cm^3) serta tahanan friksi f_s (satuan kg/cm^2). Maksud dari penyajian dalam bentuk grafik adalah untuk mengetahui jenis serta ketebalan masing-masing lapisan tanah di lapangan. Dimana jenis tanah tersebut dapat diinterpolasikan dari nilai tahanan penetrasi yang diperoleh. Selain itu, grafik tersebut dapat digunakan untuk menentukan *bearing layer* dan menghitung daya dukung pondasi, dalam hal ini pondasi tiang.

Tabel 2.10 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai q_c dan f_s

Jenis Tanah	Parameter tanah q_c dan f_s
Clays and Peats ($q_c < 10$ bar)	$q_c/30 < f_s < q_c/10$
Clays	$q_c/25 < f_s < 2q_c/25$
Clays, Silts, Sands	$q_c/100 < f_s < q_c/25$
Sands	$q_c/100 < f_s < 2q_c/100$
Coarse sands and Gravel	$f_s < q_c/150$

Dari grafik hasil uji Cone Penetration Test (CPT) data-data yang didapat tiap penetrasi yaitu nilai q_c tahanan konus, nilai tahanan friksi dan JHP (Jumlah Hambatan Perekat). Beberapa cara yang ditemukan untuk mencari daya dukung yaitu:

Cara Konvensional

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2} \quad (2.22)$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3} \quad (2.23)$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Cara Vesic (1967)

$$Q_u = Q_{bu} + Q_{su} = q_c \times A_b + 2f_s A_s \quad (2.24)$$

Dimana,

Q_{ult} = daya dukung ultimit tiang (kg)

Q_{bu} = daya dukung ultimit ujung tiang (kg)

Q_{su} = daya dukung ultimit selubung tiang (kg)

q_c = nilai tahanan konus (kg/cm²)

f_s = nilai tahanan friksi rata-rata sepanjang tiang (kg/cm²)

A_b = luas ujung tiang (cm²)

A_s = luas selimut tiang (cm²)

2.5.4.3 Berdasarkan Data N-SPT

Data hasil uji SPT biasanya disajikan dalam bentuk grafik. Dimana sumbu vertikal menyatakan kedalaman, sedangkan sumbu horisontal menyatakan nilai N-SPT. Pada grafik tersebut biasanya digambarkan juga tipe tanah berdasarkan kedalamannya.

Tabel 2.11 Hubungan antara kerapatan relatif, nilai N-SPT, perlawanan konus

Deskripsi Kerapatan Pasir	Kerapatan Relatif	Nilai N-SPT	Perlawanan Konus (q_r dalam kg/cm^3)	Sudut friksi internal (f dalam derajat)
Very loose (sangat lepas)	<0.2	<4	<20	<30
Loose (lepas)	0.2 - 0.4	4-10	20-40	30-45
Medium dense (agak rapat)	0.4 - 0.6	10-30	40-120	45-40
Dense (rapat)	0.6-0.8	30-50	120-200	40-45
Very dense (sangat rapat)	0.8 -1.0	>50	>200	45

Tabel 2.12 Hubungan antara konsistensi dengan hasil-hasil pengujian tanah pada tanah lempung

Konsistensi Tanah Lempung	SPT	Sondir		Vane Shear Test	Geser Unconfined
	N-SPT	q_c (kg/cm^2)	q_c (kg/cm^2)	S (kg/cm^2)	q_c (kg/cm^2)
Very soft (sangat lunak)	2	5	0-0,10	0,125	0.25
Soft (lunak)	2-4	5-10	0.10-0.30	0.125 - 0.25	0.25-0.50
Medium (agak kaku)	4-8	10-20	0.30-0.45	0,25 - 0.50	0.50-1.00
Stiff (kaku)	8-15	20-40	0.45-0.95	0.50-1.00	1.00-2.00
Very stiff (sangat kaku)	15-30	40-80	0.95 - 2.00	1.00-2.00	2.00-4,00
Hard (keras)	30	80	2.00	2.00	4.00

Data hasil uji penetrasi standar dapat juga digunakan untuk memprediksikan daya dukung pondasi tiang terhadap beban vertikal. Dalam perhitungan daya dukung tiang tersebut, terdapat berbagai metoda yang umumnya dipakai, salah satunya metoda Meyerhof (1959), Thorburn dan Mac Vicar (1970)

$$Q_u = Q_{bu} + Q_{su} = (q_b \times A_b) + (q_s \times A_s) \quad (2.25)$$

Dimana,

Q_{ult} = daya dukung ultimit tiang (ton)

Q_{bu} = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)

Q_{su} = daya dukung ultimit selubung tiang (ton)

q_b = tahanan ujung tiang

q_s = tahanan selubung tiang

A_b = luas dasar tiang (m^2)

A_s = luas selimut tiang (m^2)

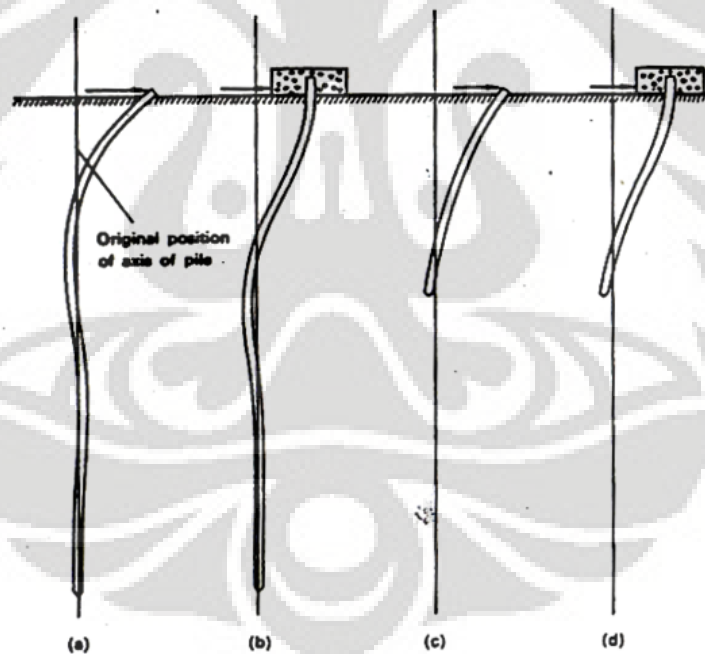
Meyerhof (1959) : untuk $N < 15$, $q_b = 2 N \text{ ton/ft}^2$

untuk $N \geq 15$, $q_b = 30 + (N-15) \text{ ton/ft}^2$

Thorburn dan Mac Vicar (1970) : $q_s = N/60 \text{ ton/ft}^2$

2.5.5 Daya Dukung Pondasi Tiang Akibat Beban Lateral

Dari beberapa analisa yang telah dilakukan dalam menentukan besar lendutan, momen dan gaya geser yang terjadi disepanjang tiang, diperoleh bahwa perilaku tiang pada pembebanan lateral dipengaruhi oleh panjang dari tiang tersebut. Oleh sebab itu di dalam perencanaan suatu tiang tunggal yang dibebani gaya lateral, perlu dianalisa besar lendutan yang terjadi pada tiang, sehingga dengan penampang tiang yang digunakan dapat menahan momen-momen yang terjadi.



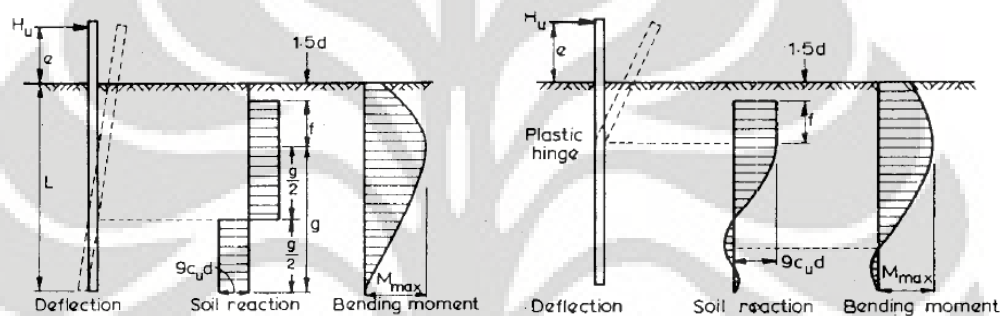
Gambar 2.14 Bentuk-bentuk lendutan lateral pada tiang

2.5.5.1 Metode Broms

Metode beban lateral ultimate pada tiang dikembangkan Broms (1964), Broms membuat beberapa penyederhanaan dalam penyebaran tahanan tanah ultimate disepanjang tiang dan pertimbangan – pertimbangan lengkap dilakukan baik terhadap tiang-tiang berujung terjepit (*fixed head piles*) maupun tiang-tiang berujung bebas (*free head piles*).

a. Tiang pada tanah kohesif

Tiang Tidak Terkekang (Free Head Piles)



Gambar 2.15 Mekanisme keruntuhan untuk tiang pada tanah kohesif

Tiang pendek

$$f = \frac{Hu}{9 Cu d} \quad (2.26)$$

Dimana:

f = jarak dari muka tanah ke titik tempat terjadinya momen maksimum

Hu = gaya lateral ultimate

Cu = undrained shear strength

$$M_{maks} = Hu e + 1,5d + 0,5f \quad (2.27)$$

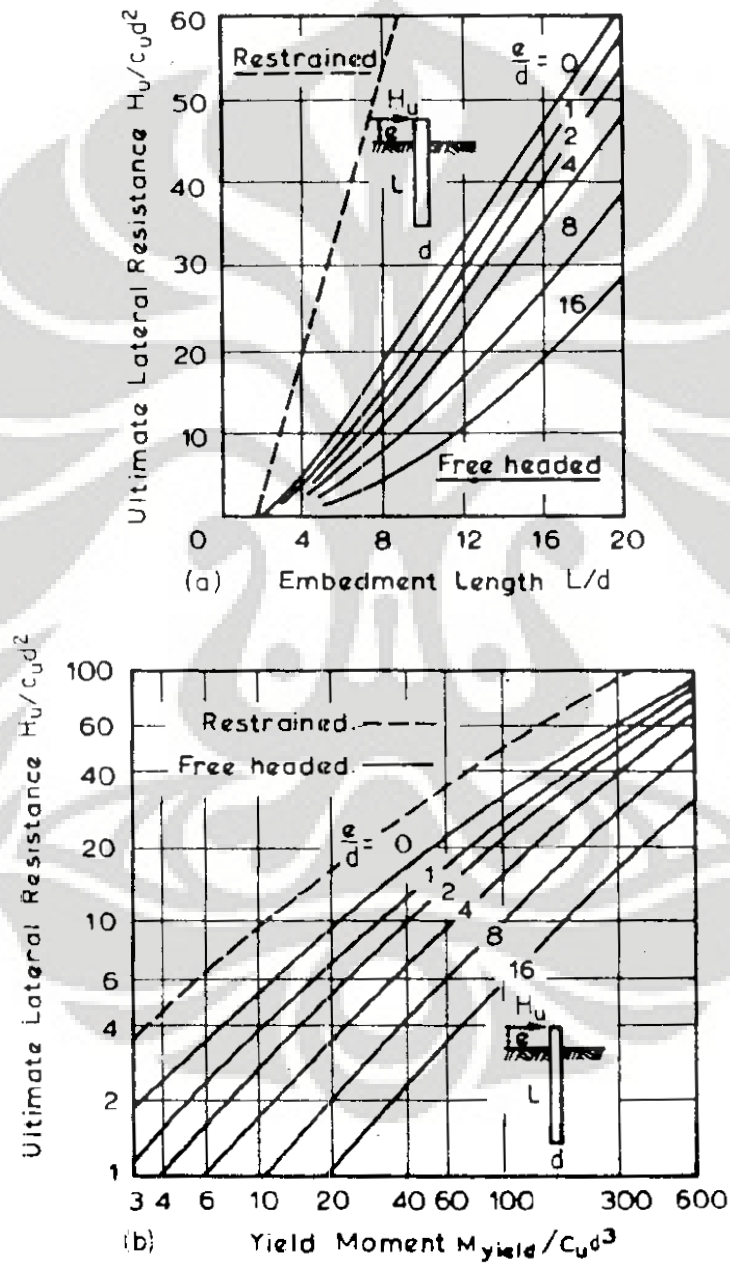
Atau

$$M_{maks} = 2,25 Cu d g^2 \quad (2.28)$$

$$\text{Dimana } L = 1,5d + f + g \quad (2.29)$$

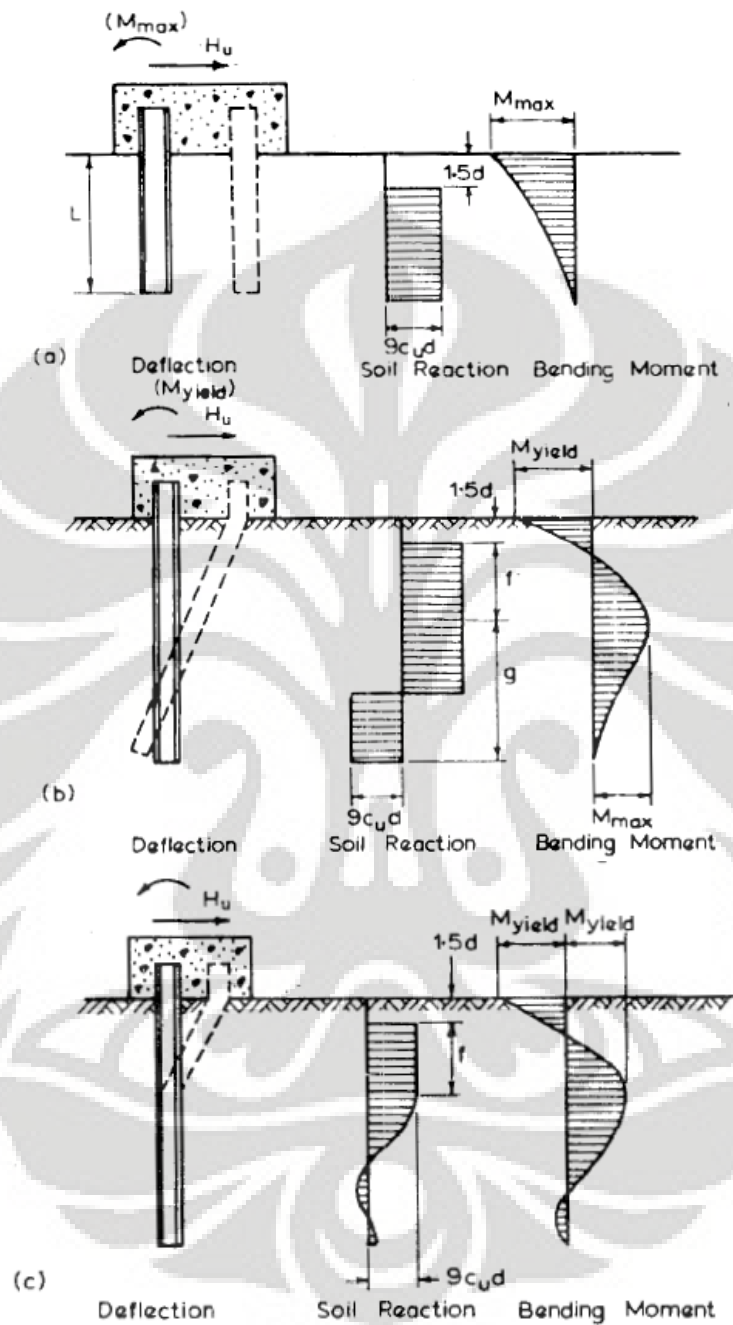
Tiang panjang

Persamaan (2.28) tidak berlaku lagi, H_u dapat ditentukan dari persamaan (2.26) dan (2.27) yaitu dengan mengganti persamaan M_{maks} menjadi M_y (harga M_y diketahui). Dan dalam solusi ini, juga dapat diselesaikan dengan menggunakan grafik pada gambar 2.16



Gambar 2.16 Tahanan lateral pada tanah kohesif untuk tiang pendek (a) dan tiang panjang (b)

Tiang-tiang Berujung Terjepit (Fixed Head Piles)



Gambar 2.17 Tiang terkekang pada tanah kohesif untuk tiang pendek (a), tiang sedang (b) dan tiang panjang (c)

Tiang pendek

$$H_u = 9Cu \cdot d \cdot L = 1,5d \quad (2.30)$$

$$M_{maks} = H_u \cdot 0,5L = 0,75d \quad (2.31)$$

Solusi dalam bentuk parameter tidak berdimensi dapat dilihat pada grafik gambar 2.16

Tiang sedang

Persamaan (2.27) masih berlaku lalu tentukan Momen Yield (M_y) pada kepala tiang dimuka tanah

$$M_y = 2,25Cu \cdot d \cdot g^2 = 9Cu \cdot d \cdot f = 0,5f = 1,5d \quad (2.32)$$

Dengan memakai persamaan

$L = 1,5d + f + g$ maka H_u dapat diselesaikan

Cek M_{maks} pada jarak $f + 1,5d$, dimana harus lebih kecil dari M_y

($M_{maks} < M_y$)

$$M_{maks} = 2,25 Cu \cdot d \cdot g^2 < M_y \quad (2.33)$$

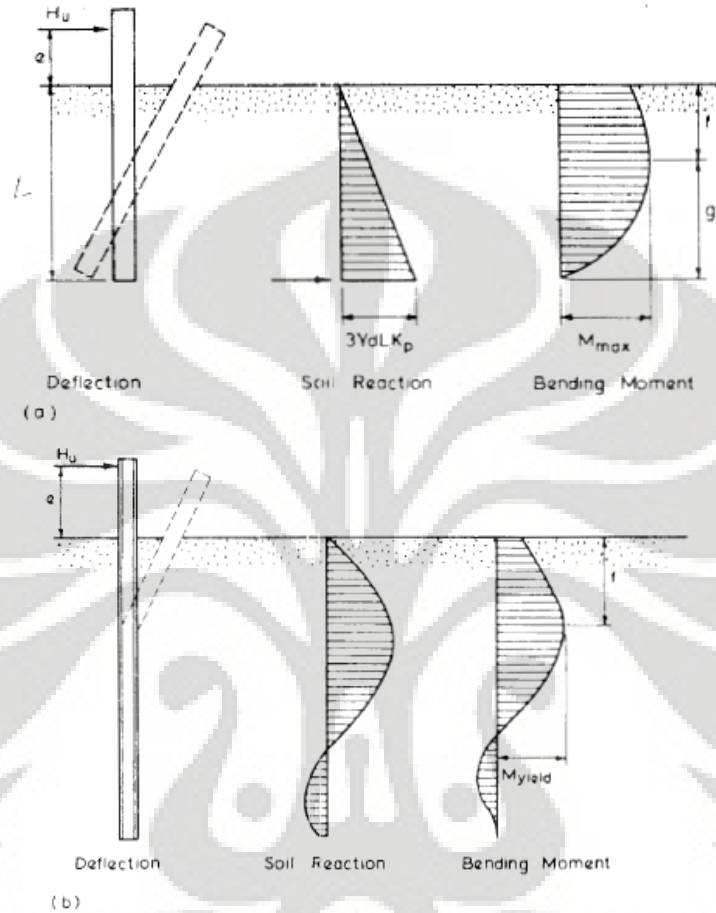
Tiang panjang

Persamaan (2.27) masih berlaku, nilai ultimate dari gaya lateral H , adalah beban dimana $M_{maks} = M_y$ pada tiang

$$H_u = \frac{2M_y}{1,5d + 0,5f} \quad (2.34)$$

Solusi dalam bentuk parameter tidak berdimensi dapat dilihat pada grafik gambar 2.16

b. Tiang pada tanah non kohesif

Tiang Tidak Terkekang (Free Head Piles)

Gambar 2.18 Tiang berujung bebas pada tanah non kohesif untuk tiang pendek (a) dan tiang panjang (b)

Tiang pendek

Momen diujung bawah tiang

$$H_u = \frac{0,5}{e} \frac{d L^3 K_p}{L} \quad (2.35)$$

Hubungan tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan grafik gambar 2.19. Momen maksimum yang terjadi pada suatu jarak f dibawah permukaan tanah, dimana

$$H_u = \frac{3}{2} d K_p f^2 \quad (2.36)$$

Dan

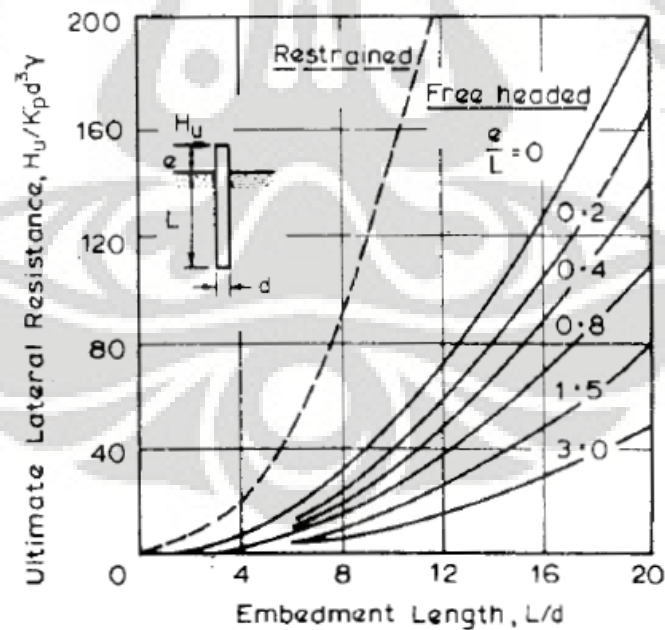
$$f = 0,82 \frac{H_u}{d K_p}^{\frac{1}{2}} \quad (2.37)$$

Momen maksimum adalah:

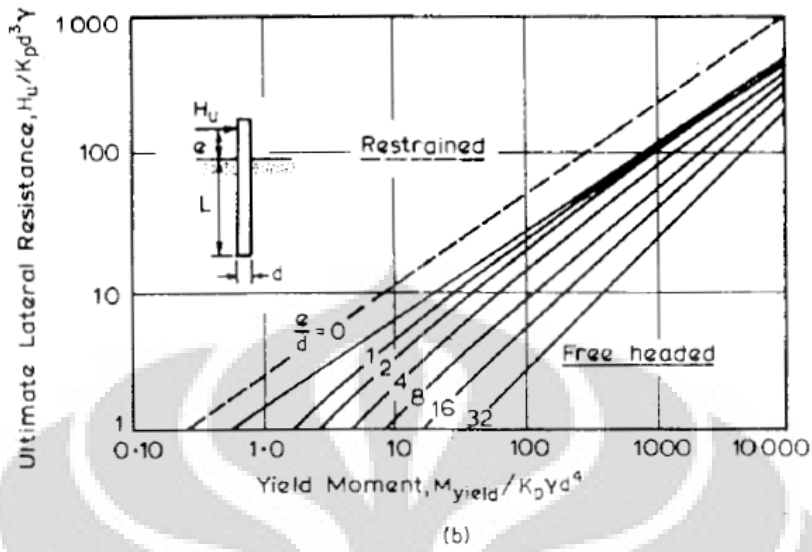
$$M_{maks} = H_u e \frac{3}{2} f \quad (2.38)$$

Tiang panjang

Jika setelah memakai persamaan (2.36) dan perhitungan itu menghasilkan $M_{maks} > M_y$ (M_{maks} dari persamaan (2.38) maka tiang akan berperilaku sebagai tiang panjang. Lalu H_u , dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.37) dan (2.38), dengan mengambil $M_{maks} = M_y$. Atau solusi H_u dapat diselesaikan dengan menggunakan grafik pada gambar 2.19.

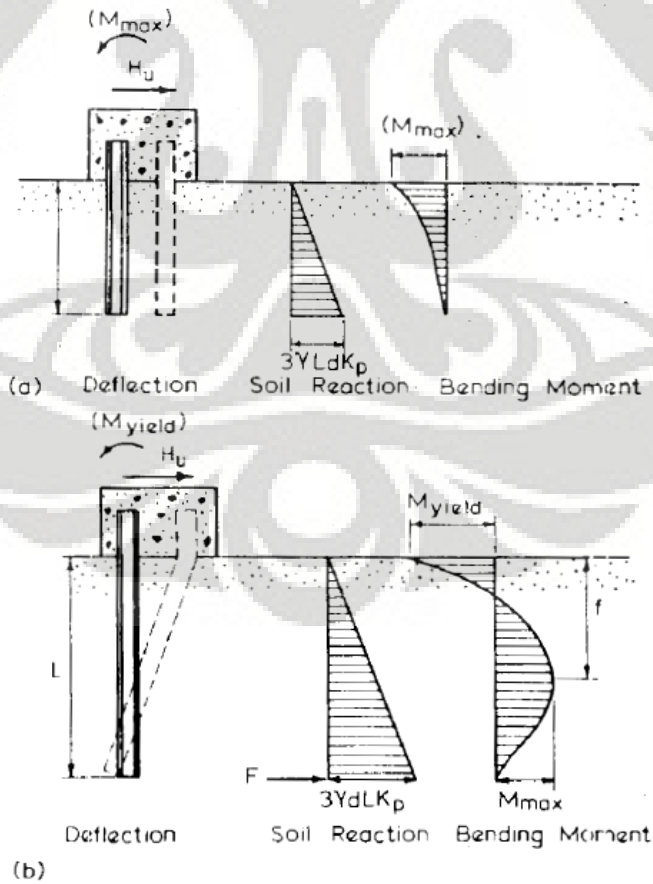


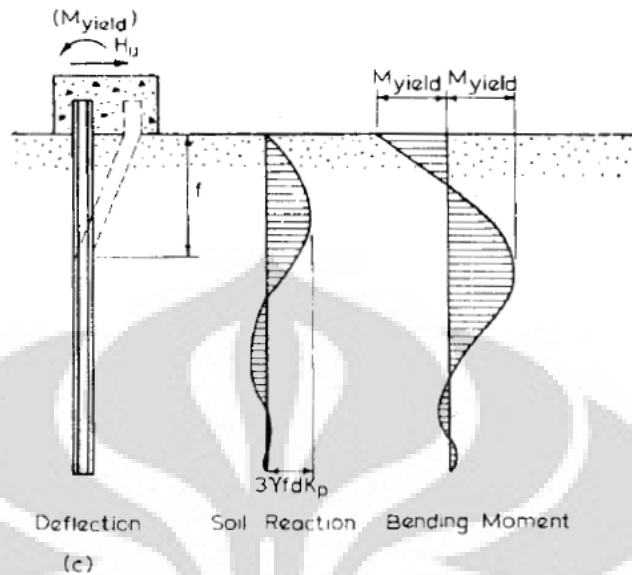
(a)



Gambar 2.19 Tahanan lateral pada tanah non kohesif untuk tiang pendek (a) dan tiang panjang (b)

Tiang-tiang Berujung Terjepit (Fixed Head Piles)





Gambar 2.20 Tiang terkekang pada tanah non kohesif untuk tiang pendek (a), tiang sedang (b) dan tiang panjang (c)

Tiang pendek

Dari persamaan kesetimbangan gaya-gaya horisontal memberikan:

$$Hu = 1,5 L^2 Kp d \quad (2.39)$$

Solusi ini diplotkan kedalam grafik gambar 2.19

Momen maksimum yang terjadi adalah

$$M_{maks} = \frac{3}{2} Hu L \quad (2.40)$$

Tiang sedang

Jika $M_{maks} = \frac{3}{2} Hu L > My$, maka model kegagalan pada gambar 2.18 adalah relevan.

Kesetimbangan gaya horisontal memberikan

$$F = \frac{3}{2} d L^2 Kp = Hu \quad (2.41)$$

Lakukan Σ momen pada ujung atas tiang dan substitusikan F, didapat:

$$My = 0,5 L^3 Kp = Hu L \quad (2.42)$$

Sehingga nilai Hu dapat ditentukan

Persamaan ini hanya berlaku bila M_{maks} pada kedalaman f dari muka tanah, lebih kecil dari M_y , jarak f dihitung dengan persamaan (2.41)

Tiang panjang

M_{maks} , pada jarak $f = M_y$, ($M_{maks} = M_y$)

Persamaan (2.41) dan (2.42) masih berlaku

Untuk tiang yang uniform disepanjang tiangnya

$$Hu = \frac{2Mu}{e} = 0,54 \sqrt{\frac{Hu}{d Kp}} \quad (2.43)$$

Solusi juga dapat diselesaikan dengan grafik pada gambar 2.19

2.5.5.2 Metode Poulos Teori Elastis

Faktor fleksibilitas tiang (K_N) dirumuskan sebagai berikut:

$$K_N = \frac{E_p I_p}{N_h L^5} \quad (2.44)$$

Dimana:

E_p = modulus tiang

I_p = momen inersia tiang

N_h = koefisien perubahan modulus tanah

L = panjang tiang

Berdasarkan penelitian Poulos, defleksi maksimal terjadi pada permukaan tanah. Nilai defleksi maksimal untuk kondisi kepala tiang terjepit dirumuskan sebagai berikut:

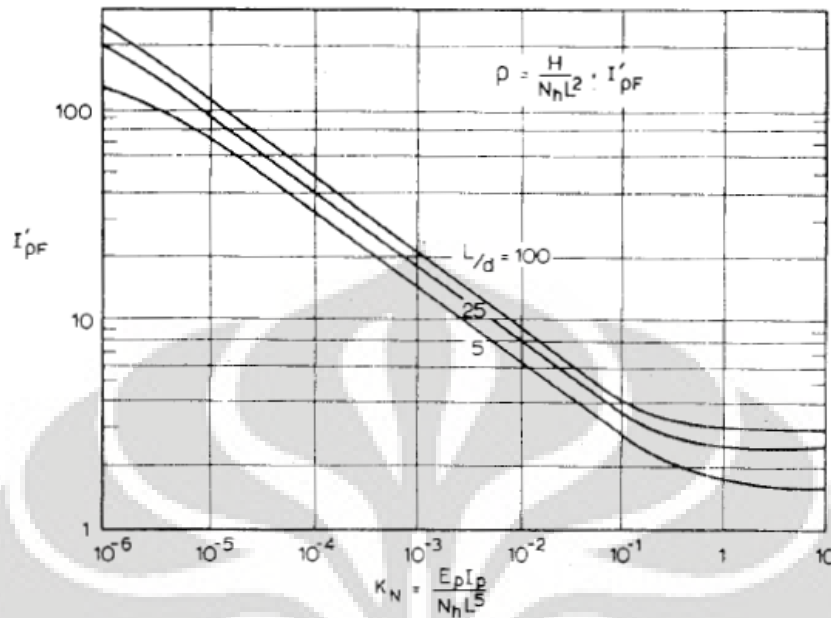
$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF} \quad (2.45)$$

Dimana:

ρ = deflesi di kepala tiang

H = beban lateral pada kepala tiang

I'_{pF} = faktor pengaruh elastis yang mempengaruhi defleksi akibat beban horisontal dan momen (Gambar 2.21)



Gambar 2.21 Faktor pengaruh I'_{pF} dengan kepala tiang terjepit

2.5.6 Daya Dukung *Pile Group*

Jika tiang gabungan bekerja dengan efisiensi 100% maka daya dukung tiang gabungan (Q_{ag}) adalah :

$$Q_{ag} = j \times Q_a \quad (2.46)$$

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a \quad (2.47)$$

Dengan e_g = efisiensi *pile group*

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s). Banyak metode untuk menghitung efisiensi dari *pile group*, disini hanya akan dibahas metode Converse – Labbre dengan rumus sebagai berikut :

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n} \quad (2.48)$$

Dimana :

m = jumlah baris

n = jumlah kolom dalam matriks susunan tiang

θ = atan (D/s)

2.5.7 Penurunan Pondasi Tiang (*Settlement*)

Istilah penurunan (*settlement*) digunakan untuk menunjukkan gerakan bidang tertentu pada bangunan terhadap bidang referensi yang tetap. Umumnya, perpindahan penurunan tak seragam (*differential settlement*) lebih membahayakan bangunan daripada totalnya.

Penurunan kelompok tiang selalu akan lebih besar daripada penurunan satu tiang tersendiri, dan ada kalanya akan berpuluh kali lebih besar. Penurunan dapat dibagi menjadi dua komponen, yaitu; penurunan konsolidasi dan penurunan segera (*immediate settlement*). Penurunan total adalah jumlah dari kedua komponen penurunan tersebut, dan dinyatakan dalam persamaan:

$$S_t = S_i + S_c \quad (2.49)$$

Dimana :

S_t = penurunan total pondasi

S_i = penurunan segera

S_c = penurunan konsolidasi

2.5.7.1 Penurunan Segera (*immediate settlement*)

- a. Tanah homogen dengan tebal tidak hingga

Persamaan penurunan segera atau penurunan elastis dari pondasi yang terletak di permukaan tanah yang homogen, elastis, isotropis, pada media semi tidak terhingga, dinyatakan dalam:

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E} \left(1 - \frac{1}{2} \right)^2 I_p \quad (2.50)$$

Dimana;

S_i = penurunan segera

q = tekanan pada dasar pondasi

B = lebar pondasi

E = modulus elastis (tabel 2.15)

μ = angka poisson (tabel 2.14)

I_p = faktor pengaruh (tabel 2.13)

Nilai faktor pengaruh bergantung pada lokasi titik yang ditinjau dimana penurunan akan dihitung, bentuk dan kekakuan pondasi dengan L dan B adalah panjang dan lebar pondasi. Nilai-nilai I_p untuk berbagai bentuk pondasi diberikan dalam tabel 2.13

Tabel 2.13 Faktor pengaruh I_p (Schleicher,1962), untuk pondasi fleksibel (Bowles, 1968)

Bentuk Pondasi	I_p		
	Pusat	Sudut	Rata-rata
Lingkaran	1,00	0,64	0,85
Bujursangkar	1,12	0,36	0,95
Persegi panjang			
L/B = 1,5	1,36	0,68	1,2
L/B = 2,0	1,53	0,77	1,31
L/B = 5,0	2,10	1,05	1,83
L/B = 10,0	2,52	1,26	2,25
L/B = 100,0	3,38	1,69	2,96

Tabel 2.14 Perkiraan angka poisson (μ) (Bowles,1968)

Macam Tanah	Angka poisson (μ)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tidak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir padat	0,2 – 0,4
Pasir kasar	0,15
Pasir halus	0,25
Batu	0,1 – 0,4

Tabel 2.15 Perkiraan modulus elastisitas (Bowles, 1977)

Macam Tanah	E (kg/cm ²)
Lempung	
Sangat lunak	3 – 30
Lunak	20 – 40
Sedang	45 – 90
Keras	70 – 200
Berpasir	300 – 425
Pasir	
Berlanau	50 – 200
Tidak padat	100 – 250
Padat	500 – 1000
Pasir dan kerikil	
Padat	800 – 2000
Tidak padat	500 – 1400
Lanau	20 – 200

- b. Lapisan tanah pendukung pondasi dibatasi lapisan keras Janbu Bjerrum, dan Kjaernsli (1956), memberikan persamaan untuk menghitung penurunan segera rata-rata pada beban terbagi rata fleksibel berbentuk empat persegi panjang dan lingkaran yang terletak pada tanah elastis, homogen dan isotropis dengan tebal terbatas, sebagai berikut:

$$S_i = \frac{\mu_1 \mu_0 q B}{E} \quad (2.51)$$

Dimana:

S_i = penurunan segera rata-rata

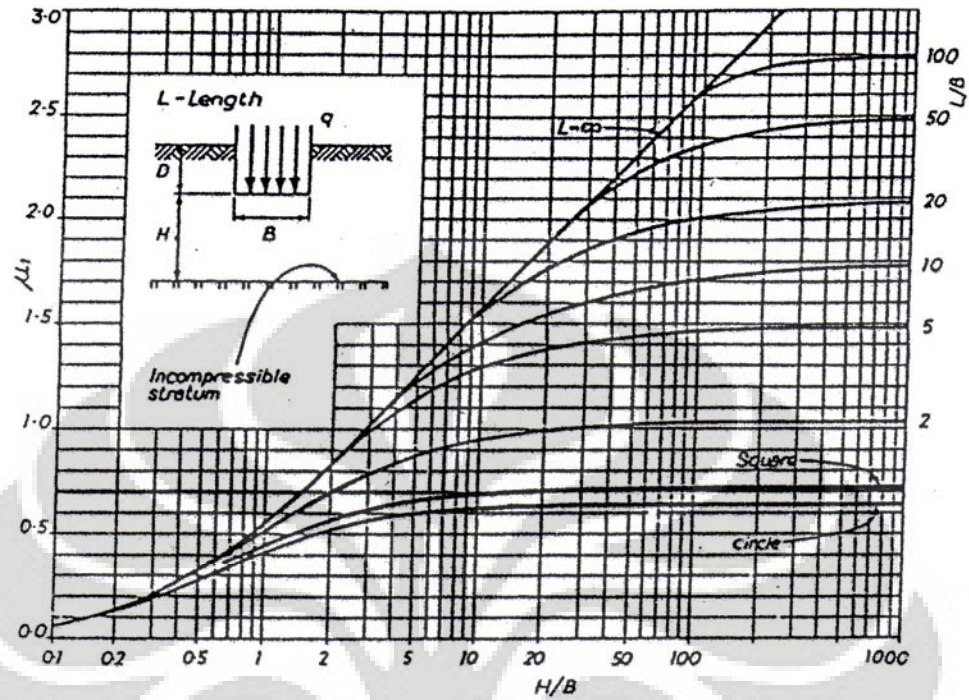
μ_1 = faktor koreksi untuk lapisan tanah dengan tebal terbatas H (gambar 2.22)

μ_0 = faktor koreksi untuk kedalaman pondasi D (gambar 2.22)

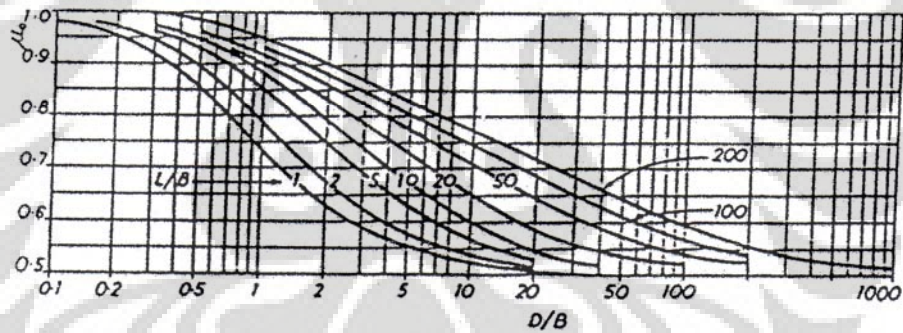
B = lebar pondasi empat persegi panjang atau diameter lingkaran

q = tekanan pondasi

E = modulus elastisitas tanah



(a)



(b)

Gambar 2.22 Nilai μ_1 dan μ_0 (Janbu, Bjeerum, Kjaernsli)

- c. Penurunan segera dari hasil pengujian di lapangan (sondir)

Penurunan pondasi pada tanah granular dapat dihitung dari hasil pengujian kerucut statis De Beer dan Marten memberikan persamaan angka kompresi (C) yang dikaitkan dengan persamaan Buismann, sebagai berikut:

$$C = \frac{1,5q_c}{p_o'} \quad (2.52)$$

Dimana;

C = angka pemampatan (angka kompresibilitas)

q_c = tahanan kerucut statis

p_o' = tekanan overburden efektif rata-rata atau tegangan efektif di tengah-tengah lapisan yang ditinjau

Satuan q_c dan p_o' harus sama. Nilai C ini, disubstitusikan ke dalam persamaan Terzaghi untuk penurunan tanah pada lapisan yang ditinjau, yaitu:

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{p_o'}{p_o'} \quad (2.53)$$

Dimana;

S_i = penurunan akhir (m) dari lapisan setebal H (m)

σ_o' = tekanan over burden efektif rata-rata, yaitu tegangan efektif sebelum penerapan bebannya, di tengah-tengah lapisan

$\Delta\sigma = \Delta\sigma_z$ = tambahan tegangan vertikal di tengah-tengah lapisan yang ditinjau oleh tekanan akibat beban pondasi

Dalam menentukan angka pemampatan (C), diperlukan nilai q_c rata-rata. Penurunan di setiap lapisan yang tertekan oleh beban pondasi dihitung terpisah, dan hasilnya ditambahkan bersama-sama. Hasilnya akan merupakan penurunan total dari seluruh lapisannya.

2.5.7.2 Penurunan Konsolidasi

Besarnya penurunan konsolidasi tanah lempung sangat bergantung pada sejarah geologi lapisannya, yaitu apakah lempung terkonsolidasi normal (normally consolidated) atau terkonsolidasi berlebihan (overconsolidated). Cara pendekatan untuk membedakan kedua jenis tanah lempung tersebut salah satunya dengan cara yang diberikan oleh Cassagrande (1935), jika $\sigma_c' > \sigma_o'$, lempung termasuk jenis terkonsolidasi berlebihan. Jika $\sigma_c' = \sigma_o'$, lempung termasuk jenis terkonsolidasi normal.

Penurunan konsolidasi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$S_c = \frac{e}{1 - e_0} H = \frac{e_0 - e_1}{1 - e_0} H \quad (2.54)$$

Dimana:

S_c = penurunan konsolidasi

Δe = perubahan angka pori akibat pembebanan

e_0 = angka pori awal

e_1 = angka saat konsolidasi berakhir

H = tebal lapisan tanah yang ditinjau

Jika penurunan konsolidasi dihitung berdasarkan indeks pemampatan (C_c) dan indeks pemampatan kembali (C_r), C_c dan C_r diperoleh dari grafik $e - \log \sigma'$ dengan

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log \frac{\sigma_2'}{\sigma_1'}} ; \text{ pada bagian linier kurva pembebanan}$$

$$C_r = \frac{e_4 - e_3}{\log \frac{\sigma_3'}{\sigma_4'}} ; \text{ pada kurva pelepasan beban}$$

Untuk lempung terkonsolidasi normal (normally consolidated), perubahan angka pori (Δe) akibat konsolidasi dinyatakan oleh persamaan:

$$e = C_c \log \frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \quad (2.55)$$

Dimana $\sigma_1' = \sigma_0' + \Delta \sigma$ dan C_r , C_c dalam gambar adalah kurva yang telah dikoreksi (kurva asli di lapangan). Sehingga penurunan untuk lempung terkonsolidasi normal dinyatakan dalam persamaan:

$$S_c = H \frac{C_c}{1 - e_0} \log \frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \quad (2.56)$$

Untuk lempung terkonsolidasi berlebihan (overkonsolidated), yaitu jika $\sigma_c' > \sigma_0'$ ($OCR > 1$) perubahan angka pori (Δe) dipertimbangkan 2 kondisi, sebagai berikut:

Jika $\sigma_1' > \sigma_c'$

$$e = C_r \log \frac{1}{\sigma_0'} - C_r \log \frac{1}{\sigma_1'} \quad (2.57)$$

Dengan $\sigma_1' = \sigma_0' + \Delta\sigma$, sehingga penurunan menjadi:

$$S_c = H \frac{C_r}{1 - e_0} \log \frac{1}{\sigma_0'} \quad (2.58)$$

jika $\sigma_0' < \sigma_1' < \sigma_c'$

$$e = C_r \log \frac{1}{\sigma_0'} - C_c \log \frac{1}{\sigma_c'} \quad (2.59)$$

Dengan σ_1' adalah tekanan prakonsolidasi, sehingga penurunan menjadi:

$$S_c = H \frac{C_r}{1 - e_0} \log \frac{1}{\sigma_0'} - H \frac{C_c}{1 - e_0} \log \frac{1}{\sigma_c'} \quad (2.60)$$

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Dalam menganalisa dan memperkirakan biaya proyek, kontraktor berpedoman pada metode-metode penganalisaan biaya. Secara umum ada 3 macam metode analisa biaya umum yang digunakan, yaitu:

Metode luas dan volume

Metode penggunaan unit

Metode jumlah dan harga

Pemilihan metode yang digunakan pada suatu tahap pembangunan akan ditentukan oleh lengkap atau tidaknya data-data mengenai harga-harga yang berlaku terhadap jenis proyek yang bersangkutan, gambar bestek dan spesifikasinya.

a. Metode luas dan volume

Untuk memperkirakan biaya pada tahap awal, kontraktor seringkali menggunakan perhitungan atas luas dan volume. Jumlah ukuran kubik yang ada

dalam wilayah bangunan dilakukan dengan harga yang diduga-duga perukuran kubiknya dan luas daerah tersebut dikalikan dengan harga yang diduga-duga per ukuran luasnya, akan memberikan perkiraan biaya pembangunan.

b. Metode penggunaan unit

Metode penggunaan unit menghasilkan perkiraan biaya dengan mengalikan harga unit peralatan yang dipakai dengan jumlah unit. Metode ini banyak dipakai untuk peralatan M&E, sanitary, dan sebagainya.

c. Metode jumlah dan harga

Metode ini banyak dipakai pada tahap perancangan lanjut dimana ukuran bahan dan pekerjaan sudah dapat diperkirakan dengan pasti. Suatu cara yang umum dikenal dalam mengadakan analisa biaya dengan metode ini adalah dengan membuat daftar kuantitas dan harga satuan pekerjaan (Bill Of Quantity/BOQ)

2.6.1 Analisa harga satuan pekerjaan

Biaya yang dikenakan terhadap suatu jenis pekerjaan secara garis besarnya selalu diperhitungkan terhadap komponen berikut:

a. Biaya bahan

Biaya bahan yang dikeluarkan adalah biaya bahan di lokasi. Data-data biaya dapat diperoleh dengan mengadakan survey langsung dipasaran atau dengan berdasarkan indeks biaya yang dikeluarkan secara berkala. Harus diperhatikan adanya kehilangan (waste), biaya transportasi, dan pajak.

b. Biaya buruh

Biaya buruh merupakan biaya yang paling sulit ditentukan. Biaya ini tergantung pada:

Tipe keahlian tukang

Lokasi proyek, karena setiap daerah mempunyai standar yang berbeda untuk upah buruh

Produktifitas, yakni banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam perioda yang telah ditetapkan. Produktifitas ini tergantung dari berbagai faktor seperti cuaca, keadaan medan, topografi dan tingkat kehidupan daerah tersebut.

Perlu diperhitungkan juga asuransi tenaga kerja yang biasanya didasarkan pada upah.

c. Biaya peralatan\

Biaya peralatan seperti truk, mixing plant, crane dan sebagainya harus diperhitungkan terhadap:

Biaya modal(capital) seperti membeli, menyewa dan sebagainya.

Biaya kepemilikan (ownership cost) seperti pajak, asuransi dan sebagainya.

Biaya perawatan seperti penggantian suku cadang dan sebagainya.

Biaya operasi seperti bahan bakar, oli, pelumas dan sebagainya.

Biaya mobilisasi

Depresiasi.

d. Biaya overhead

Biaya overhead diperhitungkan untuk menutupi pengeluaran tambahan seperti sewa kantor, pajak dan asuransi, gaji pegawai kantor, pembelanjaan kantor dan sebagainya.

e. Biaya keuntungan

Besarnya biaya keuntungan disesuaikan dengan keinginan kontraktor untuk memenangkan tender dan besar kecilnya resiko dalam mengerjakan proyek. Besarnya keuntungan biasanya berkisar antara 8 – 25 % dari biaya total.

Makin besar resiko makin besar pula keuntungannya, demikian juga sebaliknya.

Dalam menentukan harga satuan pekerjaan, satu langkah penting yang harus diambil adalah mengadakan analisa harga pasar. Tujuannya adalah mengadakan studi perbandingan terhadap harga-harga yang terdapat dipasaran. Dengan melihat dan membandingkan hasil laporan harga dari berbagai sumber dan lokasi, maka seorang estimator dapat lebih tepat memperkirakan harga satuan yang layak.

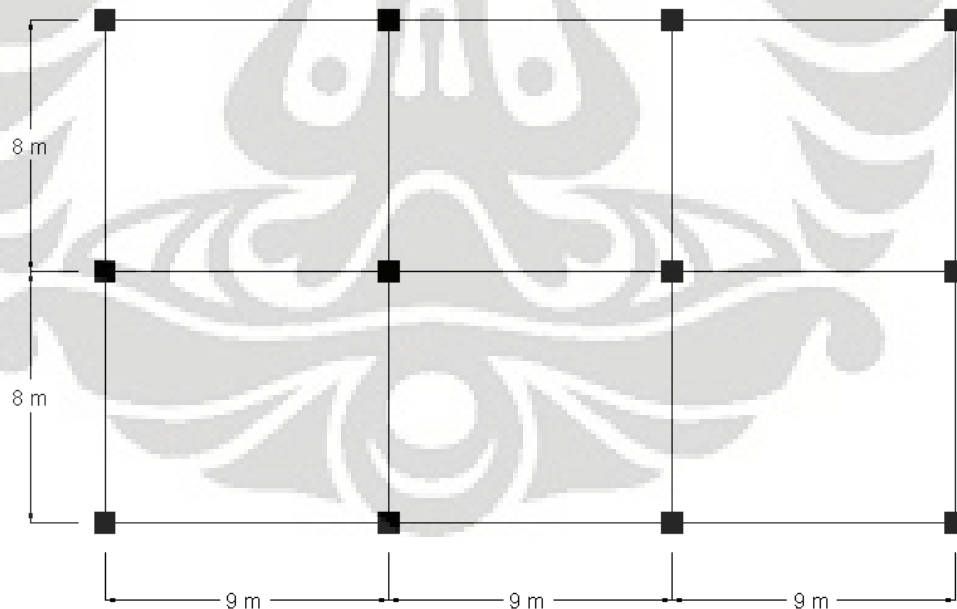
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

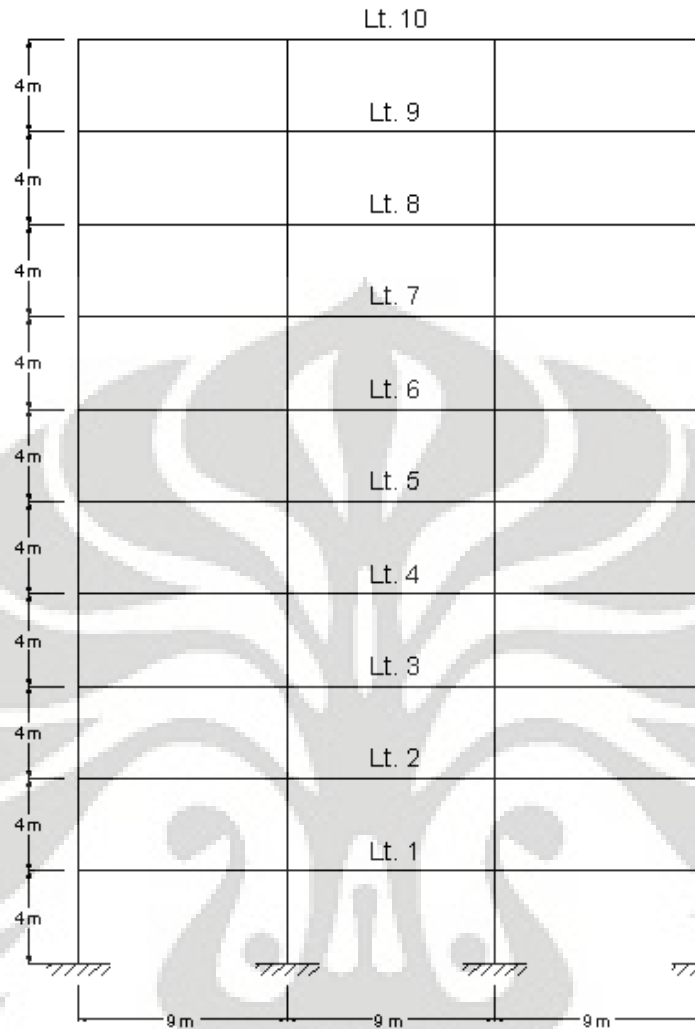
3.1 Pendahuluan

Perbedaan-perbedaan dari peraturan-peraturan SNI 03-1726-1989 dengan SNI 03-1726-2002 yang dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, kita dapat mengetahui perbedaan-perbedaan yang mendasar dari peraturan-peraturan tersebut. Secara langsung kita dapat menilai bahwa peraturan baru (SNI 03-1726-2002) merupakan penyempurnaan dari peraturan lama (SNI 03-1726-1989) yang memberikan pengaruh terhadap perencanaan yang lebih sistematis, konsisten, mendetail dan juga terhadap bangunan sendiri memberikan keamanan yang lebih menjamin tanpa menyampingkan terhadap faktor ekonomis (biaya, umur bangunan dan perawatan) dan pelaksanaan pembangunan.

3.2 Data Bangunan



Gambar 3.1 Bangunan tampak atas



Gambar 3.2 Bangunan tampak depan

Bangunan 10 lantai

Fungsi bangunan: kantor

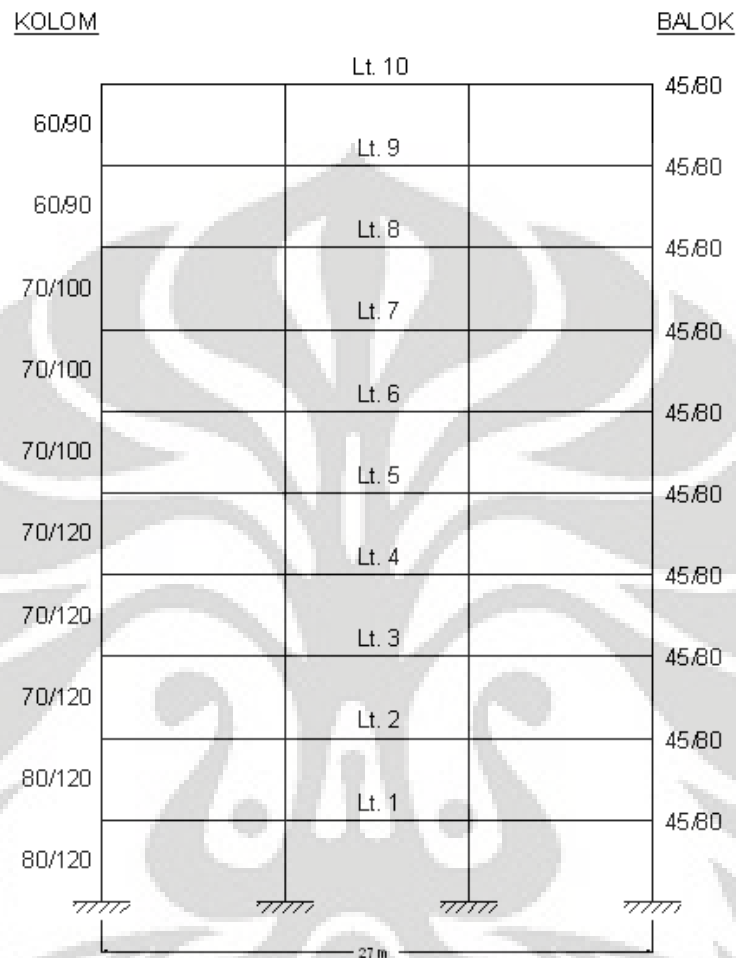
Lokasi Bangunan : Jakarta

Bangunan diasumsikan tidak mempunyai *basement*

Data tanah : didapat dari hasil sondir dengan 2 data tanah yaitu tanah Ancol dan Depok.

Dimensi struktur :

Tebal pelat lantai : 12 cm



Gambar 3.3 Dimensi struktur bangunan

3.3 Modelisasi Bangunan Menggunakan Program *ETABS*

Etabs adalah program komputer untuk analisis struktur konstruksi keluaran Csi (*Computers and Structures, inc*) yang juga menghasilkan SAP 2000. Dari namanya *ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building System)*, kita bisa tahu dari semula, program ini memang dirancang terutama untuk analisis 3D, meskipun juga bisa untuk analisis 2D. Kemudahan analisis menggunakan Etabs antara lain adalah tampilan grafis, fasilitas *Autoselect* untuk baja.

Untuk struktur sederhana, ada 7 tahap yang perlu dilakukan:

1. Menentukan geometri model struktur

Data material

Data penampang

Data beban

Data kombinasi pembebanan

2. Mendefinikan data struktur

Assign data penampang

Assign beban yg bekerja

3. Menempatkan (*assign*) data ke model struktur

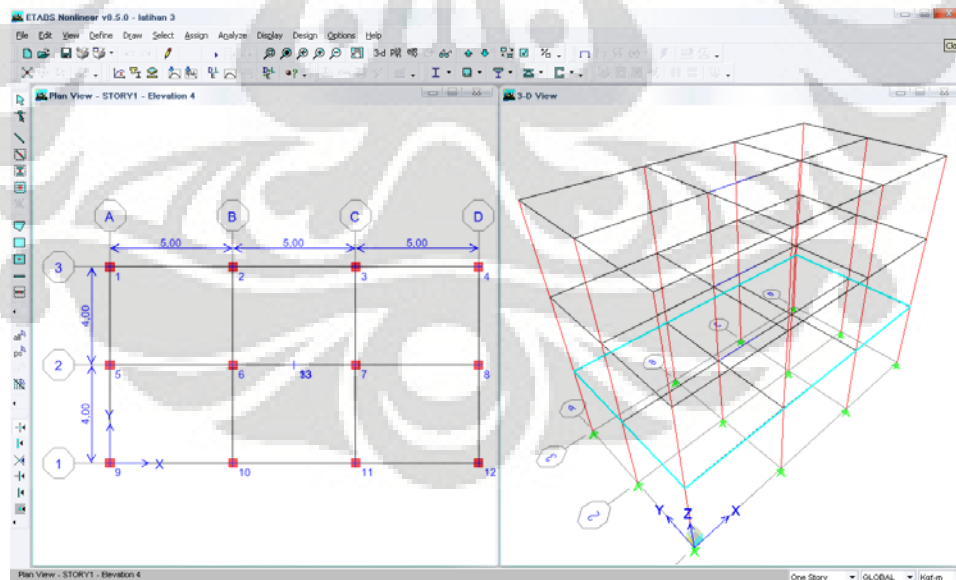
4. Memeriksa input data

5. Melakukan analisis

6. Melakukan disain struktur

7. Redesign struktur bila perlu

Program Etabs yang digunakan dalam modelisasi bangunan pada skripsi ini adalah Etabs versi 8,5



Gambar 3.4 Contoh modelisasi bangunan dengan Etabs V 8,5

3.3.1 Pembebanan Beban Gempa

Letak bangunan berada di Jakarta yaitu wilayah gempa 3 pada SNI 03-1726-2002 dan wilayah gempa 4 pada SNI 03-1726-1989.

Bangunan dibedakan atas 2 jenis tanah yaitu tanah keras dan lunak.

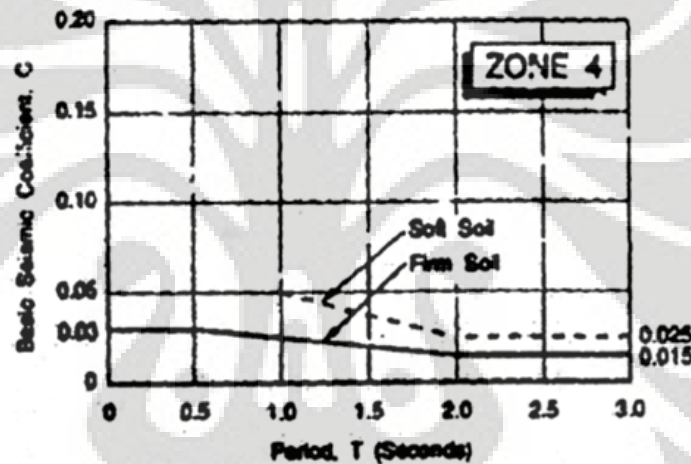
1. Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1726-1989)

Wilayah Gempa = 4

Jenis tanah = tanah lunak dan tanah keras

Keutamaan (I) = 1,0

Faktor Jenis Struktur (K) = 1,0 (daktail rangka beton)



Gambar 3.5 Respon spektrum SNI'89, zone 4

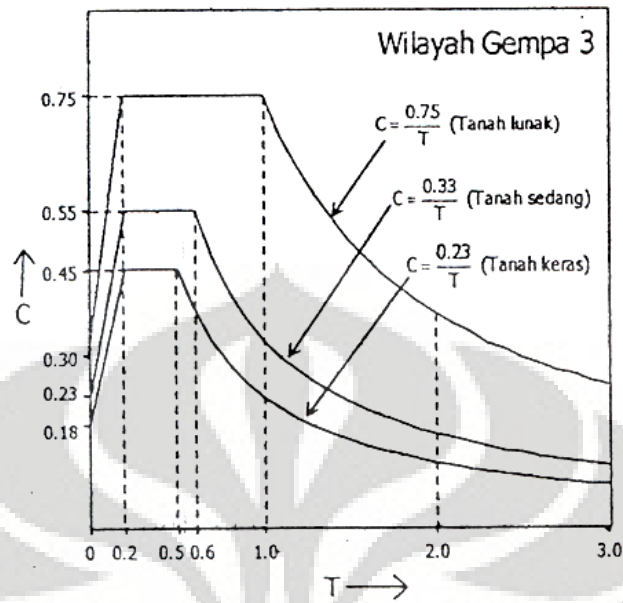
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)

Wilayah Gempa = 3

Jenis tanah = tanah lunak dan tanah sedang

Keutamaan (I) = 1,0

Faktor Reduksi Gempa (K) = 8,5 (daktail penuh)



Gambar 3.6 Respon spektrum SNI'02, wilayah 3

3.3.2 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan beban-beban yang terjadi, penentuan kombinasi pembebanan pada pondasi berdasarkan:

Tabel 3.3.2.1 Kombinasi pembebanan kondisi gravitasi

No	SW	SIDL	LLr	Eqx	Eqy	Up N	Up B	SF
1	1	1	1	-	-	-	-	2,5
2	0,9	-	-	-	-	1	-	2,5
3	0,9	-	-	-	-	-	1	1,25

Tabel 3.3.2.2 Kombinasi pembebanan kondisi gempa nominal

No	SW	SIDL	LLr	Eqx	Eqy	Up N	Up B
1	1	1	1	±1	±0,3	-	-
2	1	1	1	±0,3	±1	-	-
3	1	1	1	±1	±0,3	1	-
4	1	1	1	±0,3	±1	1	-
5	0,9	0,9	-	±1	±0,3	1	-
6	0,9	0,9	-	±0,3	±1	1	-

P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang untuk kondisi pembebanan statik.

Untuk daya dukung lateral tiang, diambil batas deformasi lateral 6,25 mm.

Tabel 3.3.2.3 Kombinasi pembebanan kondisi gempa maksimum

No	SW	SIDL	LLr	Eqx	Eqy	Up N	Up B
1	1	1	1	$\pm 1 \times f$	-	-	-
2	1	1	1	-	$\pm 1 \times f$	-	-
3	0,9	0,9	-	$\pm 1 \times f$	-	1	-
4	0,9	0,9	-	-	$\pm 1 \times f$	1	-

P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang untuk kondisi pembebanan statik.

Untuk daya dukung lateral tiang, diambil batas deformasi lateral 13 mm.

Keterangan :

SIDL = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap.

LLr = Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain – lain.

SW = Beban angin.

E = Beban gempa, yang ditentukan menurut SNI.

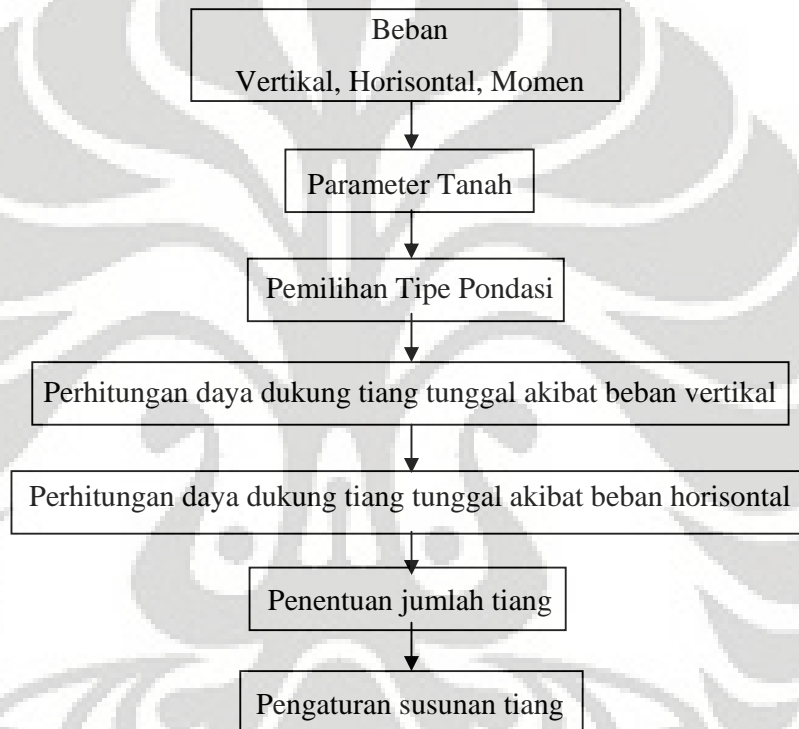
Untuk kombinasi pembebanan, beban angin tidak dimasukkan, karena dianggap kecil.

Untuk SNI 03-1726-1989 nilai f yang digunakan pada kombinasi pembebanan kondisi gempa maksimum adalah $f = \frac{K}{4}$, dimana nilai $K=1$.

Untuk SNI 03-1726-2002 nilai f yang digunakan pada kombinasi pembebanan kondisi maksimum adalah 2,8 (daktail penuh).

3.4 Struktur Pondasi

Pondasi merupakan suatu bagian konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Untuk itu, pondasi bangunan harus diperhitungkan untuk menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban pada bangunan, gaya-gaya luar. Disamping itu tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan.



Gambar 3.7 Diagram alir perhitungan pondasi

3.5 Analisa Biaya

Dalam melakukan perkiraan biaya suatu proyek dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

Volume pekerjaan tiap pekerjaan dihitung terlebih dahulu.

Metode pelaksanaan ditentukan untuk tiap-tiap pekerjaan

Jumlah material yang digunakan dihitung berdasarkan gambar bestek

Biaya alat, biaya buruh, biaya material diperhitungkan.

Menghitung biaya konstruksi RBO dengan menjumlahkan biaya alat, biaya buruh, dan biaya material.

Memperkirakan faktor eskalasi harga material untuk dijadikan koefisien.

Menghitung biaya konstruksi RAB dengan mengalikan biaya material dengan koefisien yang didapat ditambahkan dengan biaya buruh dan biaya alat.

Dalam skripsi ini rencana anggaran biaya hanya dalam ruang lingkup menghitung biaya konstruksi struktur pondasi. Detail dalam perhitungan meliputi:

Kebutuhan tiang dan pemancangan

Pilecap

Pembesian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1 Penentuan Jenis Tanah

4.1.1 Menurut SNI 03-1726-2002

Tabel 4.1 Data kedalaman tanah (30 m) dan test penetrasi standar

Data Tanah Ancol		Data Tanah Depok	
Kedalaman(m)	Nilai N	Kedalaman (m)	Nilai N
2	1	2,25	8
4	1	4,25	9
6	1	6,25	9
8	3	8,25	10
10	8	10,25	5
12	10	12,25	4
14	32	14,25	11
16	24	16,25	40
18	60	18,25	60
20	60	20,25	46
22	60	22,25	33
24	60	24,25	60
26	60	26,25	60
28	60	28,25	60
30	60	30,25	47

Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah lunak, tanah sedang, tanah keras menurut SNI 03-1726-2002 apabila lapisan 30 m teratas memenuhi syarat sebagai berikut:

Tabel 4.2 Syarat jenis tanah SNI 03-1726-2002

Jenis Tanah	Nilai \bar{N}
Tanah Lunak	$\bar{N} \leq 15$
Tanah Sedang	$15 \leq \bar{N} < 50$
Tanah Keras	$\bar{N} \geq 50$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / N_i}$$

Dimana, \bar{N} = Nilai N rata-rata berbobot
 t_i = Tebal lapisan tanah ke-i
 N_i = Nilai hasil SPT lapisan ke-i

Tabel 4.3 Nilai N rata-rata berbobot

Data Tanah Ancol			Data Tanah Depok		
Kedalaman(m)	Nilai N	t_i / N_i	Kedalaman (m)	Nilai N	t_i / N_i
2	1	2	2,25	8	0,28
4	1	4	4,25	9	0,47
6	1	6	6,25	9	0,69
8	3	2,67	8,25	10	0,83
10	8	1,25	10,25	5	2,05
12	10	1,2	12,25	4	3,06
14	32	0,44	14,25	11	1,29
16	24	0,67	16,25	40	0,41
18	60	0,3	18,25	60	0,3
20	60	0,33	20,25	46	0,44
22	60	0,37	22,25	33	0,67
24	60	0,4	24,25	60	0,4
26	60	0,43	26,25	60	0,44
28	60	0,47	28,25	60	0,47
30	60	0,5	30,25	47	0,64
243,75	Jumlah	21,03	240	Jumlah	12,44
\bar{N}	11,41		\bar{N}	19,6	

Dari hasil diatas dapat ditetapkan bahwa:

Tanah Ancol sebagai tanah lunak

Tanah Depok sebagai tanah sedang

4.1.2 Menurut SNI 03-1726-1989

Tabel 4.4 Nilai N-SPT dan kuat geser terhadap kedalaman

Kedalaman	Data Tanah Ancol		Data Tanah Depok	
	N-SPT	Nilai kuat geser (kg/cm ²)	N-SPT	Nilai kuat geser (kg/cm ²)
6 m	1	0,13	9	0,7
9 m	4	0,25	10	1
12 m	10	1	4	0,25

Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah lunak atau tanah keras menurut SNI 03-1726-1989 apabila memenuhi nilai berikut:

Untuk tanah lunak :

Tanah kohesif, kekuatan geser pada kadar air tetap 0,5 kg/cm², kedalaman 6 m,

Tanah kohesif, kekuatan geser pada kadar air tetap 1 kg/cm², kedalaman 9 m,

Tanah kohesif, kekuatan geser pada kadar air tetap 2 kg/cm², kedalaman 12 ,

Tanah butiran terikat sangat padat kedalaman 20 m.

Untuk tanah keras, tanah yang melebihi batasan tanah lunak

Dari hasil diatas dapat ditetapkan bahwa:

Tanah Ancol sebagai tanah lunak

Tanah Depok sebagai tanah keras

4.2 Pemodelan Bangunan Menggunakan Program ETABS

Dimensi Struktur

1. Kolom
 - Lantai 1-2 = 80/120
 - Lantai 3-5 = 70/120
 - Lantai 6-8 = 70/100
 - Lantai 9-10 = 60/90
2. Balok = 45/80
3. Pelat Lantai = 12 cm

Material Struktur

1. Beton K-300

Beban Struktur

Asumsi pembebanan:

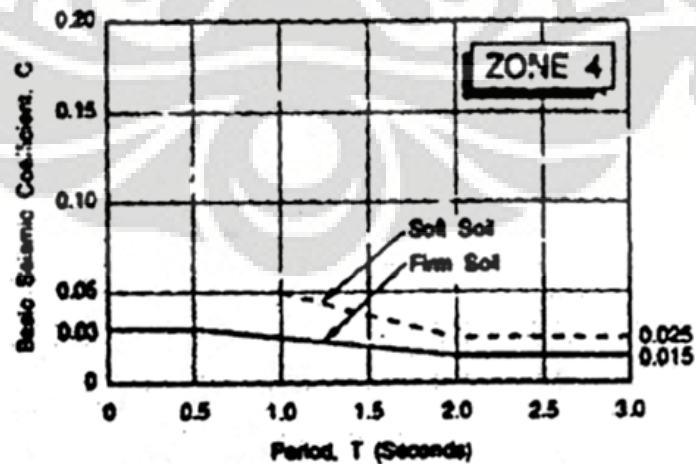
1. Beban Mati (Dead Load) = 150 kg/m² (setiap lantai)
= 100 kg/m² (lantai atap)
2. Beban Hidup (Life Load) = 250 kg/m² (setiap lantai)
= 100 kg/m² (lantai atap)

Respon Spectrum Gempa

1. SNI 03-1726-1989

Wilayah Gempa = 4

Jenis tanah = tanah lunak dan tanah keras

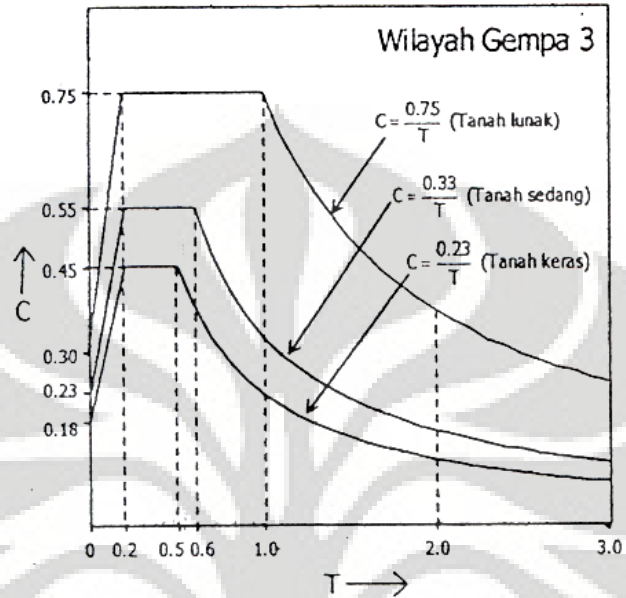


Gambar 4.1 Respon spektrum SNI'89, zone 4

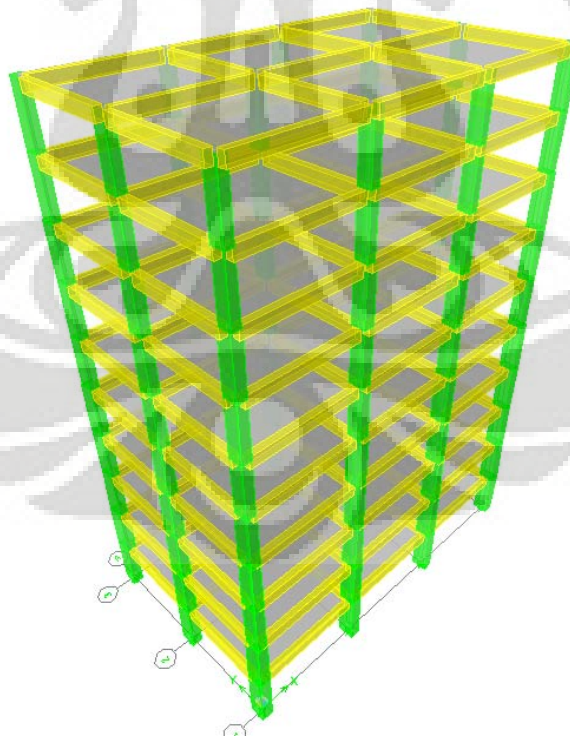
2. SNI 03-1726-2002

Wilayah Gempa = 3

Jenis tanah = tanah lunak dan tanah sedang



Gambar 4.2 Respon spektrum SNI'02, wilayah 3



Gambar 4.3 Hasil modelisasi bangunan

4.3 Analisa Gempa Menurut SNI 03-1726-1989

Dari hasil analisa menggunakan program ETABS didapat besarnya massa untuk tiap-tiap lantai pada tabel 4.2.1

Tabel 4.5 Besar massa

Lantai	MassaX (kg)	MassaY (kg)	XCM	YCM	XCR	YCR
Lantai 10	30187,6	30187,6	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 9	43607,28	43607,28	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 8	45197,29	45197,29	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 7	47078,27	47078,27	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 6	47078,27	47078,27	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 5	48459,61	48459,61	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 4	50105,47	50105,47	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 3	50105,47	50105,47	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 2	51357,49	51357,49	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 1	52768,23	52768,23	13,51	8,01	13,51	8,01

Sesuai SNI 03-1726-1989, dari hasil diatas didapat berat massa bangunan, dimana nilai koordinat terhadap pusat massa (center of mass) dan pusat kekakuan (center of rigidity) dari tiap lantai adalah sama, maka bangunan ini tidak mengalami eksentrisitas.

$$(e \ 0,3b) \quad e_d \ 1,5e \ 0,05b$$

$$e_d \ e \ 0,05b$$

$$e \ 0$$

$$e_d \ 1,5 \ 0 \ 0,05b \quad e_d \ 0,05b$$

$$e_d \ e \ 0,05b \quad e_d \ 0,05b$$

Sesuai SNI 03-1726-1989, jumlah pola ragam getar sekurang-kurangnya 3 ragam translasi. Dalam analisa bangunan ini, digunakan 10 pola ragam translasi.

Tabel 4.6 Partisipasi massa untuk tanah Ancol dan Depok

Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1,94492	77,7859	0	77,7859	0
2	1,78701	0	75,7460	77,7859	75,7460
3	1,54880	0	0	77,7860	75,7461
4	0,64598	10,3606	0	88,1466	75,7461
5	0,56937	0	11,0877	88,1466	86,8338
6	0,50486	0	0	88,1466	86,8338
7	0,36888	4,2109	0	92,3574	86,8338
8	0,30727	0	4,7669	92,3574	91,6007
9	0,27933	0	0	92,3574	91,6007
10	0,24648	2,5201	0	94,8776	91,6007

4.3.1 Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Ancol

1. Gaya gempa untuk arah X

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 4

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor Jenis struktur (K) = 1,0

Waktu getar alami (T)

$T_x = 1,94$ detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 4 tanah lunak dengan $T_x = 1,94$ detik

Didapat $C_x = 0,026$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_x = C_d W_t C I K W_t$$

$$= 0,026 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 465944,98 = 12114,57 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i
 h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.7 Gaya gempa tiap lantai arah X

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	1513,413
9	43607,28	36	1569862,066	1967,571
8	45197,29	32	1446313,379	1812,723
7	47078,27	28	1318191,566	1652,142
6	47078,27	24	1129878,485	1416,122
5	48459,61	20	969192,256	1214,728
4	50105,47	16	801687,486	1004,787
3	50105,47	12	601265,615	753,590
2	51357,49	8	410859,946	514,947
1	52768,23	4	211072,904	264,546

2. Gaya gempa untuk arah Y

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 4

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor Jenis struktur (K) = 1,0

Waktu getar alami (T)

$T_y = 1,79$ detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 4 tanah lunak dengan $T_y = 1,79$ detik

Didapat $C_y = 0,03$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_y = C_d W_t C I K W_t$$

$$= 0,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 465944,98 = 13978,35 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i
h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.8 Gaya gempa tiap lantai arah Y

Lantai	W _i (kg)	H _i (m)	W _i · h _i	F _i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	1746,246
9	43607,28	36	1569862,066	2270,274
8	45197,29	32	1446313,379	2091,603
7	47078,27	28	1318191,566	1906,318
6	47078,27	24	1129878,485	1633,987
5	48459,61	20	969192,256	1401,609
4	50105,47	16	801687,486	1159,370
3	50105,47	12	601265,615	869,527
2	51357,49	8	410859,946	594,170
1	52768,23	4	211072,904	305,246

4.3.2 Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Depok

1. Gaya gempa untuk arah X

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 4

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor Jenis struktur (K) = 1,0

Waktu getar alami (T)

T_x = 1,94 detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 4 tanah keras dengan $T_x = 1,94$ detik

Didapat $C_x = 0,016$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_x = C_d W_t C I K W_t$$

$$= 0,016 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 465944,98 = 7455,12 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i
 h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.9 Gaya gempa tiap lantai arah X

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	931,331
9	43607,28	36	1569862,066	1210,813
8	45197,29	32	1446313,379	1115,522
7	47078,27	28	1318191,566	1016,703
6	47078,27	24	1129878,485	871,460
5	48459,61	20	969192,256	747,525
4	50105,47	16	801687,486	618,331
3	50105,47	12	601265,615	463,748
2	51357,49	8	410859,946	316,891
1	52768,23	4	211072,904	162,798

2. Gaya gempa untuk arah Y

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 4

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor Jenis struktur (K) = 1,0

Waktu getar alami (T)

$T_y = 1,79$ detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 4 tanah keras dengan $T_y = 1,79$ detik

Didapat $C_y = 0,017$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_y = C_d W_t C I K W_t$$

$$= 0,017 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 465944,98 = 7921,06 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i
 h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.10 Gaya gempa tiap lantai arah Y

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	989,539
9	43607,28	36	1569862,066	1286,488
8	45197,29	32	1446313,379	1185,241
7	47078,27	28	1318191,566	1080,246
6	47078,27	24	1129878,485	925,925
5	48459,61	20	969192,256	794,244
4	50105,47	16	801687,486	656,976
3	50105,47	12	601265,615	492,732
2	51357,49	8	410859,946	336,696
1	52768,23	4	211072,904	172,972

4.4 Analisa Gempa Menurut SNI 03-1726-2002

Dari hasil analisa menggunakan program ETABS didapat besarnya massa untuk tiap-tiap lantai.

Tabel 4.11 Besar massa

Lantai	MassaX (kg)	MassaY (kg)	XCM	YCM	XCR	YCR
Lantai 10	30187,6	30187,6	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 9	43607,28	43607,28	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 8	45197,29	45197,29	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 7	47078,27	47078,27	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 6	47078,27	47078,27	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 5	48459,61	48459,61	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 4	50105,47	50105,47	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 3	50105,47	50105,47	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 2	51357,49	51357,49	13,51	8,01	13,51	8,01
Lantai 1	52768,23	52768,23	13,51	8,01	13,51	8,01

Sesuai SNI 03-1726-2002, dari hasil diatas didapat berat massa bangunan, dimana nilai koordinat terhadap pusat massa (center of mass) dan pusat kekakuan (center of rigidity) dari tiap lantai adalah sama, maka bangunan ini tidak mengalami eksentrisitas.

$$(0 \quad e \quad 0,3b) \quad e_d \quad 1,5e \quad 0,05b$$

$$e_d \quad e \quad 0,05b$$

$$e \quad 0$$

$$e_d \quad 1,5 \quad 0 \quad 0,05b \quad e_d \quad 0,05b$$

$$e_d \quad e \quad 0,05b \quad e_d \quad 0,05b$$

Sesuai SNI 03-1726-2002, pola ragam getar harus mencakup partisipasi massa sekurang-kurangnya 90%. Dalam analisa bangunan ini, digunakan 10 pola ragam translasi.

Tabel 4.12 Partisipasi massa untuk tanah Ancol dan Depok

Mode	Period (sec)	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1,94492	77,7859	0	77,7859	0
2	1,78701	0	75,7460	77,7859	75,7460
3	1,54880	0	0	77,7860	75,7461
4	0,64598	10,3606	0	88,1466	75,7461
5	0,56937	0	11,0877	88,1466	86,8338
6	0,50486	0	0	88,1466	86,8338
7	0,36888	4,2109	0	92,3574	86,8338
8	0,30727	0	4,7669	92,3574	91,6007
9	0,27933	0	0	92,3574	91,6007
10	0,24648	2,5201	0	94,8776	91,6007

4.4.1 Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Ancol

1. Gaya gempa untuk arah X

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 3

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor reduksi gempa (R) = 8,5

Waktu getar alami (T)

$T_x = 1,94$ detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 3 tanah lunak dengan $T_x = 1,94$ detik

Didapat $C_x = 0,387$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_x = C_1 \frac{I}{R} W_t$$

$$0,387 \frac{1}{8,5} 465944,98 = 21214,2 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i
 h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.13 Gaya gempa tiap lantai arah X

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	2650,185
9	43607,28	36	1569862,066	3445,475
8	45197,29	32	1446313,379	3174,315
7	47078,27	28	1318191,566	2893,118
6	47078,27	24	1129878,485	2479,815
5	48459,61	20	969192,256	2127,147
4	50105,47	16	801687,486	1759,514
3	50105,47	12	601265,615	1319,635
2	51357,49	8	410859,946	901,740
1	52768,23	4	211072,904	463,255

2. Gaya gempa untuk arah Y

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 3

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor reduksi gempa (R) = 8,5

Waktu getar alami (T)

$T_y = 1,79$ detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 3 tanah lunak dengan $T_y = 1,79$ detik

Didapat $C_y = 0,419$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_x = C_1 \frac{I}{R} W_t$$

$$0,419 \frac{1}{8,5} 465944,98 = 22968,347 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (Fi)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i

h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.14 Gaya gempa tiap lantai arah Y

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	2869,322
9	43607,28	36	1569862,066	3730,372
8	45197,29	32	1446313,379	3436,791
7	47078,27	28	1318191,566	3132,342
6	47078,27	24	1129878,485	2684,865
5	48459,61	20	969192,256	2303,035
4	50105,47	16	801687,486	1905,004
3	50105,47	12	601265,615	1428,753
2	51357,49	8	410859,946	976,303
1	52768,23	4	211072,904	501,560

4.4.2 Perhitungan Gaya Gempa Untuk Tanah Depok

1. Gaya gempa untuk arah X

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 3

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor reduksi gempa (R) = 8,5

Waktu getar alami (T)

$T_x = 1,94$ detik

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 3 tanah sedang dengan $T_x = 1,94$ detik

Didapat $C_x = 0,17$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_x = C_1 \frac{I}{R} W_t$$

$$0,17 \frac{1}{8,5} 465944,98 = 9318,90 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

Dimana, W_i = Berat lantai i
 h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.15 Gaya gempa tiap lantai arah X

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	1164,164
9	43607,28	36	1569862,066	1513,516
8	45197,29	32	1446313,379	1394,402
7	47078,27	28	1318191,566	1270,879
6	47078,27	24	1129878,485	1089,325
5	48459,61	20	969192,256	934,406
4	50105,47	16	801687,486	772,913
3	50105,47	12	601265,615	579,685
2	51357,49	8	410859,946	396,113
1	52768,23	4	211072,904	203,497

2. Gaya gempa untuk arah Y

Berat bangunan total = 465944,98 kg

Tinggi bangunan 10 lt = 40 m (1 lt = 4 m)

Termasuk wilayah gempa 3

Faktor keutamaan (I) = 1,0

Faktor reduksi gempa (R) = 8,5

Waktu getar alami (T)

$$T_y = 1,79 \text{ detik}$$

Kefisien gempa dasar (C)

Dari grafik wilayah gempa 3 tanah sedang dengan $T_y = 1,79$ detik

$$\text{Didapat } C_y = 0,184$$

Gaya geser dasar nominal (V)

$$V_x = C_1 \frac{I}{R} W_t$$

$$0,184 \frac{1}{8,5} 465944,98 = 10086,34 \text{ kg}$$

Beban Statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V$$

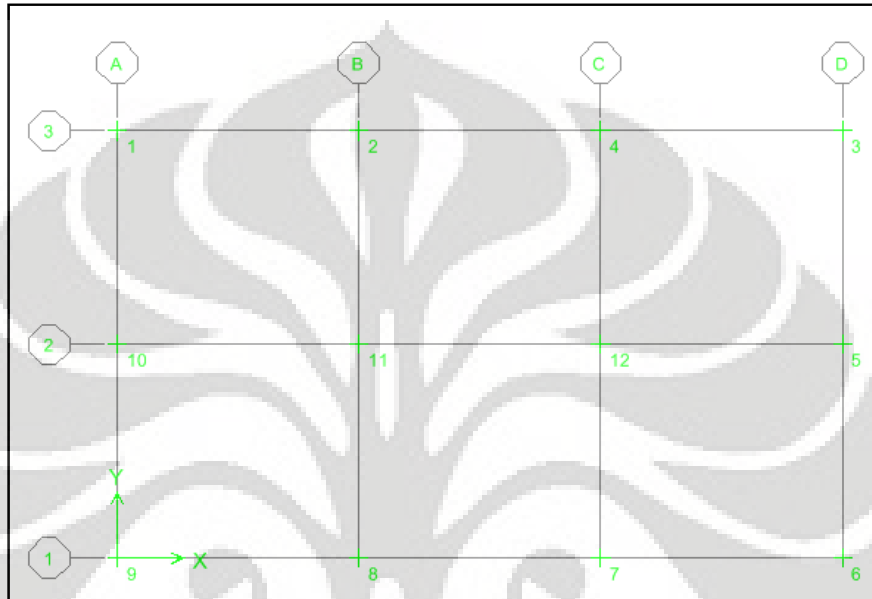
Dimana, W_i = Berat lantai i
 h_i = Tinggi lantai i dari dasar

Tabel 4.16 Gaya gempa tiap lantai arah Y

Lantai	W_i (kg)	H_i (m)	$W_i \cdot h_i$	F_i (kg)
10	30187,6	40	1207504,032	1260,037
9	43607,28	36	1569862,066	1638,159
8	45197,29	32	1446313,379	1509,235
7	47078,27	28	1318191,566	1375,540
6	47078,27	24	1129878,485	1179,034
5	48459,61	20	969192,256	1011,357
4	50105,47	16	801687,486	836,565
3	50105,47	12	601265,615	627,424
2	51357,49	8	410859,946	428,734
1	52768,23	4	211072,904	220,256

4.5 Reaksi Perletakan Hasil Program ETABS

Setelah memasukkan semua beban gempa yang terjadi didapat hasil gaya-gaya pada perletakan yang dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah gaya maksimum yang didapat pada perletakan.



Gambar 4.4 Penomoran perletakan

Hasil reaksi perletakan pada masing-masing titik menurut kombinasi gravitasi, gempa nominal, gempa maksimum dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah hasil reaksi pada perletakan yang telah dirangkum menurut reaksi maksimum dari masing-masing titik.

Tabel 4.17 Gaya vertikal maksimum

SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol			
Titik	Gravitasi (kg)	Gempa Nominal (kg)	Gempa Maksimum (kg)
1	336375,5	337761,5	340640,2
2	497126,7	503307,6	516144,81
3	336375,5	347101,1	369377,38
4	497126,7	503362,1	516312,57
5	469399,4	473959	483428,97
6	336375,5	338161,6	341871,25
7	497126,7	503557,7	516914,29

8	497126,7	503112	515543,09
9	336375,5	346701	368146,34
10	469399,4	473959	483428,97
11	683497,5	683602,2	683819,51
12	683497,5	683602,2	683819,51
SNI 03-1726-1989 Tanah Depok			
Titik	Gravitasi (kg)	Gempa Nominal (kg)	Gempa Maksimum (kg)
1	336375,5	336953,4	338153,78
2	497126,7	500640,4	507938,07
3	336375,5	342660,8	355714,91
4	497126,7	500648,9	507964,24
5	469399,4	472205,3	478032,97
6	336375,5	337159,6	338788,05
7	497126,7	500769,3	508334,53
8	497126,7	500520,1	507567,79
9	336375,5	342454,7	355080,64
10	469399,4	472205,3	478032,97
11	683497,5	683561,9	683695,67
12	683497,5	683561,9	683695,67
SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol			
Titik	Gravitasi (kg)	Gempa Nominal (kg)	Gempa Maksimum (kg)
1	336375,5	338193	340290,21
2	497126,7	507307,6	519054,71
3	336375,5	354459	375324,68
4	497126,7	507347,5	519140,76
5	469399,4	477383,9	486596,73
6	336375,5	338804,8	341607,89
7	497126,7	507690	519878,34
8	497126,7	506965,1	518317,13
9	336375,5	353847,3	374007
10	469399,4	477383,9	486596,73
11	683497,5	683680,8	683892,21
12	683497,5	683680,8	683892,21
SNI 03-1726-2002 Tanah Depok			
Titik	Gravitasi (kg)	Gempa Nominal (kg)	Gempa Maksimum (kg)
1	336375,5	337172,6	338092,41
2	497126,7	501597,6	506756,31

3	336375,5	344317,7	353481,84
4	497126,7	501615	506793,86
5	469399,4	472906,8	476953,77
6	336375,5	337441,2	338670,84
7	497126,7	501765,5	507117,86
8	497126,7	501447,2	506432,31
9	336375,5	344049,2	352903,41
10	469399,4	472906,8	476953,77
11	683497,5	683578	683670,9
12	683497,5	683578	683670,9

Tabel 4.18 Gaya horisontal maksimum

SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	FX	FY	R	FX	FY	R	FX	FY	R
1	4171,24	-3643,6	5538,51	5293,55	-4948,57	7246,38	7624,51	-7658,89	10807,02
2	-57,78	-5370,67	5370,98	-1475,68	-6752,55	6911,91	-4420,56	-9622,59	10589,41
3	-4171,24	-3643,6	5538,51	-5300,89	-5148,04	7389,30	-7647,08	-8272,66	11265,64
4	57,78	-5370,67	5370,98	1475,66	-6816,46	6974,36	4420,49	-9819,25	10768,40
5	-6014,16	0	6014,16	-7180,12	-1832,21	7410,20	-9601,73	-5637,56	11134,42
6	-4171,24	3643,6	5538,51	-5357,3	5141,71	7425,49	-7820,65	8253,16	11370,01
7	57,78	5370,67	5370,98	1558,88	6816,89	6992,86	4676,56	9820,57	10877,22
8	-57,78	5370,67	5370,98	-1558,86	6752,12	6929,73	-4676,49	9621,28	10697,60
9	4171,24	3643,6	5538,51	5364,63	4954,91	7302,77	7843,22	7678,4	10976,06
10	6014,16	0	6014,16	7180,12	1599,64	7356,15	9601,73	4921,98	10789,77
11	-104,5	0	104,5	-1578,32	1694,06	2315,37	-4639,33	5212,48	6978,06
12	104,5	0	104,5	1578,32	1771,79	2372,83	4639,33	5451,65	7158,48
SNI 03-1726-1989 Tanah Depok									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	FX	FY	R	FX	FY	R	FX	FY	R
1	4171,24	-3643,6	5538,51	4865,27	-4387,9	6551,68	6306,7	-5933,74	8659,31
2	-57,78	-5370,67	5370,98	-934,5	-6155,4	6225,93	-2755,38	-7785,22	8258,44
3	-4171,24	-3643,6	5538,51	-4869,42	-4491,3	6624,43	-6319,49	-6251,92	8889,46
4	57,78	-5370,67	5370,98	934,49	-6188,29	6258,45	2755,34	-7886,41	8353,88
5	-6014,16	0	6014,16	-6731,67	-1032,27	6810,36	-8221,9	-3176,21	8814,08
6	-4171,24	3643,6	5538,51	-4898,11	4487,4	6642,91	-6407,76	6239,92	8944,05
7	57,78	5370,67	5370,98	977,37	6188,55	6265,25	2887,28	7887,22	8399,08
8	-57,78	5370,67	5370,98	-977,35	6155,13	6232,24	-2887,24	7784,4	8302,59
9	4171,24	3643,6	5538,51	4902,27	4391,8	6581,81	6420,55	5945,74	8750,73

10	6014,16	0	6014,16	6731,67	912,44	6793,23	8221,9	2807,52	8688,03
11	-104,5	0	104,5	-1011,46	961,96	1395,86	-2895,16	2959,89	4140,40
12	104,5	0	104,5	1011,46	1002,01	1423,75	2895,16	3083,11	4229,36
SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	FX	FY	R	FX	FY	R	FX	FY	R
1	4171,24	-3643,6	5538,51	6144,03	-5798,51	8448,18	8420,32	-8284,95	11812,80
2	-57,78	-5370,67	5370,98	-2549,95	-7644,97	8059,02	-5425,53	-10269,2	11614,31
3	-4171,24	-3643,6	5538,51	-6156,08	-6104,94	8669,93	-8446,28	-8944,95	12302,51
4	57,78	-5370,67	5370,98	2549,91	-7742,61	8151,69	5425,45	-10479,5	11800,62
5	-6014,16	0	6014,16	-8055,91	-2997,31	8595,44	-10411,8	-6455,74	12250,78
6	-4171,24	3643,6	5538,51	-6241,5	6093,84	8723,03	-8630,27	8921,04	12412,35
7	57,78	5370,67	5370,98	2677,17	7743,36	8193,10	5699,55	10481,08	11930,55
8	-57,78	5370,67	5370,98	-2677,13	7644,22	8099,45	-5699,46	10267,55	11743,36
9	4171,24	3643,6	5538,51	6253,56	5809,62	8535,73	8656,23	8308,87	11998,65
10	6014,16	0	6014,16	8055,91	2641,69	8477,98	10411,77	5689,8	11865,02
11	-104,5	0	104,5	-2685,35	2788	3870,92	-5663,26	6004,92	8254,19
12	104,5	0	104,5	2685,35	2906,86	3957,39	5663,26	6260,92	8442,25
SNI 03-1726-2002 Tanah Depok									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	FX	FY	R	FX	FY	R	FX	FY	R
1	4171,24	-3643,6	5538,51	5037,86	-4589,93	6815,24	6037,79	-5681,86	8290,86
2	-57,78	-5370,67	5370,98	-1152,55	-6369,42	6472,86	-2415,75	-7521,82	7900,23
3	-4171,24	-3643,6	5538,51	-5043,15	-4724,45	6910,41	-6049,19	-5971,59	8500,15
4	57,78	-5370,67	5370,98	1152,53	-6412,28	6515,03	2415,71	-7614,13	7988,16
5	-6014,16	0	6014,16	-6911,05	-1316,21	7035,27	-7945,93	-2834,92	8436,50
6	-4171,24	3643,6	5538,51	-5080,65	4719,57	6934,50	-6129,96	5961,09	8550,50
7	57,78	5370,67	5370,98	1208,4	6412,61	6525,47	2536,03	7614,84	8026,03
8	-57,78	5370,67	5370,98	-1208,38	6369,09	6482,71	-2536	7521,11	7937,15
9	4171,24	3643,6	5538,51	5085,94	4594,81	6854,13	6141,36	5692,36	8373,72
10	6014,16	0	6014,16	6911,05	1160,1	7007,74	7945,93	2498,69	8329,54
11	-104,5	0	104,5	-1238,21	1224,33	1741,31	-2546,33	2637,03	3665,75
12	104,5	0	104,5	1238,21	1276,51	1778,38	2546,33	2749,4	3747,40

Tabel 4.19 Gaya momen maksimum

SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol							
Titik	Gravitasi (kg)		Gempa Nominal (kg)		Gempa Maksimum (kg)		
	MX	MY	MX	MY	MX	MY	
1	4228,518	5241,303	11422,21	9876,147	26362,96	19502,36	
2	6232,842	-72,597	13773,32	-5078,86	29434,32	-15476,5	
3	4228,518	-5241,3	12426,32	-9885,36	29452,53	-19530,7	
4	6232,842	72,597	14105,04	5078,835	30454,98	15476,41	
5	0	-7556,99	8578,183	-12348,4	26394,41	-22299,9	
6	-4228,52	-5241,3	-12419	-10159,7	-29429,9	-20374,9	
7	-6232,84	72,597	-14105,5	5386,894	-30456,5	16424,28	
8	-6232,84	-72,597	-13772,8	-5386,87	-29432,8	-16424,2	
9	-4228,52	5241,303	-11429,6	10168,95	-26385,6	20403,29	
10	0	7556,994	7535,671	12348,43	23186,68	22299,86	
11	0	-131,304	7902,779	-5309,58	24316,24	-16064,4	
12	0	131,304	8250,523	5309,575	25386,23	16064,45	
SNI 03-1726-1989 Tanah Depok							
Titik	Gravitasi (kg)		Gempa Nominal (kg)		Gempa Maksimum (kg)		
	MX	MY	MX	MY	MX	MY	
1	4228,518	5241,303	8330,399	8107,942	16849,69	14061,73	
2	6232,842	-72,597	10514,34	-3168,8	19406,67	-9599,38	
3	4228,518	-5241,3	8848,481	-8113,17	18443,79	-14077,8	
4	6232,842	72,597	10685,19	3168,787	19932,38	9599,333	
5	0	-7556,99	4834,154	-10505,6	14874,32	-16629,5	
6	-4228,52	-5241,3	-8843,95	-8254,05	-18429,9	-14511,3	
7	-6232,84	72,597	-10685,5	3327,509	-19933,3	10087,71	
8	-6232,84	-72,597	-10514	-3327,49	-19405,7	-10087,7	
9	-4228,52	5241,303	-8334,93	8259,276	-16863,6	14527,37	
10	0	7556,994	4297,023	10505,57	13221,61	16629,53	
11	0	-131,304	4487,182	-3317,93	13806,72	-9936,32	
12	0	131,304	4666,349	3317,933	14358	9936,317	
SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol							
Titik	Gravitasi (kg)		Gempa Nominal (kg)		Gempa Maksimum (kg)		
	MX	MY	MX	MY	MX	MY	
1	4228,518	5241,303	16105,18	13389,5	29809,01	22791,27	
2	6232,842	-72,597	18641,86	-8873,42	32959,95	-19028,2	
3	4228,518	-5241,3	17642,21	-13404,6	33119,54	-22823,9	
4	6232,842	72,597	19148,97	8873,372	34052,2	19028,11	
5	0	-7556,99	14035,7	-15947,4	30230,73	-25628,7	

6	-4228,52	-5241,3		-17629,3	-13823,1		-33091,8	-23725,3	
7	-6232,84	72,597		-19149,8	9344,432		-34054,1	20042,7	
8	-6232,84	-72,597		-18641	-9344,39		-32958,1	-20042,6	
9	-4228,52	5241,303		-16118,1	13838,28		-29836,8	23757,87	
10	0	7556,994		12441,58	15947,42		26797,24	25628,68	
11	0	-131,304		13005,18	-9199,14		28011,15	-19662	
12	0	131,304		13536,92	9199,135		29156,44	19662,02	
SNI 03-1726-2002 Tanah Depok									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	MX	MY		MX	MY		MX	MY	
1	4228,518	5241,303		9444,168	8820,682		15462,23	12950,73	
2	6232,842	-72,597		11682,19	-3938,66		17969,9	-8399,51	
3	4228,518	-5241,3		10118,89	-8827,33		16915,48	-12965,1	
4	6232,842	72,597		11904,8	3938,642		18449,37	8399,462	
5	0	-7556,99		6163,518	-11242,7		13275,27	-15495,5	
6	-4228,52	-5241,3		-10113,2	-9011,04		-16903,3	-13360,7	
7	-6232,84	72,597		-11905,2	4145,426		-18450,2	8844,845	
8	-6232,84	-72,597		-11681,8	-4145,41		-17969,1	-8844,8	
9	-4228,52	5241,303		-9449,83	9017,688		-15474,4	13375,06	
10	0	7556,994		5463,736	11242,71		11768,05	15495,46	
11	0	-131,304		5711,149	-4114,59		12300,94	-8710,69	
12	0	131,304		5944,57	4114,59		12803,69	8710,688	

Tabel 4.20 Perbandingan gaya momen dan vertikal

SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	M	V	M/V	M	V	M/V	M	V	M/V
1	5241,303	336375,5	0,016	11422,21	337761,5	0,034	26362,96	340640,2	0,078
2	6232,842	497126,7	0,013	13773,32	503307,6	0,027	29434,32	516144,81	0,058
3	-5241,3	336375,5	-0,016	12426,32	347101,1	0,036	29452,53	369377,38	0,085
4	6232,842	497126,7	0,013	14105,04	503362,1	0,028	30454,98	516312,57	0,061
5	-7556,99	469399,4	-0,016	-12348,4	473959	-0,026	26394,41	483428,97	0,056
6	-5241,3	336375,5	-0,016	-12419	338161,6	-0,037	-29429,9	341871,25	-0,087
7	-6232,84	497126,7	-0,013	-14105,5	503557,7	-0,028	-30456,5	516914,29	-0,060
8	-6232,84	497126,7	-0,013	-13772,8	503112	-0,027	-29432,8	515543,09	-0,059
9	5241,303	336375,5	0,016	-11429,6	346701	-0,033	-26385,6	368146,34	-0,076
10	7556,994	469399,4	0,016	12348,43	473959	0,026	23186,68	483428,97	0,049
11	-131,304	683497,5	0,000	7902,779	683602,2	0,012	24316,24	683819,51	0,036
12	131,304	683497,5	0,000	8250,523	683602,2	0,012	25386,23	683819,51	0,037

SNI 03-1726-1989 Tanah Depok									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	M	V	M/V	M	V	M/V	M	V	M/V
1	5241,303	336375,5	0,016	8330,399	336953,4	0,025	16849,69	338153,78	0,050
2	6232,842	497126,7	0,013	10514,34	500640,4	0,021	19406,67	507938,07	0,038
3	-5241,3	336375,5	-0,016	8848,481	342660,8	0,026	18443,79	355714,91	0,052
4	6232,842	497126,7	0,013	10685,19	500648,9	0,021	19932,38	507964,24	0,039
5	-7556,99	469399,4	-0,016	-10505,6	472205,3	-0,022	14874,32	478032,97	0,031
6	-5241,3	336375,5	-0,016	-8843,95	337159,6	-0,026	-18429,9	338788,05	-0,054
7	-6232,84	497126,7	-0,013	-10685,5	500769,3	-0,021	-19933,3	508334,53	-0,039
8	-6232,84	497126,7	-0,013	-10514	500520,1	-0,021	-19405,7	507567,79	-0,038
9	5241,303	336375,5	0,016	-8334,93	342454,7	-0,024	-16863,6	355080,64	-0,047
10	7556,994	469399,4	0,016	10505,57	472205,3	0,022	13221,61	478032,97	0,028
11	-131,304	683497,5	0,000	4487,182	683561,9	0,007	13806,72	683695,67	0,020
12	131,304	683497,5	0,000	4666,349	683561,9	0,007	14358	683695,67	0,021
SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	M	V	M/V	M	V	M/V	M	V	M/V
1	5241,303	336375,5	0,016	16105,18	338193	0,048	29809,01	340290,21	0,088
2	6232,842	497126,7	0,013	18641,86	507307,6	0,037	32959,95	519054,71	0,063
3	-5241,3	336375,5	-0,016	17642,21	354459	0,050	33119,54	375324,68	0,088
4	6232,842	497126,7	0,013	19148,97	507347,5	0,038	34052,2	519140,76	0,066
5	-7556,99	469399,4	-0,016	-15947,4	477383,9	-0,033	30230,73	486596,73	0,062
6	-5241,3	336375,5	-0,016	-17629,3	338804,8	-0,052	-33091,8	341607,89	-0,097
7	-6232,84	497126,7	-0,013	-19149,8	507690	-0,038	-34054,1	519878,34	-0,066
8	-6232,84	497126,7	-0,013	-18641	506965,1	-0,037	-32958,1	518317,13	-0,064
9	5241,303	336375,5	0,016	-16118,1	353847,3	-0,046	-29836,8	374007	-0,080
10	7556,994	469399,4	0,016	15947,42	477383,9	0,033	26797,24	486596,73	0,055
11	-131,304	683497,5	0,000	13005,18	683680,8	0,019	28011,15	683892,21	0,041
12	131,304	683497,5	0,000	13536,92	683680,8	0,020	29156,44	683892,21	0,043
SNI 03-1726-2002 Tanah Depok									
Titik	Gravitasi (kg)			Gempa Nominal (kg)			Gempa Maksimum (kg)		
	M	V	M/V	M	V	M/V	M	V	M/V
1	5241,303	336375,5	0,016	9444,168	337172,6	0,028	15462,23	338092,41	0,046
2	6232,842	497126,7	0,013	11682,19	501597,6	0,023	17969,9	506756,31	0,035
3	-5241,3	336375,5	-0,016	10118,89	344317,7	0,029	16915,48	353481,84	0,048
4	6232,842	497126,7	0,013	11904,8	501615	0,024	18449,37	506793,86	0,036
5	-7556,99	469399,4	-0,016	-11242,7	472906,8	-0,024	13275,27	476953,77	0,028
6	-5241,3	336375,5	-0,016	-10113,2	337441,2	-0,030	-16903,3	338670,84	-0,050
7	-6232,84	497126,7	-0,013	-11905,2	501765,5	-0,024	-18450,2	507117,86	-0,036
8	-6232,84	497126,7	-0,013	-11681,8	501447,2	-0,023	-17969,1	506432,31	-0,035

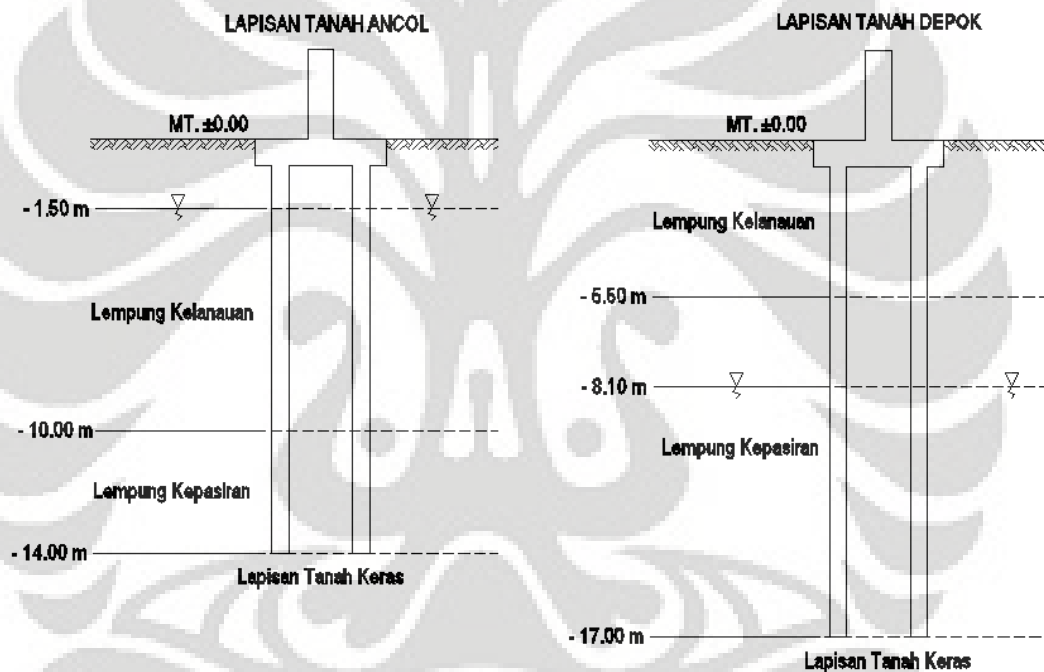
9	5241,303	336375,5	0,016	-9449,83	344049,2	-0,027	-15474,4	352903,41	-0,044
10	7556,994	469399,4	0,016	11242,71	472906,8	0,024	11768,05	476953,77	0,025
11	-131,304	683497,5	0,000	5711,149	683578	0,008	12300,94	683670,9	0,018
12	131,304	683497,5	0,000	5944,57	683578	0,009	12803,69	683670,9	0,019

Karena pengaruh momen terlalu kecil, maka gaya momen asumsi diabaikan.

4.6 Perhitungan Pondasi

4.6.1 Analisa Data Tanah

Dari data yang diperoleh dari hasil penyondiran maka lapisan-lapisan tanah pada areal lokasi rencana bangunan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Lapisan tanah Ancol dan Depok

4.6.2 Pemilihan Pondasi

Berdasarkan data tanah yang ada, dapat dilihat bahwa tanah keras berada cukup dalam dari muka tanah yaitu pada kedalaman 14 m dan 16 m. Sedangkan data pembebanan menunjukkan gaya yang cukup besar. Untuk ini digunakan pondasi dalam berupa pondasi tiang pancang dengan asumsi disekitar lokasi tidak terdapat bangunan yang akan terganggu oleh pemancangan dan lokasi terjangkau oleh alat-alat untuk memancang.

4.6.3 Perhitungan Daya Dukung Tiang Akibat Beban Vertikal

4.6.3.1 SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol

1. Titik 1-3-6-9

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah lunak, pada titik 1-3-6-9 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 3-6-9-1 disamakan.

Pada titik-1 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 337761,5 kg = 337,8 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= .D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 4 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow 2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 4 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 4 \times 114,9$$

$$= 348,4 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 337761,5 kg = 337,8 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 348,4 \text{ ton} > 337,8 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 522,5 \text{ ton} > 337,8 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 336375,5 kg = 336,37 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 348,4 \text{ ton} > 336,37 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 369377,38 kg = 369,4 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 348,4 \text{ ton} > 369,4 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 696,7 \text{ ton} > 369,4 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 1-3-6-9 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 4 buah.

2. Titik 2-4-7-8

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah lunak, pada titik 2-4-7-8 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 2-4-7-8 disamakan.

Pada titik-7 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 503557,7 kg = 503,6 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O &= \pi \cdot D \\ &= 3,14 \times 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 6 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

$$\text{Diketahui : } m = 2$$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 6 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90.2.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{7}{540}$$

$$= 1 - 0,27$$

$$= 0,73$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,73 \times 6 \times 114,9$$

$$= 503,367 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 503557,7 kg = 503,6 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 503,6 \text{ ton (not Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 742,026 \text{ ton} > 503,6 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 497126,7 kg = 497,13 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 497,13 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 516914,29 kg = 516,9 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 516,9 \text{ ton (not Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1006,7 \text{ ton} > 516,9 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 2-4-7-8 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 6 buah.

3. Titik 5 dan 10

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah lunak, pada titik 5 dan 10 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 5 dan 10 disamakan.

Pada titik-5 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 473959 kg = 474 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O &= \pi \cdot D \\ &= 3,14 \times 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 6 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

$$\text{Diketahui : } m = 2$$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 6 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90.2.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{7}{540}$$

$$= 1 - 0,27$$

$$= 0,73$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,73 \times 6 \times 114,9$$

$$= 503,367 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 473959 kg = 474 ton. dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 474 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 773,8 \text{ ton} > 503,6 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 469399,4 kg = 469,4 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 469,4 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 483428,97 kg = 483,4 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 483,4 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1006,7 \text{ ton} > 483,4 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 5-10 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 6 buah.

4. Titik 11 dan 12

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah lunak, pada titik 11 dan 12 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 11 dan 12 disamakan.

Pada titik-11 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683602,2 kg = 683,6 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

A_b = . (D/2)²

= 3,14 x (60/2)²

= 2826 cm²

O = . D

= 3,14 x 60

= 188,4 cm

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung Pile Group

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 9 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow 2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 9 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 9 \times 114,9$$

$$= 724,021 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683602,2 kg = 683,6 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 724,021 \text{ ton} > 683,6 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1050,4 \text{ ton} > 683,6 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 683497,5 kg = 683,5 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 724,021 \text{ ton} > 683,5 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 683819,51 kg = 683,8 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 724,021 \text{ ton} > 683,8 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1468,04 \text{ ton} > 683,8 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 11 dan 12 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 9 buah.

4.6.3.2 SNI 03-1726-1989 Tanah Depok

1. Titik 1-3-6-9

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 1-3-6-9 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 1-3-6-9 disamakan.

Pada titik-3 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 342660,8 kg = 342,6 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 4 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

Diketahui : $m = 2$

$$n = 2$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 4 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90.2.2}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{4}{360}$$

$$= 1 - 0,24$$

$$= 0,76$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,76 \times 4 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 422,6 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 342660,8 kg = 342,6 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 422,6 \text{ ton} > 342,6 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 633,9 \text{ ton} > 342,6 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 336375,5 kg = 336,37 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 422,6 \text{ ton} > 336,37 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 355714,91 kg = 355,7 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 422,6 \text{ ton} > 355,7 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 845,2 \text{ ton} > 355,7 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 1-3-6-9 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 4 buah.

2. Titik 2-4-7-8

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 2-4-7-8 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 2-4-7-8 disamakan.

Pada titik-7 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar $500769,3 \text{ kg} = 500,8 \text{ ton}$.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 70 cm, kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm^2)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm^2)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm^2 (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 6 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

Diketahui : $m = 2$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 4 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90.2.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{7}{540}$$

$$= 1 - 0,28$$

$$= 0,72$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,72 \times 6 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 600,1 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 500769,3 kg = 500,8 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 600,1 \text{ ton} > 500,8 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 900,16 \text{ ton} > 500,8 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 497126,7 kg = 497,13 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 600,1 \text{ ton} > 497,13 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 508334,53 kg = 508,3 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 600,1 \text{ ton} > 508,3 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1200,2 \text{ ton} > 508,3 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 2-4-7-8 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 6 buah.

3. Titik 5 dan 10

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 5 dan 10 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 5 dan 10 disamakan.

Pada titik-5 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 472205,3 kg = 472,2 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 65 cm, kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 5 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 5 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 5 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 471,95 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 472205,3 kg = 472,2 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 471,95 \text{ ton} > 472,2 \text{ ton (not Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 707,92 \text{ ton} > 472,2 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 469399,4 kg = 469,4 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 471,95 \text{ ton} > 469,4 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 478032,97 kg = 478,03 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 471,95 \text{ ton} > 478,03 \text{ ton (not Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 943,9 \text{ ton} > 478,03 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 5-10 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 5 buah.

4. Titik 11 dan 12

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 11 dan 12 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 11 dan 12 disamakan.

Pada titik-11 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683561,9 kg = 683,6 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 8 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 8 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 8 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 780,7 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683561,9 kg = 683,6 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 780,7 \text{ ton} > 683,6 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1132,68 \text{ ton} > 683,6 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 683497,5 kg = 683,5 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 780,7 \text{ ton} > 683,5 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 683695,67 kg = 683,7 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 780,7 \text{ ton} > 683,7 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1561,46 \text{ ton} > 683,7 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 11 dan 12 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 8 buah.

4.6.3.3 SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol

1. Titik 1-3-6-9

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-2002 tanah lunak, pada titik 1-3-6-9 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 3-6-9-1 disamakan.

Pada titik-1 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 338193 kg = 338,2 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Qa = \frac{Qs}{FK1} + \frac{Qb}{FK2}$$

$$Qa = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

qc = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Qs = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Qb = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Qa = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

qc = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} Ab &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$O = \pi \cdot D$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \times 188,4}{5} + \frac{100 \times 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung Pile Group

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 4 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$
 $2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$

Diketahui : $m = 2$

$$n = 2$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 4 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90.2.2}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{4}{360}$$

$$= 1 - 0,24$$

$$= 0,76$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,76 \times 4 \times 114,9$$

$$= 348,3 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 338193 kg = 338,2 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 348,3 \text{ ton} > 338,2 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 522,5 \text{ ton} > 338,2 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 336375,5 kg = 336,37 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 348,3 \text{ ton} > 336,37 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 375324,68 kg = 375,3 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 348,3 \text{ ton} > 350,3 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 696,7 \text{ ton} > 375,3 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 1-3-6-9 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 4 buah.

2. Titik 2-4-7-8

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-2002 tanah lunak, pada titik 2-4-7-8 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 2-4-7-8 disamakan.

Pada titik-7 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar $507690 \text{ kg} = 507,7 \text{ ton}$.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm^2)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm^2)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm^2 (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O &= \pi \cdot D \\ &= 3,14 \times 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 6 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

$$\text{Diketahui : } m = 2$$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 6 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90.2.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{7}{540}$$

$$= 1 - 0,27$$

$$= 0,73$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,73 \times 6 \times 114,9$$

$$= 503,367 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 507690 kg = 507,7 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 507,7 \text{ ton (not Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 742,026 \text{ ton} > 507,7 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 497126,7 kg = 497,13 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 497,13 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 519878,34 kg = 519,9 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 503,367 \text{ ton} > 519,9 \text{ ton (not Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1006,7 \text{ ton} > 519,9 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 2-4-7-8 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 6 buah.

3. Titik 5 dan 10

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-2002 tanah lunak, pada titik 5 dan 10 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 5 dan 10 disamakan.

Pada titik-5 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 477383,9 kg = 477,4 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (70/2)^2 \\ &= 3846,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= .D \\
 &= 3,14 \times 70 \\
 &= 219,8 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 219,8}{5} + \frac{100 \cdot 3846,5}{3} \\
 &= \frac{120890}{5} + \frac{384650}{3} \\
 &= 24178 + 128216,7 \\
 &= 152394,7 \text{ kg} \\
 &= 152,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 70 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 152,4 ton

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 5 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow 2,5 \times 70 = 175 \text{ cm}$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 175 \text{ cm}$$

$$j = 5 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(70/175)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 5 \times 152,4$$

$$= 515,9 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 477383,9 kg = 477,4 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 515,9 \text{ ton} > 477,4 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 773,8 \text{ ton} > 477,4 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 469399,4 kg = 469,4 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 515,9 \text{ ton} > 469,4 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 486596,73 kg = 486,6 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 515,9 \text{ ton} > 486,6 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1031,77 \text{ ton} > 486,6 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 5-10 digunakan tiang pancang diameter 70 cm sebanyak 5 buah.

4. Titik 11 dan 12

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-2002 tanah lunak, pada titik 11 dan 12 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 11 dan 12 disamakan.

Pada titik-11 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683680,8 kg = 683,7 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 14 m untuk tanah Ancol.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 550 kg/cm (pada kedalaman 14 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 14 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} O &= \pi \cdot D \\ &= 3,14 \times 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Q_a &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{550 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{103620}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 20724 + 94200 \\
 &= 114924 \text{ kg} \\
 &= 114,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 114,9 ton

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 9 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

$$\text{Diketahui : } m = 3$$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 9 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 9 \times 114,9$$

$$= 724,021 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683680,8 kg = 683,7 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 724,021 \text{ ton} > 683,7 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1050,4 \text{ ton} > 683,7 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 683497,5 kg = 683,5 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 724,021 \text{ ton} > 683,5 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 683892,21 kg = 683,9 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 724,021 \text{ ton} > 683,9 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1468,04 \text{ ton} > 683,9 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 11 dan 12 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 9 buah.

4.6.3.4 SNI 03-1726-2002 Tanah Depok

1. Titik 1-3-6-9

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-2002 tanah sedang, pada titik 1-3-6-9 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 1-3-6-9 disamakan.

Pada titik-3 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 344317,7 kg = 344,3 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK_1} + \frac{Q_b}{FK_2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 4 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

Diketahui : $m = 2$

$$n = 2$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 4 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90.2.2}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{4}{360}$$

$$= 1 - 0,24$$

$$= 0,76$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,76 \times 4 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 422,6 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 344317,7 kg = 344,3 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 422,6 \text{ ton} > 344,3 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 633,9 \text{ ton} > 344,3 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 336375,5 kg = 336,37 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 422,6 \text{ ton} > 336,37 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 353481,84 kg = 353,5 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 422,6 \text{ ton} > 353,5 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 845,2 \text{ ton} > 353,5 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 1-3-6-9 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 4 buah.

2. Titik 2-4-7-8

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 2-4-7-8 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 2-4-7-8 disamakan.

Pada titik-7 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 501765,5 kg = 501,8 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 60 cm, kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \cdot 188,4}{5} + \frac{100 \cdot 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung *Pile Group*

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 6 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$

$$2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$$

Diketahui : $m = 2$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 4 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90.2.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{7}{540}$$

$$= 1 - 0,28$$

$$= 0,72$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,72 \times 6 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 600,1 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 501765,5 kg = 501,8 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 600,1 \text{ ton} > 501,8 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 900,16 \text{ ton} > 501,8 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 497126,7 kg = 497,13 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 600,1 \text{ ton} > 497,13 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 507117,86 kg = 507,1 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 600,1 \text{ ton} > 507,1 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{\text{vertikal}} \longrightarrow 1200,2 \text{ ton} > 507,1 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 2-4-7-8 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 6 buah.

3. Titik 5 dan 10

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 5 dan 10 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 5 dan 10 disamakan.

Pada titik-5 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 472906,8 kg = 472,9 ton.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 65 cm, kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm²)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm²)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm² (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= . D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \times 188,4}{5} + \frac{100 \times 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung Pile Group

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 5 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$
 $2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 5 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 5 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 471,95 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 472906,8 kg = 472,9 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 1,5 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 471,95 \text{ ton} > 472,9 \text{ ton (not Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 707,92 \text{ ton} > 472,9 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 469399,4 kg = 469,4 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 471,95 \text{ ton} > 469,4 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 476953,77 kg = 476,9 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil 2 x P_{ijin} aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 471,95 \text{ ton} > 476,9 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 943,9 \text{ ton} > 476,9 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 5-10 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 5 buah.

4. Titik 11 dan 12

Dilihat pada data pembebanan maksimum gaya vertikal SNI 03-1726-1989 tanah keras, pada titik 11 dan 12 memiliki beban yang hampir sama. Maka ukuran dan jumlah pada titik 11 dan 12 disamakan.

Pada titik-11 diambil gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar $683578 \text{ kg} = 683,6 \text{ ton}$.

Digunakan cara perhitungan berdasarkan data sondir.

Dicoba dengan diameter tiang 75 cm kedalaman 17 m untuk tanah Depok.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FK1} + \frac{Q_b}{FK2}$$

$$Q_a = \frac{JHP \times O}{5} + \frac{q_c \times A_b}{3}$$

Dimana :

JHP = Jumlah Hambatan Perekat (*Total Friction*) adalah penjumlahan *skin resistance* atau *sleeve friction* dari konus sondir pada kedalaman tertentu (kg/cm^2)

O = Keliling Tiang (cm)

q_c = Tahanan konus pada dasar pondasi (kg/cm^2)

Q_s = Daya dukung akibat adhesi tanah dengan tiang (*skin resistance*)

Q_b = Daya dukung oleh dasar tiang (*base*)

Q_a = Daya dukung ijin (*allowable*)

FK = Faktor keamanan

Diketahui: JHP = 1200 kg/cm (pada kedalaman 17 m)

q_c = 100 kg/cm^2 (pada kedalaman 17 m)

$$\begin{aligned} A_b &= \cdot (D/2)^2 \\ &= 3,14 \times (60/2)^2 \\ &= 2826 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O &= .D \\
 &= 3,14 \times 60 \\
 &= 188,4 \text{ cm} \\
 Qa &= \frac{JHP \times O}{5} + \frac{qc \times Ab}{3} \\
 &= \frac{1200 \times 188,4}{5} + \frac{100 \times 2826}{3} \\
 &= \frac{226080}{5} + \frac{282600}{3} \\
 &= 45216 + 94200 \\
 &= 139416 \text{ kg} \\
 &= 139,4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan diameter 60 cm, maka daya dukung ijin yang bisa dipikul tiang pondasi sebesar 139,4 ton.

Daya Dukung Pile Group

Karena tiang gabungan tidak selalu mempunyai efisiensi 100% maka daya dukungnya akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{ag} &= e_g \cdot j \cdot Q_a \\
 e_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}
 \end{aligned}$$

Besar efisiensi tersebut tergantung dari jarak antar tiang (s).

Dicoba: jumlah tiang 8 buah dengan spasi antar tiang minimum $2,5 \times D \rightarrow$
 $2,5 \times 60 = 150 \text{ cm}$

Diketahui : $m = 3$

$$n = 3$$

$$s = 150 \text{ cm}$$

$$j = 8 \text{ pile}$$

$$\theta = \text{atan}(D/s)$$

$$= \text{atan}(60/150)$$

$$= \text{atan} 0,4$$

$$= 21,8$$

$$e_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3}$$

$$= 1 - 21,8 \frac{12}{810}$$

$$= 1 - 0,3$$

$$= 0,7$$

$$Q_{ag} = e_g \cdot j \cdot Q_a$$

$$= 0,7 \times 8 \times 139,4 \text{ ton}$$

$$= 780,7 \text{ ton}$$

Gaya vertikal dari kombinasi gaya gempa nominal dengan gaya maksimum sebesar 683578 kg = 683,6 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $1,5 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 780,7 \text{ ton} > 683,6 \text{ ton (Ok)}$$

$$1,5 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1132,68 \text{ ton} > 683,6 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kondisi gravitasi dengan gaya maksimum sebesar 683497,5 kg = 683,5 ton dan safety factor minimum 2,5.

Dipakai SF 3 dan 5

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 780,7 \text{ ton} > 683,5 \text{ ton (Ok)}$$

Cek terhadap pembebanan kombinasi gaya gempa maksimum dengan gaya maksimum sebesar 683670,9 kg = 683,7 ton dan P_{ijin} aksial tiang boleh diambil $2 \times P_{ijin}$ aksial tiang

$$Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 780,7 \text{ ton} > 683,7 \text{ ton (Ok)}$$

$$2 \times Q_{ag} > P_{vertikal} \longrightarrow 1561,46 \text{ ton} > 683,7 \text{ ton (Ok)}$$

Pada titik 11 dan 12 digunakan tiang pancang diameter 60 cm sebanyak 8 buah.

Tabel 4.21 Jumlah tiang untuk beban aksial

Titik	SNI 03-1726-1989		SNI 03-1726-2002	
	Ancol	Depok	Ancol	Depok
1	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang
2	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang
3	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang
4	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang
5	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 5 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 5 tiang
6	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang
7	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang
8	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 6 tiang
9	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang	D = 60 cm, 4 tiang
10	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 5 tiang	D = 60 cm, 6 tiang	D = 60 cm, 5 tiang
11	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
12	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang

4.6.4 Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal Akibat Beban Lateral

4.6.4.1 SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol

Perhitungan menggunakan teori elastis poulos.

Parameter – parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah:

$$\text{Panjang tiang (L)} = 14 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang (d)} = 0,6 \text{ m}$$

$$N_h \text{ tanah lempung} = 330 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus elastisitas tiang (E}_p) &= 0,043 \cdot W_c^{1,5} \sqrt{f'c} \\ &= 0,043 \cdot 2400^{1,5} \sqrt{22,5} \\ &= 23981,51288 \text{ Mpa} \\ &= 2,398 \cdot 10^6 \text{ ton / m}^2 \\ &= 23,98 \cdot 10^6 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Inersia tiang (I}_p) &= \frac{\pi}{64} d_0^4 - d_1^4 = \frac{\pi}{64} 0,6^4 - 0,5^4 \\ &= 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

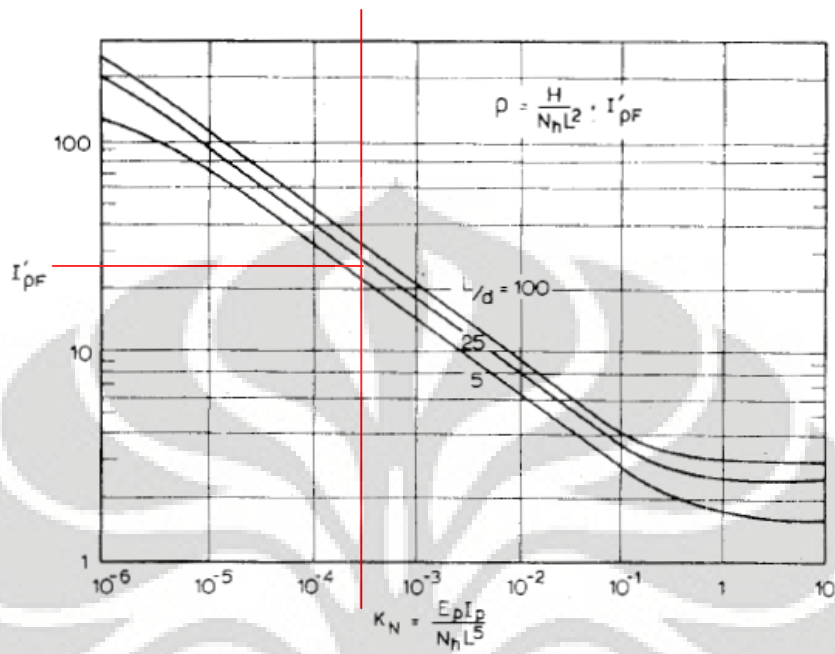
$$\begin{aligned} \text{Deformasi maksimum (}\rho) &= 6,25 \text{ mm (gempa nominal)} \\ &= 13 \text{ mm (gempa maksimum)} \end{aligned}$$

Perhitungan digunakan perhitungan defleksi tiang tunggal untuk kondisi kepala tiang terjepit.

Faktor fleksibilitas tiang:

$$K_N = \frac{E_p \cdot I_p}{N_h \cdot L^5} = \frac{23,98 \cdot 10^6 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3}}{330 \cdot 14^5} = 4,5 \times 10^{-4}$$

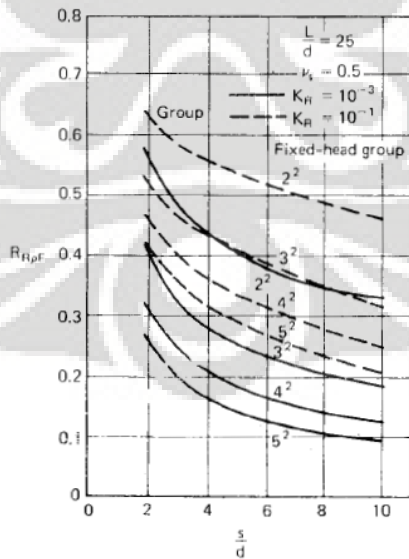
Faktor pengaruh elastis (I'_{pF}) untuk kepala tiang terjepit didapat dari grafik berikut



Gambar 4.6 Faktor pengaruh I'_{pF} dengan kepala tiang terjepit

$$\text{Nilai } L/d \text{ tiang} = \frac{L}{d} = \frac{14}{0,6} = 23,33$$

Dimasukkan ke dalam grafik didapat nilai I'_{pF} adalah 25



Gambar 4.7 Faktor defleksi group tiang dengan kepala terjepit

1. (titik 1-3-6-9) Untuk jumlah tiang 4

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 4 tiang)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{group}}}{R} \\ & \frac{6,25}{0,5 \cdot 4} = 3,125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,003125 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \leq \frac{0,003125 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 8,085 \text{ kN}$$

$$H = 0,81 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 1-3-6-9 adalah 7425,49 kg = 7,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$7,4 / 0,81 = 9,15 \text{ tiang}$$

Cek 14 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 14 tiang)} = 0,28$$

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{group}}}{R} \\ & \frac{6,25}{0,28 \cdot 14} = 1,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0016 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,0016 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 4,125 \text{ kN}$$

$$H = 0,413 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$7,4 / 0,413 = 17,94 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{\rho_{\text{tunggal}}}{R \cdot n} = \frac{13}{0,28 \cdot 14} = 3,32 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h \cdot L^2} \cdot I'_{pF}$$

$$0,00332 \cdot \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00332 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 8,58 \text{ kN}$$

$$H = 0,86 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 1-3-6-9 adalah 11265,64 kg = 11,3 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$11,3 / 0,86 = 13 \text{ tiang} < 14 \text{ tiang (ok)}$$

2. (titik 2-4-7-8) Untuk jumlah tiang 6

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 6 tiang) = 0,42

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0025 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 6,5 \text{ kN}$$

$$H = 0,65 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 2-4-7-8 adalah 6992,86 kg = 7 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$7 / 0,65 = 10,77 \text{ tiang}$$

Cek 12 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 12 tiang)} = 0,3$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,3 \cdot 12} = 1,74 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00174 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00174 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 4,5 \text{ kN}$$

$$H = 0,45 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$7 / 0,45 = 15 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{13}{0,3 \cdot 12} = 3,61 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'}{L^2} \rho^F$$

$$0,00361 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \leq \frac{0,00361 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 9,34 \text{ kN}$$

$$H = 0,93 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 2-4-7-8 adalah 10877,22 kg = 10.9 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$11,7 / 0,93 = 11 \text{ tiang} < 12 \text{ tiang (ok)}$$

3. (titik 5 dan 10) Untuk jumlah tiang 6

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 6 tiang)} = 0,42$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'}{L^2} \rho^F$$

$$0,0025 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 6,5 \text{ kN}$$

$$H = 0,65 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 5 dan 10 adalah 7410,2 kg = 7,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$7,4 / 0,65 = 11,3 \text{ tiang}$$

Cek 14 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 14 tiang)} = 0,28$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{tunggal}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,28 \cdot 12} = 1,6 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'}{L^2} \cdot pF$$

$$0,0016 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,0016 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 4,125 \text{ kN}$$

$$H = 0,41 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$7,4 / 0,41 = 17 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{tunggal}}{\text{tunggal}} = \frac{13}{0,28 \cdot 14} = 3,32 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'}{L^2} \cdot pF$$

$$0,00332 \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \frac{0,00332 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 8,58 \text{ kN}$$

$$H = 0,86 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 5 dan 10 adalah 11134,42 kg = 11.1 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$11,1 / 0,86 = 12 \text{ tiang} = 12 \text{ tiang (ok)}$$

4. (titik 11 dan 12) Untuk jumlah tiang 9

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 9 tiang) = 0,35

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,35 \cdot 9} = 1,98 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h \cdot L^2} \cdot I'_{pF}$$

$$0,002 \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \frac{0,002 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 5,13 \text{ kN}$$

$$H = 0,513 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 11 dan 12 adalah 2372,83 kg = 2,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$2,4 / 0,413 = 4,7 \text{ tiang} < 9 \text{ tiang (ok)}$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{R_{\text{group}}}{R_{\text{tunggal}}} = \frac{13}{0,359} = 4,13 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} = I'_{pF}$$

$$0,00413 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00413 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 10,68 \text{ kN}$$

$$H = 1,07 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 11 dan 12 adalah 7158,48 kg = 7,16 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

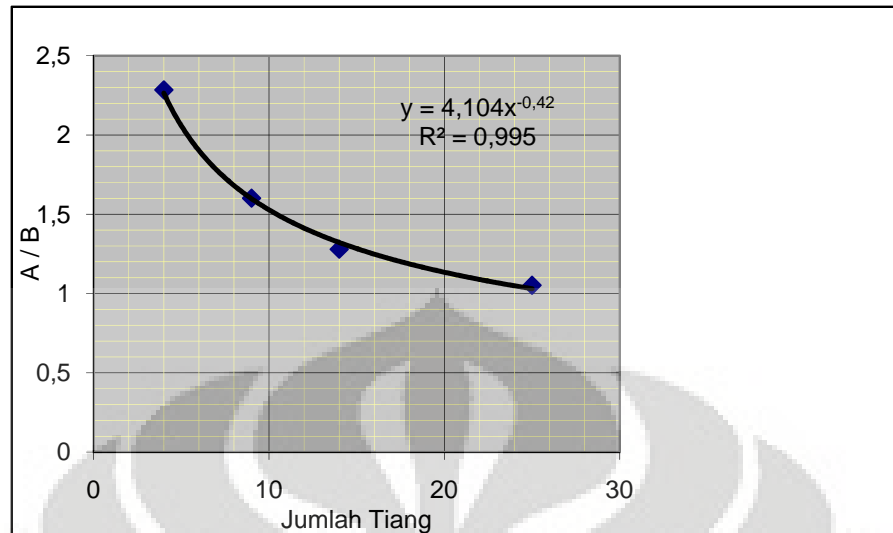
$$7,16 / 1,07 = 6,7 \text{ tiang} < 9 \text{ tiang (ok)}$$

Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral

1. Untuk titik 1-3-6-9 ($H_{\text{maksimum}} = 7,4 \text{ ton}$)

Tabel 4.22 Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 1-3-6-9

Jumlah Tiang	$H_{\text{maksimum}} / \text{Jumlah tiang (A)}$	Gaya Lateral Tiang Tunggal (B)	A / B
4	1,85	0,81	2,28
9	0,82	0,51	1,60
14	0,53	0,41	1,28
25	0,3	0,28	1,05

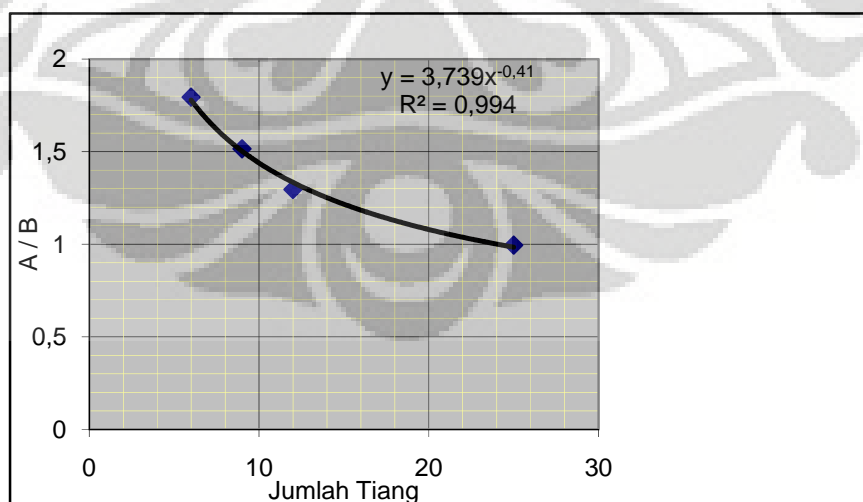


Gambar 4.8 Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 1-3-6-9

2. Untuk titik 2-4-7-8 ($H_{\text{maksimum}} = 7$ ton)

Tabel 4.23 Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 2-4-7-8

Jumlah Tiang	$H_{\text{maksimum}} / \text{Jumlah tiang (A)}$	Gaya Lateral Tiang Tunggal (B)	A / B
6	1,17	0,65	1,79
9	0,78	0,51	1,51
12	0,58	0,45	1,3
25	0,28	0,28	1,0

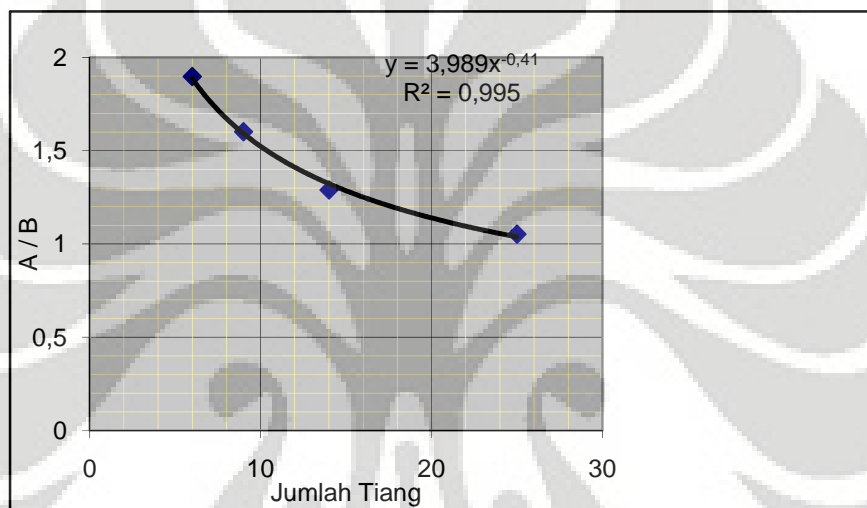


Gambar 4.9 Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 2-4-7-8

3. Untuk titik 5-10 ($H_{\text{maksimum}} = 7,4$ ton)

Tabel 4.24 Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 5-10

Jumlah Tiang	$H_{\text{maksimum}} / \text{Jumlah tiang (A)}$	Gaya Lateral Tiang Tunggal (B)	A / B
6	1,23	0,65	1,9
9	0,82	0,51	1,6
14	0,53	0,41	1,3
25	0,3	0,28	1,0



Gambar 4.10 Rasio perhitungan daya dukung tiang akibat beban lateral titik 5-10

Diambil rasio error 30%

Alasan dibuat rasio:

1. Karena rumus poulos yg dipakai dalam perhitungan tidak bisa mencapai jumlah tiang yang dibutuhkan, perhitungan selalu butuh jumlah tiang yang lebih banyak.
2. Kondisi gempa nominal lebih menentukan secara signifikan jumlah tiang dibandingkan kondisi gempa maksimum.

4.6.4.2 SNI 03-1726-1989 Tanah Depok

Perhitungan menggunakan teori elastis poulos.

Parameter – parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah:

$$\text{Panjang tiang (L)} = 17 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang (d)} = 0,6 \text{ m}$$

$$N_h \text{ tanah lempung} = 330 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus elastisitas tiang (E}_p) &= 0,043 \cdot W_c^{1.5} \sqrt{f'c} \\ &= 0,043 \cdot 2400^{1.5} \sqrt{22,5} \\ &= 23981,51288 \text{ Mpa} \\ &= 2,398 \cdot 10^6 \text{ ton / m}^2 \\ &= 23,98 \cdot 10^6 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Inersia tiang (I}_p) &= \frac{d_0^4 - d_1^4}{64} = \frac{0,6^4 - 0,5^4}{64} \\ &= 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

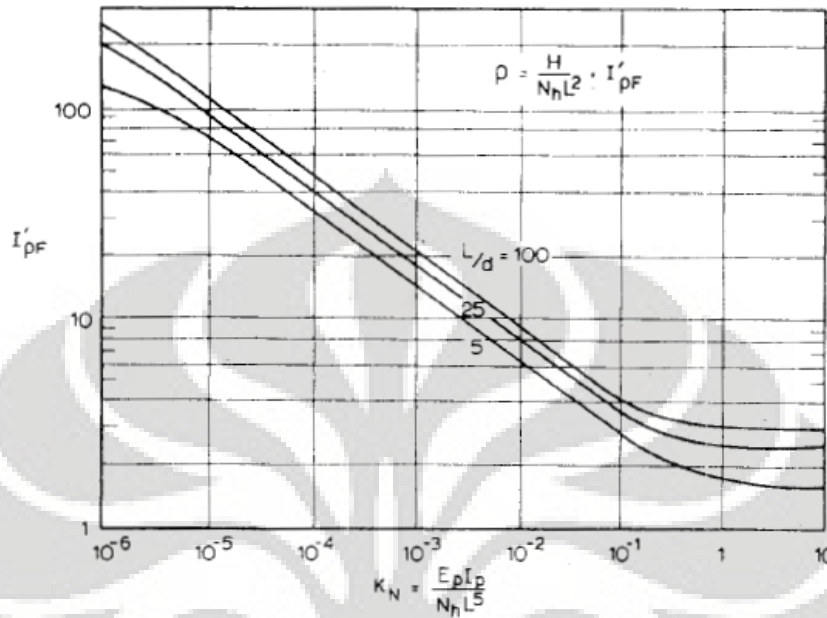
$$\begin{aligned} \text{Deformasi maksimum (}\rho) &= 6,25 \text{ mm (gempa nominal)} \\ &= 13 \text{ mm (gempa maksimum)} \end{aligned}$$

Perhitungan digunakan perhitungan defleksi tiang tunggal untuk kondisi kepala tiang terjepit.

Faktor fleksibilitas tiang:

$$\begin{aligned} K_N &= \frac{E_p \cdot I_p}{N_h \cdot L^5} \\ &= \frac{23,98 \cdot 10^6 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3}}{330 \cdot 17^5} = 2,3 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

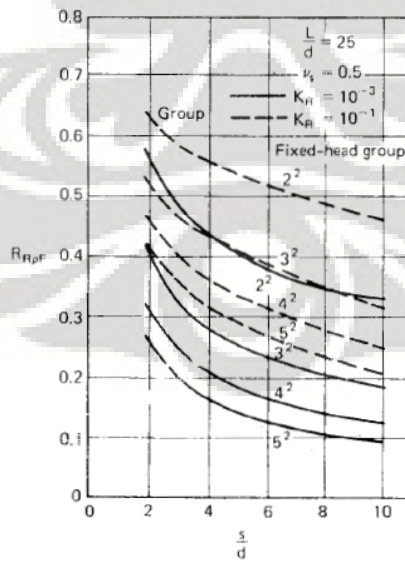
Faktor pengaruh elastis (I'_{pF}) untuk kepala tiang terjepit didapat dari grafik berikut



Gambar 4.11 Faktor pengaruh I'_{pF} dengan kepala tiang terjepit

$$\text{Nilai } L/d \text{ tiang} = \frac{L}{d} = \frac{17}{0,6} = 26,67$$

Dimasukkan ke dalam grafik didapat nilai I'_{pF} adalah 30



Gambar 4.12 Faktor defleksi group tiang dengan kepala terjepit

1. (titik 1-3-6-9) Untuk jumlah tiang 4

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 4 tiang)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{group}}}{R} \\ & \frac{6,25}{0,5 \cdot 4} = 3,125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,003125 \frac{H}{330} \leq \frac{30}{17^2}$$

$$H \frac{0,0032}{30} \frac{330}{17^2} = 9,93 \text{ kN}$$

$$H = 0,99 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 1-3-6-9 adalah 6624,43 kg = 6,6 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,6 / 0,99 = 6,6 \text{ tiang}$$

Cek 7 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 7 tiang)} = 0,38$$

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{group}}}{R} \\ & \frac{6,25}{0,38 \cdot 7} = 2,35 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00235 \frac{H}{330} \leq \frac{30}{17^2}$$

$$H = \frac{0,00235 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 7,47 \text{ kN}$$

$$H = 0,75 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$6,6 / 0,75 = 8,8 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{13}{0,38 \cdot 7} = 4,89 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00489 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,00489 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 15,54 \text{ kN}$$

$$H = 1,55 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 1-3-6-9 adalah 8889,46 kg = 8,9 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$8,9 / 1,55 = 6 \text{ tiang} < 7 \text{ tiang (ok)}$$

2. (titik 2-4-7-8) Untuk jumlah tiang 6

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 6 tiang) = 0,42

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{tunggal}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0025 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 7,88 \text{ kN}$$

$$H = 0,79 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 2-4-7-8 adalah 6265,25 kg = 6,3 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,3 / 0,79 = 8 \text{ tiang}$$

Cek 8 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 8 tiang)} = 0,36$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{tunggal}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,36 \cdot 8} = 2,17 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00217 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,00217 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 6,9 \text{ kN}$$

$$H = 0,7 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,3 / 0,7 = 9 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\text{tunggal} \frac{\text{group}}{R n}$$

$$\text{tunggal} \frac{13}{0,36 \cdot 8} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \frac{I'}{L^2} \rho^F$$

$$0,00451 \frac{H}{330 \cdot 17^2} = 30$$

$$H \frac{0,00451 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 14,35 \text{ kN}$$

$$H = 1,43 \text{ ton}$$

Gaya lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 2-4-7-8 adalah 8399,08 kg = 8,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,4 / 1,43 = 6 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$$

3. (titik 5 dan 10) Untuk jumlah tiang 6

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 6 tiang)} = 0,42$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\text{tunggal} \frac{\text{group}}{R n}$$

$$\text{tunggal} \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \frac{I'}{L^2} \rho^F$$

$$0,0025 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 7,88 \text{ kN}$$

$$H = 0,79 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 5 dan 10 adalah 6810,36 kg = 6,8 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,8 / 0,79 = 8,6 \text{ tiang}$$

Cek 9 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 9 tiang)} = 0,35$$

$$\frac{\text{tunggal}}{R \cdot n} \frac{\text{group}}{n}$$

$$\frac{6,25}{0,35 \cdot 9} = 1,98 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h \cdot L^2} \cdot I'_{pF}$$

$$0,00198 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,00198 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 6,31 \text{ kN}$$

$$H = 0,63 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,8 / 0,63 = 10 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{\text{tunggal}}{R \cdot n} \frac{\text{group}}{n}$$

$$\frac{13}{0,35 \cdot 9} = 4,13 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF}$$

$$0,00413 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,00413 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 13,12 \text{ kN}$$

$$H = 1,31 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 5 dan 10 adalah 8814,08 kg = 8,8 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,8 / 1,31 = 7 \text{ tiang} < 9 \text{ tiang (ok)}$$

4. (titik 11 dan 12) Untuk jumlah tiang 8

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 8 tiang)} = 0,36$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,36 \cdot 8} = 2,17 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF}$$

$$0,00217 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,00217 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 6,9 \text{ kN}$$

$$H = 0,69 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 11 dan 12 adalah 1423,75 kg = 1,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$1,4 / 0,69 = 2 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{R_{\text{group}}}{R_{\text{tunggal}}} = \frac{13}{0,368} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00451 = \frac{H}{330} \cdot \frac{17^2}{30}$$

$$H = \frac{0,00451 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 14,35 \text{ kN}$$

$$H = 1,44 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 11 dan 12 adalah 4229,36 kg = 4,2 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$4,2 / 1,44 = 3 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$$

4.6.4.3 SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol

Perhitungan menggunakan teori elastis poulos.

Parameter – parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah:

$$\text{Panjang tiang (L)} = 14 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang (d)} = 0,6 \text{ m}$$

$$N_h \text{ tanah lempung} = 330 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus elastisitas tiang (E}_p) &= 0,043 \cdot W_c^{1.5} \sqrt{f'c} \\ &= 0,043 \cdot 2400^{1.5} \sqrt{22,5} \\ &= 23981,51288 \text{ Mpa} \\ &= 2,398 \cdot 10^6 \text{ ton / m}^2 \\ &= 23,98 \cdot 10^6 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Inersia tiang (I}_p) &= \frac{\pi}{64} d_0^4 - d_1^4 = \frac{\pi}{64} 0,6^4 - 0,5^4 \\ &= 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

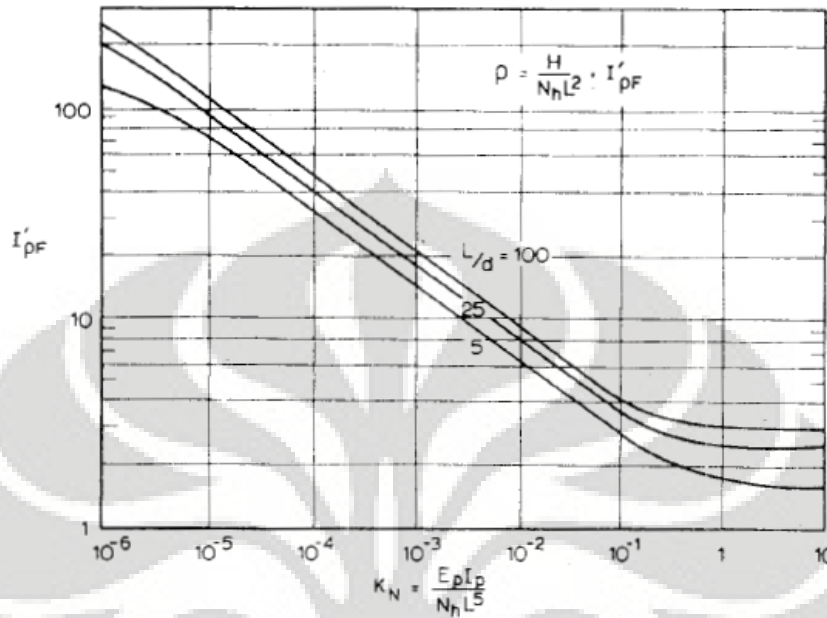
$$\begin{aligned} \text{Deformasi maksimum (}\rho) &= 6,25 \text{ mm (gempa nominal)} \\ &= 13 \text{ mm (gempa maksimum)} \end{aligned}$$

Perhitungan digunakan perhitungan defleksi tiang tunggal untuk kondisi kepala tiang terjepit.

Faktor fleksibilitas tiang:

$$\begin{aligned} K_N &= \frac{E_p \cdot I_p}{N_h \cdot L^5} \\ &= \frac{23,98 \cdot 10^6 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3}}{330 \cdot 14^5} = 4,5 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

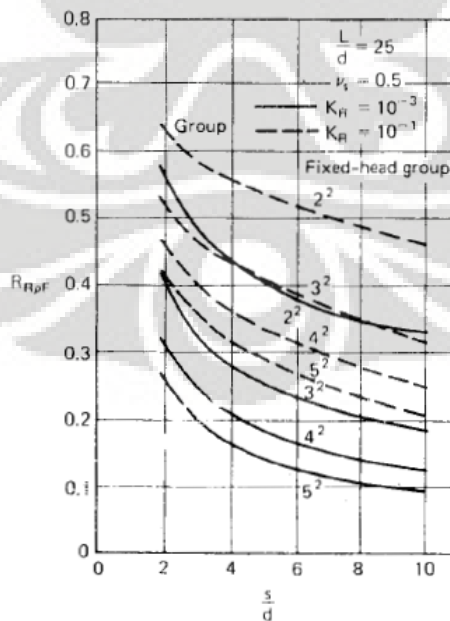
Faktor pengaruh elastis (I'_{pF}) untuk kepala tiang terjepit didapat dari grafik berikut



Gambar 4.13 Faktor pengaruh I'_{pF} dengan kepala tiang terjepit

$$\text{Nilai } L/d \text{ tiang} = \frac{L}{d} = \frac{14}{0,6} = 23,33$$

Dimasukkan ke dalam grafik didapat nilai I'_{pF} adalah 25



Gambar 4.14 Faktor defleksi group tiang dengan kepala terjepit

1. (titik 1-3-6-9) Untuk jumlah tiang 4

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 4 tiang)} = 0,5$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{group}}}{R} \\ & \frac{6,25}{0,5 \cdot 4} = 3,125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,003125 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \leq \frac{0,003125 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 8,085 \text{ kN}$$

$$H = 0,81 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 1-3-6-9 adalah 8669,93 kg = 8,7 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,7 / 0,81 = 10,76 \text{ tiang}$$

Cek 19 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 19 tiang)} = 0,24$$

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{\text{group}}}{R} \\ & \frac{6,25}{0,24 \cdot 19} = 1,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00137 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00137 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 3,55 \text{ kN}$$

$$H = 0,355 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$8,7 / 0,355 = 24,5 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{\rho_{\text{tunggal}}}{R \cdot n} = \frac{13}{0,24 \cdot 19} = 2,85 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h \cdot L^2} \cdot I'_{pF}$$

$$0,00285 \cdot \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00285 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 7,38 \text{ kN}$$

$$H = 0,74 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 1-3-6-9 adalah 12302,51kg = 12,3 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$12,3 / 0,74 = 17 \text{ tiang} < 19 \text{ tiang (ok)}$$

2. (titik 2-4-7-8) Untuk jumlah tiang 6

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 6 tiang) = 0,42

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\frac{H_{\text{tunggal}}}{R} = \frac{H_{\text{group}}}{n}$$

$$\frac{H_{\text{tunggal}}}{0,42} = \frac{6,25}{6} \quad 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0025 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 6,417 \text{ kN}$$

$$H = 0,64 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 2-4-7-8 adalah 8193,10 kg = 8,2 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,2 / 0,64 = 12,8 \text{ tiang}$$

Cek 17 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 17 tiang)} = 0,26$$

$$\frac{H_{\text{tunggal}}}{R} = \frac{H_{\text{group}}}{n}$$

$$\frac{H_{\text{tunggal}}}{0,26} = \frac{6,25}{17} \quad 1,41 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00141 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00141 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 3,66 \text{ kN}$$

$$H = 0,37 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,2 / 0,37 = 22 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{13}{0,26 \cdot 17} = 2,94 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00294 \leq \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00294 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 7,61 \text{ kN}$$

$$H = 0,76 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 2-4-7-8 adalah 11930,55 kg = 11.9 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$11,9 / 0,76 = 15 \text{ tiang} < 17 \text{ tiang (ok)}$$

3. (titik 5 dan 10) Untuk jumlah tiang 6

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 6 tiang)} = 0,42$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0025 \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 6,42 \text{ kN}$$

$$H = 0,642 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 5 dan 10 adalah 8595,44 kg = 8,6 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$8,6 / 0,642 = 13,4 \text{ tiang}$$

Cek 19 tiang

koefisien group (untuk 19 tiang) = 0,24

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{6,25}{0,24 \cdot 19} = 1,37 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h \cdot L^2} = I'_{pF}$$

$$0,00137 \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \frac{0,00137 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 3,55 \text{ kN}$$

$$H = 0,36 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$8,6 / 0,36 = 24 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{13}{0,24 \cdot 19} = 2,85 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF}$$

$$0,00285 \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \frac{0,00285 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 7,37 \text{ kN}$$

$$H = 0,74 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 5 dan 10 adalah 12250,78 kg = 12,25 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$12,25 / 0,74 = 17 \text{ tiang} < 19 \text{ tiang (ok)}$$

4. (titik 11 dan 12) Untuk jumlah tiang 9

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 9 tiang) = 0,35

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm}$ (gempa nominal)

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,35 \cdot 9} = 1,98 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF}$$

$$0,002 \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H \frac{0,002 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 5,13 \text{ kN}$$

$$H = 0,513 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 11 dan 12 adalah 3957,39 kg = 3,9 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$3,9 / 0,513 = 7 \text{ tiang} < 9 \text{ tiang (ok)}$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{R_{\text{tunggal}}}{R_{\text{group}}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{R_{\text{tunggal}}}{0,359} = 4,13 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00413 = \frac{H}{330 \cdot 14^2} \cdot 25$$

$$H = \frac{0,00413 \cdot 330 \cdot 14^2}{25} = 10,68 \text{ kN}$$

$$H = 1,07 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 11 dan 12 adalah 8442,25 kg = 8,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$8,4 / 1,07 = 7,85 \text{ tiang} < 9 \text{ tiang (ok)}$

4.6.4.4 SNI 03-1726-2002 Tanah Depok

Perhitungan menggunakan teori elastis poulos.

Parameter – parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah:

$$\text{Panjang tiang (L)} = 17 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang (d)} = 0,6 \text{ m}$$

$$N_h \text{ tanah lempung} = 330 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus elastisitas tiang (E}_p) &= 0,043 \cdot W_c^{1.5} \sqrt{f'c} \\ &= 0,043 \cdot 2400^{1.5} \sqrt{22,5} \\ &= 23981,51288 \text{ Mpa} \\ &= 2,398 \cdot 10^6 \text{ ton / m}^2 \\ &= 23,98 \cdot 10^6 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Inersia tiang (I}_p) &= \frac{d_0^4 - d_1^4}{64} = \frac{0,6^4 - 0,5^4}{64} \\ &= 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

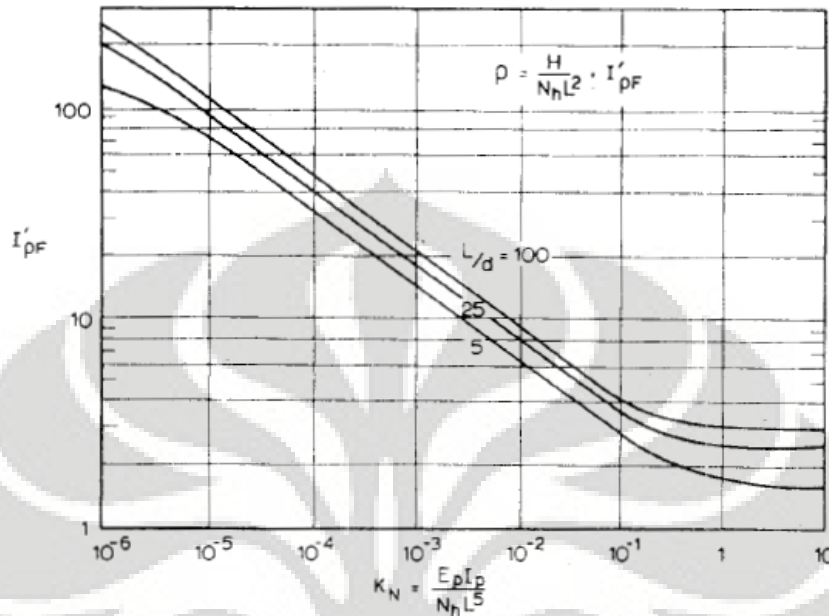
$$\begin{aligned} \text{Deformasi maksimum (}\rho) &= 6,25 \text{ mm (gempa nominal)} \\ &= 13 \text{ mm (gempa maksimum)} \end{aligned}$$

Perhitungan digunakan perhitungan defleksi tiang tunggal untuk kondisi kepala tiang terjepit.

Faktor fleksibilitas tiang:

$$\begin{aligned} K_N &= \frac{E_p \cdot I_p}{N_h \cdot L^5} \\ &= \frac{23,98 \cdot 10^6 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3}}{330 \cdot 17^5} = 2,3 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

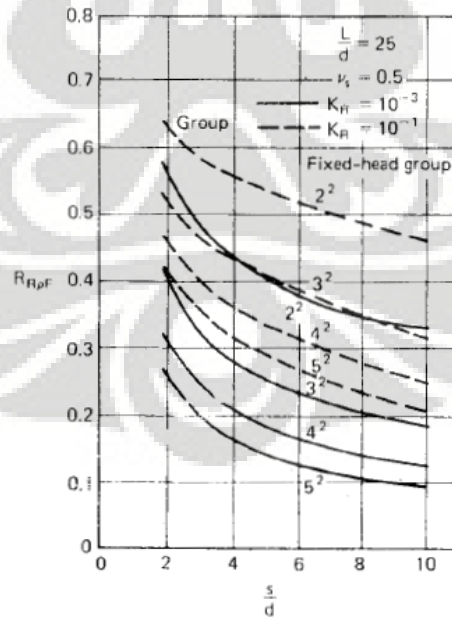
Faktor pengaruh elastis (I'_{pF}) untuk kepala tiang terjepit didapat dari grafik berikut



Gambar 4.15 Faktor pengaruh I'_{pF} dengan kepala tiang terjepit

$$\text{Nilai } L/d \text{ tiang} = \frac{L}{d} = \frac{17}{0,6} = 26,67$$

Dimasukkan ke dalam grafik didapat nilai I'_{pF} adalah 30



Gambar 4.16 Faktor defleksi group tiang dengan kepala terjepit

1. (titik 1-3-6-9) Untuk jumlah tiang 4

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 4 tiang) = 0,5

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm}$ (gempa nominal)

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\begin{aligned} \text{tunggal} & \frac{\text{group}}{R \ n} \\ \text{tunggal} & \frac{6,25}{0,5 \ 4} \quad 3,125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \frac{1}{L^2} \quad I'_{pF}$$

$$0,003125 \quad \frac{H}{330 \ 17^2} \quad 30$$

$$H \frac{0,003125 \ 330 \ 17^2}{30} = 9,93 \text{ kN}$$

H = 0,99 ton

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 1-3-6-9 adalah 6910,41 kg = 6,9 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$6,9 / 0,99 = 7 \text{ tiang}$

Cek 8 tiang

koefisien group (untuk 8 tiang) = 0,36

$$\begin{aligned} \text{tunggal} & \frac{\text{group}}{R \ n} \\ \text{tunggal} & \frac{6,25}{0,36 \ 8} \quad 2,17 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{H}{N_h} \frac{1}{L^2} \quad I'_{pF}$$

$$0,00217 \quad \frac{H}{330 \ 17^2} \quad 30$$

$$H = \frac{0,00217 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 6,9 \text{ kN}$$

$$H = 0,69 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$6,9 / 0,69 = 10 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{13}{0,36 \cdot 8} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00451 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,00451 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 14,35 \text{ kN}$$

$$H = 1,43 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 1-3-6-9 adalah $8500,15 \text{ kg} = 8,5 \text{ ton}$

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$8,5 / 1,43 = 6 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$$

2. (titik 2-4-7-8) Untuk jumlah tiang 6

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 6 tiang) = 0,42

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0025 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 7,88 \text{ kN}$$

$$H = 0,79 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 2-4-7-8 adalah 6525,47 kg = 6,5 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,5 / 0,79 = 8 \text{ tiang}$$

Cek 8 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 8 tiang)} = 0,36$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,36 \cdot 8} = 2,17 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00217 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,00217 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 6,9 \text{ kN}$$

$$H = 0,69 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$6,5 / 0,69 = 10 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{13}{0,36 \cdot 8} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00451 \leq \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,00451 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 14,35 \text{ kN}$$

$$H = 1,43 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 2-4-7-8 adalah 8026,03 kg = 8 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$$8 / 1,43 = 6 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$$

3. (titik 5 dan 10) Untuk jumlah tiang 6

$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$

koefisien group (untuk 6 tiang) = 0,42

$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$

= 13 mm (gempa maksimum)

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,42 \cdot 6} = 2,5 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} \leq \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,0025 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,0025 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 7,88 \text{ kN}$$

$$H = 0,79 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 5 dan 10 adalah 8436,5 kg = 8,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,4 / 0,79 = 11 \text{ tiang}$$

Cek 12 tiang

$$\text{koefisien group (untuk 12 tiang)} = 0,3$$

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{6,25}{0,3 \cdot 12} = 1,74 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h \cdot L^2} \leq I'_{pF}$$

$$0,00174 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,00174 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 5,52 \text{ kN}$$

$$H = 0,55 \text{ ton}$$

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,4 / 0,55 = 15 \text{ tiang (ok } \pm 30\%)$$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{\text{group}}{\text{tunggal}} = \frac{R}{n}$$

$$\frac{13}{0,3 \cdot 12} = 3,61 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF}$$

$$0,00361 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,00361 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 11,48 \text{ kN}$$

$$H = 1,15 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 5 dan 10 adalah 8436,5 kg = 8,4 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$$

$$8,4 / 1,15 = 7 \text{ tiang} < 12 \text{ tiang (ok)}$$

4. (titik 11 dan 12) Untuk jumlah tiang 8

$$\rho_{\text{tiang tunggal}} = \rho_{\text{group}} \times \text{koefisien group}$$

$$\text{koefisien group (untuk 8 tiang)} = 0,36$$

$$\rho_{\text{group}} = 6,25 \text{ mm (gempa nominal)}$$

$$= 13 \text{ mm (gempa maksimum)}$$

Kondisi gempa nominal

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{\rho_{\text{group}}}{R \cdot n}$$

$$\rho_{\text{tunggal}} = \frac{6,25}{0,36 \cdot 8} = 2,17 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h L^2} I'_{pF}$$

$$0,00217 \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H \frac{0,00217 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 6,9 \text{ kN}$$

$$H = 0,69 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa nominal di titik 11 dan 12 adalah 1778,38 kg = 1,8 ton

Tiang yang dibutuhkan:

$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$1,8 / 0,69 = 3 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$

Kondisi gempa maksimum

$$\frac{R_{\text{tunggal}}}{R_{\text{group}}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{R_{\text{tunggal}}}{0,368} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\frac{H}{N_h} = \frac{I'_{pF}}{L^2}$$

$$0,00451 = \frac{H}{330 \cdot 17^2} \cdot 30$$

$$H = \frac{0,00451 \cdot 330 \cdot 17^2}{30} = 14,35 \text{ kN}$$

$$H = 1,43 \text{ ton}$$

Gaya Lateral maksimum pada kondisi gempa maksimum di titik 11 dan 12 adalah 3747,4 kg = 3,7 ton

Tiang yang dibutuhkan:

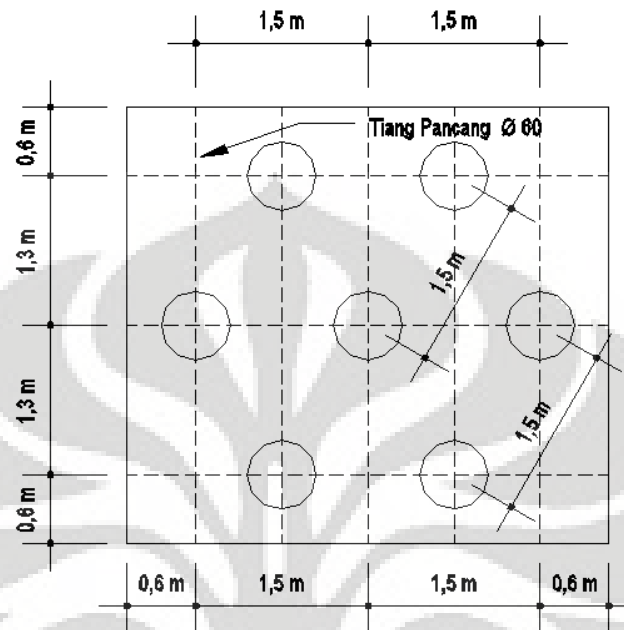
$H_{\text{group}} / H_{\text{tunggal}} = \text{jumlah tiang yang dibutuhkan}$

$4,2 / 1,43 = 3 \text{ tiang} < 8 \text{ tiang (ok)}$

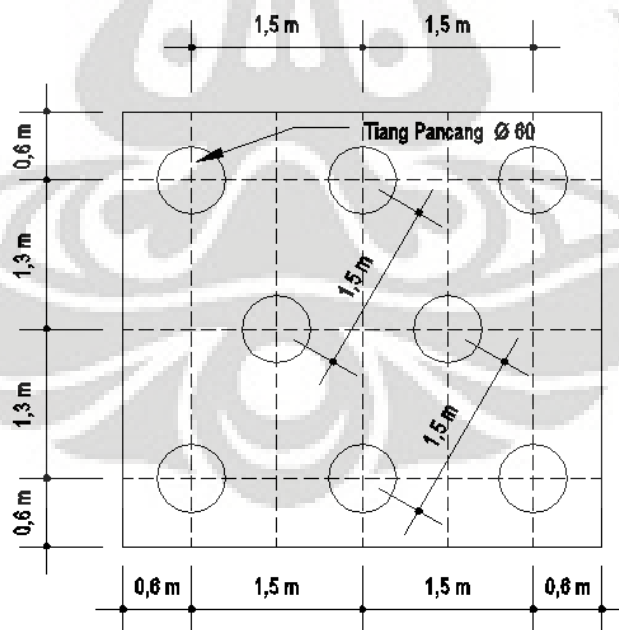
Tabel 4.25 Jumlah tiang untuk beban lateral

Titik	SNI 03-1726-1989		SNI 03-1726-2002	
	Ancol	Depok	Ancol	Depok
1	D = 60 cm, 14 tiang	D = 60 cm, 7 tiang	D = 60 cm, 19 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
2	D = 60 cm, 12 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 17 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
3	D = 60 cm, 14 tiang	D = 60 cm, 7 tiang	D = 60 cm, 19 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
4	D = 60 cm, 12 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 17 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
5	D = 60 cm, 14 tiang	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 19 tiang	D = 60 cm, 12 tiang
6	D = 60 cm, 14 tiang	D = 60 cm, 7 tiang	D = 60 cm, 19 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
7	D = 60 cm, 12 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 17 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
8	D = 60 cm, 12 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 17 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
9	D = 60 cm, 14 tiang	D = 60 cm, 7 tiang	D = 60 cm, 19 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
10	D = 60 cm, 14 tiang	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 19 tiang	D = 60 cm, 12 tiang
11	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang
12	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang	D = 60 cm, 9 tiang	D = 60 cm, 8 tiang

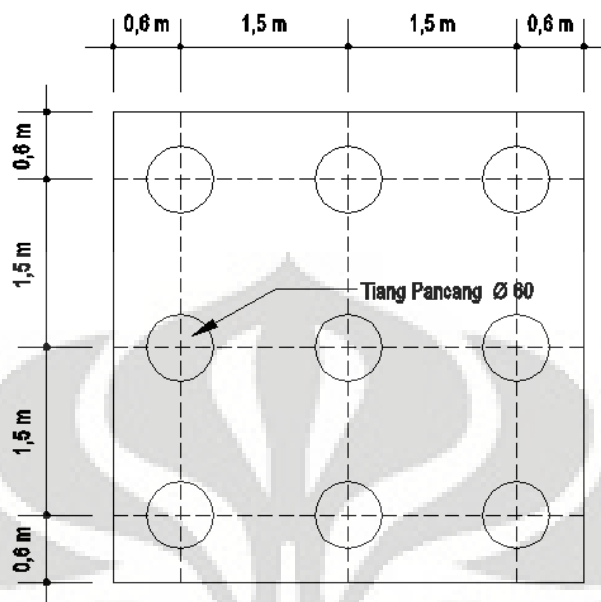
4.7 Rencana Anggaran Biaya



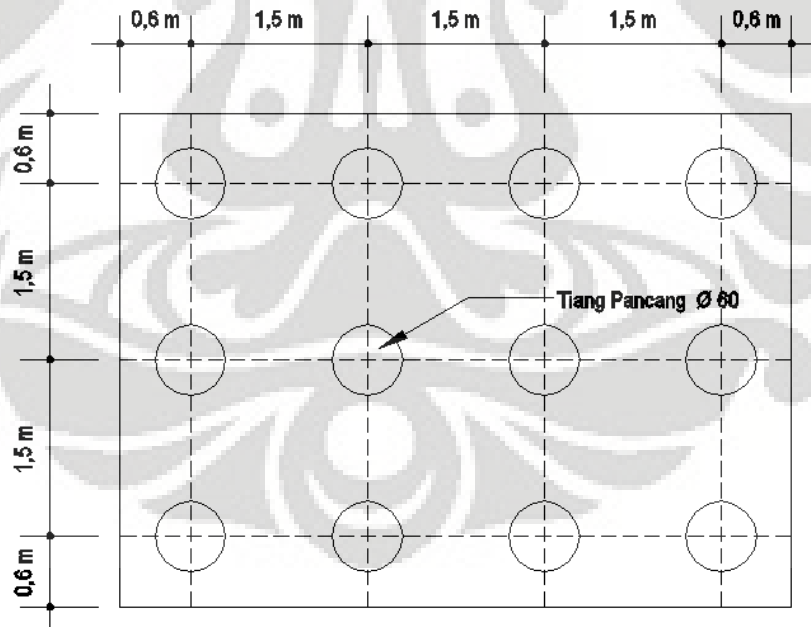
Gambar 4.11 Group tiang dengan jumlah 7 tiang



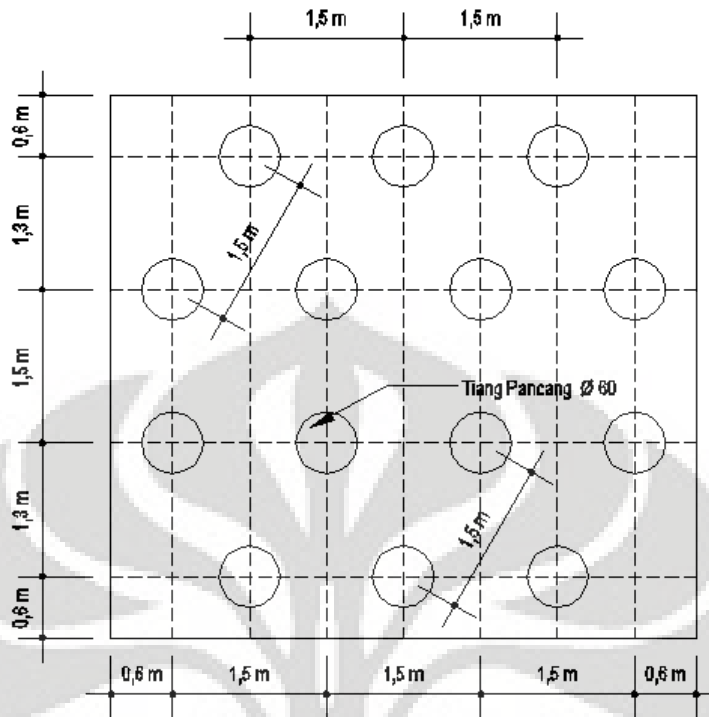
Gambar 4.12 Group tiang dengan jumlah 8 tiang



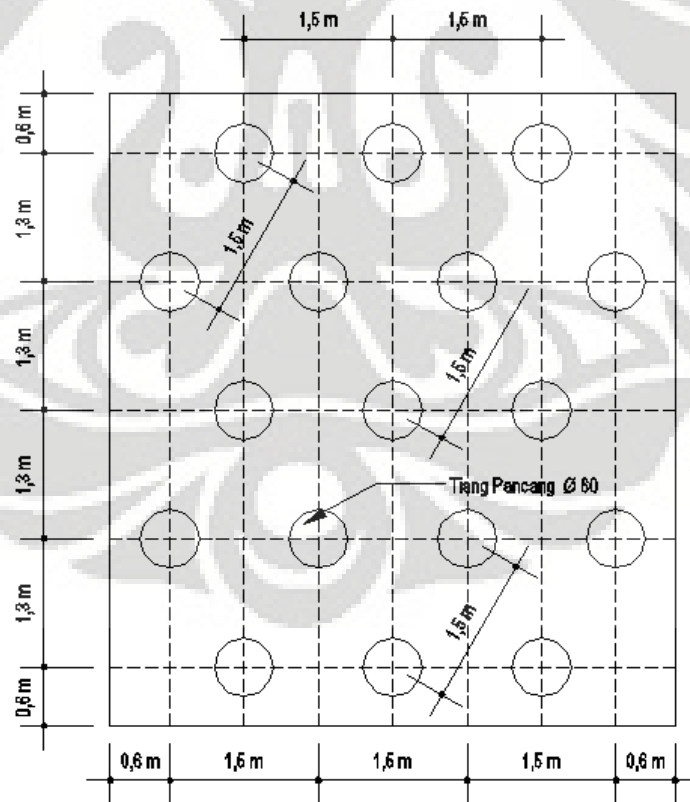
Gambar 4.13 Group tiang dengan jumlah 9 tiang



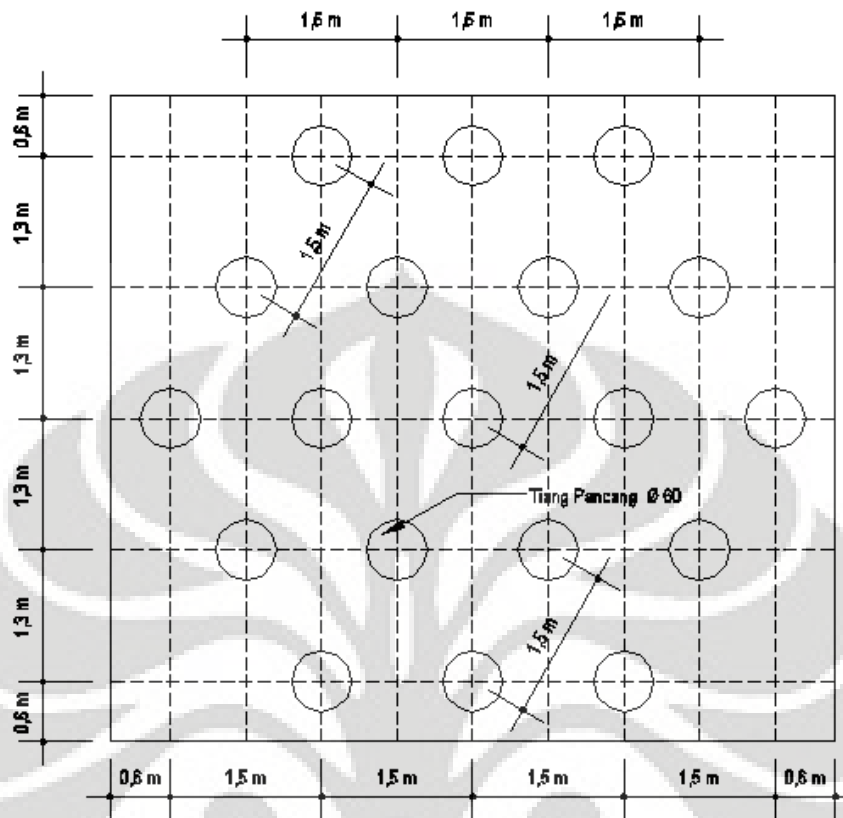
Gambar 4.14 Group tiang dengan jumlah 12 tiang



Gambar 4.15 Group tiang dengan jumlah 14 tiang



Gambar 4.16 Group tiang dengan jumlah 17 tiang



Gambar 4.17 Group tiang dengan jumlah 19 tiang

4.7.1 SNI 03-1726-1989 Tanah Ancol

Parameter yang digunakan dalam menghitung rencana anggaran biaya:

- Diameter tiang : 0,6 m
- Tebal pilecap : 1,5 m
- Kedalaman pancang : 16 m
- Group dengan jumlah tiang 9 : 2 titik (11 dan 12)
- Group dengan jumlah tiang 12 : 4 titik (2-4-7-8)
- Group dengan jumlah tiang 14 : 6 titik (1-3-5-6-9-10)

Rencana anggaran biaya untuk tiang:

Tiang pancang diameter 0,6 m dan panjang 14 m : Rp. 466.000 (1 tiang)

Jumlah tiang yang dibutuhkan:

- Group 9 tiang (2 titik) = 18 tiang
- Group 12 tiang (4 titik) = 48 tiang

Group 14 tiang (6 titik) = 84 tiang

Jumlah total tiang = 150 tiang

Biaya tiang : $150 \times 466.000 = \text{Rp. } 69.900.000$

Sewa alat pancang :

Biaya mobilisasi / demobilisasi : Rp. 29.000.000

Square pile diesel hammer (ukuran tiang besar) : Rp. 48.500

Rencana anggaran biaya untuk pilecap

Volume 9 tiang : $4,2 \times 4,2 \times 1,5 = 26,46 \text{ m}^3$

Volume 12 tiang : $5,7 \times 4,2 \times 1,5 = 35,91 \text{ m}^3$

Volume 14 tiang : $5,7 \times 5,3 \times 1,5 = 45,31 \text{ m}^3$

Group 9 tiang (2 titik) = $26,46 \times 2 = 52,92 \text{ m}^3$

Group 12 tiang (4 titik) = $35,91 \times 4 = 143,64 \text{ m}^3$

Group 14 tiang (6 titik) = $45,31 \times 6 = 271,86 \text{ m}^3$

Jumlah total volume = $468,45 \text{ m}^3$

Ready Mix K-300 : Rp. 524.200 / m^3 (harga jadi)

$468,45 \times 524.200 = \text{Rp. } 245.561.490$

Biaya pompa untuk mendistribusikan beton ready mix : Rp. 19.250 / m^3

$468,45 \times 19.250 = \text{Rp. } 9.017.662$

Rencana anggaran biaya untuk pembesian

Asumsi pembesian dengan berat 100 kg besi polos Rp. 816.696/ m^3 (harga jadi)

$468,45 \times 816.696 = \text{Rp. } 382.581.241$

Biaya total untuk struktur pondasi bangunan 10 lantai pada tanah Ancol :

$\text{Rp. } 69.900.000 + \text{Rp. } 29.000.000 + \text{Rp. } 48.500 + \text{Rp. } 245.561.490 + \text{Rp.}$

$9.017.662 + \text{Rp. } 382.581.241 = \text{Rp. } 736.108.893$

4.7.2 SNI 03-1726-1989 Tanah Depok

Parameter yang digunakan dalam menghitung rencana anggaran biaya:

Diameter tiang	: 0,6 m
Tebal pilecap	: 1,5 m
Kedalaman pancang	: 17 m
Group dengan jumlah tiang 7	: 4 titik (1-3-6-9)
Group dengan jumlah tiang 8	: 6 titik (2-4-7-8-11-12)
Group dengan jumlah tiang 9	: 2 titik (5-10)

Rencana anggaran biaya untuk tiang:

Tiang pancang diameter 0,6 m dan panjang 15 m : Rp. 463.000 (1 tiang)

Jumlah tiang yang dibutuhkan:

Group 7 tiang (4 titik) = 28 tiang

Group 8 tiang (6 titik) = 48 tiang

Group 9 tiang (2 titik) = 18 tiang

Panjang tiang untuk disambung (2 m) = $94 \times 2 = 188$ m

Jumlah tiang untuk sambung = $188 / 15 = 13$ tiang

Jumlah total tiang = 107 tiang

Biaya tiang : $107 \times 463.000 = \text{Rp. } 49.324.933$

Sewa alat pancang

Biaya mobilisasi / demobilisasi : Rp. 29.000.000

Square pile diesel hammer (ukuran tiang besar) : Rp. 48.500

Pilecap

Volume 7 tiang : $3,8 \times 4,2 \times 1,5 = 23,94 \text{ m}^3$

Volume 8 tiang : $3,8 \times 4,2 \times 1,5 = 23,94 \text{ m}^3$

Volume 9 tiang : $4,2 \times 4,2 \times 1,5 = 26,46 \text{ m}^3$

Group 7 tiang (4 titik) = $23,94 \times 4 = 95,76 \text{ m}^3$

Group 8 tiang (6 titik) = $23,94 \times 6 = 143,64 \text{ m}^3$

Group 9 tiang (2 titik) = $26,46 \times 2 = 52,92 \text{ m}^3$

Jumlah total volume = $292,32 \text{ m}^3$

Ready Mix K-300 : Rp. 524. 200 / m³ (harga jadi)

$292,32 \times 524.200 = \text{Rp. } 153.234.144$

Biaya pompa untuk mendistribusikan beton ready mix : Rp. 19.250 / m³

$292,32 \times 19.250 = \text{Rp. } 5.627.160$

Rencana anggaran biaya untuk pembesian

Asumsi pembesian dengan berat 100 kg besi polos Rp. 816.696/m³ (harga jadi)

$292,32 \times 816.696 = \text{Rp. } 238.736.575$

Biaya total untuk struktur pondasi bangunan 10 lantai pada tanah Depok :

$\text{Rp. } 49.324.933 + \text{Rp. } 29.000.000 + \text{Rp. } 48.500 + \text{Rp. } 153.234.144 + \text{Rp. } 5.627.160 + \text{Rp. } 238.736.575 = \text{Rp. } 475.971.312$

4.7.3 SNI 03-1726-2002 Tanah Ancol

Parameter yang digunakan dalam menghitung rencana anggaran biaya:

- Diameter tiang : 0,6 m
- Tebal pilecap : 1,5 m
- Kedalaman pancang : 14 m
- Group dengan jumlah tiang 9 : 2 titik (11 dan 12)
- Group dengan jumlah tiang 17: 4 titik (2-4-7-8)
- Group dengan jumlah tiang 19: 6 titik (1-3-5-6-9-10)

Rencana anggaran biaya untuk tiang:

Tiang pancang diameter 0,6 m dan panjang 14 m : Rp. 466.000 (1 tiang)

Jumlah tiang yang dibutuhkan:

- Group 9 tiang (2 titik) = 18 tiang
- Group 17 tiang (4 titik) = 68 tiang
- Group 19 tiang (6 titik) = 114 tiang
- Jumlah total tiang = 200 tiang

Biaya tiang : $200 \times 466.000 = \text{Rp. } 93.200.000$

Sewa alat pancang

Biaya mobilisasi / demobilisasi : Rp. 29.000.000

Square pile diesel hammer (ukuran tiang besar) : Rp. 48.500

Pilecap

Volume 9 tiang : $4,2 \times 4,2 \times 1,5 = 26,46 \text{ m}^3$

Volume 17 tiang : $5,7 \times 6,4 \times 1,5 = 54,72 \text{ m}^3$

Volume 19 tiang : $6,4 \times 7,2 \times 1,5 = 69,12 \text{ m}^3$

Group 9 tiang (2 titik) = $17,64 \times 2 = 52,92 \text{ m}^3$

Group 14 tiang (4 titik) = $30,21 \times 4 = 218,88 \text{ m}^3$

Group 16 tiang (6 titik) = $32,49 \times 6 = 414,72 \text{ m}^3$

Jumlah total volume = $686,52 \text{ m}^3$

Ready Mix K-300 : Rp. 524.200 / m^3 (harga jadi)

$686,52 \times 524.200 = \text{Rp. } 359.873.784$

Biaya pompa untuk mendistribusikan beton ready mix : Rp. 19.250 / m^3

$686,52 \times 19.250 = \text{Rp. } 13.215.510$

Rencana anggaran biaya untuk pembesian

Asumsi pembesian dengan berat 100 kg besi polos Rp. 816.696/ m^3 (harga jadi)

$686,52 \times 816.696 = \text{Rp. } 560.678.138$

Biaya total untuk struktur pondasi bangunan 10 lantai pada tanah Ancol :

$\text{Rp. } 93.200.000 + \text{Rp. } 29.000.000 + \text{Rp. } 48.500 + \text{Rp. } 359.873.784 + \text{Rp. } 13.215.510 + \text{Rp. } 560.678.138 = \text{Rp. } 1.056.015.932$

4.7.4 SNI 03-1726-2002 Tanah Depok

Parameter yang digunakan dalam menghitung rencana anggaran biaya:

Diameter tiang : 0,6 m

Tebal pilecap : 1,5 m

Kedalaman pancang : 17 m

Group dengan jumlah tiang 8 : 10 titik (1-2-3-4-6-7-8-9-11-12)

Group dengan jumlah tiang 12 : 2 titik (5 dan 10)

Rencana anggaran biaya untuk tiang:

Tiang pancang diameter 0,6 m dan panjang 15 m : Rp. 463.000 (1 tiang)

Jumlah tiang yang dibutuhkan:

Group 8 tiang (10 titik) = 80 tiang

Group 12 tiang (2 titik) = 24 tiang

Panjang tiang untuk disambung (2 m) = $104 \times 2 = 208$ m

Jumlah tiang untuk sambung = $104 / 15 = 14$ tiang

Jumlah total tiang = 118 tiang

Biaya tiang : $118 \times 463.000 = \text{Rp. } 54.572.266$

Sewa alat pancang

Biaya mobilisasi / demobilisasi : Rp. 29.000.000

Square pile diesel hammer (ukuran tiang besar) : Rp. 48.500

Pilecap

Volume 8 tiang : $4,2 \times 3,8 \times 1,5 = 23,94 \text{ m}^3$

Volume 12 tiang : $5,7 \times 4,2 \times 1,5 = 35,91 \text{ m}^3$

Group 8 tiang (10 titik) = $23,94 \times 10 = 239,4 \text{ m}^3$

Group 12 tiang (2 titik) = $35,91 \times 2 = 71,82 \text{ m}^3$

Jumlah total volume = $311,22 \text{ m}^3$

Ready Mix K-300 : Rp. 524.200 / m^3 (harga jadi)

$311,22 \times 524.200 = \text{Rp. } 163.141.524$

Biaya pompa untuk mendistribusikan beton ready mix : Rp. 19.250 / m^3

$311,22 \times 19.250 = \text{Rp. } 5.990.985$

Rencana anggaran biaya untuk pembesian

Asumsi pembesian dengan berat 100 kg besi polos Rp. 816.696/ m^3 (harga jadi)

$311,22 \times 816.696 = \text{Rp. } 254.172.129$

Biaya total untuk struktur pondasi bangunan 10 lantai pada tanah Depok :

$\text{Rp. } 54.572.266 + \text{Rp. } 29.000.000 + \text{Rp. } 48.500 + \text{Rp. } 163.141.524 + \text{Rp.}$

$5.990.985 + \text{Rp. } 254.172.129 = \text{Rp. } 506.925.404$

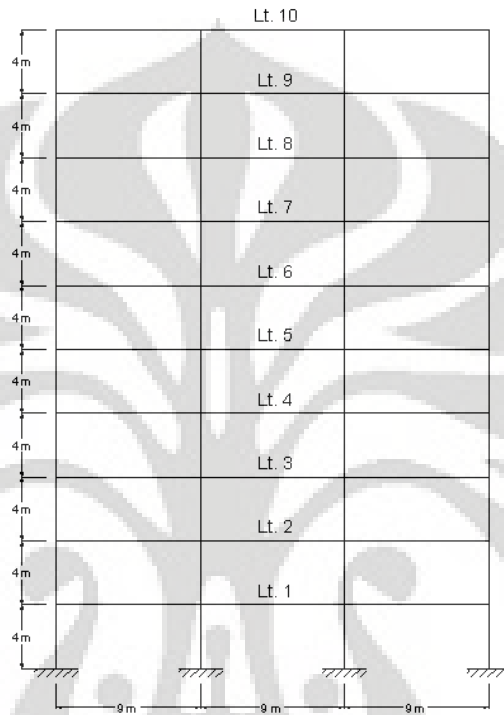
Tabel 4.26 Biaya konstruksi pondasi tiang pancang

RAB	SNI 03-1726-1989		SNI 03-1726-2002	
	Ancol	Depok	Ancol	Depok
Tiang	Rp. 98.948.500	Rp. 78.373.433	Rp. 122.248.500	Rp. 83.620.766
Pilecap	Rp. 254.579.152	Rp. 158.861.304	Rp. 373.089.294	Rp. 169.132.509
Pembesian	Rp. 382.581.241	Rp. 238.736.575	Rp. 560.678.138	Rp. 254.172.129
Jumlah	Rp. 736.108.893	Rp. 475.971.312	Rp. 1.056.015.932	Rp. 506.925.404

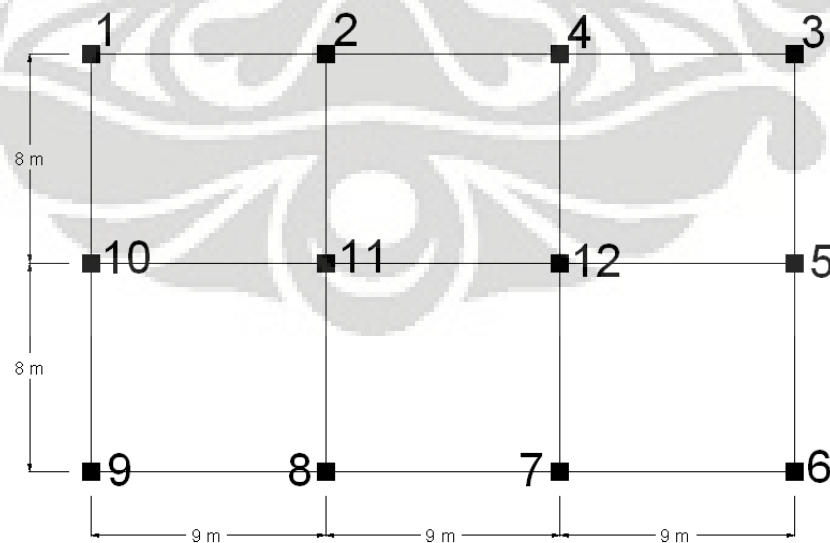


4.8 Interpretasi Hasil

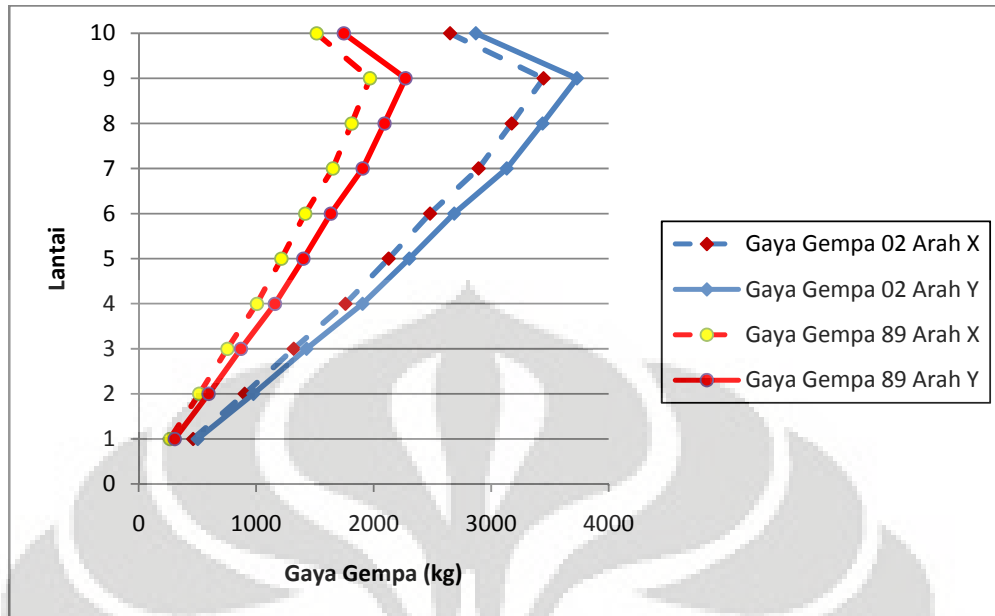
Perubahan peraturan gempa dari SNI-03-1726-1989 disempurnakan menjadi peraturan SNI-03-1726-2002 memberi perubahan yang cukup besar terhadap gaya gempa yg dihasilkan, itu bisa dilihat pada hasil gaya gempa pada gedung 10 lantai dengan jenis tanah pada masing-masing peraturan.



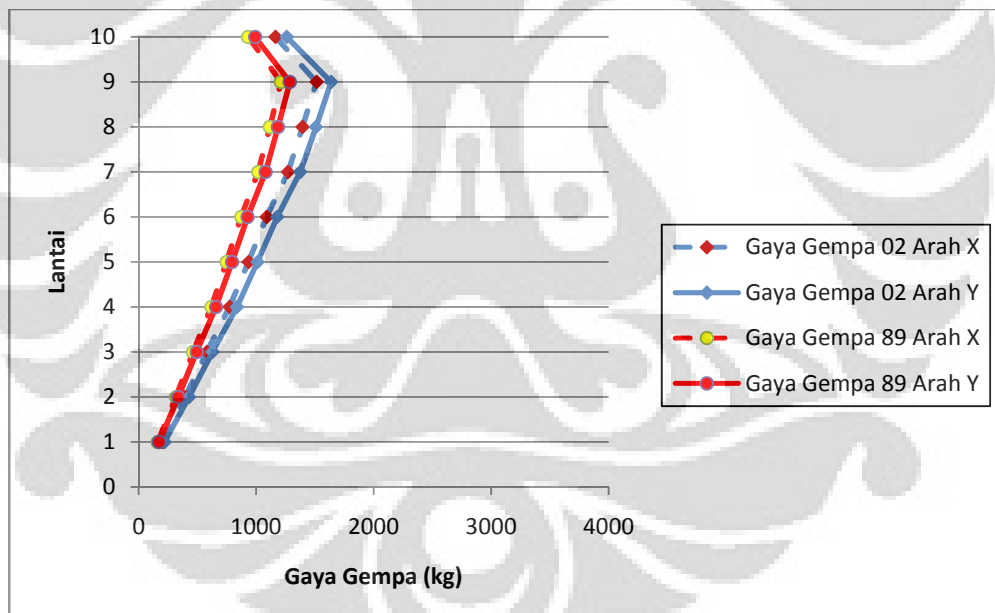
Gambar 4.18 Bangunan tampak depan



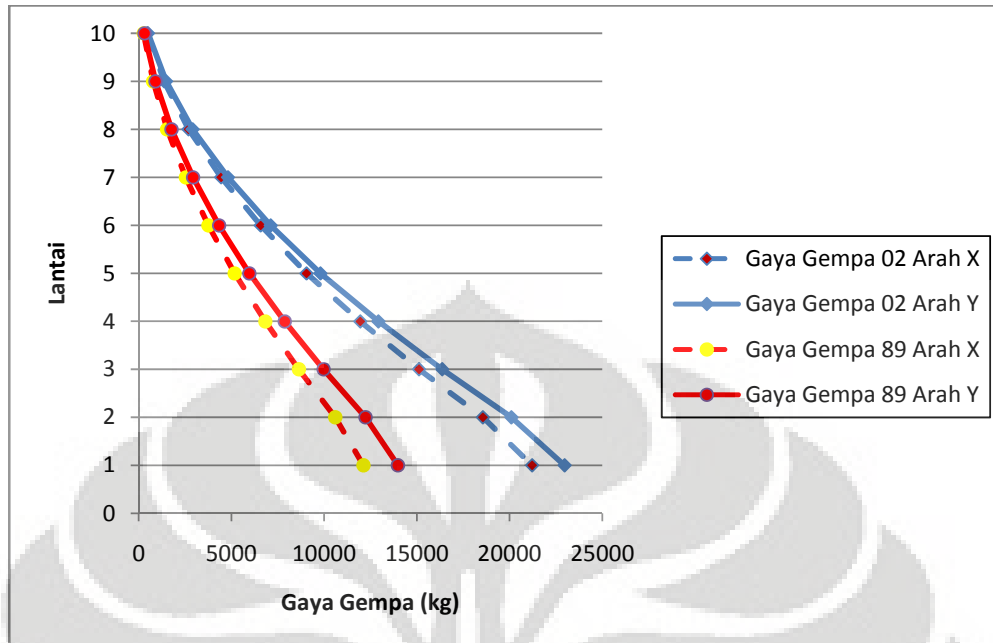
Gambar 4.19 Penamaan titik



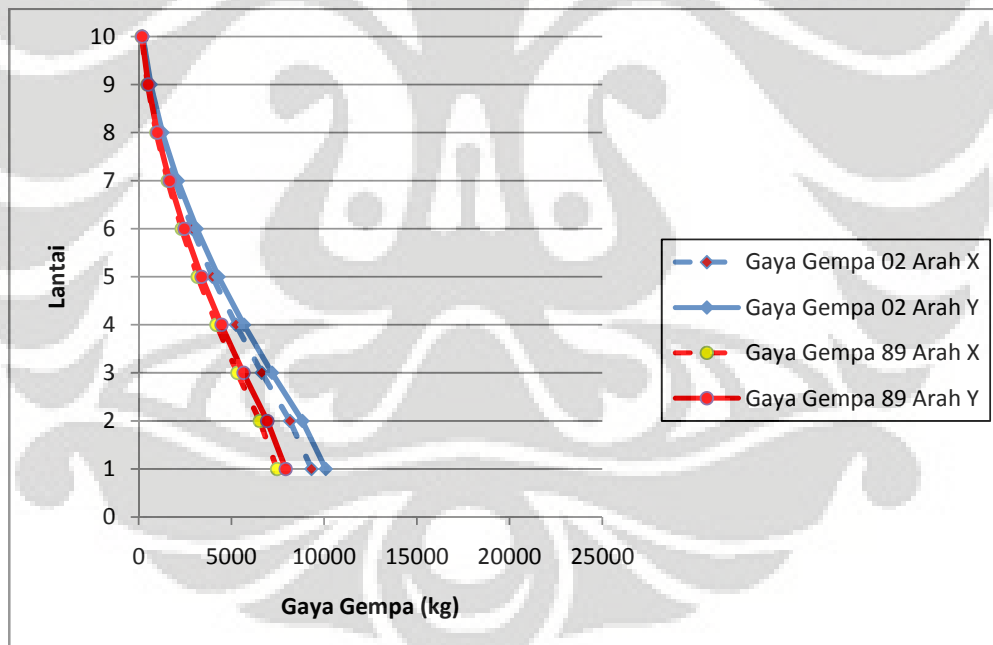
Gambar 4.20 Grafik perbandingan gaya gempa SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Ancol



Gambar 4.21 Grafik perbandingan gaya gempa SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Depok

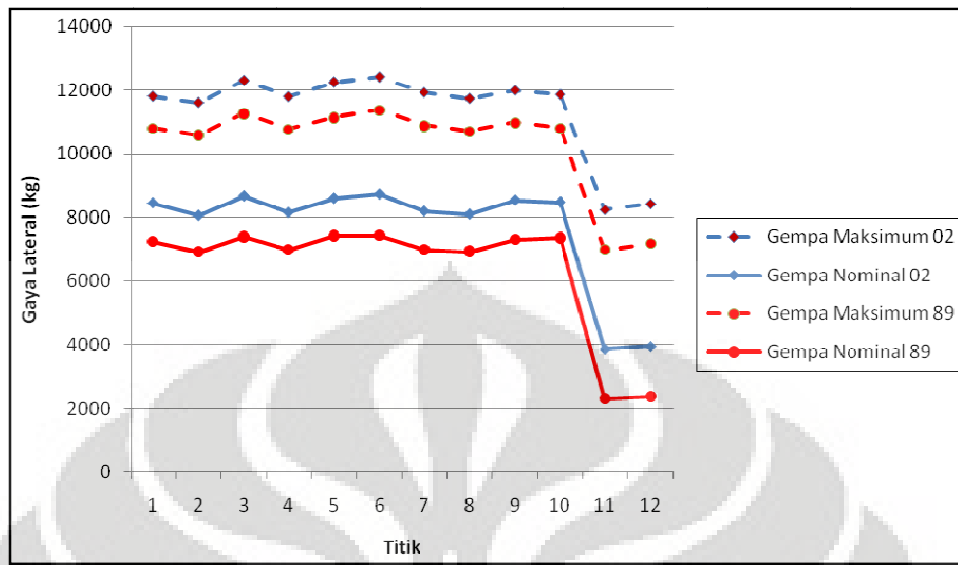


Gambar 4.22 Grafik gaya gempa kumulatif SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Ancol

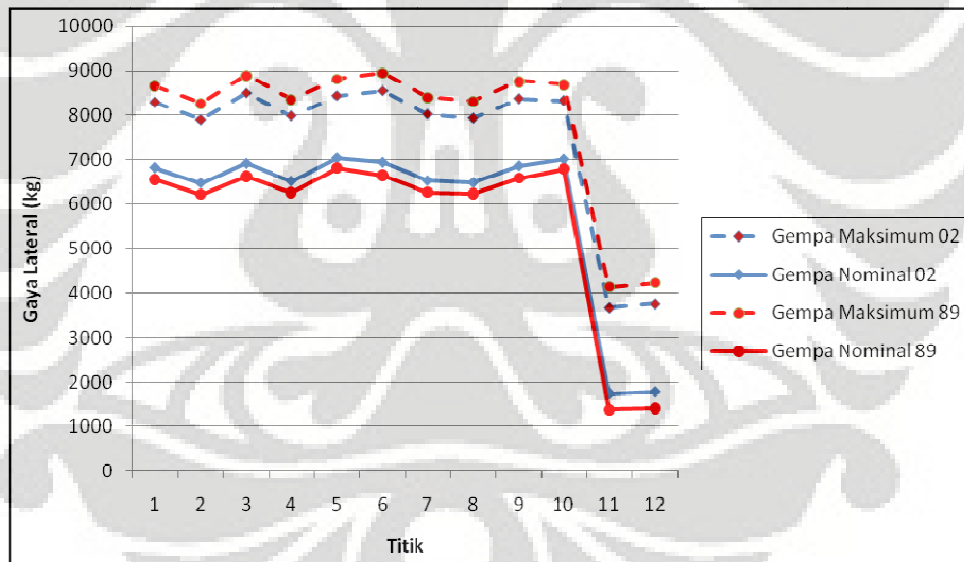


Gambar 4.23 Grafik gaya gempa kumulatif SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Depok

Dari gaya gempa tersebut kemudian data dimasukkan ke dalam program ETABS dan didapat reaksi perletakan dengan gaya lateral seperti pada grafik berikut.

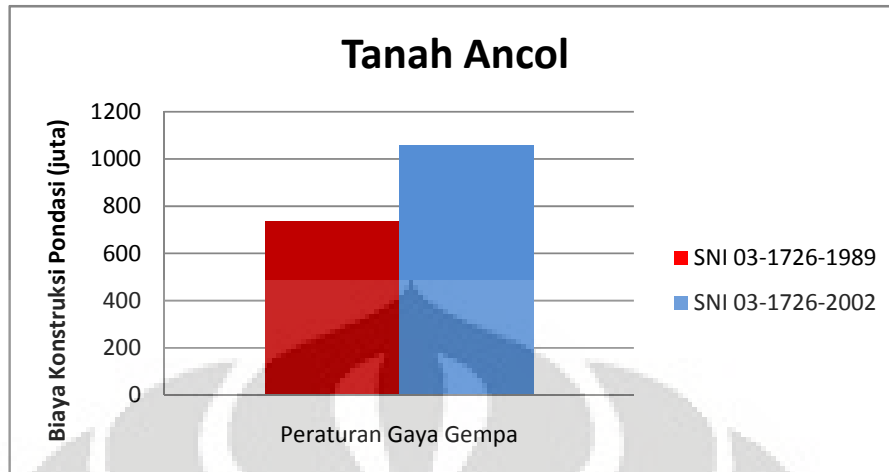


Gambar 4.24 Grafik perbandingan gaya lateral SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Ancol

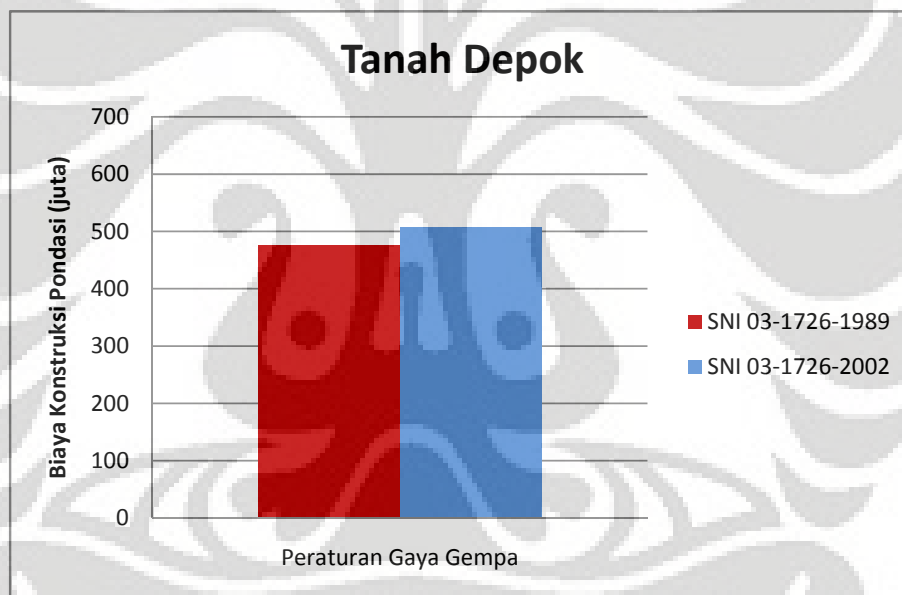


Gambar 4.25 Grafik perbandingan gaya lateral SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Depok

Perubahan peraturan gaya gempa berpengaruh juga pada biaya konstruksi pondasi bangunan, hubungan tersebut dapat dilihat pada gambar.

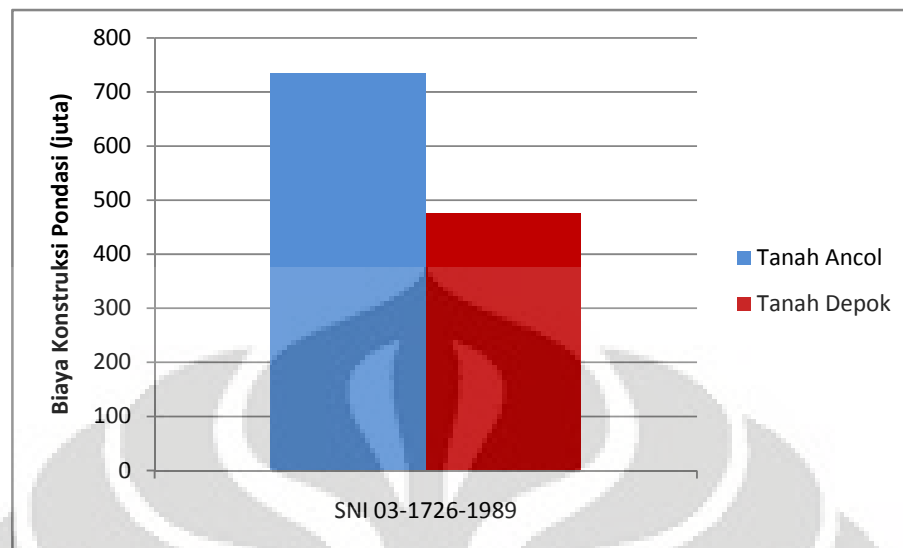


Gambar 4.26 Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Ancol

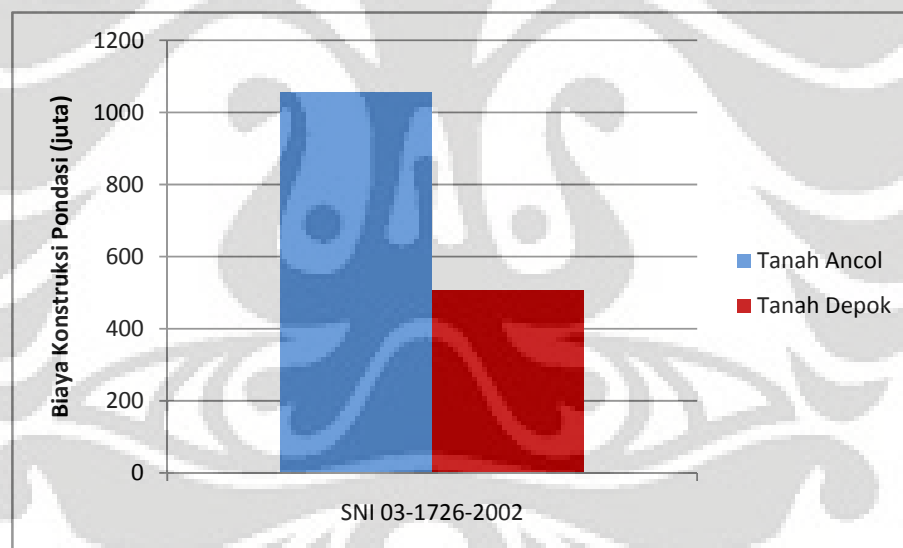


Gambar 4.27 Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi SNI 89 dan SNI 02 pada tanah Depok

Biaya konstruksi pondasi tiang pancang untuk tanah Ancol naik sebesar $\pm 40\%$ dari biaya SNI 03-1726-1989 ke SNI 03-1726-2002. Sedangkan untuk tanah Depok naik sebesar $\pm 5\%$ dari SNI 03-1726-1989 ke SNI 03-1726-2002.



Gambar 4.28 Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi SNI 03-1726-1989



Gambar 4.29 Grafik perbandingan biaya konstruksi pondasi SNI 03-1726-2002

Biaya konstruksi pondasi tiang pancang peraturan SNI 03-1726-1989 pada tanah ancol naik sebesar $\pm 55\%$ dari tanah depok. Sedangkan untuk biaya konstruksi pondasi tiang pancang peraturan SNI 03-1726-2002 pada tanah ancol naik sebesar $\pm 100\%$ dari tanah depok.

BAB V

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian pengaruh perubahan peraturan gaya gempa terhadap desain dan biaya konstruksi pondasi tiang pancang di Ancol dan Depok adalah:

1. Gaya gempa yang dihitung dari peraturan gempa SNI 03-1726-1989 pada jenis tanah lunak (tanah Ancol) jauh lebih kecil dibandingkan gaya gempa yang dihitung dari peraturan gempa SNI 03-1726-2002, sedangkan untuk tanah Depok yang dalam peraturan SNI 03-1726-1989 termasuk jenis tanah keras dan dalam peraturan SNI 03-1726-2002 termasuk jenis tanah sedang, perbedaan gaya gempa yang dihitung tidak terlalu jauh.
2. Reaksi perletakan hasil gaya gempa (gaya lateral) untuk tanah Ancol hasilnya sangat berbeda antara SNI 03-1726-1989 dan SNI 03-1726-2002, sedangkan untuk tanah Depok hasil gaya gempa (gaya lateral) tidak berbeda terlalu jauh.
- 3.

Tabel 5.1 Perbedaan gaya gempa

Lantai	SNI 03-1726-1989				SNI 03-1726-2002			
	Ancol		Depok		Ancol		Depok	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
1	264,546	305,246	162,798	172,972	463,255	501,560	203,497	220,256
2	514,947	594,170	316,891	336,696	901,740	976,303	396,113	428,734
3	753,590	869,527	463,748	492,732	1319,635	1428,753	579,685	627,424
4	1004,787	1159,370	618,331	656,976	1759,514	1905,004	772,913	836,565
5	1214,728	1401,609	747,525	794,244	2127,147	2303,035	934,406	1011,357
6	1416,122	1633,987	871,460	925,925	2479,815	2684,865	1089,325	1179,034
7	1652,142	1906,318	1016,703	1080,246	2893,118	3132,342	1270,879	1375,540
8	1812,723	2091,603	1115,522	1185,241	3174,315	3436,791	1394,402	1509,235
9	1967,571	2270,274	1210,813	1286,488	3445,475	3730,372	1513,516	1638,159
10	1513,413	1746,246	931,331	989,539	2650,185	2869,322	1164,164	1260,037
Jumlah	12114,569	13978,35	7455,122	7921,059	21214,199	22968,347	9318,9	10086,341

4. Kebutuhan tiang dalam pondasi group tiang pancang lebih ditentukan dari perhitungan gaya lateral.
- 5.

Tabel 5.2 Jumlah total tiang pancang

Peraturan Gempa	Ancol	Depok
SNI 03-1726-1989	150 (14 m)	107 (15 m)
SNI 03-1726-2002	200 (14 m)	118 (15 m)

6. Biaya konstruksi pondasi tiang pancang untuk tanah Ancol naik sebesar $\pm 40\%$ dari biaya SNI 03-1726-1989 ke SNI 03-1726-2002. Sedangkan untuk tanah Depok naik sebesar $\pm 5\%$ dari SNI 03-1726-1989 ke SNI 03-1726-2002.
7. Biaya konstruksi pondasi tiang pancang peraturan SNI 03-1726-1989 pada tanah ancil naik sebesar $\pm 55\%$ dari tanah depok. Sedangkan untuk biaya konstruksi pondasi tiang pancang peraturan SNI 03-1726-2002 pada tanah ancil naik sebesar $\pm 100\%$ dari tanah depok.

DAFTAR REFERENSI

- Bowles J.E., (1996), "*Foundation Analysis and Design*", Fifth Edition, The McGraw-Hill Companies,.
- Damoerin, Damrizal Ir. M.Sc., (2005). "*Diktat Kuliah Rekayasa Pondasi I*". Depok : Universitas Indonesia.
- Das, Braja M. (1993). "*Mekanika Tanah Jilid 1*". (Diterjemahkan Oleh Noor Endah, Indra Surya, B. Mochtar). Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. (1993). "*Mekanika Tanah Jilid 2*". (Diterjemahkan Oleh Noor Endah, Indra Surya, B. Mochtar). Jakarta : Erlangga.
- Diarsa, I made Gede. 2004. "*Hand Out Rekayasa Pondasi*". Bandung : Politeknik Negeri Bandung.
- Murthy, V.N.S., (2003). "*Geotechnical Engineering*". Michael D.Meyer, Atlanta, Georgia.
- Standar Nasional Indonesia – SNI 03–1726–2002,"*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*".
- Standar Nasional Indonesia – SNI 03–1726–1989,"*Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung*".
- Sosrodarsono, Suyono. (2005). "*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*". Jakarta : Pradnya Paramita.
- Poulos H.G., and Davis E.H. (1980), "*Pile Foundation Analysis and Design*", John Wiley and Sons Inc, Canada,.
- Prakoso, Widjojo A. Ir. MSc. PhD., (2005). "*Diktat Kuliah Pile Group*" Depok : Universitas Indonesia.





LAMPIRAN A



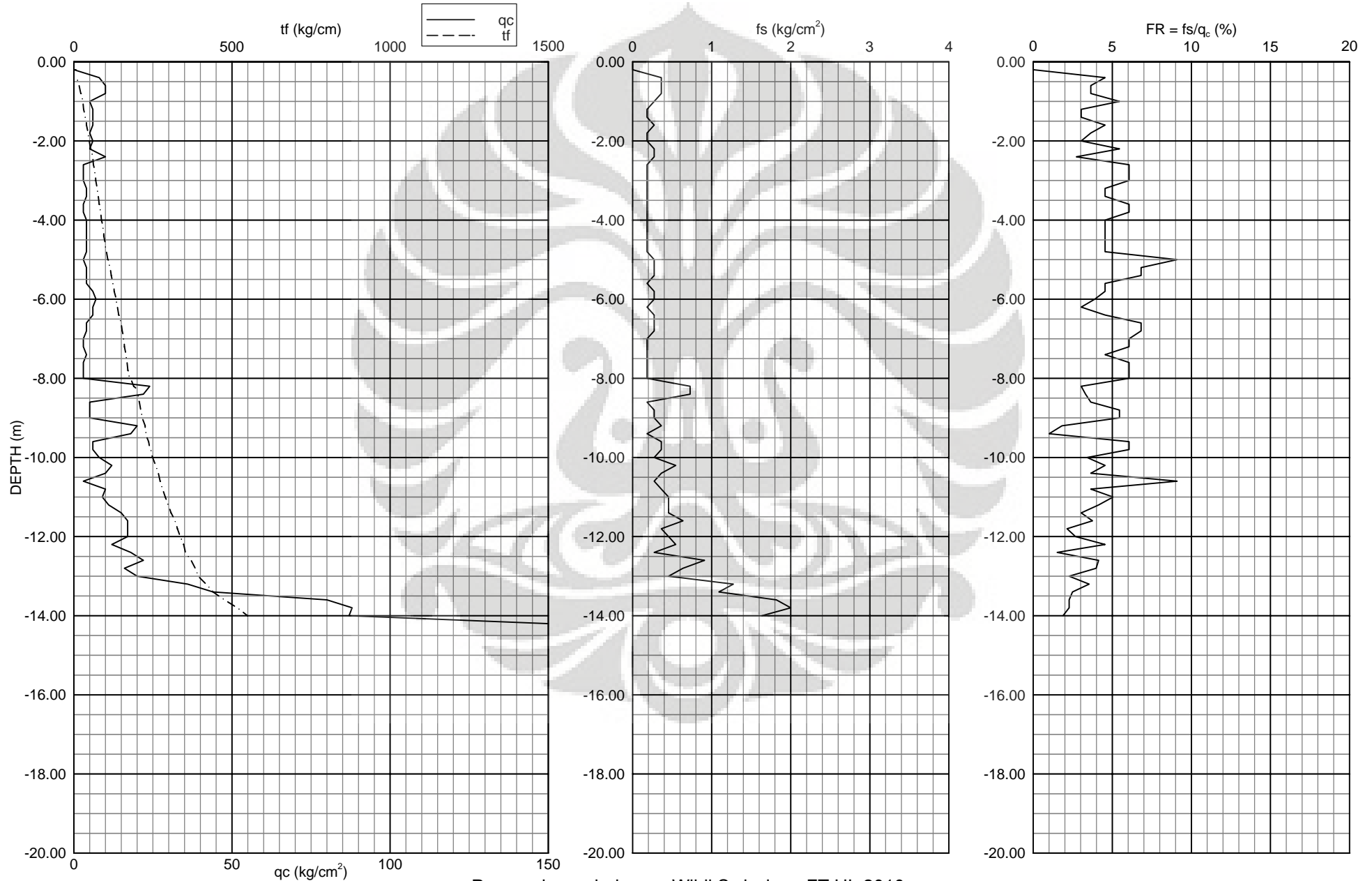
Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GEDUNG KANTOR
LOCATION : PINTU ANCOL TIMUR
CPT NO. : S01

DATE : 28/07/2008
G.W.L :
ELEVATION : 0.20 m





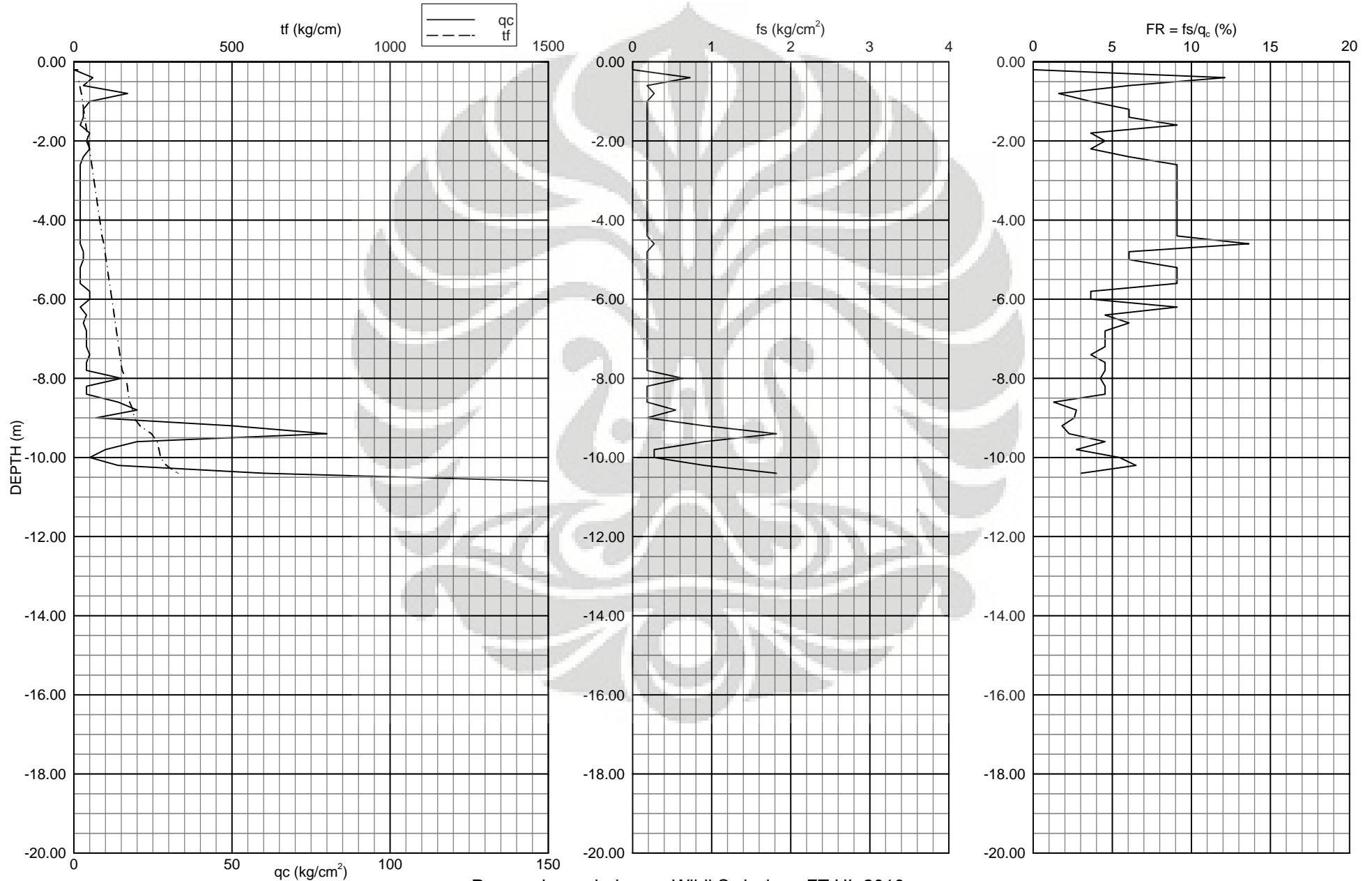
Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GEDUNG KANTOR
LOCATION : PINTU ANCOL TIMUR
CPT NO. : S02

DATE : 29/07/2008
G.W.L :
ELEVATION : 0.00 m





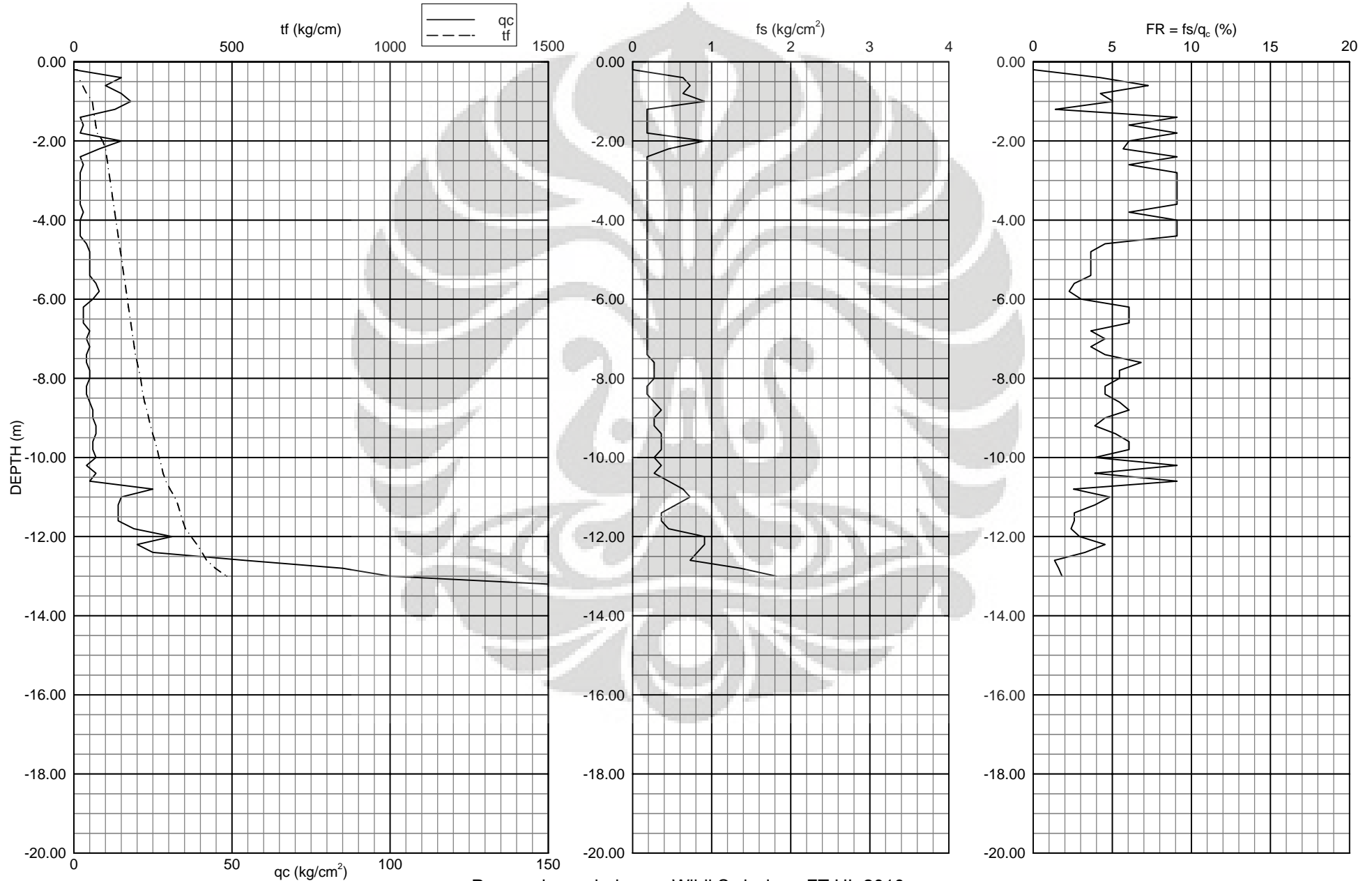
Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GEDUNG KANTOR
LOCATION : PINTU ANCOL TIMUR
CPT NO. : S03

DATE : 29/07/2008
G.W.L :
ELEVATION : 0.20 m





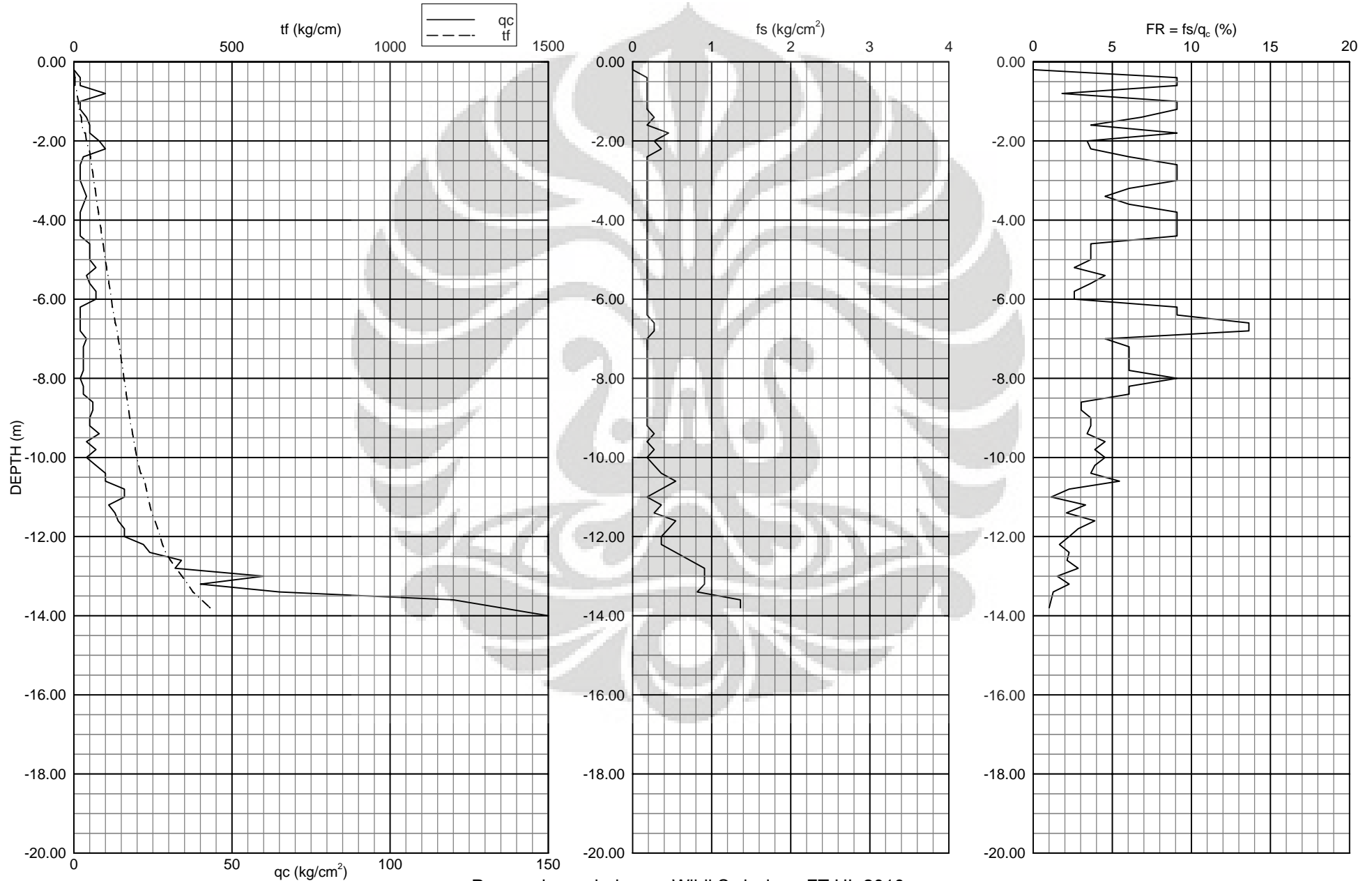
Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GEDUNG KANTOR
LOCATION : PINTU ANCOL TIMUR
CPT NO. : S04

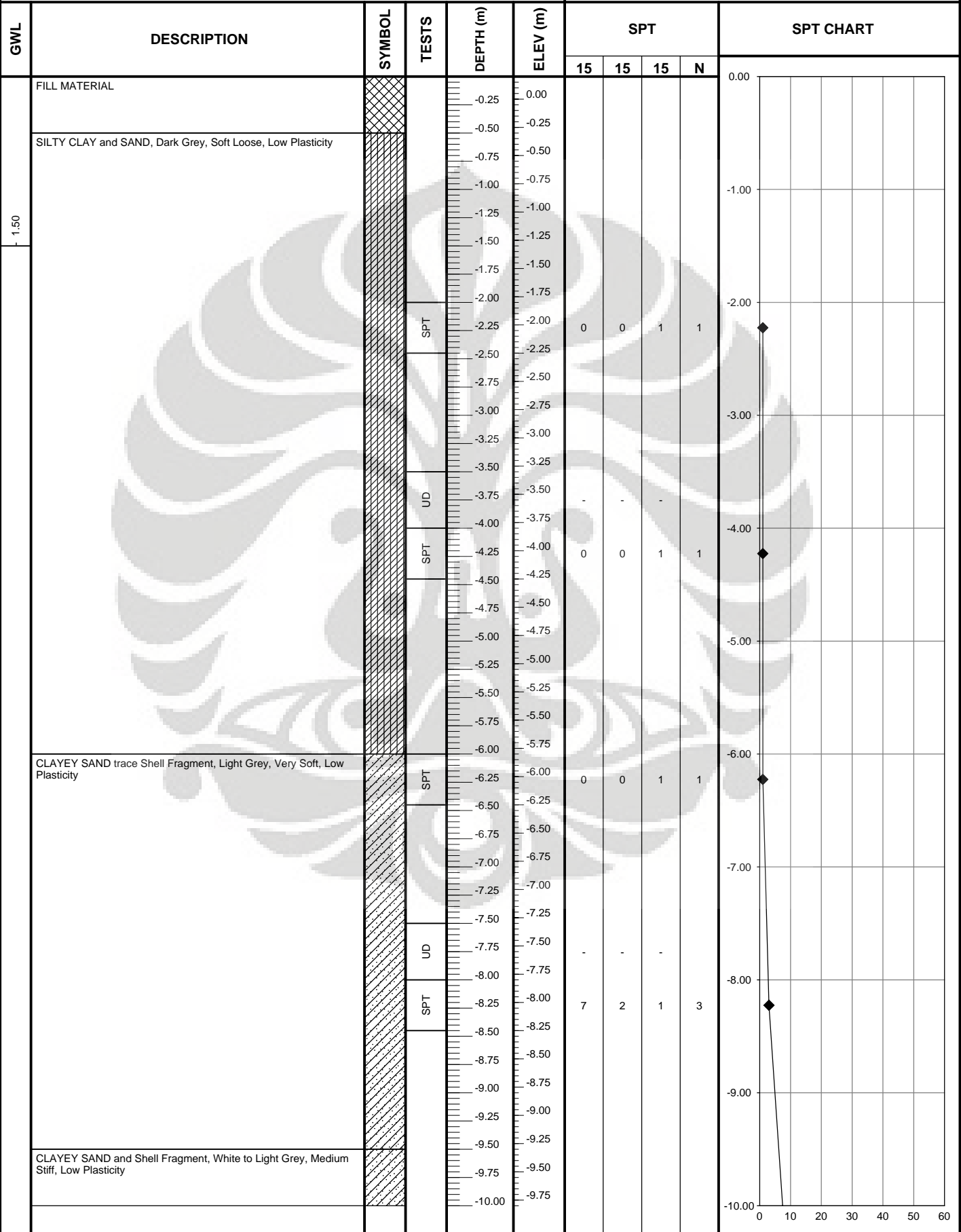
DATE : 01/08/2008
G.W.L :
ELEVATION : 0.00 m





BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR	ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR	DATE 29/07/2008- 31/07/2008
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 1	TESTED BY Maryunadi



BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR	ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR	DATE 29/07/2008- 31/07/2008
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 2	TESTED BY Maryunadi

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART
						15	15	15	N	
	CLAYEY SAND and Shell Fragment, White to Light Grey, Medium Stiff, Low Plasticity		SPT	-10.25	-10.00	3	3	5	8	
				-10.50	-10.25					
				-10.75	-10.50					
			UD	-11.00	-11.00					
				-11.25	-11.25					
				-11.50	-11.50					
			UD	-11.75	-11.50					
				-12.00	-11.75					
			SPT	-12.25	-12.00	2	4	6	10	
				-12.50	-12.25					
	SAND and CLAY Thin Lense CORAL, Yellowish Grey, Hard, Low Plasticity			-12.75	-12.50					
				-13.00	-12.75					
				-13.25	-13.00					
				-13.50	-13.25					
				-13.75	-13.50					
			SPT	-14.00	-13.75					
				-14.25	-14.00	5	9	23	32	
				-14.50	-14.25					
				-14.75	-14.50					
				-15.00	-14.75					
	CLAYEY SAND Thin Lense Weakly Cemented CLAYEY SAND, Brownish Grey, Very Dense, Low Plasticity			-15.25	-15.00					
				-15.50	-15.25					
				-15.75	-15.50					
				-16.00	-15.75					
			SPT	-16.25	-16.00	6	8	16	24	
				-16.50	-16.25					
				-16.75	-16.50					
				-17.00	-16.75					
				-17.25	-17.00					
				-17.50	-17.25					
	SAND Thin Lense Weakly Cemented SAND, Dark Brown, Very Dense, Non Plasticity			-17.75	-17.50					
				-18.00	-17.75					
			SPT	-18.25	-18.00	18	40	20/6	R	
				-18.50	-18.25					
				-18.75	-18.50					
				-19.00	-18.75					
				-19.25	-19.00					
				-19.50	-19.25					
				-19.75	-19.50					
				-20.00	-19.75					

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR		ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)	
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR		DATE 29/07/2008- 31/07/2008	
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 3		TESTED BY Maryunadi	

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART
						15	15	15	N	
	SAND Thin Lense Weakly Cemented SAND, Dark Brown, Very Dense, Non Plasticity	[Symbol: Dotted pattern]	SPT	-20.00	-20.00	60/13	-	-	R	
	SAND trace Shell Fragment, Dark Brown to Black, Very Dense, Non Plasticity		SPT	-22.00	-22.00	25	30	30/7	R	
			SPT	-24.00	-24.00	45	15/5	-	R	
			SPT	-26.00	-26.00	60/6	-	-	R	
			SPT	-28.00	-28.00	60/7	-	-	R	

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR		ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR		DATE 29/07/2008- 31/07/2008
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 4		TESTED BY Maryunadi

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART	
						15	15	15	N		
		⊙	SPT	-30.00	-30.00	38	22/5	-	R	-30.00	
				-30.25	-30.25						
				-30.50	-30.50						
				-30.75	-30.75						
				-31.00	-31.00						
				-31.25	-31.25						
				-31.50	-31.50						
				-31.75	-31.75						
				-32.00	-32.00						
				-32.25	-32.25						
				-32.50	-32.50						
				-32.75	-32.75						
				-33.00	-33.00						
				-33.25	-33.25						
				-33.50	-33.50						
				-33.75	-33.75						
				-34.00	-34.00						
				-34.25	-34.25						
				-34.50	-34.50						
				-34.75	-34.75						
				-35.00	-35.00						
				-35.25	-35.25						
				-35.50	-35.50						
				-35.75	-35.75						
				-36.00	-36.00						
				-36.25	-36.25						
				-36.50	-36.50						
				-36.75	-36.75						
				-37.00	-37.00						
				-37.25	-37.25						
				-37.50	-37.50						
				-37.75	-37.75						
				-38.00	-38.00						
				-38.25	-38.25						
				-38.50	-38.50						
				-38.75	-38.75						
				-39.00	-39.00						
				-39.25	-39.25						
				-39.50	-39.50						
				-39.75	-39.75						
				-40.00	-39.75						

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR	ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR	DATE 31/07/2008- 02/08/2008
BOREHOLE NO. DB02 - PAGE 1	TESTED BY Maryunadi

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART	
						15	15	15	N		
1.50	SILTY CLAY, Dark Brown, Stiff, High Plasticity	[Hatched Pattern]		-0.25	0.00						
			-0.50	-0.25							
			-0.75	-0.50							
			-1.00	-0.75							
			-1.25	-1.00							
			-1.50	-1.25							
			-1.75	-1.50							
			-2.00	-1.75							
			CLAYEY SILT and FINE SAND, Dark Grey, Very Soft, Non Plasticity	SPT	-2.25	-2.00	0	0	1		1
					-2.50	-2.25					
				UD	-3.50	-3.25	-	-	-		-
				SPT	-4.25	-4.00	0	0	1		1
					-4.50	-4.25					
				SPT	-6.25	-6.00	0	0	1		1
					-6.50	-6.25					
			-7.00	-6.75							
	SILTY CLAY and Shell Fragment, Light Grey, Very Soft, High Plasticity	UD	-7.50	-7.25	-	-	-	-			
		SPT	-8.25	-8.00	1	1	1	2			
			-8.50	-8.25							
		UD	-9.50	-9.25	-	-	-	-			
			-9.75	-9.50	-	-	-	-			
			-10.00	-9.75							

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR		ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)	
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR		DATE 31/07/2008- 02/08/2008	
BOREHOLE NO. DB02 - PAGE 2		TESTED BY Maryunadi	

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART	
						15	15	15	N		
	SILTY CLAY and Shell Fragment, Light Grey, Very Soft, High Plasticity	[Symbol: Diagonal lines]	SPT	-10.25	-10.00	4	1	4	5		
	CLAYEY SAND, Brownish Grey, Stiff, Non Plasticity		SPT	-10.50	-10.25						
				-10.75	-10.50						
				-11.00	-10.75						
				-11.25	-11.00						
				-11.50	-11.25						
				-11.75	-11.50						
				-12.00	-11.75						
			SPT	-12.25	-12.00	2	5	8	13		
				-12.50	-12.25						
				-12.75	-12.50						
				-13.00	-12.75						
				-13.25	-13.00						
				-13.50	-13.25						
				-13.75	-13.50						
	SANDY CLAY thin lense Cemented CLAY, Greyish Brown, Very Hard, Non Plasticity	[Symbol: Diagonal lines]	SPT	-14.25	-14.00	15	30	30/8	R		
					-14.50	-14.25					
					-14.75	-14.50					
					-15.00	-14.75					
					-15.25	-15.00					
					-15.50	-15.25					
					-15.75	-15.50					
					-16.00	-15.75					
				SPT	-16.25	-16.00	20	32	28/10	R	
					-16.50	-16.25					
				-16.75	-16.50						
				-17.00	-16.75						
				-17.25	-17.00						
				-17.50	-17.25						
				-17.75	-17.50						
				-18.00	-17.75						
			SPT	-18.25	-18.00	30	30/7	-	R		
				-18.50	-18.25						
				-18.75	-18.50						
				-19.00	-18.75						
				-19.25	-19.00						
				-19.50	-19.25						
				-19.75	-19.50						
				-20.00	-19.75						
	CLAYEY SAND Weakly Cemented SAND, Grey Brown, Very Dense, Non Plasticity			-18.00	-17.75						
				-18.25	-18.00						
				-18.50	-18.25						
				-18.75	-18.50						
				-19.00	-18.75						
				-19.25	-19.00						
				-19.50	-19.25						
				-19.75	-19.50						
				-20.00	-19.75						

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR	ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR	DATE 31/07/2008- 02/08/2008
BOREHOLE NO. DB02 - PAGE 3	TESTED BY Maryunadi

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART
						15	15	15	N	
	SAND trace Shell Fragment, Dark Brown to Grey, Very Dense, Non Plasticity	[Symbol: Dotted]	SPT	-20.00	-20.00	42	18/4	-	R	
			SPT	-20.25	-20.25					
			SPT	-20.50	-20.50					
			SPT	-20.75	-20.75					
			SPT	-21.00	-21.00					
			SPT	-21.25	-21.25					
			SPT	-21.50	-21.50					
			SPT	-21.75	-21.75					
			SPT	-22.00	-22.00	35	25/4	-	R	
			SPT	-22.25	-22.25					
			SPT	-22.50	-22.50					
			SPT	-22.75	-22.75					
			SPT	-23.00	-23.00					
			SPT	-23.25	-23.25					
			SPT	-23.50	-23.50					
			SPT	-23.75	-23.75					
			SPT	-24.00	-24.00					
	SAND, Dark Grey, Very Dense, Non Plasticity	[Symbol: Dotted]	SPT	-24.00	-24.00	27	25	27	52	
			SPT	-24.25	-24.25					
			SPT	-24.50	-24.50					
			SPT	-24.75	-24.75					
			SPT	-25.00	-25.00					
			SPT	-25.25	-25.25					
			SPT	-25.50	-25.50					
			SPT	-25.75	-25.75					
			SPT	-26.00	-26.00					
			SPT	-26.25	-26.25	14	28	25	53	
			SPT	-26.50	-26.50					
			SPT	-26.75	-26.75					
			SPT	-27.00	-27.00					
			SPT	-27.25	-27.25					
			SPT	-27.50	-27.50					
			SPT	-27.75	-27.75					
			SPT	-28.00	-28.00					
	SILTY CLAY, Dark Grey, Very Hard, Low Plasticity	[Symbol: Hatched]	SPT	-28.00	-28.00	10	18	18	36	
			SPT	-28.25	-28.25					
			SPT	-28.50	-28.50					
			SPT	-28.75	-28.75					
			SPT	-29.00	-29.00					
			SPT	-29.25	-29.25					
			SPT	-29.50	-29.50					
			SPT	-29.75	-29.75					
			SPT	-30.00	-29.75					

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



BORELOG

PROJECT GEDUNG KANTOR	ELEVATION (m) 0.20 (from Jalan)
LOCATION PINTU ANCOL TIMUR	DATE 31/07/2008- 02/08/2008
BOREHOLE NO. DB02 - PAGE 4	TESTED BY Maryunadi

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART
						15	15	15	N	
	SILTY CLAY, Dark Grey, Very Hard, Low Plasticity		SPT	-30.25	-30.00	8	15	17	32	
				-30.25	-30.25					
				-30.50	-30.50					
				-30.75	-30.75					
				-31.00	-31.00					
				-31.25	-31.25					
				-31.50	-31.50					
				-31.75	-31.75					
				-32.00	-32.00					
				-32.25	-32.25					
				-32.50	-32.50					
				-32.75	-32.75					
				-33.00	-33.00					
				-33.25	-33.25					
				-33.50	-33.50					
				-33.75	-33.75					
				-34.00	-34.00					
				-34.25	-34.25					
				-34.50	-34.50					
				-34.75	-34.75					
				-35.00	-35.00					
				-35.25	-35.25					
				-35.50	-35.50					
				-35.75	-35.75					
				-36.00	-36.00					
				-36.25	-36.25					
				-36.50	-36.50					
				-36.75	-36.75					
				-37.00	-37.00					
				-37.25	-37.25					
				-37.50	-37.50					
				-37.75	-37.75					
				-38.00	-38.00					
				-38.25	-38.25					
				-38.50	-38.50					
				-38.75	-38.75					
				-39.00	-39.00					
				-39.25	-39.25					
				-39.50	-39.50					
				-39.75	-39.75					
				-40.00	-39.75					

BORELOG DATA_200807007_KANTOR_ANCOL.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 09/16/08



Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GD. KULIAH FTUI

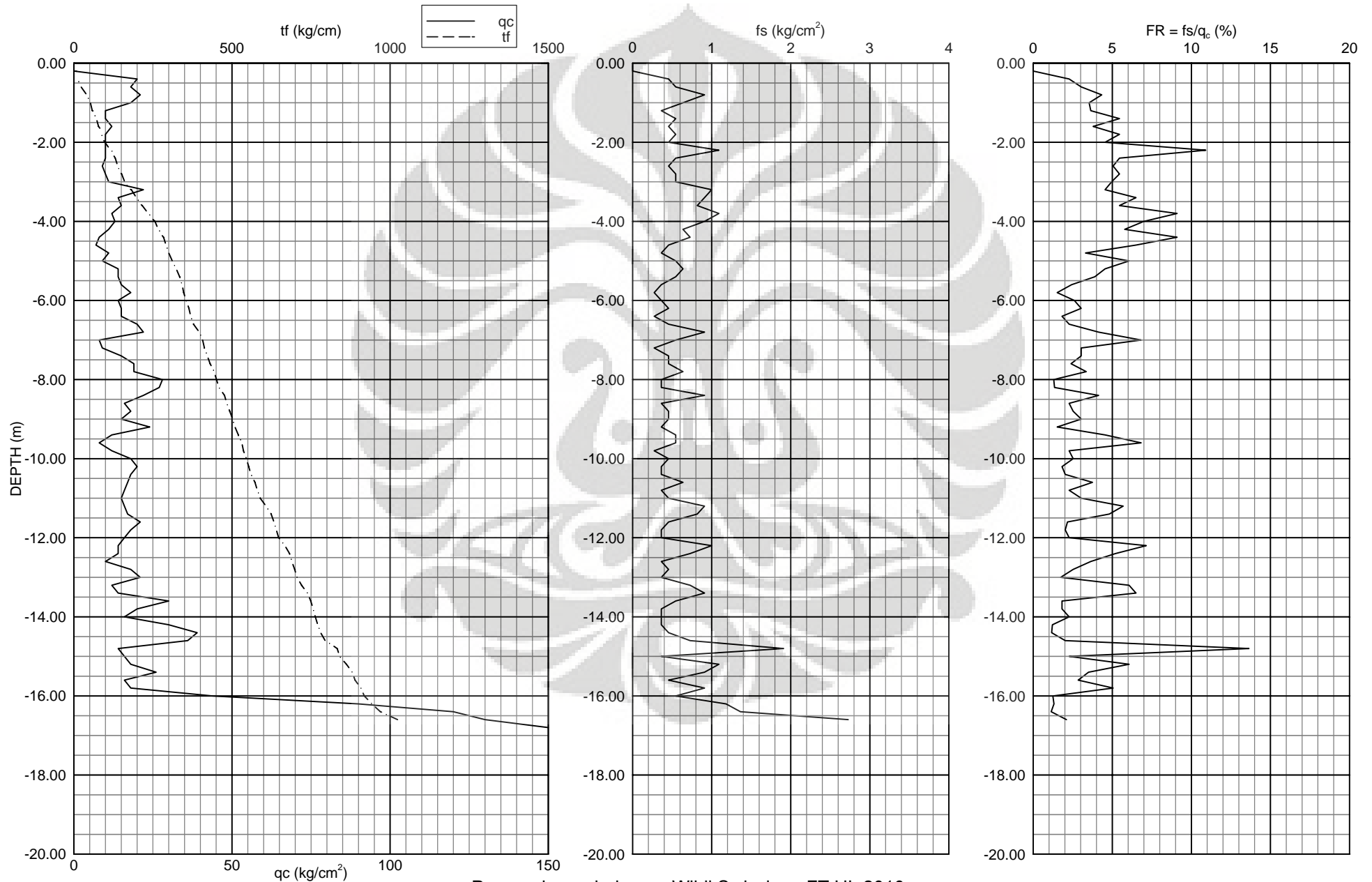
DATE : 11/09/2008

LOCATION : KAMPUS FTUI DEPOK

G.W.L. :

CPT NO. : S01

ELEVATION :





Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GD. KULIAH FTUI

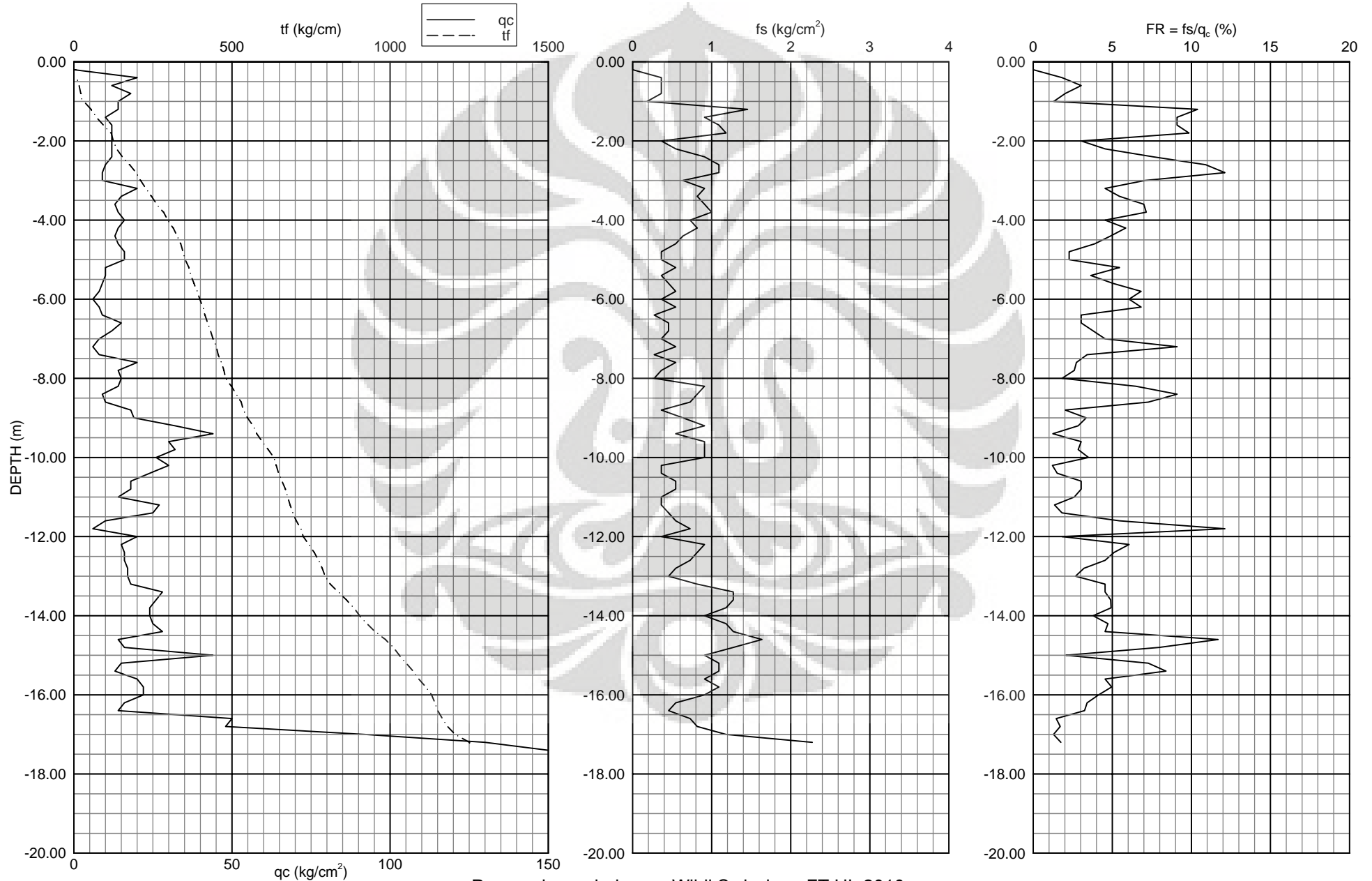
DATE : 11/09/2008

LOCATION : KAMPUS FTUI DEPOK

G.W.L. :

CPT NO. : S02

ELEVATION :





Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GD. KULIAH FTUI

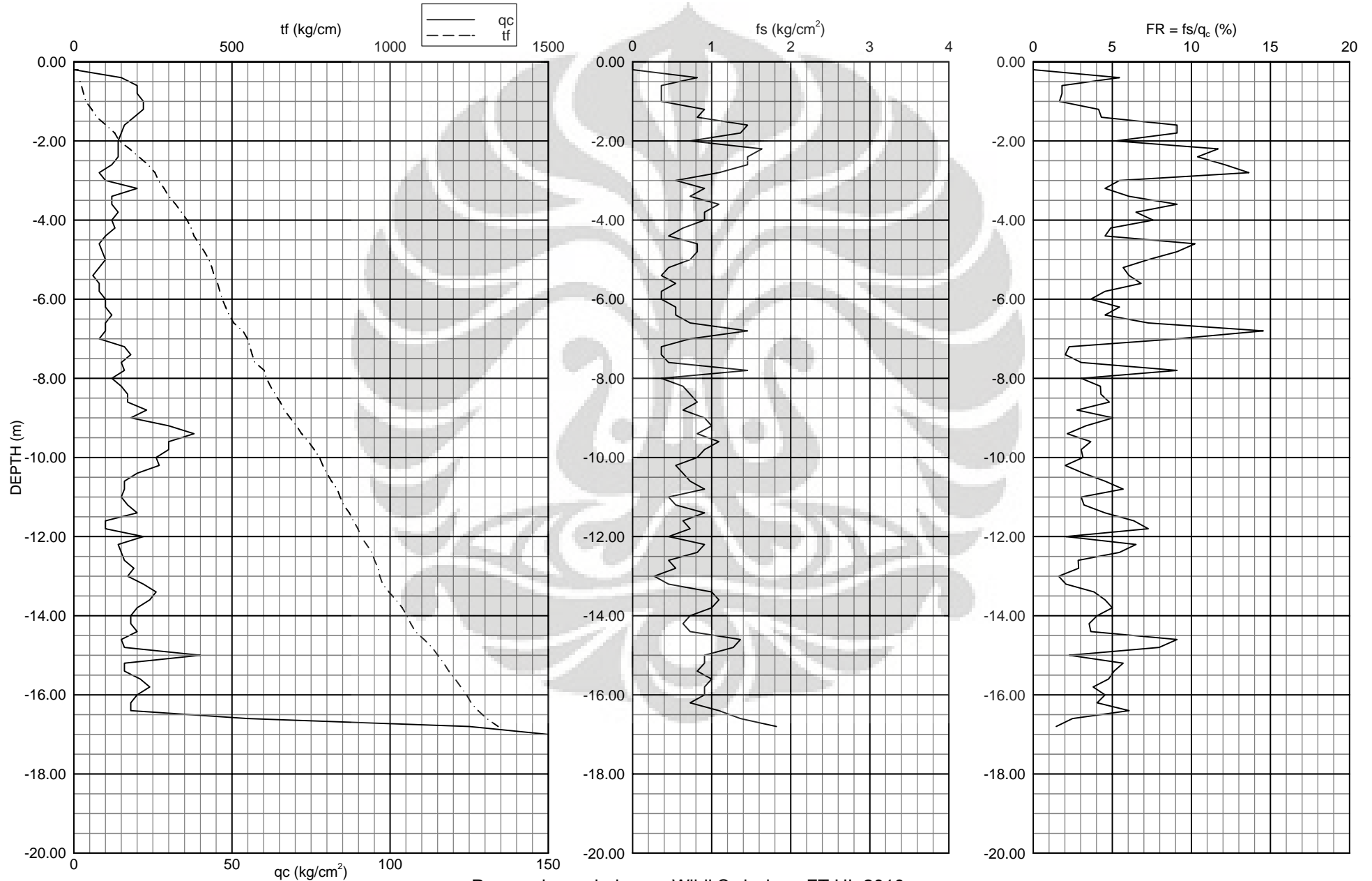
DATE : 11/09/2008

LOCATION : KAMPUS FTUI DEPOK

G.W.L. :

CPT NO. : S03

ELEVATION :





Soil Mechanics Laboratory
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424, Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102

CONE PENETRATION TEST

PROJECT : GD. KULIAH FTUI

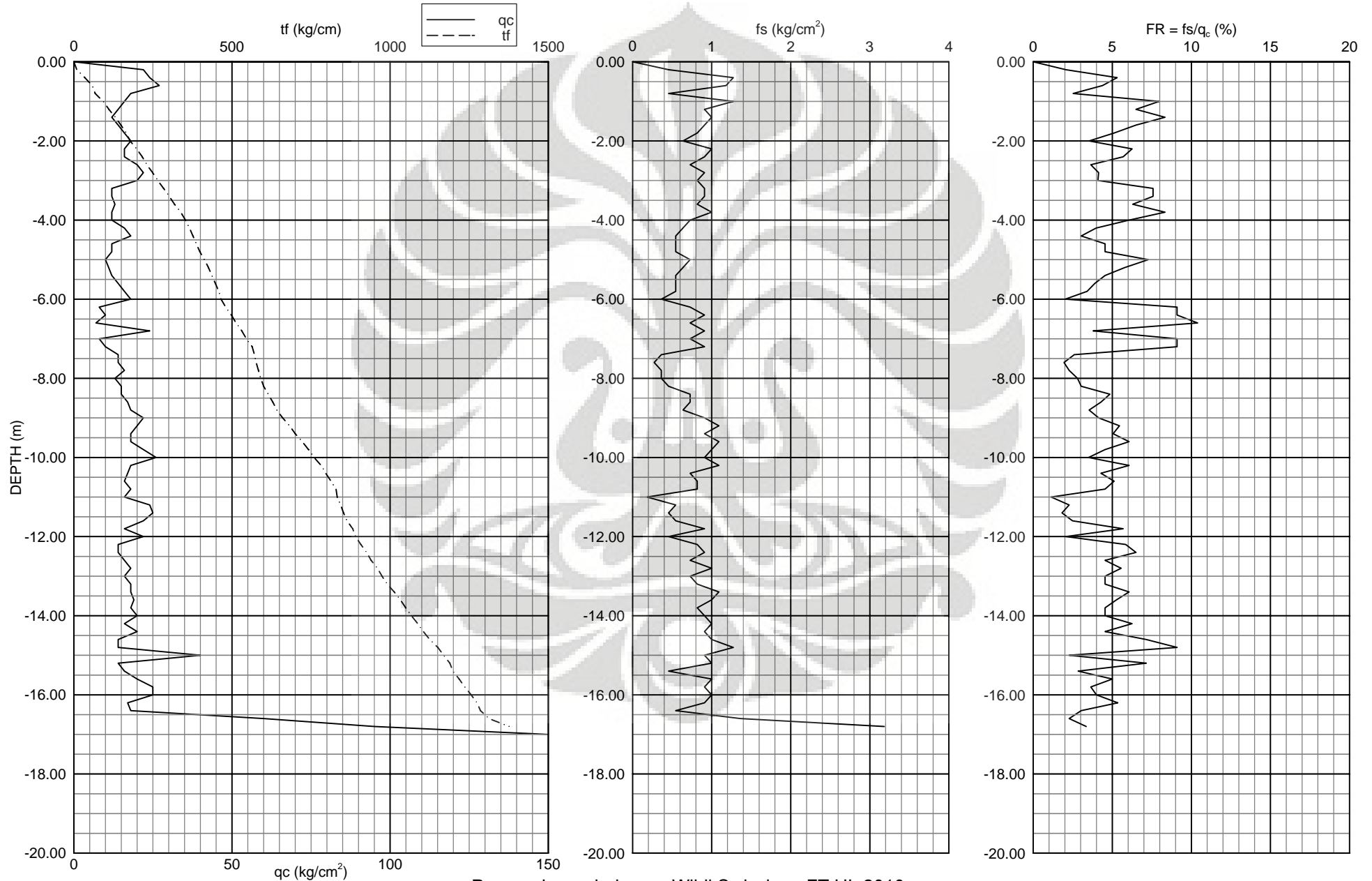
DATE : 11/09/2008

LOCATION : KAMPUS FTUI DEPOK

G.W.L. :

CPT NO. : S04

ELEVATION :





BORELOG

PROJECT GD. KULIAH FTUI		ELEVATION (m) (from Permukaan existing)	
LOCATION KAMPUS FTUI DEPOK		DATE 10/09/2008- 11/09/2008	
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 1		TESTED BY Maryunadi	

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART	
						15	15	15	N		
	SILTY CLAY trace COARSE SAND, Dark Brown, Medium Stiff, High Plasticity			-0.25							
			SPT	-2.25		2	3	5	8		
	SILTY CLAY trace FINE SAND, Dark Brown to Brown, Medium Stiff, High Plasticity			-3.75		-	-	-	-		
			SPT	-4.25		2	3	6	9		
	CLAYEY SILT trace FINE SAND, Yellowish Red, Medium Stiff, Low Plasticity			-6.25		3	4	5	9		
			UD	-7.75		-	-	-	-		
			SPT	-8.25		3	4	6	10		
	CLAYEY SILT and FINE SAND, Light Brown to Yellowish, Very Soft, Low Plasticity			-9.75							

BORELOG DATA_200809004_GEDUNG_FTUI.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 10/30/08

8:10



BORELOG

PROJECT GD. KULIAH FTUI	ELEVATION (m) (from Permukaan existing)
LOCATION KAMPUS FTUI DEPOK	DATE 10/09/2008- 11/09/2008
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 3	TESTED BY Maryunadi

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART
						15	15	15	N	
	SILTY FINE SAND, Black, Very Dense, Low Plasticity	[Symbol: Dotted]	SPT	-20.25		7	22	24	46	
				-20.50						
				-20.75						
				-21.00						
				-21.25						
				-21.50						
				-21.75						
				-22.00						
			SPT	-22.25		7	14	19	33	
	WEAKLY CEMENTED SAND, Black, Very Dense, Non Plasticity	[Symbol: Dotted]		-22.50						
				-22.75						
				-23.00						
				-23.25						
				-23.50						
				-23.75						
			SPT	-24.00		40	20	0/8	R	
				-24.25					>>	
				-24.50						
				-24.75						
	SAND STONE, Black, Very Dense, Non Plasticity	[Symbol: Dotted]		-25.00						
				-25.25						
				-25.50						
				-25.75						
				-26.00						
			SPT	-26.25		25	35	25/9	R	
				-26.50					>>	
				-26.75						
				-27.00						
				-27.25						
				-27.50						
				-27.75						
			SPT	-28.00		33	27/13	-	R	
				-28.25					>>	
				-28.50						
				-28.75						
	SANDY CLAY, Black, Very Hard, Low Plasticity	[Symbol: Hatched]		-29.00						
				-29.25						
				-29.50						
				-29.75						
				-30.00						

BORELOG DATA_200809004_GEDUNG_FTUI.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 10/30/08



BORELOG

PROJECT GD. KULIAH FTUI		ELEVATION (m) (from Permukaan existing)	
LOCATION KAMPUS FTUI DEPOK		DATE 10/09/2008- 11/09/2008	
BOREHOLE NO. DB01 - PAGE 4		TESTED BY Maryunadi	

GWL	DESCRIPTION	SYMBOL	TESTS	DEPTH (m)	ELEV (m)	SPT				SPT CHART
						15	15	15	N	
	SANDY CLAY, Black, Very Hard, Low Plasticity		SPT	-30.25		17	21	26	47	
				-30.50						
				-30.75						
				-31.00						
				-31.25						
				-31.50						
				-31.75						
				-32.00						
				-32.25						
				-32.50						
				-32.75						
				-33.00						
				-33.25						
				-33.50						
				-33.75						
				-34.00						
				-34.25						
				-34.50						
				-34.75						
				-35.00						
				-35.25						
				-35.50						
				-35.75						
				-36.00						
				-36.25						
				-36.50						
				-36.75						
				-37.00						
				-37.25						
				-37.50						
				-37.75						
				-38.00						
				-38.25						
				-38.50						
				-38.75						
				-39.00						
				-39.25						
				-39.50						
				-39.75						
				-40.00						

BORELOG DATA_200809004_GEDUNG_FTUI.GPJ UNIVERSITY OF INDONESIA.GDT 10/30/08



Tabel 4.17 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gravitasi Tanah Lunak SNI

89

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB1	4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	5241,303	0
BASE	2	COMB1	-57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	-72,597	0
BASE	3	COMB1	-4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	-5241,3	0
BASE	4	COMB1	57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	72,597	0
BASE	5	COMB1	-6014,16	0	469399,4	0	-7556,99	0
BASE	6	COMB1	-4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	-5241,3	0
BASE	7	COMB1	57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	72,597	0
BASE	8	COMB1	-57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	-72,597	0
BASE	9	COMB1	4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	5241,303	0
BASE	10	COMB1	6014,16	0	469399,4	0	7556,994	0
BASE	11	COMB1	-104,5	0	683497,5	0	-131,304	0
BASE	12	COMB1	104,5	0	683497,5	0	131,304	0

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Nominal Tanah Lunak SNI 89

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB2	3048,93	-4948,57	337761,5	11422,21	606,459	-24,881
BASE	1	COMB3	4775,56	-2940,92	335629,1	354,991	7736,989	13,397
BASE	1	COMB4	5293,55	-2338,63	334989,4	-2965,18	9876,147	24,881
BASE	1	COMB5	3566,92	-4346,28	337121,8	8102,046	2745,618	-13,397
BASE	1	COMB6	3048,93	-4948,57	337761,5	11422,21	606,459	-24,881
BASE	1	COMB7	3566,92	-4346,28	337121,8	8102,046	2745,618	-13,397
BASE	1	COMB8	5293,55	-2338,63	334989,4	-2965,18	9876,147	24,881
BASE	1	COMB9	4775,56	-2940,92	335629,1	354,991	7736,989	13,397
BASE	1	COMB10	1786,58	-3816,5	263785,7	10108,41	-979,725	-24,881
BASE	1	COMB11	3513,21	-1808,85	261653,4	-958,814	6150,804	13,397
BASE	1	COMB12	4031,2	-1206,56	261013,6	-4278,98	8289,963	24,881
BASE	1	COMB13	2304,57	-3214,21	263146	6788,241	1159,434	-13,397
BASE	1	COMB14	1786,58	-3816,5	263785,7	10108,41	-979,725	-24,881
BASE	1	COMB15	2304,57	-3214,21	263146	6788,241	1159,434	-13,397
BASE	1	COMB16	4031,2	-1206,56	261013,6	-4278,98	8289,963	24,881
BASE	1	COMB17	3513,21	-1808,85	261653,4	-958,814	6150,804	13,397
BASE	2	COMB2	-1475,68	-6752,55	503307,6	13773,32	-5078,86	-24,881
BASE	2	COMB3	705,71	-4626,58	493798,5	2172,582	2623,085	13,397
BASE	2	COMB4	1360,13	-3988,8	490945,8	-1307,64	4933,669	24,881
BASE	2	COMB5	-821,26	-6114,76	500454,9	10293,1	-2768,28	-13,397

BASE	2	COMB6	-1475,68	-6752,55	503307,6	13773,32	-5078,86	-24,881
BASE	2	COMB7	-821,26	-6114,76	500454,9	10293,1	-2768,28	-13,397
BASE	2	COMB8	1360,13	-3988,8	490945,8	-1307,64	4933,669	24,881
BASE	2	COMB9	705,71	-4626,58	493798,5	2172,582	2623,085	13,397
BASE	2	COMB10	-1459,87	-4671,35	374928,7	11358,02	-5059	-24,881
BASE	2	COMB11	721,52	-2545,38	365419,7	-242,719	2642,946	13,397
BASE	2	COMB12	1375,94	-1907,6	362567	-3722,94	4953,531	24,881
BASE	2	COMB13	-805,46	-4033,56	372076	7877,8	-2748,42	-13,397
BASE	2	COMB14	-1459,87	-4671,35	374928,7	11358,02	-5059	-24,881
BASE	2	COMB15	-805,46	-4033,56	372076	7877,8	-2748,42	-13,397
BASE	2	COMB16	1375,94	-1907,6	362567	-3722,94	4953,531	24,881
BASE	2	COMB17	721,52	-2545,38	365419,7	-242,719	2642,946	13,397
BASE	3	COMB2	-5300,89	-5148,04	347101,1	12426,32	-9885,36	-24,881
BASE	3	COMB3	-3562,97	-2833,51	330600,1	-185,684	-2740,66	13,397
BASE	3	COMB4	-3041,59	-2139,15	325649,9	-3969,29	-597,243	24,881
BASE	3	COMB5	-4779,51	-4453,69	342150,8	8642,721	-7741,95	-13,397
BASE	3	COMB6	-5300,89	-5148,04	347101,1	12426,32	-9885,36	-24,881
BASE	3	COMB7	-4779,51	-4453,69	342150,8	8642,721	-7741,95	-13,397
BASE	3	COMB8	-3041,59	-2139,15	325649,9	-3969,29	-597,243	24,881
BASE	3	COMB9	-3562,97	-2833,51	330600,1	-185,684	-2740,66	13,397
BASE	3	COMB10	-4038,54	-4015,97	273125,3	11112,52	-8299,18	-24,881
BASE	3	COMB11	-2300,62	-1701,44	256624,4	-1499,49	-1154,47	13,397
BASE	3	COMB12	-1779,25	-1007,08	251674,1	-5283,09	988,942	24,881
BASE	3	COMB13	-3517,16	-3321,62	268175	7328,916	-6155,77	-13,397
BASE	3	COMB14	-4038,54	-4015,97	273125,3	11112,52	-8299,18	-24,881
BASE	3	COMB15	-3517,16	-3321,62	268175	7328,916	-6155,77	-13,397
BASE	3	COMB16	-1779,25	-1007,08	251674,1	-5283,09	988,942	24,881
BASE	3	COMB17	-2300,62	-1701,44	256624,4	-1499,49	-1154,47	13,397
BASE	4	COMB2	-1360,11	-6816,46	503362,1	14105,04	-4933,64	-24,881
BASE	4	COMB3	821,25	-4592,17	493769,2	1993,968	2768,264	13,397
BASE	4	COMB4	1475,66	-3924,88	490891,3	-1639,35	5078,835	24,881
BASE	4	COMB5	-705,7	-6149,17	500484,2	10471,72	-2623,07	-13,397
BASE	4	COMB6	-1360,11	-6816,46	503362,1	14105,04	-4933,64	-24,881
BASE	4	COMB7	-705,7	-6149,17	500484,2	10471,72	-2623,07	-13,397
BASE	4	COMB8	1475,66	-3924,88	490891,3	-1639,35	5078,835	24,881
BASE	4	COMB9	821,25	-4592,17	493769,2	1993,968	2768,264	13,397
BASE	4	COMB10	-1375,91	-4735,26	374983,3	11689,74	-4953,5	-24,881
BASE	4	COMB11	805,44	-2510,97	365390,3	-421,334	2748,402	13,397
BASE	4	COMB12	1459,85	-1843,68	362512,4	-4054,65	5058,973	24,881

BASE	4	COMB13	-721,51	-4067,97	372105,4	8056,415	-2642,93	-13,397
BASE	4	COMB14	-1375,91	-4735,26	374983,3	11689,74	-4953,5	-24,881
BASE	4	COMB15	-721,51	-4067,97	372105,4	8056,415	-2642,93	-13,397
BASE	4	COMB16	1459,85	-1843,68	362512,4	-4054,65	5058,973	24,881
BASE	4	COMB17	805,44	-2510,97	365390,3	-421,334	2748,402	13,397
BASE	5	COMB2	-7180,12	-1832,21	473959	8578,183	-12348,4	-24,881
BASE	5	COMB3	-5386,34	986,57	466944,2	-4619,02	-4976,99	13,397
BASE	5	COMB4	-4848,2	1832,21	464839,8	-8578,18	-2765,56	24,881
BASE	5	COMB5	-6641,99	-986,57	471854,6	4619,022	-10137	-13,397
BASE	5	COMB6	-7180,12	-1832,21	473959	8578,183	-12348,4	-24,881
BASE	5	COMB7	-6641,99	-986,57	471854,6	4619,022	-10137	-13,397
BASE	5	COMB8	-4848,2	1832,21	464839,8	-8578,18	-2765,56	24,881
BASE	5	COMB9	-5386,34	986,57	466944,2	-4619,02	-4976,99	13,397
BASE	5	COMB10	-4883,73	-1832,21	352991,3	8578,183	-9462,94	-24,881
BASE	5	COMB11	-3089,95	986,57	345976,5	-4619,02	-2091,51	13,397
BASE	5	COMB12	-2551,82	1832,21	343872	-8578,18	119,924	24,881
BASE	5	COMB13	-4345,6	-986,57	350886,8	4619,022	-7251,51	-13,397
BASE	5	COMB14	-4883,73	-1832,21	352991,3	8578,183	-9462,94	-24,881
BASE	5	COMB15	-4345,6	-986,57	350886,8	4619,022	-7251,51	-13,397
BASE	5	COMB16	-2551,82	1832,21	343872	-8578,18	119,924	24,881
BASE	5	COMB17	-3089,95	986,57	345976,5	-4619,02	-2091,51	13,397
BASE	6	COMB2	-5357,3	2145,49	334589,3	3961,928	-10159,7	-24,881
BASE	6	COMB3	-3532,59	4450,27	337337,2	-8638,76	-2592,92	13,397
BASE	6	COMB4	-2985,18	5141,71	338161,6	-12419	-322,873	24,881
BASE	6	COMB5	-4809,89	2836,93	335413,7	181,722	-7889,69	-13,397
BASE	6	COMB6	-5357,3	2145,49	334589,3	3961,928	-10159,7	-24,881
BASE	6	COMB7	-4809,89	2836,93	335413,7	181,722	-7889,69	-13,397
BASE	6	COMB8	-2985,18	5141,71	338161,6	-12419	-322,873	24,881
BASE	6	COMB9	-3532,59	4450,27	337337,2	-8638,76	-2592,92	13,397
BASE	6	COMB10	-4094,95	1013,42	260613,6	5275,733	-8573,55	-24,881
BASE	6	COMB11	-2270,24	3318,2	263361,4	-7324,95	-1006,73	13,397
BASE	6	COMB12	-1722,83	4009,64	264185,8	-11105,2	1263,312	24,881
BASE	6	COMB13	-3547,54	1704,86	261437,9	1495,527	-6303,5	-13,397
BASE	6	COMB14	-4094,95	1013,42	260613,6	5275,733	-8573,55	-24,881
BASE	6	COMB15	-3547,54	1704,86	261437,9	1495,527	-6303,5	-13,397
BASE	6	COMB16	-1722,83	4009,64	264185,8	-11105,2	1263,312	24,881
BASE	6	COMB17	-2270,24	3318,2	263361,4	-7324,95	-1006,73	13,397
BASE	7	COMB2	-1443,33	3924,45	490695,8	1639,85	-5241,7	-24,881
BASE	7	COMB3	866,06	6149,4	500589,5	-10472	2934,142	13,397

BASE	7	COMB4	1558,88	6816,89	503557,7	-14105,5	5386,894	24,881
BASE	7	COMB5	-750,51	4591,94	493663,9	-1993,7	-2788,95	-13,397
BASE	7	COMB6	-1443,33	3924,45	490695,8	1639,85	-5241,7	-24,881
BASE	7	COMB7	-750,51	4591,94	493663,9	-1993,7	-2788,95	-13,397
BASE	7	COMB8	1558,88	6816,89	503557,7	-14105,5	5386,894	24,881
BASE	7	COMB9	866,06	6149,4	500589,5	-10472	2934,142	13,397
BASE	7	COMB10	-1459,14	1843,25	362316,9	4055,151	-5261,56	-24,881
BASE	7	COMB11	850,26	4068,2	372210,7	-8056,68	2914,28	13,397
BASE	7	COMB12	1543,07	4735,69	375178,8	-11690,2	5367,033	24,881
BASE	7	COMB13	-766,32	2510,74	365285	421,601	-2808,81	-13,397
BASE	7	COMB14	-1459,14	1843,25	362316,9	4055,151	-5261,56	-24,881
BASE	7	COMB15	-766,32	2510,74	365285	421,601	-2808,81	-13,397
BASE	7	COMB16	1543,07	4735,69	375178,8	-11690,2	5367,033	24,881
BASE	7	COMB17	850,26	4068,2	372210,7	-8056,68	2914,28	13,397
BASE	8	COMB2	-1558,86	3989,22	491141,4	1307,143	-5386,87	-24,881
BASE	8	COMB3	750,5	6114,53	500349,6	-10292,8	2788,931	13,397
BASE	8	COMB4	1443,31	6752,12	503112	-13772,8	5241,67	24,881
BASE	8	COMB5	-866,05	4626,81	493903,8	-2172,85	-2934,13	-13,397
BASE	8	COMB6	-1558,86	3989,22	491141,4	1307,143	-5386,87	-24,881
BASE	8	COMB7	-866,05	4626,81	493903,8	-2172,85	-2934,13	-13,397
BASE	8	COMB8	1443,31	6752,12	503112	-13772,8	5241,67	24,881
BASE	8	COMB9	750,5	6114,53	500349,6	-10292,8	2788,931	13,397
BASE	8	COMB10	-1543,05	1908,02	362762,5	3722,445	-5367	-24,881
BASE	8	COMB11	766,31	4033,33	371970,7	-7877,53	2808,793	13,397
BASE	8	COMB12	1459,11	4670,92	374733,2	-11357,5	5261,532	24,881
BASE	8	COMB13	-850,24	2545,61	365525	242,451	-2914,27	-13,397
BASE	8	COMB14	-1543,05	1908,02	362762,5	3722,445	-5367	-24,881
BASE	8	COMB15	-850,24	2545,61	365525	242,451	-2914,27	-13,397
BASE	8	COMB16	1459,11	4670,92	374733,2	-11357,5	5261,532	24,881
BASE	8	COMB17	766,31	4033,33	371970,7	-7877,53	2808,793	13,397
BASE	9	COMB2	2977,85	2332,29	326049,9	2972,533	313,656	-24,881
BASE	9	COMB3	4813,84	4349,69	341935,4	-8106,01	7894,652	13,397
BASE	9	COMB4	5364,63	4954,91	346701	-11429,6	10168,95	24,881
BASE	9	COMB5	3528,64	2937,51	330815,6	-351,029	2587,955	-13,397
BASE	9	COMB6	2977,85	2332,29	326049,9	2972,533	313,656	-24,881
BASE	9	COMB7	3528,64	2937,51	330815,6	-351,029	2587,955	-13,397
BASE	9	COMB8	5364,63	4954,91	346701	-11429,6	10168,95	24,881
BASE	9	COMB9	4813,84	4349,69	341935,4	-8106,01	7894,652	13,397
BASE	9	COMB10	1715,5	1200,22	252074,2	4286,338	-1272,53	-24,881

BASE	9	COMB11	3551,49	3217,62	267959,6	-6792,2	6308,467	13,397
BASE	9	COMB12	4102,28	3822,84	272725,2	-10115,8	8582,766	24,881
BASE	9	COMB13	2266,3	1805,44	256839,8	962,776	1001,77	-13,397
BASE	9	COMB14	1715,5	1200,22	252074,2	4286,338	-1272,53	-24,881
BASE	9	COMB15	2266,3	1805,44	256839,8	962,776	1001,77	-13,397
BASE	9	COMB16	4102,28	3822,84	272725,2	-10115,8	8582,766	24,881
BASE	9	COMB17	3551,49	3217,62	267959,6	-6792,2	6308,467	13,397
BASE	10	COMB2	4848,2	-1599,64	464839,8	7535,671	2765,562	-24,881
BASE	10	COMB3	6641,99	861,35	471854,6	-4057,67	10137	13,397
BASE	10	COMB4	7180,12	1599,64	473959	-7535,67	12348,43	24,881
BASE	10	COMB5	5386,34	-861,35	466944,2	4057,669	4976,993	-13,397
BASE	10	COMB6	4848,2	-1599,64	464839,8	7535,671	2765,562	-24,881
BASE	10	COMB7	5386,34	-861,35	466944,2	4057,669	4976,993	-13,397
BASE	10	COMB8	7180,12	1599,64	473959	-7535,67	12348,43	24,881
BASE	10	COMB9	6641,99	861,35	471854,6	-4057,67	10137	13,397
BASE	10	COMB10	2551,82	-1599,64	343872	7535,671	-119,924	-24,881
BASE	10	COMB11	4345,6	861,35	350886,8	-4057,67	7251,51	13,397
BASE	10	COMB12	4883,73	1599,64	352991,3	-7535,67	9462,94	24,881
BASE	10	COMB13	3089,95	-861,35	345976,5	4057,669	2091,506	-13,397
BASE	10	COMB14	2551,82	-1599,64	343872	7535,671	-119,924	-24,881
BASE	10	COMB15	3089,95	-861,35	345976,5	4057,669	2091,506	-13,397
BASE	10	COMB16	4883,73	1599,64	352991,3	-7535,67	9462,94	24,881
BASE	10	COMB17	4345,6	861,35	350886,8	-4057,67	7251,51	13,397
BASE	11	COMB2	-1578,32	-1694,06	683602,2	7902,779	-5309,58	-24,881
BASE	11	COMB3	689,1	912,18	683441,2	-4255,34	2656,996	13,397
BASE	11	COMB4	1369,32	1694,06	683392,9	-7902,78	5046,967	24,881
BASE	11	COMB5	-898,09	-912,18	683553,9	4255,343	-2919,6	-13,397
BASE	11	COMB6	-1578,32	-1694,06	683602,2	7902,779	-5309,58	-24,881
BASE	11	COMB7	-898,09	-912,18	683553,9	4255,343	-2919,6	-13,397
BASE	11	COMB8	1369,32	1694,06	683392,9	-7902,78	5046,967	24,881
BASE	11	COMB9	689,1	912,18	683441,2	-4255,34	2656,996	13,397
BASE	11	COMB10	-1545,14	-1694,06	470449,1	7902,779	-5267,89	-24,881
BASE	11	COMB11	722,27	912,18	470288,1	-4255,34	2698,681	13,397
BASE	11	COMB12	1402,5	1694,06	470239,8	-7902,78	5088,652	24,881
BASE	11	COMB13	-864,92	-912,18	470400,8	4255,343	-2877,92	-13,397
BASE	11	COMB14	-1545,14	-1694,06	470449,1	7902,779	-5267,89	-24,881
BASE	11	COMB15	-864,92	-912,18	470400,8	4255,343	-2877,92	-13,397
BASE	11	COMB16	1402,5	1694,06	470239,8	-7902,78	5088,652	24,881
BASE	11	COMB17	722,27	912,18	470288,1	-4255,34	2698,681	13,397

BASE	12	COMB2	-1369,32	-1771,79	683392,9	8250,523	-5046,97	-24,881
BASE	12	COMB3	898,09	954,04	683553,9	-4442,59	2919,604	13,397
BASE	12	COMB4	1578,32	1771,79	683602,2	-8250,52	5309,575	24,881
BASE	12	COMB5	-689,1	-954,04	683441,2	4442,59	-2657	-13,397
BASE	12	COMB6	-1369,32	-1771,79	683392,9	8250,523	-5046,97	-24,881
BASE	12	COMB7	-689,1	-954,04	683441,2	4442,59	-2657	-13,397
BASE	12	COMB8	1578,32	1771,79	683602,2	-8250,52	5309,575	24,881
BASE	12	COMB9	898,09	954,04	683553,9	-4442,59	2919,604	13,397
BASE	12	COMB10	-1402,5	-1771,79	470239,8	8250,523	-5088,65	-24,881
BASE	12	COMB11	864,92	954,04	470400,8	-4442,59	2877,919	13,397
BASE	12	COMB12	1545,14	1771,79	470449,1	-8250,52	5267,89	24,881
BASE	12	COMB13	-722,27	-954,04	470288,1	4442,59	-2698,68	-13,397
BASE	12	COMB14	-1402,5	-1771,79	470239,8	8250,523	-5088,65	-24,881
BASE	12	COMB15	-722,27	-954,04	470288,1	4442,59	-2698,68	-13,397
BASE	12	COMB16	1545,14	1771,79	470449,1	-8250,52	5267,89	24,881
BASE	12	COMB17	864,92	954,04	470400,8	-4442,59	2877,919	13,397

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Maksimum Tanah Lunak SNI 89

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB18	717,98	-7658,89	340640,2	26362,96	-9019,76	-76,557
BASE	1	COMB19	7624,51	371,7	332110,73	-17905,9	19502,36	76,557
BASE	1	COMB20	717,98	-7658,89	340640,2	26362,96	-9019,76	-76,557
BASE	1	COMB21	7624,51	371,7	332110,73	-17905,9	19502,36	76,557
BASE	1	COMB22	-544,37	-6526,82	266664,42	25049,16	-10605,9	-76,557
BASE	1	COMB23	6362,16	1503,77	258134,94	-19219,7	17916,18	76,557
BASE	1	COMB24	-544,37	-6526,82	266664,42	25049,16	-10605,9	-76,557
BASE	1	COMB25	6362,16	1503,77	258134,94	-19219,7	17916,18	76,557
BASE	2	COMB18	-4420,56	-9622,59	516144,81	29434,32	-15476,5	-76,557
BASE	2	COMB19	4305,01	-1118,75	478108,61	-16968,6	15331,3	76,557
BASE	2	COMB20	-4420,56	-9622,59	516144,81	29434,32	-15476,5	-76,557
BASE	2	COMB21	4305,01	-1118,75	478108,61	-16968,6	15331,3	76,557
BASE	2	COMB22	-4404,75	-7541,39	387765,95	27019,02	-15456,6	-76,557
BASE	2	COMB23	4320,81	962,45	349729,75	-19383,9	15351,16	76,557
BASE	2	COMB24	-4404,75	-7541,39	387765,95	27019,02	-15456,6	-76,557
BASE	2	COMB25	4320,81	962,45	349729,75	-19383,9	15351,16	76,557
BASE	3	COMB18	-7647,08	-8272,66	369377,38	29452,53	-19530,7	-76,557
BASE	3	COMB19	-695,41	985,46	303373,56	-20995,5	9048,114	76,557

BASE	3	COMB20	-7647,08	-8272,66	369377,38	29452,53	-19530,7	-76,557
BASE	3	COMB21	-695,41	985,46	303373,56	-20995,5	9048,114	76,557
BASE	3	COMB22	-6384,73	-7140,59	295401,59	28138,73	-17944,5	-76,557
BASE	3	COMB23	566,94	2117,53	229397,77	-22309,3	10634,3	76,557
BASE	3	COMB24	-6384,73	-7140,59	295401,59	28138,73	-17944,5	-76,557
BASE	3	COMB25	566,94	2117,53	229397,77	-22309,3	10634,3	76,557
BASE	4	COMB18	-4304,94	-9819,25	516312,57	30454,98	-15331,2	-76,557
BASE	4	COMB19	4420,49	-922,09	477940,85	-17989,3	15476,41	76,557
BASE	4	COMB20	-4304,94	-9819,25	516312,57	30454,98	-15331,2	-76,557
BASE	4	COMB21	4420,49	-922,09	477940,85	-17989,3	15476,41	76,557
BASE	4	COMB22	-4320,74	-7738,05	387933,71	28039,68	-15351,1	-76,557
BASE	4	COMB23	4404,68	1159,11	349561,99	-20404,6	15456,54	76,557
BASE	4	COMB24	-4320,74	-7738,05	387933,71	28039,68	-15351,1	-76,557
BASE	4	COMB25	4404,68	1159,11	349561,99	-20404,6	15456,54	76,557
BASE	5	COMB18	-9601,73	-5637,56	483428,97	26394,41	-22299,9	-76,557
BASE	5	COMB19	-2426,6	5637,56	455369,77	-26394,4	7185,873	76,557
BASE	5	COMB20	-9601,73	-5637,56	483428,97	26394,41	-22299,9	-76,557
BASE	5	COMB21	-2426,6	5637,56	455369,77	-26394,4	7185,873	76,557
BASE	5	COMB22	-7305,34	-5637,56	362461,23	26394,41	-19414,4	-76,557
BASE	5	COMB23	-130,21	5637,56	334402,03	-26394,4	10071,36	76,557
BASE	5	COMB24	-7305,34	-5637,56	362461,23	26394,41	-19414,4	-76,557
BASE	5	COMB25	-130,21	5637,56	334402,03	-26394,4	10071,36	76,557
BASE	6	COMB18	-7820,65	-965,96	330879,69	20972,86	-20374,9	-76,557
BASE	6	COMB19	-521,83	8253,16	341871,25	-29429,9	9892,329	76,557
BASE	6	COMB20	-7820,65	-965,96	330879,69	20972,86	-20374,9	-76,557
BASE	6	COMB21	-521,83	8253,16	341871,25	-29429,9	9892,329	76,557
BASE	6	COMB22	-6558,3	-2098,03	256903,9	22286,66	-18788,8	-76,557
BASE	6	COMB23	740,52	7121,09	267895,46	-28116,1	11478,51	76,557
BASE	6	COMB24	-6558,3	-2098,03	256903,9	22286,66	-18788,8	-76,557
BASE	6	COMB25	740,52	7121,09	267895,46	-28116,1	11478,51	76,557
BASE	7	COMB18	-4561,01	920,77	477339,13	17990,82	-16279,1	-76,557
BASE	7	COMB19	4676,56	9820,57	516914,29	-30456,5	16424,28	76,557
BASE	7	COMB20	-4561,01	920,77	477339,13	17990,82	-16279,1	-76,557
BASE	7	COMB21	4676,56	9820,57	516914,29	-30456,5	16424,28	76,557
BASE	7	COMB22	-4576,81	-1160,43	348960,27	20406,13	-16298,9	-76,557
BASE	7	COMB23	4660,75	7739,37	388535,43	-28041,2	16404,42	76,557
BASE	7	COMB24	-4576,81	-1160,43	348960,27	20406,13	-16298,9	-76,557
BASE	7	COMB25	4660,75	7739,37	388535,43	-28041,2	16404,42	76,557
BASE	8	COMB18	-4676,49	1120,06	478710,33	16967,11	-16424,2	-76,557

BASE	8	COMB19	4560,94	9621,28	515543,09	-29432,8	16279	76,557
BASE	8	COMB20	-4676,49	1120,06	478710,33	16967,11	-16424,2	-76,557
BASE	8	COMB21	4560,94	9621,28	515543,09	-29432,8	16279	76,557
BASE	8	COMB22	-4660,68	-961,14	350331,46	19382,41	-16404,3	-76,557
BASE	8	COMB23	4576,74	7540,08	387164,23	-27017,5	16298,86	76,557
BASE	8	COMB24	-4660,68	-961,14	350331,46	19382,41	-16404,3	-76,557
BASE	8	COMB25	4576,74	7540,08	387164,23	-27017,5	16298,86	76,557
BASE	9	COMB18	499,26	-391,2	304604,6	17928,56	-9920,69	-76,557
BASE	9	COMB19	7843,22	7678,4	368146,34	-26385,6	20403,29	76,557
BASE	9	COMB20	499,26	-391,2	304604,6	17928,56	-9920,69	-76,557
BASE	9	COMB21	7843,22	7678,4	368146,34	-26385,6	20403,29	76,557
BASE	9	COMB22	-763,09	-1523,27	230628,81	19242,37	-11506,9	-76,557
BASE	9	COMB23	6580,87	6546,33	294170,55	-25071,8	18817,11	76,557
BASE	9	COMB24	-763,09	-1523,27	230628,81	19242,37	-11506,9	-76,557
BASE	9	COMB25	6580,87	6546,33	294170,55	-25071,8	18817,11	76,557
BASE	10	COMB18	2426,6	-4921,98	455369,77	23186,68	-7185,87	-76,557
BASE	10	COMB19	9601,73	4921,98	483428,97	-23186,7	22299,86	76,557
BASE	10	COMB20	2426,6	-4921,98	455369,77	23186,68	-7185,87	-76,557
BASE	10	COMB21	9601,73	4921,98	483428,97	-23186,7	22299,86	76,557
BASE	10	COMB22	130,21	-4921,98	334402,03	23186,68	-10071,4	-76,557
BASE	10	COMB23	7305,34	4921,98	362461,23	-23186,7	19414,38	76,557
BASE	10	COMB24	130,21	-4921,98	334402,03	23186,68	-10071,4	-76,557
BASE	10	COMB25	7305,34	4921,98	362461,23	-23186,7	19414,38	76,557
BASE	11	COMB18	-4639,33	-5212,48	683819,51	24316,24	-16064,4	-76,557
BASE	11	COMB19	4430,34	5212,48	683175,52	-24316,2	15801,84	76,557
BASE	11	COMB20	-4639,33	-5212,48	683819,51	24316,24	-16064,4	-76,557
BASE	11	COMB21	4430,34	5212,48	683175,52	-24316,2	15801,84	76,557
BASE	11	COMB22	-4606,16	-5212,48	470666,42	24316,24	-16022,8	-76,557
BASE	11	COMB23	4463,51	5212,48	470022,43	-24316,2	15843,52	76,557
BASE	11	COMB24	-4606,16	-5212,48	470666,42	24316,24	-16022,8	-76,557
BASE	11	COMB25	4463,51	5212,48	470022,43	-24316,2	15843,52	76,557
BASE	12	COMB18	-4430,34	-5451,65	683175,52	25386,23	-15801,8	-76,557
BASE	12	COMB19	4639,33	5451,65	683819,51	-25386,2	16064,45	76,557
BASE	12	COMB20	-4430,34	-5451,65	683175,52	25386,23	-15801,8	-76,557
BASE	12	COMB21	4639,33	5451,65	683819,51	-25386,2	16064,45	76,557
BASE	12	COMB22	-4463,51	-5451,65	470022,43	25386,23	-15843,5	-76,557
BASE	12	COMB23	4606,16	5451,65	470666,42	-25386,2	16022,76	76,557
BASE	12	COMB24	-4463,51	-5451,65	470022,43	25386,23	-15843,5	-76,557
BASE	12	COMB25	4606,16	5451,65	470666,42	-25386,2	16022,76	76,557

Tabel 4.4.1 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gravitasi Tanah Keras SNI

89

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB1	4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	5241,303	0
BASE	2	COMB1	-57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	-72,597	0
BASE	3	COMB1	-4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	-5241,3	0
BASE	4	COMB1	57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	72,597	0
BASE	5	COMB1	-6014,16	0	469399,4	0	-7556,99	0
BASE	6	COMB1	-4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	-5241,3	0
BASE	7	COMB1	57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	72,597	0
BASE	8	COMB1	-57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	-72,597	0
BASE	9	COMB1	4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	5241,303	0
BASE	10	COMB1	6014,16	0	469399,4	0	7556,994	0
BASE	11	COMB1	-104,5	0	683497,5	0	-131,304	0
BASE	12	COMB1	104,5	0	683497,5	0	131,304	0

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Nominal Tanah Keras SNI 89

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB2	3477,22	-4387,9	336953,4	8330,399	2374,665	-12,819
BASE	1	COMB3	4544,95	-3242,82	336064,3	2019,814	6784,878	6,903
BASE	1	COMB4	4865,27	-2899,3	335797,5	126,638	8107,942	12,819
BASE	1	COMB5	3797,54	-4044,37	336686,7	6437,223	3697,729	-6,903
BASE	1	COMB6	3477,22	-4387,9	336953,4	8330,399	2374,665	-12,819
BASE	1	COMB7	3797,54	-4044,37	336686,7	6437,223	3697,729	-6,903
BASE	1	COMB8	4865,27	-2899,3	335797,5	126,638	8107,942	12,819
BASE	1	COMB9	4544,95	-3242,82	336064,3	2019,814	6784,878	6,903
BASE	1	COMB10	2214,87	-3255,83	262977,6	7016,594	788,48	-12,819
BASE	1	COMB11	3282,6	-2110,75	262088,5	706,009	5198,693	6,903
BASE	1	COMB12	3602,92	-1767,23	261821,7	-1187,17	6521,757	12,819
BASE	1	COMB13	2535,19	-2912,3	262710,9	5123,418	2111,544	-6,903
BASE	1	COMB14	2214,87	-3255,83	262977,6	7016,594	788,48	-12,819
BASE	1	COMB15	2535,19	-2912,3	262710,9	5123,418	2111,544	-6,903
BASE	1	COMB16	3602,92	-1767,23	261821,7	-1187,17	6521,757	12,819
BASE	1	COMB17	3282,6	-2110,75	262088,5	706,009	5198,693	6,903
BASE	2	COMB2	-934,5	-6155,4	500640,4	10514,34	-3168,8	-12,819
BASE	2	COMB3	414,31	-4948,12	495234,7	3927,422	1594,59	6,903
BASE	2	COMB4	818,95	-4585,94	493613	1951,349	3023,608	12,819
BASE	2	COMB5	-529,86	-5793,22	499018,7	8538,261	-1739,79	-6,903

BASE	2	COMB6	-934,5	-6155,4	500640,4	10514,34	-3168,8	-12,819
BASE	2	COMB7	-529,86	-5793,22	499018,7	8538,261	-1739,79	-6,903
BASE	2	COMB8	818,95	-4585,94	493613	1951,349	3023,608	12,819
BASE	2	COMB9	414,31	-4948,12	495234,7	3927,422	1594,59	6,903
BASE	2	COMB10	-918,69	-4074,2	372261,5	8099,033	-3148,94	-12,819
BASE	2	COMB11	430,11	-2866,93	366855,9	1512,121	1614,452	6,903
BASE	2	COMB12	834,75	-2504,74	365234,2	-463,952	3043,47	12,819
BASE	2	COMB13	-514,05	-3712,02	370639,8	6122,96	-1719,92	-6,903
BASE	2	COMB14	-918,69	-4074,2	372261,5	8099,033	-3148,94	-12,819
BASE	2	COMB15	-514,05	-3712,02	370639,8	6122,96	-1719,92	-6,903
BASE	2	COMB16	834,75	-2504,74	365234,2	-463,952	3043,47	12,819
BASE	2	COMB17	430,11	-2866,93	366855,9	1512,121	1614,452	6,903
BASE	3	COMB2	-4869,42	-4491,3	342660,8	8848,481	-8113,17	-12,819
BASE	3	COMB3	-3795,3	-3187,14	332991,1	1740,846	-3694,92	6,903
BASE	3	COMB4	-3473,06	-2795,89	330090,2	-391,444	-2369,44	12,819
BASE	3	COMB5	-4547,18	-4100,06	339759,9	6716,19	-6787,69	-6,903
BASE	3	COMB6	-4869,42	-4491,3	342660,8	8848,481	-8113,17	-12,819
BASE	3	COMB7	-4547,18	-4100,06	339759,9	6716,19	-6787,69	-6,903
BASE	3	COMB8	-3473,06	-2795,89	330090,2	-391,444	-2369,44	12,819
BASE	3	COMB9	-3795,3	-3187,14	332991,1	1740,846	-3694,92	6,903
BASE	3	COMB10	-3607,07	-3359,23	268685	7534,676	-6526,98	-12,819
BASE	3	COMB11	-2532,95	-2055,07	259015,3	427,041	-2108,73	6,903
BASE	3	COMB12	-2210,71	-1663,82	256114,4	-1705,25	-783,257	12,819
BASE	3	COMB13	-3284,83	-2967,99	265784,1	5402,385	-5201,51	-6,903
BASE	3	COMB14	-3607,07	-3359,23	268685	7534,676	-6526,98	-12,819
BASE	3	COMB15	-3284,83	-2967,99	265784,1	5402,385	-5201,51	-6,903
BASE	3	COMB16	-2210,71	-1663,82	256114,4	-1705,25	-783,257	12,819
BASE	3	COMB17	-2532,95	-2055,07	259015,3	427,041	-2108,73	6,903
BASE	4	COMB2	-818,93	-6188,29	500648,9	10685,19	-3023,59	-12,819
BASE	4	COMB3	529,85	-4930,42	495230,1	3835,422	1739,776	6,903
BASE	4	COMB4	934,49	-4553,06	493604,5	1780,491	3168,787	12,819
BASE	4	COMB5	-414,3	-5810,92	499023,3	8630,261	-1594,58	-6,903
BASE	4	COMB6	-818,93	-6188,29	500648,9	10685,19	-3023,59	-12,819
BASE	4	COMB7	-414,3	-5810,92	499023,3	8630,261	-1594,58	-6,903
BASE	4	COMB8	934,49	-4553,06	493604,5	1780,491	3168,787	12,819
BASE	4	COMB9	529,85	-4930,42	495230,1	3835,422	1739,776	6,903
BASE	4	COMB10	-834,74	-4107,09	372270	8269,891	-3043,45	-12,819
BASE	4	COMB11	514,04	-2849,22	366851,3	1420,121	1719,914	6,903
BASE	4	COMB12	918,68	-2471,86	365225,7	-634,81	3148,925	12,819

BASE	4	COMB13	-430,11	-3729,72	370644,4	6214,96	-1614,44	-6,903
BASE	4	COMB14	-834,74	-4107,09	372270	8269,891	-3043,45	-12,819
BASE	4	COMB15	-430,11	-3729,72	370644,4	6214,96	-1614,44	-6,903
BASE	4	COMB16	918,68	-2471,86	365225,7	-634,81	3148,925	12,819
BASE	4	COMB17	514,04	-2849,22	366851,3	1420,121	1719,914	6,903
BASE	5	COMB2	-6731,67	-1032,27	472205,3	4834,154	-10505,6	-12,819
BASE	5	COMB3	-5627,81	555,84	467888,5	-2603,01	-5969,3	6,903
BASE	5	COMB4	-5296,65	1032,27	466593,5	-4834,15	-4608,42	12,819
BASE	5	COMB5	-6400,51	-555,84	470910,3	2603,006	-9144,69	-6,903
BASE	5	COMB6	-6731,67	-1032,27	472205,3	4834,154	-10505,6	-12,819
BASE	5	COMB7	-6400,51	-555,84	470910,3	2603,006	-9144,69	-6,903
BASE	5	COMB8	-5296,65	1032,27	466593,5	-4834,15	-4608,42	12,819
BASE	5	COMB9	-5627,81	555,84	467888,5	-2603,01	-5969,3	6,903
BASE	5	COMB10	-4435,29	-1032,27	351237,6	4834,154	-7620,08	-12,819
BASE	5	COMB11	-3331,42	555,84	346920,8	-2603,01	-3083,81	6,903
BASE	5	COMB12	-3000,26	1032,27	345625,7	-4834,15	-1722,93	12,819
BASE	5	COMB13	-4104,13	-555,84	349942,5	2603,006	-6259,2	-6,903
BASE	5	COMB14	-4435,29	-1032,27	351237,6	4834,154	-7620,08	-12,819
BASE	5	COMB15	-4104,13	-555,84	349942,5	2603,006	-6259,2	-6,903
BASE	5	COMB16	-3000,26	1032,27	345625,7	-4834,15	-1722,93	12,819
BASE	5	COMB17	-3331,42	555,84	346920,8	-2603,01	-3083,81	6,903
BASE	6	COMB2	-4898,11	2799,8	335591,4	386,916	-8254,05	-12,819
BASE	6	COMB3	-3779,85	4097,96	336797,7	-6713,75	-3619,05	6,903
BASE	6	COMB4	-3444,37	4487,4	337159,6	-8843,95	-2228,55	12,819
BASE	6	COMB5	-4562,63	3189,24	335953,3	-1743,28	-6863,55	-6,903
BASE	6	COMB6	-4898,11	2799,8	335591,4	386,916	-8254,05	-12,819
BASE	6	COMB7	-4562,63	3189,24	335953,3	-1743,28	-6863,55	-6,903
BASE	6	COMB8	-3444,37	4487,4	337159,6	-8843,95	-2228,55	12,819
BASE	6	COMB9	-3779,85	4097,96	336797,7	-6713,75	-3619,05	6,903
BASE	6	COMB10	-3635,76	1667,73	261615,6	1700,721	-6667,87	-12,819
BASE	6	COMB11	-2517,5	2965,89	262821,9	-5399,95	-2032,87	6,903
BASE	6	COMB12	-2182,02	3355,33	263183,8	-7530,15	-642,368	12,819
BASE	6	COMB13	-3300,28	2057,17	261977,5	-429,479	-5277,37	-6,903
BASE	6	COMB14	-3635,76	1667,73	261615,6	1700,721	-6667,87	-12,819
BASE	6	COMB15	-3300,28	2057,17	261977,5	-429,479	-5277,37	-6,903
BASE	6	COMB16	-2182,02	3355,33	263183,8	-7530,15	-642,368	12,819
BASE	6	COMB17	-2517,5	2965,89	262821,9	-5399,95	-2032,87	6,903
BASE	7	COMB2	-861,81	4552,79	493484,2	-1780,19	-3182,31	-12,819
BASE	7	COMB3	552,94	5811,07	499088,1	-8630,43	1825,242	6,903

BASE	7	COMB4	977,37	6188,55	500769,3	-10685,5	3327,509	12,819
BASE	7	COMB5	-437,39	4930,27	495165,3	-3835,26	-1680,05	-6,903
BASE	7	COMB6	-861,81	4552,79	493484,2	-1780,19	-3182,31	-12,819
BASE	7	COMB7	-437,39	4930,27	495165,3	-3835,26	-1680,05	-6,903
BASE	7	COMB8	977,37	6188,55	500769,3	-10685,5	3327,509	12,819
BASE	7	COMB9	552,94	5811,07	499088,1	-8630,43	1825,242	6,903
BASE	7	COMB10	-877,62	2471,59	365105,3	635,116	-3202,18	-12,819
BASE	7	COMB11	537,13	3729,87	370709,2	-6215,13	1805,38	6,903
BASE	7	COMB12	961,56	4107,35	372390,4	-8270,2	3307,647	12,819
BASE	7	COMB13	-453,19	2849,07	366786,5	-1419,96	-1699,91	-6,903
BASE	7	COMB14	-877,62	2471,59	365105,3	635,116	-3202,18	-12,819
BASE	7	COMB15	-453,19	2849,07	366786,5	-1419,96	-1699,91	-6,903
BASE	7	COMB16	961,56	4107,35	372390,4	-8270,2	3307,647	12,819
BASE	7	COMB17	537,13	3729,87	370709,2	-6215,13	1805,38	6,903
BASE	8	COMB2	-977,35	4586,21	493733,4	-1951,65	-3327,49	-12,819
BASE	8	COMB3	437,38	5793,07	498953,9	-8538,1	1680,038	6,903
BASE	8	COMB4	861,8	6155,13	500520,1	-10514	3182,297	12,819
BASE	8	COMB5	-552,93	4948,27	495299,5	-3927,59	-1825,23	-6,903
BASE	8	COMB6	-977,35	4586,21	493733,4	-1951,65	-3327,49	-12,819
BASE	8	COMB7	-552,93	4948,27	495299,5	-3927,59	-1825,23	-6,903
BASE	8	COMB8	861,8	6155,13	500520,1	-10514	3182,297	12,819
BASE	8	COMB9	437,38	5793,07	498953,9	-8538,1	1680,038	6,903
BASE	8	COMB10	-961,55	2505,01	365354,5	463,647	-3307,63	-12,819
BASE	8	COMB11	453,19	3711,87	370575	-6122,8	1699,9	6,903
BASE	8	COMB12	877,61	4073,93	372141,2	-8098,73	3202,159	12,819
BASE	8	COMB13	-537,13	2867,07	366920,7	-1512,29	-1805,37	-6,903
BASE	8	COMB14	-961,55	2505,01	365354,5	463,647	-3307,63	-12,819
BASE	8	COMB15	-537,13	2867,07	366920,7	-1512,29	-1805,37	-6,903
BASE	8	COMB16	877,61	4073,93	372141,2	-8098,73	3202,159	12,819
BASE	8	COMB17	453,19	3711,87	370575	-6122,8	1699,9	6,903
BASE	9	COMB2	3440,22	2895,4	330296,3	-122,11	2223,33	-12,819
BASE	9	COMB3	4564,87	4046,47	339648,9	-6439,66	6866,366	6,903
BASE	9	COMB4	4902,27	4391,8	342454,7	-8334,93	8259,276	12,819
BASE	9	COMB5	3777,61	3240,72	333102,1	-2017,38	3616,241	-6,903
BASE	9	COMB6	3440,22	2895,4	330296,3	-122,11	2223,33	-12,819
BASE	9	COMB7	3777,61	3240,72	333102,1	-2017,38	3616,241	-6,903
BASE	9	COMB8	4902,27	4391,8	342454,7	-8334,93	8259,276	12,819
BASE	9	COMB9	4564,87	4046,47	339648,9	-6439,66	6866,366	6,903
BASE	9	COMB10	2177,87	1763,33	256320,5	1191,695	637,146	-12,819

BASE	9	COMB11	3302,52	2914,4	265673,1	-5125,86	5280,181	6,903
BASE	9	COMB12	3639,92	3259,73	268478,9	-7021,12	6673,092	12,819
BASE	9	COMB13	2515,26	2108,65	259126,3	-703,571	2030,056	-6,903
BASE	9	COMB14	2177,87	1763,33	256320,5	1191,695	637,146	-12,819
BASE	9	COMB15	2515,26	2108,65	259126,3	-703,571	2030,056	-6,903
BASE	9	COMB16	3639,92	3259,73	268478,9	-7021,12	6673,092	12,819
BASE	9	COMB17	3302,52	2914,4	265673,1	-5125,86	5280,181	6,903
BASE	10	COMB2	5296,65	-912,44	466593,5	4297,023	4608,42	-12,819
BASE	10	COMB3	6400,51	491,32	470910,3	-2313,78	9144,688	6,903
BASE	10	COMB4	6731,67	912,44	472205,3	-4297,02	10505,57	12,819
BASE	10	COMB5	5627,81	-491,32	467888,5	2313,782	5969,3	-6,903
BASE	10	COMB6	5296,65	-912,44	466593,5	4297,023	4608,42	-12,819
BASE	10	COMB7	5627,81	-491,32	467888,5	2313,782	5969,3	-6,903
BASE	10	COMB8	6731,67	912,44	472205,3	-4297,02	10505,57	12,819
BASE	10	COMB9	6400,51	491,32	470910,3	-2313,78	9144,688	6,903
BASE	10	COMB10	3000,26	-912,44	345625,7	4297,023	1722,933	-12,819
BASE	10	COMB11	4104,13	491,32	349942,5	-2313,78	6259,202	6,903
BASE	10	COMB12	4435,29	912,44	351237,6	-4297,02	7620,082	12,819
BASE	10	COMB13	3331,42	-491,32	346920,8	2313,782	3083,814	-6,903
BASE	10	COMB14	3000,26	-912,44	345625,7	4297,023	1722,933	-12,819
BASE	10	COMB15	3331,42	-491,32	346920,8	2313,782	3083,814	-6,903
BASE	10	COMB16	4435,29	912,44	351237,6	-4297,02	7620,082	12,819
BASE	10	COMB17	4104,13	491,32	349942,5	-2313,78	6259,202	6,903
BASE	11	COMB2	-1011,46	-961,96	683561,9	4487,182	-3317,93	-12,819
BASE	11	COMB3	383,87	517,98	683462,8	-2416,18	1584,573	6,903
BASE	11	COMB4	802,47	961,96	683433,1	-4487,18	3055,325	12,819
BASE	11	COMB5	-592,86	-517,98	683532,2	2416,175	-1847,18	-6,903
BASE	11	COMB6	-1011,46	-961,96	683561,9	4487,182	-3317,93	-12,819
BASE	11	COMB7	-592,86	-517,98	683532,2	2416,175	-1847,18	-6,903
BASE	11	COMB8	802,47	961,96	683433,1	-4487,18	3055,325	12,819
BASE	11	COMB9	383,87	517,98	683462,8	-2416,18	1584,573	6,903
BASE	11	COMB10	-978,29	-961,96	470408,8	4487,182	-3276,25	-12,819
BASE	11	COMB11	417,04	517,98	470309,8	-2416,18	1626,258	6,903
BASE	11	COMB12	835,64	961,96	470280	-4487,18	3097,01	12,819
BASE	11	COMB13	-559,69	-517,98	470379,1	2416,175	-1805,5	-6,903
BASE	11	COMB14	-978,29	-961,96	470408,8	4487,182	-3276,25	-12,819
BASE	11	COMB15	-559,69	-517,98	470379,1	2416,175	-1805,5	-6,903
BASE	11	COMB16	835,64	961,96	470280	-4487,18	3097,01	12,819
BASE	11	COMB17	417,04	517,98	470309,8	-2416,18	1626,258	6,903

BASE	12	COMB2	-802,47	-1002,01	683433,1	4666,349	-3055,33	-12,819
BASE	12	COMB3	592,86	539,54	683532,2	-2512,65	1847,181	6,903
BASE	12	COMB4	1011,46	1002,01	683561,9	-4666,35	3317,933	12,819
BASE	12	COMB5	-383,87	-539,54	683462,8	2512,65	-1584,57	-6,903
BASE	12	COMB6	-802,47	-1002,01	683433,1	4666,349	-3055,33	-12,819
BASE	12	COMB7	-383,87	-539,54	683462,8	2512,65	-1584,57	-6,903
BASE	12	COMB8	1011,46	1002,01	683561,9	-4666,35	3317,933	12,819
BASE	12	COMB9	592,86	539,54	683532,2	-2512,65	1847,181	6,903
BASE	12	COMB10	-835,64	-1002,01	470280	4666,349	-3097,01	-12,819
BASE	12	COMB11	559,69	539,54	470379,1	-2512,65	1805,496	6,903
BASE	12	COMB12	978,29	1002,01	470408,8	-4666,35	3276,248	12,819
BASE	12	COMB13	-417,04	-539,54	470309,8	2512,65	-1626,26	-6,903
BASE	12	COMB14	-835,64	-1002,01	470280	4666,349	-3097,01	-12,819
BASE	12	COMB15	-417,04	-539,54	470309,8	2512,65	-1626,26	-6,903
BASE	12	COMB16	978,29	1002,01	470408,8	-4666,35	3276,248	12,819
BASE	12	COMB17	559,69	539,54	470379,1	-2512,65	1805,496	6,903

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Maksimum Tanah Keras SNI 89

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB18	2035,78	-5933,74	338153,78	16849,69	-3579,12	-39,444
BASE	1	COMB19	6306,7	-1353,46	334597,15	-8392,65	14061,73	39,444
BASE	1	COMB20	2035,78	-5933,74	338153,78	16849,69	-3579,12	-39,444
BASE	1	COMB21	6306,7	-1353,46	334597,15	-8392,65	14061,73	39,444
BASE	1	COMB22	773,43	-4801,67	264178	15535,88	-5165,31	-39,444
BASE	1	COMB23	5044,35	-221,39	260621,36	-9706,46	12475,55	39,444
BASE	1	COMB24	773,43	-4801,67	264178	15535,88	-5165,31	-39,444
BASE	1	COMB25	5044,35	-221,39	260621,36	-9706,46	12475,55	39,444
BASE	2	COMB18	-2755,38	-7785,22	507938,07	19406,67	-9599,38	-39,444
BASE	2	COMB19	2639,83	-2956,12	486315,34	-6940,98	9454,189	39,444
BASE	2	COMB20	-2755,38	-7785,22	507938,07	19406,67	-9599,38	-39,444
BASE	2	COMB21	2639,83	-2956,12	486315,34	-6940,98	9454,189	39,444
BASE	2	COMB22	-2739,58	-5704,02	379559,21	16991,37	-9579,52	-39,444
BASE	2	COMB23	2655,64	-874,93	357936,48	-9356,28	9474,051	39,444
BASE	2	COMB24	-2739,58	-5704,02	379559,21	16991,37	-9579,52	-39,444
BASE	2	COMB25	2655,64	-874,93	357936,48	-9356,28	9474,051	39,444
BASE	3	COMB18	-6319,49	-6251,92	355714,91	18443,79	-14077,8	-39,444
BASE	3	COMB19	-2022,99	-1035,27	317036,03	-9986,75	3595,194	39,444

BASE	3	COMB20	-6319,49	-6251,92	355714,91	18443,79	-14077,8	-39,444
BASE	3	COMB21	-2022,99	-1035,27	317036,03	-9986,75	3595,194	39,444
BASE	3	COMB22	-5057,14	-5119,85	281739,12	17129,98	-12491,6	-39,444
BASE	3	COMB23	-760,64	96,8	243060,24	-11300,6	5181,378	39,444
BASE	3	COMB24	-5057,14	-5119,85	281739,12	17129,98	-12491,6	-39,444
BASE	3	COMB25	-760,64	96,8	243060,24	-11300,6	5181,378	39,444
BASE	4	COMB18	-2639,79	-7886,41	507964,24	19932,38	-9454,14	-39,444
BASE	4	COMB19	2755,34	-2854,93	486289,18	-7466,7	9599,333	39,444
BASE	4	COMB20	-2639,79	-7886,41	507964,24	19932,38	-9454,14	-39,444
BASE	4	COMB21	2755,34	-2854,93	486289,18	-7466,7	9599,333	39,444
BASE	4	COMB22	-2655,6	-5805,21	379585,38	17517,08	-9474	-39,444
BASE	4	COMB23	2739,54	-773,73	357910,31	-9882	9579,472	39,444
BASE	4	COMB24	-2655,6	-5805,21	379585,38	17517,08	-9474	-39,444
BASE	4	COMB25	2739,54	-773,73	357910,31	-9882	9579,472	39,444
BASE	5	COMB18	-8221,9	-3176,21	478032,97	14874,32	-16629,5	-39,444
BASE	5	COMB19	-3806,43	3176,21	460765,77	-14874,3	1515,543	39,444
BASE	5	COMB20	-8221,9	-3176,21	478032,97	14874,32	-16629,5	-39,444
BASE	5	COMB21	-3806,43	3176,21	460765,77	-14874,3	1515,543	39,444
BASE	5	COMB22	-5925,51	-3176,21	357065,23	14874,32	-13744	-39,444
BASE	5	COMB23	-1510,04	3176,21	339798,03	-14874,3	4401,029	39,444
BASE	5	COMB24	-5925,51	-3176,21	357065,23	14874,32	-13744	-39,444
BASE	5	COMB25	-1510,04	3176,21	339798,03	-14874,3	4401,029	39,444
BASE	6	COMB18	-6407,76	1047,28	333962,89	9972,819	-14511,3	-39,444
BASE	6	COMB19	-1934,72	6239,92	338788,05	-18429,9	4028,697	39,444
BASE	6	COMB20	-6407,76	1047,28	333962,89	9972,819	-14511,3	-39,444
BASE	6	COMB21	-1934,72	6239,92	338788,05	-18429,9	4028,697	39,444
BASE	6	COMB22	-5145,41	-84,79	259987,1	11286,62	-12925,1	-39,444
BASE	6	COMB23	-672,37	5107,85	264812,26	-17116,1	5614,882	39,444
BASE	6	COMB24	-5145,41	-84,79	259987,1	11286,62	-12925,1	-39,444
BASE	6	COMB25	-672,37	5107,85	264812,26	-17116,1	5614,882	39,444
BASE	7	COMB18	-2771,73	2854,12	485918,89	7467,639	-9942,51	-39,444
BASE	7	COMB19	2887,28	7887,22	508334,53	-19933,3	10087,71	39,444
BASE	7	COMB20	-2771,73	2854,12	485918,89	7467,639	-9942,51	-39,444
BASE	7	COMB21	2887,28	7887,22	508334,53	-19933,3	10087,71	39,444
BASE	7	COMB22	-2787,54	772,92	357540,03	9882,941	-9962,38	-39,444
BASE	7	COMB23	2871,48	5806,02	379955,67	-17518	10067,85	39,444
BASE	7	COMB24	-2787,54	772,92	357540,03	9882,941	-9962,38	-39,444
BASE	7	COMB25	2871,48	5806,02	379955,67	-17518	10067,85	39,444
BASE	8	COMB18	-2887,24	2956,94	486685,63	6940,042	-10087,7	-39,444

BASE	8	COMB19	2771,69	7784,4	507567,79	-19405,7	9942,463	39,444
BASE	8	COMB20	-2887,24	2956,94	486685,63	6940,042	-10087,7	-39,444
BASE	8	COMB21	2771,69	7784,4	507567,79	-19405,7	9942,463	39,444
BASE	8	COMB22	-2871,44	875,74	358306,77	9355,343	-10067,8	-39,444
BASE	8	COMB23	2787,5	5703,21	379188,92	-16990,4	9962,325	39,444
BASE	8	COMB24	-2871,44	875,74	358306,77	9355,343	-10067,8	-39,444
BASE	8	COMB25	2787,5	5703,21	379188,92	-16990,4	9962,325	39,444
BASE	9	COMB18	1921,93	1341,45	317670,3	8406,584	-4044,77	-39,444
BASE	9	COMB19	6420,55	5945,74	355080,64	-16863,6	14527,37	39,444
BASE	9	COMB20	1921,93	1341,45	317670,3	8406,584	-4044,77	-39,444
BASE	9	COMB21	6420,55	5945,74	355080,64	-16863,6	14527,37	39,444
BASE	9	COMB22	659,58	209,38	243694,51	9720,389	-5630,95	-39,444
BASE	9	COMB23	5158,2	4813,67	281104,85	-15549,8	12941,19	39,444
BASE	9	COMB24	659,58	209,38	243694,51	9720,389	-5630,95	-39,444
BASE	9	COMB25	5158,2	4813,67	281104,85	-15549,8	12941,19	39,444
BASE	10	COMB18	3806,43	-2807,52	460765,77	13221,61	-1515,54	-39,444
BASE	10	COMB19	8221,9	2807,52	478032,97	-13221,6	16629,53	39,444
BASE	10	COMB20	3806,43	-2807,52	460765,77	13221,61	-1515,54	-39,444
BASE	10	COMB21	8221,9	2807,52	478032,97	-13221,6	16629,53	39,444
BASE	10	COMB22	1510,04	-2807,52	339798,03	13221,61	-4401,03	-39,444
BASE	10	COMB23	5925,51	2807,52	357065,23	-13221,6	13744,05	39,444
BASE	10	COMB24	1510,04	-2807,52	339798,03	13221,61	-4401,03	-39,444
BASE	10	COMB25	5925,51	2807,52	357065,23	-13221,6	13744,05	39,444
BASE	11	COMB18	-2895,16	-2959,89	683695,67	13806,72	-9936,32	-39,444
BASE	11	COMB19	2686,17	2959,89	683299,36	-13806,7	9673,709	39,444
BASE	11	COMB20	-2895,16	-2959,89	683695,67	13806,72	-9936,32	-39,444
BASE	11	COMB21	2686,17	2959,89	683299,36	-13806,7	9673,709	39,444
BASE	11	COMB22	-2861,99	-2959,89	470542,58	13806,72	-9894,63	-39,444
BASE	11	COMB23	2719,35	2959,89	470146,28	-13806,7	9715,394	39,444
BASE	11	COMB24	-2861,99	-2959,89	470542,58	13806,72	-9894,63	-39,444
BASE	11	COMB25	2719,35	2959,89	470146,28	-13806,7	9715,394	39,444
BASE	12	COMB18	-2686,17	-3083,11	683299,36	14358	-9673,71	-39,444
BASE	12	COMB19	2895,16	3083,11	683695,67	-14358	9936,317	39,444
BASE	12	COMB20	-2686,17	-3083,11	683299,36	14358	-9673,71	-39,444
BASE	12	COMB21	2895,16	3083,11	683695,67	-14358	9936,317	39,444
BASE	12	COMB22	-2719,35	-3083,11	470146,28	14358	-9715,39	-39,444
BASE	12	COMB23	2861,99	3083,11	470542,58	-14358	9894,632	39,444
BASE	12	COMB24	-2719,35	-3083,11	470146,28	14358	-9715,39	-39,444
BASE	12	COMB25	2861,99	3083,11	470542,58	-14358	9894,632	39,444

Tabel 4.4.1 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gravitasi Tanah Lunak SNI 02

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB1	4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	5241,303	0
BASE	2	COMB1	-57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	-72,597	0
BASE	3	COMB1	-4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	-5241,3	0
BASE	4	COMB1	57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	72,597	0
BASE	5	COMB1	-6014,16	0	469399,4	0	-7556,99	0
BASE	6	COMB1	-4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	-5241,3	0
BASE	7	COMB1	57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	72,597	0
BASE	8	COMB1	-57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	-72,597	0
BASE	9	COMB1	4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	5241,303	0
BASE	10	COMB1	6014,16	0	469399,4	0	7556,994	0
BASE	11	COMB1	-104,5	0	683497,5	0	-131,304	0
BASE	12	COMB1	104,5	0	683497,5	0	131,304	0

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Nominal Tanah Lunak SNI 02

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB2	2198,45	-5798,51	338193	16105,18	-2906,9	-38,046
BASE	1	COMB3	5233,51	-2483,26	335396,8	-2166,6	9628,794	20,486
BASE	1	COMB4	6144,03	-1488,68	334557,9	-7648,14	13389,5	38,046
BASE	1	COMB5	3108,97	-4803,94	337354,2	10623,64	853,812	-20,486
BASE	1	COMB6	2198,45	-5798,51	338193	16105,18	-2906,9	-38,046
BASE	1	COMB7	3108,97	-4803,94	337354,2	10623,64	853,812	-20,486
BASE	1	COMB8	6144,03	-1488,68	334557,9	-7648,14	13389,5	38,046
BASE	1	COMB9	5233,51	-2483,26	335396,8	-2166,6	9628,794	20,486
BASE	1	COMB10	936,1	-4666,44	264217,2	14791,37	-4493,08	-38,046
BASE	1	COMB11	3971,16	-1351,19	261421	-3480,41	8042,61	20,486
BASE	1	COMB12	4881,68	-356,61	260582,1	-8961,94	11803,32	38,046
BASE	1	COMB13	1846,62	-3671,87	263378,4	9309,836	-732,372	-20,486
BASE	1	COMB14	936,1	-4666,44	264217,2	14791,37	-4493,08	-38,046
BASE	1	COMB15	1846,62	-3671,87	263378,4	9309,836	-732,372	-20,486
BASE	1	COMB16	4881,68	-356,61	260582,1	-8961,94	11803,32	38,046
BASE	1	COMB17	3971,16	-1351,19	261421	-3480,41	8042,61	20,486
BASE	2	COMB2	-2549,95	-7644,97	507307,6	18641,86	-8873,42	-38,046
BASE	2	COMB3	1284,16	-4146,05	491644,7	-448,935	4666,307	20,486
BASE	2	COMB4	2434,4	-3096,37	486945,9	-6176,17	8728,225	38,046
BASE	2	COMB5	-1399,71	-6595,29	502608,7	12914,62	-4811,5	-20,486

BASE	2	COMB6	-2549,95	-7644,97	507307,6	18641,86	-8873,42	-38,046
BASE	2	COMB7	-1399,71	-6595,29	502608,7	12914,62	-4811,5	-20,486
BASE	2	COMB8	2434,4	-3096,37	486945,9	-6176,17	8728,225	38,046
BASE	2	COMB9	1284,16	-4146,05	491644,7	-448,935	4666,307	20,486
BASE	2	COMB10	-2534,14	-5563,77	378928,7	16226,55	-8853,56	-38,046
BASE	2	COMB11	1299,97	-2064,85	363265,9	-2864,24	4686,169	20,486
BASE	2	COMB12	2450,2	-1015,17	358567	-8591,47	8748,087	38,046
BASE	2	COMB13	-1383,91	-4514,09	374229,9	10499,32	-4791,64	-20,486
BASE	2	COMB14	-2534,14	-5563,77	378928,7	16226,55	-8853,56	-38,046
BASE	2	COMB15	-1383,91	-4514,09	374229,9	10499,32	-4791,64	-20,486
BASE	2	COMB16	2450,2	-1015,17	358567	-8591,47	8748,087	38,046
BASE	2	COMB17	1299,97	-2064,85	363265,9	-2864,24	4686,169	20,486
BASE	3	COMB2	-6156,08	-6104,94	354459	17642,21	-13404,6	-38,046
BASE	3	COMB3	-3102,48	-2318,26	326638,2	-2994,24	-845,658	20,486
BASE	3	COMB4	-2186,4	-1182,26	318291,9	-9185,17	2922,039	38,046
BASE	3	COMB5	-5240	-4968,94	346112,8	11451,27	-9636,95	-20,486
BASE	3	COMB6	-6156,08	-6104,94	354459	17642,21	-13404,6	-38,046
BASE	3	COMB7	-5240	-4968,94	346112,8	11451,27	-9636,95	-20,486
BASE	3	COMB8	-2186,4	-1182,26	318291,9	-9185,17	2922,039	38,046
BASE	3	COMB9	-3102,48	-2318,26	326638,2	-2994,24	-845,658	20,486
BASE	3	COMB10	-4893,73	-4972,87	280483,2	16328,4	-11818,5	-38,046
BASE	3	COMB11	-1840,13	-1186,19	252662,4	-4308,04	740,527	20,486
BASE	3	COMB12	-924,05	-50,19	244316,1	-10499	4508,223	38,046
BASE	3	COMB13	-3977,65	-3836,87	272137	10137,47	-8050,76	-20,486
BASE	3	COMB14	-4893,73	-4972,87	280483,2	16328,4	-11818,5	-38,046
BASE	3	COMB15	-3977,65	-3836,87	272137	10137,47	-8050,76	-20,486
BASE	3	COMB16	-924,05	-50,19	244316,1	-10499	4508,223	38,046
BASE	3	COMB17	-1840,13	-1186,19	252662,4	-4308,04	740,527	20,486
BASE	4	COMB2	-2434,36	-7742,61	507347,5	19148,97	-8728,18	-38,046
BASE	4	COMB3	1399,69	-4093,47	491623,2	-721,997	4811,476	20,486
BASE	4	COMB4	2549,91	-2998,73	486905,9	-6683,29	8873,372	38,046
BASE	4	COMB5	-1284,14	-6647,87	502630,2	13187,68	-4666,28	-20,486
BASE	4	COMB6	-2434,36	-7742,61	507347,5	19148,97	-8728,18	-38,046
BASE	4	COMB7	-1284,14	-6647,87	502630,2	13187,68	-4666,28	-20,486
BASE	4	COMB8	2549,91	-2998,73	486905,9	-6683,29	8873,372	38,046
BASE	4	COMB9	1399,69	-4093,47	491623,2	-721,997	4811,476	20,486
BASE	4	COMB10	-2450,16	-5661,41	378968,7	16733,67	-8748,04	-38,046
BASE	4	COMB11	1383,89	-2012,27	363244,3	-3137,3	4791,614	20,486
BASE	4	COMB12	2534,1	-917,53	358527	-9098,59	8853,51	38,046

BASE	4	COMB13	-1299,95	-4566,67	374251,4	10772,38	-4686,14	-20,486
BASE	4	COMB14	-2450,16	-5661,41	378968,7	16733,67	-8748,04	-38,046
BASE	4	COMB15	-1299,95	-4566,67	374251,4	10772,38	-4686,14	-20,486
BASE	4	COMB16	2534,1	-917,53	358527	-9098,59	8853,51	38,046
BASE	4	COMB17	1383,89	-2012,27	363244,3	-3137,3	4791,614	20,486
BASE	5	COMB2	-8055,91	-2997,31	477383,9	14035,7	-15947,4	-38,046
BASE	5	COMB3	-4914,76	1613,94	465100	-7557,68	-3039,07	20,486
BASE	5	COMB4	-3972,41	2997,31	461414,9	-14035,7	833,431	38,046
BASE	5	COMB5	-7113,56	-1613,94	473698,7	7557,683	-12074,9	-20,486
BASE	5	COMB6	-8055,91	-2997,31	477383,9	14035,7	-15947,4	-38,046
BASE	5	COMB7	-7113,56	-1613,94	473698,7	7557,683	-12074,9	-20,486
BASE	5	COMB8	-3972,41	2997,31	461414,9	-14035,7	833,431	38,046
BASE	5	COMB9	-4914,76	1613,94	465100	-7557,68	-3039,07	20,486
BASE	5	COMB10	-5759,52	-2997,31	356416,1	14035,7	-13061,9	-38,046
BASE	5	COMB11	-2618,37	1613,94	344132,3	-7557,68	-153,586	20,486
BASE	5	COMB12	-1676,03	2997,31	340447,1	-14035,7	3718,918	38,046
BASE	5	COMB13	-4817,18	-1613,94	352731	7557,683	-9189,43	-20,486
BASE	5	COMB14	-5759,52	-2997,31	356416,1	14035,7	-13061,9	-38,046
BASE	5	COMB15	-4817,18	-1613,94	352731	7557,683	-9189,43	-20,486
BASE	5	COMB16	-1676,03	2997,31	340447,1	-14035,7	3718,918	38,046
BASE	5	COMB17	-2618,37	1613,94	344132,3	-7557,68	-153,586	20,486
BASE	6	COMB2	-6241,5	1193,36	333946,1	9172,286	-13823,1	-38,046
BASE	6	COMB3	-3056,48	4962,96	337683,6	-11444,3	-620,316	20,486
BASE	6	COMB4	-2100,98	6093,84	338804,8	-17629,3	3340,53	38,046
BASE	6	COMB5	-5286	2324,24	335067,4	2987,299	-9862,29	-20,486
BASE	6	COMB6	-6241,5	1193,36	333946,1	9172,286	-13823,1	-38,046
BASE	6	COMB7	-5286	2324,24	335067,4	2987,299	-9862,29	-20,486
BASE	6	COMB8	-2100,98	6093,84	338804,8	-17629,3	3340,53	38,046
BASE	6	COMB9	-3056,48	4962,96	337683,6	-11444,3	-620,316	20,486
BASE	6	COMB10	-4979,15	61,29	259970,3	10486,09	-12237	-38,046
BASE	6	COMB11	-1794,13	3830,89	263707,8	-10130,5	965,869	20,486
BASE	6	COMB12	-838,63	4961,77	264829	-16315,5	4926,715	38,046
BASE	6	COMB13	-4023,65	1192,17	261091,6	4301,104	-8276,11	-20,486
BASE	6	COMB14	-4979,15	61,29	259970,3	10486,09	-12237	-38,046
BASE	6	COMB15	-4023,65	1192,17	261091,6	4301,104	-8276,11	-20,486
BASE	6	COMB16	-838,63	4961,77	264829	-16315,5	4926,715	38,046
BASE	6	COMB17	-1794,13	3830,89	263707,8	-10130,5	965,869	20,486
BASE	7	COMB2	-2561,62	2997,98	486563,5	6684,157	-9199,24	-38,046
BASE	7	COMB3	1468,22	6648,27	502814,6	-13188,1	5065,124	20,486

BASE	7	COMB4	2677,17	7743,36	507690	-19149,8	9344,432	38,046
BASE	7	COMB5	-1352,67	4093,07	491438,8	722,466	-4919,93	-20,486
BASE	7	COMB6	-2561,62	2997,98	486563,5	6684,157	-9199,24	-38,046
BASE	7	COMB7	-1352,67	4093,07	491438,8	722,466	-4919,93	-20,486
BASE	7	COMB8	2677,17	7743,36	507690	-19149,8	9344,432	38,046
BASE	7	COMB9	1468,22	6648,27	502814,6	-13188,1	5065,124	20,486
BASE	7	COMB10	-2577,42	916,78	358184,6	9099,459	-9219,1	-38,046
BASE	7	COMB11	1452,41	4567,07	374435,8	-10772,8	5045,262	20,486
BASE	7	COMB12	2661,36	5662,16	379311,1	-16734,5	9324,571	38,046
BASE	7	COMB13	-1368,47	2011,87	363059,9	3137,767	-4939,79	-20,486
BASE	7	COMB14	-2577,42	916,78	358184,6	9099,459	-9219,1	-38,046
BASE	7	COMB15	-1368,47	2011,87	363059,9	3137,767	-4939,79	-20,486
BASE	7	COMB16	2661,36	5662,16	379311,1	-16734,5	9324,571	38,046
BASE	7	COMB17	1452,41	4567,07	374435,8	-10772,8	5045,262	20,486
BASE	8	COMB2	-2677,13	3097,12	487288,3	6175,302	-9344,39	-38,046
BASE	8	COMB3	1352,65	6594,89	502424,3	-12914,2	4919,903	20,486
BASE	8	COMB4	2561,58	7644,22	506965,1	-18641	9199,19	38,046
BASE	8	COMB5	-1468,2	4146,45	491829,1	448,466	-5065,1	-20,486
BASE	8	COMB6	-2677,13	3097,12	487288,3	6175,302	-9344,39	-38,046
BASE	8	COMB7	-1468,2	4146,45	491829,1	448,466	-5065,1	-20,486
BASE	8	COMB8	2561,58	7644,22	506965,1	-18641	9199,19	38,046
BASE	8	COMB9	1352,65	6594,89	502424,3	-12914,2	4919,903	20,486
BASE	8	COMB10	-2661,32	1015,92	358909,4	8590,603	-9324,52	-38,046
BASE	8	COMB11	1368,45	4513,69	374045,5	-10498,8	4939,765	20,486
BASE	8	COMB12	2577,39	5563,02	378586,3	-16225,7	9219,052	38,046
BASE	8	COMB13	-1452,39	2065,25	363450,2	2863,767	-5045,24	-20,486
BASE	8	COMB14	-2661,32	1015,92	358909,4	8590,603	-9324,52	-38,046
BASE	8	COMB15	-1452,39	2065,25	363450,2	2863,767	-5045,24	-20,486
BASE	8	COMB16	2577,39	5563,02	378586,3	-16225,7	9219,052	38,046
BASE	8	COMB17	1368,45	4513,69	374045,5	-10498,8	4939,765	20,486
BASE	9	COMB2	2088,93	1477,58	318903,7	7661,022	-3355,67	-38,046
BASE	9	COMB3	5292,49	4809,92	345783,4	-10630,6	9870,445	20,486
BASE	9	COMB4	6253,56	5809,62	353847,3	-16118,1	13838,28	38,046
BASE	9	COMB5	3049,99	2477,28	326967,6	2173,542	612,161	-20,486
BASE	9	COMB6	2088,93	1477,58	318903,7	7661,022	-3355,67	-38,046
BASE	9	COMB7	3049,99	2477,28	326967,6	2173,542	612,161	-20,486
BASE	9	COMB8	6253,56	5809,62	353847,3	-16118,1	13838,28	38,046
BASE	9	COMB9	5292,49	4809,92	345783,4	-10630,6	9870,445	20,486
BASE	9	COMB10	826,58	345,51	244927,9	8974,827	-4941,86	-38,046

BASE	9	COMB11	4030,14	3677,85	271807,6	-9316,77	8284,261	20,486
BASE	9	COMB12	4991,21	4677,55	279871,5	-14804,3	12252,1	38,046
BASE	9	COMB13	1787,64	1345,21	252991,8	3487,347	-974,023	-20,486
BASE	9	COMB14	826,58	345,51	244927,9	8974,827	-4941,86	-38,046
BASE	9	COMB15	1787,64	1345,21	252991,8	3487,347	-974,023	-20,486
BASE	9	COMB16	4991,21	4677,55	279871,5	-14804,3	12252,1	38,046
BASE	9	COMB17	4030,14	3677,85	271807,6	-9316,77	8284,261	20,486
BASE	10	COMB2	3972,41	-2641,69	461414,9	12441,58	-833,431	-38,046
BASE	10	COMB3	7113,56	1422,45	473698,7	-6699,31	12074,92	20,486
BASE	10	COMB4	8055,91	2641,69	477383,9	-12441,6	15947,42	38,046
BASE	10	COMB5	4914,76	-1422,45	465100	6699,311	3039,073	-20,486
BASE	10	COMB6	3972,41	-2641,69	461414,9	12441,58	-833,431	-38,046
BASE	10	COMB7	4914,76	-1422,45	465100	6699,311	3039,073	-20,486
BASE	10	COMB8	8055,91	2641,69	477383,9	-12441,6	15947,42	38,046
BASE	10	COMB9	7113,56	1422,45	473698,7	-6699,31	12074,92	20,486
BASE	10	COMB10	1676,03	-2641,69	340447,1	12441,58	-3718,92	-38,046
BASE	10	COMB11	4817,18	1422,45	352731	-6699,31	9189,429	20,486
BASE	10	COMB12	5759,52	2641,69	356416,1	-12441,6	13061,93	38,046
BASE	10	COMB13	2618,37	-1422,45	344132,3	6699,311	153,586	-20,486
BASE	10	COMB14	1676,03	-2641,69	340447,1	12441,58	-3718,92	-38,046
BASE	10	COMB15	2618,37	-1422,45	344132,3	6699,311	153,586	-20,486
BASE	10	COMB16	5759,52	2641,69	356416,1	-12441,6	13061,93	38,046
BASE	10	COMB17	4817,18	1422,45	352731	-6699,31	9189,429	20,486
BASE	11	COMB2	-2685,35	-2788	683680,8	13005,18	-9199,14	-38,046
BASE	11	COMB3	1285,19	1501,23	683398,8	-7002,79	4751,374	20,486
BASE	11	COMB4	2476,36	2788	683314,3	-13005,2	8936,527	38,046
BASE	11	COMB5	-1494,19	-1501,23	683596,2	7002,787	-5013,98	-20,486
BASE	11	COMB6	-2685,35	-2788	683680,8	13005,18	-9199,14	-38,046
BASE	11	COMB7	-1494,19	-1501,23	683596,2	7002,787	-5013,98	-20,486
BASE	11	COMB8	2476,36	2788	683314,3	-13005,2	8936,527	38,046
BASE	11	COMB9	1285,19	1501,23	683398,8	-7002,79	4751,374	20,486
BASE	11	COMB10	-2652,18	-2788	470527,7	13005,18	-9157,45	-38,046
BASE	11	COMB11	1318,37	1501,23	470245,8	-7002,79	4793,059	20,486
BASE	11	COMB12	2509,53	2788	470161,2	-13005,2	8978,212	38,046
BASE	11	COMB13	-1461,01	-1501,23	470443,1	7002,787	-4972,3	-20,486
BASE	11	COMB14	-2652,18	-2788	470527,7	13005,18	-9157,45	-38,046
BASE	11	COMB15	-1461,01	-1501,23	470443,1	7002,787	-4972,3	-20,486
BASE	11	COMB16	2509,53	2788	470161,2	-13005,2	8978,212	38,046
BASE	11	COMB17	1318,37	1501,23	470245,8	-7002,79	4793,059	20,486

BASE	12	COMB2	-2476,36	-2906,86	683314,3	13536,92	-8936,53	-38,046
BASE	12	COMB3	1494,19	1565,23	683596,2	-7289,11	5013,982	20,486
BASE	12	COMB4	2685,35	2906,86	683680,8	-13536,9	9199,135	38,046
BASE	12	COMB5	-1285,19	-1565,23	683398,8	7289,109	-4751,37	-20,486
BASE	12	COMB6	-2476,36	-2906,86	683314,3	13536,92	-8936,53	-38,046
BASE	12	COMB7	-1285,19	-1565,23	683398,8	7289,109	-4751,37	-20,486
BASE	12	COMB8	2685,35	2906,86	683680,8	-13536,9	9199,135	38,046
BASE	12	COMB9	1494,19	1565,23	683596,2	-7289,11	5013,982	20,486
BASE	12	COMB10	-2509,53	-2906,86	470161,2	13536,92	-8978,21	-38,046
BASE	12	COMB11	1461,01	1565,23	470443,1	-7289,11	4972,297	20,486
BASE	12	COMB12	2652,18	2906,86	470527,7	-13536,9	9157,45	38,046
BASE	12	COMB13	-1318,37	-1565,23	470245,8	7289,109	-4793,06	-20,486
BASE	12	COMB14	-2509,53	-2906,86	470161,2	13536,92	-8978,21	-38,046
BASE	12	COMB15	-1318,37	-1565,23	470245,8	7289,109	-4793,06	-20,486
BASE	12	COMB16	2652,18	2906,86	470527,7	-13536,9	9157,45	38,046
BASE	12	COMB17	1461,01	1565,23	470443,1	-7289,11	4972,297	20,486

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Maksimum Tanah Lunak SNI 02

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB18	-77,84	-8284,95	340290,2	29809,01	-12308,7	-81,945
BASE	1	COMB19	8420,32	997,76	332460,7	-21352	22791,27	81,945
BASE	1	COMB20	-77,84	-8284,95	340290,2	29809,01	-12308,7	-81,945
BASE	1	COMB21	8420,32	997,76	332460,7	-21352	22791,27	81,945
BASE	1	COMB22	-1340,19	-7152,88	266314,4	28495,2	-13894,8	-81,945
BASE	1	COMB23	7157,97	2129,83	258484,9	-22665,8	21205,08	81,945
BASE	1	COMB24	-1340,19	-7152,88	266314,4	28495,2	-13894,8	-81,945
BASE	1	COMB25	7157,97	2129,83	258484,9	-22665,8	21205,08	81,945
BASE	2	COMB18	-5425,53	-10269,2	519054,7	32959,95	-19028,2	-81,945
BASE	2	COMB19	5309,98	-472,17	475198,7	-20494,3	18883,02	81,945
BASE	2	COMB20	-5425,53	-10269,2	519054,7	32959,95	-19028,2	-81,945
BASE	2	COMB21	5309,98	-472,17	475198,7	-20494,3	18883,02	81,945
BASE	2	COMB22	-5409,72	-8187,97	390675,9	30544,65	-19008,4	-81,945
BASE	2	COMB23	5325,78	1609,02	346819,9	-22909,6	18902,88	81,945
BASE	2	COMB24	-5409,72	-8187,97	390675,9	30544,65	-19008,4	-81,945
BASE	2	COMB25	5325,78	1609,02	346819,9	-22909,6	18902,88	81,945
BASE	3	COMB18	-8446,28	-8944,95	375324,7	33119,54	-22823,9	-81,945
BASE	3	COMB19	103,8	1657,75	297426,3	-24662,5	12341,28	81,945

BASE	3	COMB20	-8446,28	-8944,95	375324,7	33119,54	-22823,9	-81,945
BASE	3	COMB21	103,8	1657,75	297426,3	-24662,5	12341,28	81,945
BASE	3	COMB22	-7183,93	-7812,88	301348,9	31805,73	-21237,7	-81,945
BASE	3	COMB23	1366,15	2789,82	223450,5	-25976,3	13927,46	81,945
BASE	3	COMB24	-7183,93	-7812,88	301348,9	31805,73	-21237,7	-81,945
BASE	3	COMB25	1366,15	2789,82	223450,5	-25976,3	13927,46	81,945
BASE	4	COMB18	-5309,9	-10479,5	519140,8	34052,2	-18882,9	-81,945
BASE	4	COMB19	5425,45	-261,88	475112,7	-21586,5	19028,11	81,945
BASE	4	COMB20	-5309,9	-10479,5	519140,8	34052,2	-18882,9	-81,945
BASE	4	COMB21	5425,45	-261,88	475112,7	-21586,5	19028,11	81,945
BASE	4	COMB22	-5325,7	-8398,26	390761,9	31636,9	-18902,8	-81,945
BASE	4	COMB23	5409,64	1819,32	346733,8	-24001,8	19008,25	81,945
BASE	4	COMB24	-5325,7	-8398,26	390761,9	31636,9	-18902,8	-81,945
BASE	4	COMB25	5409,64	1819,32	346733,8	-24001,8	19008,25	81,945
BASE	5	COMB18	-10411,8	-6455,74	486596,7	30230,73	-25628,7	-81,945
BASE	5	COMB19	-1616,55	6455,74	452202	-30230,7	10514,69	81,945
BASE	5	COMB20	-10411,8	-6455,74	486596,7	30230,73	-25628,7	-81,945
BASE	5	COMB21	-1616,55	6455,74	452202	-30230,7	10514,69	81,945
BASE	5	COMB22	-8115,38	-6455,74	365629	30230,73	-22743,2	-81,945
BASE	5	COMB23	679,83	6455,74	331234,3	-30230,7	13400,18	81,945
BASE	5	COMB24	-8115,38	-6455,74	365629	30230,73	-22743,2	-81,945
BASE	5	COMB25	679,83	6455,74	331234,3	-30230,7	13400,18	81,945
BASE	6	COMB18	-8630,27	-1633,84	331143,1	24634,75	-23725,3	-81,945
BASE	6	COMB19	287,79	8921,04	341607,9	-33091,8	13242,65	81,945
BASE	6	COMB20	-8630,27	-1633,84	331143,1	24634,75	-23725,3	-81,945
BASE	6	COMB21	287,79	8921,04	341607,9	-33091,8	13242,65	81,945
BASE	6	COMB22	-7367,92	-2765,91	257167,3	25948,56	-22139,1	-81,945
BASE	6	COMB23	1550,14	7788,97	267632,1	-31778	14828,83	81,945
BASE	6	COMB24	-7367,92	-2765,91	257167,3	25948,56	-22139,1	-81,945
BASE	6	COMB25	1550,14	7788,97	267632,1	-31778	14828,83	81,945
BASE	7	COMB18	-5584	260,26	474375,1	21588,39	-19897,5	-81,945
BASE	7	COMB19	5699,55	10481,08	519878,3	-34054,1	20042,7	81,945
BASE	7	COMB20	-5584	260,26	474375,1	21588,39	-19897,5	-81,945
BASE	7	COMB21	5699,55	10481,08	519878,3	-34054,1	20042,7	81,945
BASE	7	COMB22	-5599,8	-1820,94	345996,2	24003,69	-19917,4	-81,945
BASE	7	COMB23	5683,74	8399,88	391499,5	-31638,8	20022,84	81,945
BASE	7	COMB24	-5599,8	-1820,94	345996,2	24003,69	-19917,4	-81,945
BASE	7	COMB25	5683,74	8399,88	391499,5	-31638,8	20022,84	81,945
BASE	8	COMB18	-5699,46	473,79	475936,3	20492,39	-20042,6	-81,945

BASE	8	COMB19	5583,91	10267,55	518317,1	-32958,1	19897,41	81,945
BASE	8	COMB20	-5699,46	473,79	475936,3	20492,39	-20042,6	-81,945
BASE	8	COMB21	5583,91	10267,55	518317,1	-32958,1	19897,41	81,945
BASE	8	COMB22	-5683,66	-1607,41	347557,4	22907,69	-20022,7	-81,945
BASE	8	COMB23	5599,72	8186,35	389938,3	-30542,8	19917,27	81,945
BASE	8	COMB24	-5683,66	-1607,41	347557,4	22907,69	-20022,7	-81,945
BASE	8	COMB25	5599,72	8186,35	389938,3	-30542,8	19917,27	81,945
BASE	9	COMB18	-313,74	-1021,67	298743,9	21379,72	-13275,3	-81,945
BASE	9	COMB19	8656,23	8308,87	374007	-29836,8	23757,87	81,945
BASE	9	COMB20	-313,74	-1021,67	298743,9	21379,72	-13275,3	-81,945
BASE	9	COMB21	8656,23	8308,87	374007	-29836,8	23757,87	81,945
BASE	9	COMB22	-1576,09	-2153,74	224768,2	22693,53	-14861,4	-81,945
BASE	9	COMB23	7393,88	7176,8	300031,2	-28523	22171,69	81,945
BASE	9	COMB24	-1576,09	-2153,74	224768,2	22693,53	-14861,4	-81,945
BASE	9	COMB25	7393,88	7176,8	300031,2	-28523	22171,69	81,945
BASE	10	COMB18	1616,55	-5689,8	452202	26797,24	-10514,7	-81,945
BASE	10	COMB19	10411,77	5689,8	486596,7	-26797,2	25628,68	81,945
BASE	10	COMB20	1616,55	-5689,8	452202	26797,24	-10514,7	-81,945
BASE	10	COMB21	10411,77	5689,8	486596,7	-26797,2	25628,68	81,945
BASE	10	COMB22	-679,83	-5689,8	331234,3	26797,24	-13400,2	-81,945
BASE	10	COMB23	8115,38	5689,8	365629	-26797,2	22743,19	81,945
BASE	10	COMB24	-679,83	-5689,8	331234,3	26797,24	-13400,2	-81,945
BASE	10	COMB25	8115,38	5689,8	365629	-26797,2	22743,19	81,945
BASE	11	COMB18	-5663,26	-6004,92	683892,2	28011,15	-19662	-81,945
BASE	11	COMB19	5454,26	6004,92	683102,8	-28011,2	19399,41	81,945
BASE	11	COMB20	-5663,26	-6004,92	683892,2	28011,15	-19662	-81,945
BASE	11	COMB21	5454,26	6004,92	683102,8	-28011,2	19399,41	81,945
BASE	11	COMB22	-5630,08	-6004,92	470739,1	28011,15	-19620,3	-81,945
BASE	11	COMB23	5487,44	6004,92	469949,7	-28011,2	19441,09	81,945
BASE	11	COMB24	-5630,08	-6004,92	470739,1	28011,15	-19620,3	-81,945
BASE	11	COMB25	5487,44	6004,92	469949,7	-28011,2	19441,09	81,945
BASE	12	COMB18	-5454,26	-6260,92	683102,8	29156,44	-19399,4	-81,945
BASE	12	COMB19	5663,26	6260,92	683892,2	-29156,4	19662,02	81,945
BASE	12	COMB20	-5454,26	-6260,92	683102,8	29156,44	-19399,4	-81,945
BASE	12	COMB21	5663,26	6260,92	683892,2	-29156,4	19662,02	81,945
BASE	12	COMB22	-5487,44	-6260,92	469949,7	29156,44	-19441,1	-81,945
BASE	12	COMB23	5630,08	6260,92	470739,1	-29156,4	19620,33	81,945
BASE	12	COMB24	-5487,44	-6260,92	469949,7	29156,44	-19441,1	-81,945
BASE	12	COMB25	5630,08	6260,92	470739,1	-29156,4	19620,33	81,945

Tabel 4.4.1 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gravitasi Tanah Keras SNI

02

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB1	4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	5241,303	0
BASE	2	COMB1	-57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	-72,597	0
BASE	3	COMB1	-4171,24	-3643,6	336375,5	4228,518	-5241,3	0
BASE	4	COMB1	57,78	-5370,67	497126,7	6232,842	72,597	0
BASE	5	COMB1	-6014,16	0	469399,4	0	-7556,99	0
BASE	6	COMB1	-4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	-5241,3	0
BASE	7	COMB1	57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	72,597	0
BASE	8	COMB1	-57,78	5370,67	497126,7	-6232,84	-72,597	0
BASE	9	COMB1	4171,24	3643,6	336375,5	-4228,52	5241,303	0
BASE	10	COMB1	6014,16	0	469399,4	0	7556,994	0
BASE	11	COMB1	-104,5	0	683497,5	0	-131,304	0
BASE	12	COMB1	104,5	0	683497,5	0	131,304	0

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Nominal Tanah Keras SNI 02

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB2	3304,63	-4589,93	337172,6	9444,168	1661,925	-16,701
BASE	1	COMB3	4637,88	-3134,03	335946,2	1420,092	7168,661	8,993
BASE	1	COMB4	5037,86	-2697,26	335578,3	-987,132	8820,682	16,701
BASE	1	COMB5	3704,6	-4153,16	336804,7	7036,945	3313,946	-8,993
BASE	1	COMB6	3304,63	-4589,93	337172,6	9444,168	1661,925	-16,701
BASE	1	COMB7	3704,6	-4153,16	336804,7	7036,945	3313,946	-8,993
BASE	1	COMB8	5037,86	-2697,26	335578,3	-987,132	8820,682	16,701
BASE	1	COMB9	4637,88	-3134,03	335946,2	1420,092	7168,661	8,993
BASE	1	COMB10	2042,28	-3457,86	263196,8	8130,363	75,741	-16,701
BASE	1	COMB11	3375,53	-2001,96	261970,4	106,287	5582,476	8,993
BASE	1	COMB12	3775,51	-1565,19	261602,5	-2300,94	7234,497	16,701
BASE	1	COMB13	2442,25	-3021,09	262828,9	5723,14	1727,761	-8,993
BASE	1	COMB14	2042,28	-3457,86	263196,8	8130,363	75,741	-16,701
BASE	1	COMB15	2442,25	-3021,09	262828,9	5723,14	1727,761	-8,993
BASE	1	COMB16	3775,51	-1565,19	261602,5	-2300,94	7234,497	16,701
BASE	1	COMB17	3375,53	-2001,96	261970,4	106,287	5582,476	8,993
BASE	2	COMB2	-1152,55	-6369,42	501597,6	11682,19	-3938,66	-16,701
BASE	2	COMB3	531,72	-4832,88	494719,3	3298,578	2009,13	8,993
BASE	2	COMB4	1037	-4371,92	492655,8	783,495	3793,468	16,701
BASE	2	COMB5	-647,27	-5908,46	499534,1	9167,105	-2154,33	-8,993

BASE	2	COMB6	-1152,55	-6369,42	501597,6	11682,19	-3938,66	-16,701
BASE	2	COMB7	-647,27	-5908,46	499534,1	9167,105	-2154,33	-8,993
BASE	2	COMB8	1037	-4371,92	492655,8	783,495	3793,468	16,701
BASE	2	COMB9	531,72	-4832,88	494719,3	3298,578	2009,13	8,993
BASE	2	COMB10	-1136,74	-4288,22	373218,7	9266,887	-3918,8	-16,701
BASE	2	COMB11	547,52	-2751,68	366340,5	883,277	2028,992	8,993
BASE	2	COMB12	1052,8	-2290,72	364277	-1631,81	3813,33	16,701
BASE	2	COMB13	-631,46	-3827,26	371155,3	6751,804	-2134,46	-8,993
BASE	2	COMB14	-1136,74	-4288,22	373218,7	9266,887	-3918,8	-16,701
BASE	2	COMB15	-631,46	-3827,26	371155,3	6751,804	-2134,46	-8,993
BASE	2	COMB16	1052,8	-2290,72	364277	-1631,81	3813,33	16,701
BASE	2	COMB17	547,52	-2751,68	366340,5	883,277	2028,992	8,993
BASE	3	COMB2	-5043,15	-4724,45	344317,7	10118,89	-8827,33	-16,701
BASE	3	COMB3	-3701,75	-3061,6	332098,9	1056,778	-3310,37	8,993
BASE	3	COMB4	-3299,33	-2562,75	328433,2	-1661,86	-1655,28	16,701
BASE	3	COMB5	-4640,73	-4225,6	340652,1	7400,259	-7172,24	-8,993
BASE	3	COMB6	-5043,15	-4724,45	344317,7	10118,89	-8827,33	-16,701
BASE	3	COMB7	-4640,73	-4225,6	340652,1	7400,259	-7172,24	-8,993
BASE	3	COMB8	-3299,33	-2562,75	328433,2	-1661,86	-1655,28	16,701
BASE	3	COMB9	-3701,75	-3061,6	332098,9	1056,778	-3310,37	8,993
BASE	3	COMB10	-3780,8	-3592,38	270341,9	8805,088	-7241,15	-16,701
BASE	3	COMB11	-2439,4	-1929,53	258123,1	-257,027	-1724,18	8,993
BASE	3	COMB12	-2036,98	-1430,68	254457,4	-2975,66	-69,09	16,701
BASE	3	COMB13	-3378,38	-3093,53	266676,3	6086,454	-5586,06	-8,993
BASE	3	COMB14	-3780,8	-3592,38	270341,9	8805,088	-7241,15	-16,701
BASE	3	COMB15	-3378,38	-3093,53	266676,3	6086,454	-5586,06	-8,993
BASE	3	COMB16	-2036,98	-1430,68	254457,4	-2975,66	-69,09	16,701
BASE	3	COMB17	-2439,4	-1929,53	258123,1	-257,027	-1724,18	8,993
BASE	4	COMB2	-1036,98	-6412,28	501615	11904,8	-3793,45	-16,701
BASE	4	COMB3	647,26	-4809,8	494709,9	3178,71	2154,314	8,993
BASE	4	COMB4	1152,53	-4329,06	492638,4	560,883	3938,642	16,701
BASE	4	COMB5	-531,71	-5931,54	499543,5	9286,974	-2009,12	-8,993
BASE	4	COMB6	-1036,98	-6412,28	501615	11904,8	-3793,45	-16,701
BASE	4	COMB7	-531,71	-5931,54	499543,5	9286,974	-2009,12	-8,993
BASE	4	COMB8	1152,53	-4329,06	492638,4	560,883	3938,642	16,701
BASE	4	COMB9	647,26	-4809,8	494709,9	3178,71	2154,314	8,993
BASE	4	COMB10	-1052,79	-4331,08	373236,2	9489,5	-3813,31	-16,701
BASE	4	COMB11	631,45	-2728,61	366331,1	763,409	2134,452	8,993
BASE	4	COMB12	1136,72	-2247,86	364259,5	-1854,42	3918,78	16,701

BASE	4	COMB13	-547,51	-3850,34	371164,6	6871,672	-2028,98	-8,993
BASE	4	COMB14	-1052,79	-4331,08	373236,2	9489,5	-3813,31	-16,701
BASE	4	COMB15	-547,51	-3850,34	371164,6	6871,672	-2028,98	-8,993
BASE	4	COMB16	1136,72	-2247,86	364259,5	-1854,42	3918,78	16,701
BASE	4	COMB17	631,45	-2728,61	366331,1	763,409	2134,452	8,993
BASE	5	COMB2	-6911,05	-1316,21	472906,8	6163,518	-11242,7	-16,701
BASE	5	COMB3	-5531,22	708,73	467510,8	-3318,82	-5572,38	8,993
BASE	5	COMB4	-5117,27	1316,21	465892	-6163,52	-3871,28	16,701
BASE	5	COMB5	-6497,1	-708,73	471288	3318,817	-9541,61	-8,993
BASE	5	COMB6	-6911,05	-1316,21	472906,8	6163,518	-11242,7	-16,701
BASE	5	COMB7	-6497,1	-708,73	471288	3318,817	-9541,61	-8,993
BASE	5	COMB8	-5117,27	1316,21	465892	-6163,52	-3871,28	16,701
BASE	5	COMB9	-5531,22	708,73	467510,8	-3318,82	-5572,38	8,993
BASE	5	COMB10	-4614,67	-1316,21	351939	6163,518	-8357,23	-16,701
BASE	5	COMB11	-3234,83	708,73	346543	-3318,82	-2686,89	8,993
BASE	5	COMB12	-2820,88	1316,21	344924,2	-6163,52	-985,79	16,701
BASE	5	COMB13	-4200,72	-708,73	350320,2	3318,817	-6656,13	-8,993
BASE	5	COMB14	-4614,67	-1316,21	351939	6163,518	-8357,23	-16,701
BASE	5	COMB15	-4200,72	-708,73	350320,2	3318,817	-6656,13	-8,993
BASE	5	COMB16	-2820,88	1316,21	344924,2	-6163,52	-985,79	16,701
BASE	5	COMB17	-3234,83	708,73	346543	-3318,82	-2686,89	8,993
BASE	6	COMB2	-5080,65	2567,62	335309,8	1656,197	-9011,04	-16,701
BASE	6	COMB3	-3681,56	4222,97	336949,3	-7397,21	-3211,45	8,993
BASE	6	COMB4	-3261,84	4719,57	337441,2	-10113,2	-1471,57	16,701
BASE	6	COMB5	-4660,92	3064,23	335801,6	-1059,83	-7271,16	-8,993
BASE	6	COMB6	-5080,65	2567,62	335309,8	1656,197	-9011,04	-16,701
BASE	6	COMB7	-4660,92	3064,23	335801,6	-1059,83	-7271,16	-8,993
BASE	6	COMB8	-3261,84	4719,57	337441,2	-10113,2	-1471,57	16,701
BASE	6	COMB9	-3681,56	4222,97	336949,3	-7397,21	-3211,45	8,993
BASE	6	COMB10	-3818,3	1435,55	261334	2970,002	-7424,85	-16,701
BASE	6	COMB11	-2419,21	3090,9	262973,5	-6083,41	-1625,26	8,993
BASE	6	COMB12	-1999,49	3587,5	263465,4	-8799,43	114,616	16,701
BASE	6	COMB13	-3398,57	1932,16	261825,8	253,98	-5684,98	-8,993
BASE	6	COMB14	-3818,3	1435,55	261334	2970,002	-7424,85	-16,701
BASE	6	COMB15	-3398,57	1932,16	261825,8	253,98	-5684,98	-8,993
BASE	6	COMB16	-1999,49	3587,5	263465,4	-8799,43	114,616	16,701
BASE	6	COMB17	-2419,21	3090,9	262973,5	-6083,41	-1625,26	8,993
BASE	7	COMB2	-1092,84	4328,73	492488	-560,5	-4000,23	-16,701
BASE	7	COMB3	677,34	5931,71	499624,5	-9287,18	2265,659	8,993

BASE	7	COMB4	1208,4	6412,61	501765,5	-11905,2	4145,426	16,701
BASE	7	COMB5	-561,79	4809,63	494628,9	-3178,5	-2120,46	-8,993
BASE	7	COMB6	-1092,84	4328,73	492488	-560,5	-4000,23	-16,701
BASE	7	COMB7	-561,79	4809,63	494628,9	-3178,5	-2120,46	-8,993
BASE	7	COMB8	1208,4	6412,61	501765,5	-11905,2	4145,426	16,701
BASE	7	COMB9	677,34	5931,71	499624,5	-9287,18	2265,659	8,993
BASE	7	COMB10	-1108,65	2247,53	364109,1	1854,801	-4020,09	-16,701
BASE	7	COMB11	661,53	3850,51	371245,6	-6871,88	2245,798	8,993
BASE	7	COMB12	1192,59	4331,41	373386,6	-9489,88	4125,565	16,701
BASE	7	COMB13	-577,59	2728,43	366250,1	-763,203	-2140,33	-8,993
BASE	7	COMB14	-1108,65	2247,53	364109,1	1854,801	-4020,09	-16,701
BASE	7	COMB15	-577,59	2728,43	366250,1	-763,203	-2140,33	-8,993
BASE	7	COMB16	1192,59	4331,41	373386,6	-9489,88	4125,565	16,701
BASE	7	COMB17	661,53	3850,51	371245,6	-6871,88	2245,798	8,993
BASE	8	COMB2	-1208,38	4372,25	492806,3	-783,877	-4145,41	-16,701
BASE	8	COMB3	561,78	5908,28	499453,1	-9166,9	2120,453	8,993
BASE	8	COMB4	1092,83	6369,09	501447,2	-11681,8	4000,211	16,701
BASE	8	COMB5	-677,33	4833,06	494800,3	-3298,78	-2265,65	-8,993
BASE	8	COMB6	-1208,38	4372,25	492806,3	-783,877	-4145,41	-16,701
BASE	8	COMB7	-677,33	4833,06	494800,3	-3298,78	-2265,65	-8,993
BASE	8	COMB8	1092,83	6369,09	501447,2	-11681,8	4000,211	16,701
BASE	8	COMB9	561,78	5908,28	499453,1	-9166,9	2120,453	8,993
BASE	8	COMB10	-1192,57	2291,05	364427,4	1631,425	-4125,54	-16,701
BASE	8	COMB11	577,59	3827,08	371074,3	-6751,6	2140,315	8,993
BASE	8	COMB12	1108,63	4287,89	373068,3	-9266,51	4020,072	16,701
BASE	8	COMB13	-661,52	2751,86	366421,5	-883,482	-2245,79	-8,993
BASE	8	COMB14	-1192,57	2291,05	364427,4	1631,425	-4125,54	-16,701
BASE	8	COMB15	-661,52	2751,86	366421,5	-883,482	-2245,79	-8,993
BASE	8	COMB16	1108,63	4287,89	373068,3	-9266,51	4020,072	16,701
BASE	8	COMB17	577,59	3827,08	371074,3	-6751,6	2140,315	8,993
BASE	9	COMB2	3256,54	2692,39	328701,8	992,791	1464,919	-16,701
BASE	9	COMB3	4663,77	4155,79	340507,5	-7039,99	7274,741	8,993
BASE	9	COMB4	5085,94	4594,81	344049,2	-9449,83	9017,688	16,701
BASE	9	COMB5	3678,71	3131,41	332243,5	-1417,04	3207,865	-8,993
BASE	9	COMB6	3256,54	2692,39	328701,8	992,791	1464,919	-16,701
BASE	9	COMB7	3678,71	3131,41	332243,5	-1417,04	3207,865	-8,993
BASE	9	COMB8	5085,94	4594,81	344049,2	-9449,83	9017,688	16,701
BASE	9	COMB9	4663,77	4155,79	340507,5	-7039,99	7274,741	8,993
BASE	9	COMB10	1994,19	1560,32	254726	2306,596	-121,266	-16,701

BASE	9	COMB11	3401,42	3023,72	266531,7	-5726,19	5688,557	8,993
BASE	9	COMB12	3823,59	3462,74	270073,4	-8136,02	7431,503	16,701
BASE	9	COMB13	2416,36	1999,34	258267,7	-103,239	1621,681	-8,993
BASE	9	COMB14	1994,19	1560,32	254726	2306,596	-121,266	-16,701
BASE	9	COMB15	2416,36	1999,34	258267,7	-103,239	1621,681	-8,993
BASE	9	COMB16	3823,59	3462,74	270073,4	-8136,02	7431,503	16,701
BASE	9	COMB17	3401,42	3023,72	266531,7	-5726,19	5688,557	8,993
BASE	10	COMB2	5117,27	-1160,1	465892	5463,736	3871,277	-16,701
BASE	10	COMB3	6497,1	624,67	471288	-2942,01	9541,611	8,993
BASE	10	COMB4	6911,05	1160,1	472906,8	-5463,74	11242,71	16,701
BASE	10	COMB5	5531,22	-624,67	467510,8	2942,012	5572,377	-8,993
BASE	10	COMB6	5117,27	-1160,1	465892	5463,736	3871,277	-16,701
BASE	10	COMB7	5531,22	-624,67	467510,8	2942,012	5572,377	-8,993
BASE	10	COMB8	6911,05	1160,1	472906,8	-5463,74	11242,71	16,701
BASE	10	COMB9	6497,1	624,67	471288	-2942,01	9541,611	8,993
BASE	10	COMB10	2820,88	-1160,1	344924,2	5463,736	985,79	-16,701
BASE	10	COMB11	4200,72	624,67	350320,2	-2942,01	6656,125	8,993
BASE	10	COMB12	4614,67	1160,1	351939	-5463,74	8357,225	16,701
BASE	10	COMB13	3234,83	-624,67	346543	2942,012	2686,891	-8,993
BASE	10	COMB14	2820,88	-1160,1	344924,2	5463,736	985,79	-16,701
BASE	10	COMB15	3234,83	-624,67	346543	2942,012	2686,891	-8,993
BASE	10	COMB16	4614,67	1160,1	351939	-5463,74	8357,225	16,701
BASE	10	COMB17	4200,72	624,67	350320,2	-2942,01	6656,125	8,993
BASE	11	COMB2	-1238,21	-1224,33	683578	5711,149	-4114,59	-16,701
BASE	11	COMB3	505,96	659,26	683454,2	-3075,23	2013,542	8,993
BASE	11	COMB4	1029,21	1224,33	683417	-5711,15	3851,981	16,701
BASE	11	COMB5	-714,96	-659,26	683540,9	3075,234	-2276,15	-8,993
BASE	11	COMB6	-1238,21	-1224,33	683578	5711,149	-4114,59	-16,701
BASE	11	COMB7	-714,96	-659,26	683540,9	3075,234	-2276,15	-8,993
BASE	11	COMB8	1029,21	1224,33	683417	-5711,15	3851,981	16,701
BASE	11	COMB9	505,96	659,26	683454,2	-3075,23	2013,542	8,993
BASE	11	COMB10	-1205,03	-1224,33	470424,9	5711,149	-4072,91	-16,701
BASE	11	COMB11	539,14	659,26	470301,1	-3075,23	2055,227	8,993
BASE	11	COMB12	1062,39	1224,33	470263,9	-5711,15	3893,666	16,701
BASE	11	COMB13	-681,78	-659,26	470387,8	3075,234	-2234,47	-8,993
BASE	11	COMB14	-1205,03	-1224,33	470424,9	5711,149	-4072,91	-16,701
BASE	11	COMB15	-681,78	-659,26	470387,8	3075,234	-2234,47	-8,993
BASE	11	COMB16	1062,39	1224,33	470263,9	-5711,15	3893,666	16,701
BASE	11	COMB17	539,14	659,26	470301,1	-3075,23	2055,227	8,993

BASE	12	COMB2	-1029,21	-1276,51	683417	5944,57	-3851,98	-16,701
BASE	12	COMB3	714,96	687,35	683540,9	-3200,92	2276,15	8,993
BASE	12	COMB4	1238,21	1276,51	683578	-5944,57	4114,59	16,701
BASE	12	COMB5	-505,96	-687,35	683454,2	3200,922	-2013,54	-8,993
BASE	12	COMB6	-1029,21	-1276,51	683417	5944,57	-3851,98	-16,701
BASE	12	COMB7	-505,96	-687,35	683454,2	3200,922	-2013,54	-8,993
BASE	12	COMB8	1238,21	1276,51	683578	-5944,57	4114,59	16,701
BASE	12	COMB9	714,96	687,35	683540,9	-3200,92	2276,15	8,993
BASE	12	COMB10	-1062,39	-1276,51	470263,9	5944,57	-3893,67	-16,701
BASE	12	COMB11	681,78	687,35	470387,8	-3200,92	2234,465	8,993
BASE	12	COMB12	1205,03	1276,51	470424,9	-5944,57	4072,905	16,701
BASE	12	COMB13	-539,14	-687,35	470301,1	3200,922	-2055,23	-8,993
BASE	12	COMB14	-1062,39	-1276,51	470263,9	5944,57	-3893,67	-16,701
BASE	12	COMB15	-539,14	-687,35	470301,1	3200,922	-2055,23	-8,993
BASE	12	COMB16	1205,03	1276,51	470424,9	-5944,57	4072,905	16,701
BASE	12	COMB17	681,78	687,35	470387,8	-3200,92	2234,465	8,993

Tabel 4.4.2 Reaksi Perletakan Dari Kombinasi Pembebanan Kondisi Gempa Maksimum Tanah Keras SNI 02

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	1	COMB18	2304,69	-5681,86	338092,4	15462,23	-2468,13	-35,972
BASE	1	COMB19	6037,79	-1605,34	334658,5	-7005,19	12950,73	35,972
BASE	1	COMB20	2304,69	-5681,86	338092,4	15462,23	-2468,13	-35,972
BASE	1	COMB21	6037,79	-1605,34	334658,5	-7005,19	12950,73	35,972
BASE	1	COMB22	1042,34	-4549,79	264116,6	14148,42	-4054,31	-35,972
BASE	1	COMB23	4775,45	-473,27	260682,7	-8318,99	11364,55	35,972
BASE	1	COMB24	1042,34	-4549,79	264116,6	14148,42	-4054,31	-35,972
BASE	1	COMB25	4775,45	-473,27	260682,7	-8318,99	11364,55	35,972
BASE	2	COMB18	-2415,75	-7521,82	506756,3	17969,9	-8399,51	-35,972
BASE	2	COMB19	2300,19	-3219,52	487497,1	-5504,21	8254,313	35,972
BASE	2	COMB20	-2415,75	-7521,82	506756,3	17969,9	-8399,51	-35,972
BASE	2	COMB21	2300,19	-3219,52	487497,1	-5504,21	8254,313	35,972
BASE	2	COMB22	-2399,94	-5440,62	378377,5	15554,6	-8379,65	-35,972
BASE	2	COMB23	2316	-1138,32	359118,3	-7919,52	8274,174	35,972
BASE	2	COMB24	-2399,94	-5440,62	378377,5	15554,6	-8379,65	-35,972
BASE	2	COMB25	2316	-1138,32	359118,3	-7919,52	8274,174	35,972
BASE	3	COMB18	-6049,19	-5971,59	353481,8	16915,48	-12965,1	-35,972
BASE	3	COMB19	-2293,29	-1315,61	319269,1	-8458,44	2482,451	35,972

BASE	3	COMB20	-6049,19	-5971,59	353481,8	16915,48	-12965,1	-35,972
BASE	3	COMB21	-2293,29	-1315,61	319269,1	-8458,44	2482,451	35,972
BASE	3	COMB22	-4786,84	-4839,52	279506,1	15601,68	-11378,9	-35,972
BASE	3	COMB23	-1030,94	-183,54	245293,3	-9772,25	4068,635	35,972
BASE	3	COMB24	-4786,84	-4839,52	279506,1	15601,68	-11378,9	-35,972
BASE	3	COMB25	-1030,94	-183,54	245293,3	-9772,25	4068,635	35,972
BASE	4	COMB18	-2300,16	-7614,13	506793,9	18449,37	-8254,27	-35,972
BASE	4	COMB19	2415,71	-3127,21	487459,6	-5983,69	8399,462	35,972
BASE	4	COMB20	-2300,16	-7614,13	506793,9	18449,37	-8254,27	-35,972
BASE	4	COMB21	2415,71	-3127,21	487459,6	-5983,69	8399,462	35,972
BASE	4	COMB22	-2315,96	-5532,93	378415	16034,07	-8274,13	-35,972
BASE	4	COMB23	2399,9	-1046,01	359080,7	-8398,99	8379,6	35,972
BASE	4	COMB24	-2315,96	-5532,93	378415	16034,07	-8274,13	-35,972
BASE	4	COMB25	2399,9	-1046,01	359080,7	-8398,99	8379,6	35,972
BASE	5	COMB18	-7945,93	-2834,92	476953,8	13275,27	-15495,5	-35,972
BASE	5	COMB19	-4082,4	2834,92	461845	-13275,3	381,473	35,972
BASE	5	COMB20	-7945,93	-2834,92	476953,8	13275,27	-15495,5	-35,972
BASE	5	COMB21	-4082,4	2834,92	461845	-13275,3	381,473	35,972
BASE	5	COMB22	-5649,54	-2834,92	355986	13275,27	-12610	-35,972
BASE	5	COMB23	-1786,01	2834,92	340877,2	-13275,3	3266,96	35,972
BASE	5	COMB24	-5649,54	-2834,92	355986	13275,27	-12610	-35,972
BASE	5	COMB25	-1786,01	2834,92	340877,2	-13275,3	3266,96	35,972
BASE	6	COMB18	-6129,96	1326,11	334080,1	8446,253	-13360,7	-35,972
BASE	6	COMB19	-2212,52	5961,09	338670,8	-16903,3	2878,124	35,972
BASE	6	COMB20	-6129,96	1326,11	334080,1	8446,253	-13360,7	-35,972
BASE	6	COMB21	-2212,52	5961,09	338670,8	-16903,3	2878,124	35,972
BASE	6	COMB22	-4867,61	194,04	260104,3	9760,058	-11774,5	-35,972
BASE	6	COMB23	-950,17	4829,02	264695,1	-15589,5	4464,309	35,972
BASE	6	COMB24	-4867,61	194,04	260104,3	9760,058	-11774,5	-35,972
BASE	6	COMB25	-950,17	4829,02	264695,1	-15589,5	4464,309	35,972
BASE	7	COMB18	-2420,48	3126,5	487135,6	5984,509	-8699,65	-35,972
BASE	7	COMB19	2536,03	7614,84	507117,9	-18450,2	8844,845	35,972
BASE	7	COMB20	-2420,48	3126,5	487135,6	5984,509	-8699,65	-35,972
BASE	7	COMB21	2536,03	7614,84	507117,9	-18450,2	8844,845	35,972
BASE	7	COMB22	-2436,29	1045,3	358756,7	8399,81	-8719,51	-35,972
BASE	7	COMB23	2520,23	5533,64	378739	-16034,9	8824,983	35,972
BASE	7	COMB24	-2436,29	1045,3	358756,7	8399,81	-8719,51	-35,972
BASE	7	COMB25	2520,23	5533,64	378739	-16034,9	8824,983	35,972
BASE	8	COMB18	-2536	3220,23	487821,1	5503,391	-8844,8	-35,972

BASE	8	COMB19	2420,44	7521,11	506432,3	-17969,1	8699,605	35,972
BASE	8	COMB20	-2536	3220,23	487821,1	5503,391	-8844,8	-35,972
BASE	8	COMB21	2420,44	7521,11	506432,3	-17969,1	8699,605	35,972
BASE	8	COMB22	-2520,19	1139,03	359442,3	7918,692	-8824,94	-35,972
BASE	8	COMB23	2436,25	5439,91	378053,4	-15553,8	8719,466	35,972
BASE	8	COMB24	-2520,19	1139,03	359442,3	7918,692	-8824,94	-35,972
BASE	8	COMB25	2436,25	5439,91	378053,4	-15553,8	8719,466	35,972
BASE	9	COMB18	2201,13	1594,84	319847,5	7017,379	-2892,45	-35,972
BASE	9	COMB19	6141,36	5692,36	352903,4	-15474,4	13375,06	35,972
BASE	9	COMB20	2201,13	1594,84	319847,5	7017,379	-2892,45	-35,972
BASE	9	COMB21	6141,36	5692,36	352903,4	-15474,4	13375,06	35,972
BASE	9	COMB22	938,78	462,77	245871,7	8331,184	-4478,63	-35,972
BASE	9	COMB23	4879,01	4560,29	278927,6	-14160,6	11788,87	35,972
BASE	9	COMB24	938,78	462,77	245871,7	8331,184	-4478,63	-35,972
BASE	9	COMB25	4879,01	4560,29	278927,6	-14160,6	11788,87	35,972
BASE	10	COMB18	4082,4	-2498,69	461845	11768,05	-381,473	-35,972
BASE	10	COMB19	7945,93	2498,69	476953,8	-11768	15495,46	35,972
BASE	10	COMB20	4082,4	-2498,69	461845	11768,05	-381,473	-35,972
BASE	10	COMB21	7945,93	2498,69	476953,8	-11768	15495,46	35,972
BASE	10	COMB22	1786,01	-2498,69	340877,2	11768,05	-3266,96	-35,972
BASE	10	COMB23	5649,54	2498,69	355986	-11768	12609,98	35,972
BASE	10	COMB24	1786,01	-2498,69	340877,2	11768,05	-3266,96	-35,972
BASE	10	COMB25	5649,54	2498,69	355986	-11768	12609,98	35,972
BASE	11	COMB18	-2546,33	-2637,03	683670,9	12300,94	-8710,69	-35,972
BASE	11	COMB19	2337,34	2637,03	683324,1	-12300,9	8448,08	35,972
BASE	11	COMB20	-2546,33	-2637,03	683670,9	12300,94	-8710,69	-35,972
BASE	11	COMB21	2337,34	2637,03	683324,1	-12300,9	8448,08	35,972
BASE	11	COMB22	-2513,16	-2637,03	470517,8	12300,94	-8669	-35,972
BASE	11	COMB23	2370,51	2637,03	470171,1	-12300,9	8489,765	35,972
BASE	11	COMB24	-2513,16	-2637,03	470517,8	12300,94	-8669	-35,972
BASE	11	COMB25	2370,51	2637,03	470171,1	-12300,9	8489,765	35,972
BASE	12	COMB18	-2337,34	-2749,4	683324,1	12803,69	-8448,08	-35,972
BASE	12	COMB19	2546,33	2749,4	683670,9	-12803,7	8710,688	35,972
BASE	12	COMB20	-2337,34	-2749,4	683324,1	12803,69	-8448,08	-35,972
BASE	12	COMB21	2546,33	2749,4	683670,9	-12803,7	8710,688	35,972
BASE	12	COMB22	-2370,51	-2749,4	470171,1	12803,69	-8489,77	-35,972
BASE	12	COMB23	2513,16	2749,4	470517,8	-12803,7	8669,003	35,972
BASE	12	COMB24	-2370,51	-2749,4	470171,1	12803,69	-8489,77	-35,972
BASE	12	COMB25	2513,16	2749,4	470517,8	-12803,7	8669,003	35,972