



UNIVERSITAS INDONESIA

**KEGEMPAAN WILAYAH
JAKARTA BARAT DAN JAKARTA SELATAN**

SKRIPSI

**TEGUH PRIYONO
0405010647**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KEGEMPAAN WILAYAH
JAKARTA BARAT DAN JAKARTA SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

TEGUH PRIYONO

0405010647

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Teguh Priyono

NPM : 0405010647

Tanda Tangan :

Tanggal : Januari 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Teguh Priyono
NPM : 0405010647
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Kegempanan Wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan

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 : Ir. Widjojo A Prakoso, Ph.D

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

Penguji : Ir. Sjahril A. Rahim MEng.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Januari 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Widjojo A Prakoso sebagai pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Pak Erly Bahsan yang telah memberikan ilmunya kepada saya pada awal pengerjaan skripsi ini;
- (3) Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya;
- (4) Ibuku yang selalu memberikan doa, semangat dan perhatian kepadaku saat penyusunan skripsi ini;
- (5) Widya Trianita Suwatri yang tanpa dia sadari telah menjadi motivasi bagi saya untuk berusaha keras menyelesaikan skripsi ini;
- (6) M Iqbal yang menjadi partner saya dalam pengerjaan skripsi ini;
- (7) Yustian dan Yan A P yang telah membantu saya saat di laboratorium mektan;
- (8) Teman-teman teknik sipil 2005 yang memberikan bantuan ataupun doa secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.6

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Januari 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Teguh Priyono

NPM : 0405010647

Program Studi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

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 :

“Kegempaan Wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan”

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

(Teguh Priyono)

ABSTRAK

Nama : Teguh Priyono
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Kegempaan Wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan

DKI Jakarta memiliki potensi mengalami bencana gempa bumi. Dalam Penelitian ini, data tanah dianalisis untuk mendapatkan percepatan puncak gempa di permukaan daerah Jakarta Barat dan Selatan dengan metode *ground response analysis*, dan hasil akhir dibuat sebuah peta mikrozonasi gempa DKI Jakarta. Analisis ini menggunakan data *borelog* untuk daerah Jakarta Barat dan Selatan serta *input motion* gempa yang dapat mewakili kejadian gempa di Jakarta. Hasilnya daerah Jakarta Selatan mempunyai percepatan gempa muka tanah berkisar antara 0.19-0.29 g, dan Jakarta Barat berkisar antara 0.21-0.35 g. Dengan peta kontur gempa ini dapat dilakukan tindakan preventif dalam meminimalkan kerugian yang diderita akibat gempa bumi.

Kata Kunci :
gempa bumi, *ground response analysis*, percepatan puncak gempa, mikrozonasi

ABSTRACT

Name : Teguh Priyono
Study Program : Civil Engineering
Title : Earthquake Hazard of West Jakarta and South Jakarta

The Region of DKI Jakarta has a potential for experiencing the earthquake. In this study, data were analyzed to obtain ground peak acceleration for the South Jakarta and West Jakarta. The method used the ground response analysis method, and the results were used to create a microzonation map of earthquake hazard in DKI Jakarta. This analysis used borelog data from location in West Jakarta and South Jakarta and the input earthquake motion events that could represent the earthquake hazard in Jakarta. The result of South Jakarta area has peak ground acceleration range from 0.19-0.29 g, and West Jakarta ranged from 0.21-0.35 g. The peak ground acceleration map could be used for preventive measures in minimizing the loss caused by earthquake.

Key words :

Earthquake, ground response analysis, peak ground acceleration, microzonation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Deskripsi Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Gempa Bumi	6
2.3 Ground Response Analysis	7
2.4 Pasal-Pasal yang Digunakan Dalam SNI 03-1726-2002	10
2.5 Peta Digital.....	15
2.6 Peta Mikrozonasi.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Pendahuluan	19
3.2 Alur Penelitian	20
3.3 Tahapan Penelitian	21
3.3.1 Pengumpulan Informasi dan Data.....	21
3.3.2 Perhitungan Percepatan Muka Tanah	21
3.3.2.1 Input Data Tanah.....	21
3.3.2.2 Input Parameter Dinamika Tanah	22
3.3.2.3 Input Motion	23
3.3.3 Penggunaan ARC-GIS Dalam Menghasilkan Peta Kegempaan Wilayah	30
3.3.3.1 Penggunaan Peta Digital	30
3.3.3.2 Membuat Peta Mikrozonasi Gempa.....	32
3.3.3.3 Membuat Peta Kontur Gempa.....	33
BAB IV PENENTUAN PARAMETER INPUT DATA	34
4.1 Pendahuluan	34
4.2 Pengumpulan Data Tanah	34
4.2.1 Pembuatan Database Tanah	34
4.2.2 Generalisasi Data Tanah	36

4.3 Penentuan Parameter Input Tanah	38
4.4 Penentuan Input Parameter Dinamik Tanah	39
4.4.1 Penentuan Modulus Reduction dan Damping Curve	39
4.4.2 Penentuan Shear Moduli (G_{max})	40
4.5 Penentuan Input Motion	43
BAB 5 ANALISIS HASIL PERCEPATAN PUNCAK GEMPA	
DI PERMUKAAN	46
5.2 Proses Pengolahan Data	46
5.2.1 Input Data	46
5.2.1.1 Jakarta Barat	47
5.2.1.2 Jakarta Selatan	48
5.2.2 Output Data	51
5.2.2.1 Jakarta Barat	51
5.2.2.2 Jakarta Selatan	53
5.2.3 Kesimpulan	55
5.3 Peta Mikrozonasi Gempa di Jakarta	57
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Kesimpulan	63
6.2 Saran	64
DAFTAR REFERENSI	65
LAMPIRAN	66

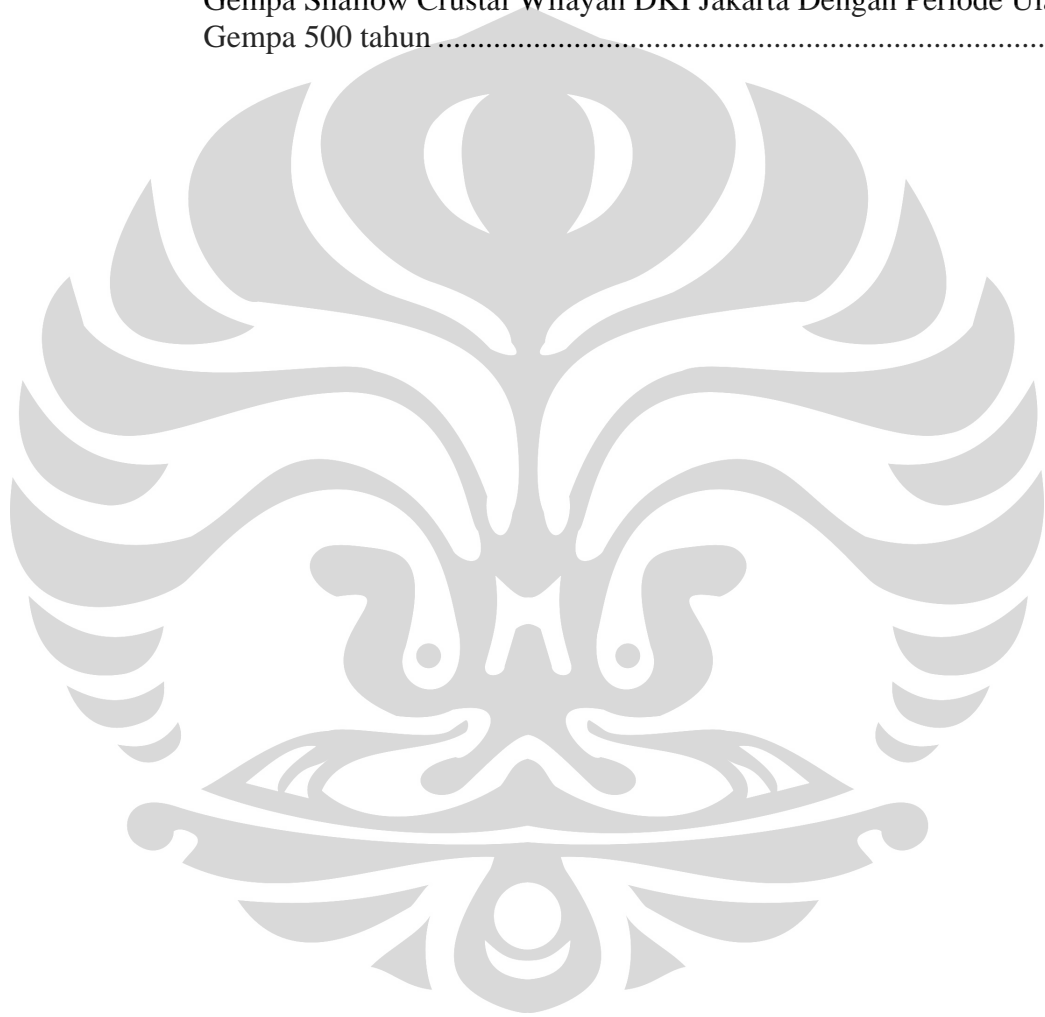
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Tanah	11
Tabel 2.2 Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah Untuk Masing-Masing Wilayah Gempa Indonesia.....	12
Tabel 2.3 Spektrum Response Gempa Rencana	14
Tabel 2.4 Pengumpulan Data Untuk Tiga Level Zonasi.....	18
Tabel 3.1 Informasi Data Bor	22
Tabel 3.2 Klasifikasi Modulus Reduction Curve dan Damping Curve	23
Tabel 3.3 Hasil Deagregasi Untuk Periode Ulang Gempa 500 Tahun	26
Tabel 3.4 Time Histories Yang Direkomendasikan.....	27
Tabel 4.1 Lokasi Penyelidikan Tanah Lapangan	35
Tabel 4.2 Klasifikasi Modulus Reduction dan Damping Curve Bila Diketahui Data PI.....	40
Tabel 4.3 Klasifikasi Modulus Reduction dan Damping Curve Bila Tidak Diketahui Data PI.....	40
Tabel 4.4 Jenis-Jenis Tanah	42
Tabel 4.5 Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah Untuk Masing-Masing Wilayah Gempa Indonesia.....	44
Tabel 5.1 Generalisasi Data Stasiun Angke.....	47
Tabel 5.2 Damping Curve dan Modulus Reduction Stasiun Angke	47
Tabel 5.3 Input Tanah Stasiun Angke.....	48
Tabel 5.4 Generalisasi Data Apartemen Kuningan.....	49
Tabel 5.5 Damping Curve dan Modulus Reduction Apartemen Kuningan.....	49
Tabel 5.6 Input Tanah Apartemen Kuningan.....	50
Tabel 5.7 Hasil Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan.....	55
Tabel 5.8 Frekuensi dari amplitude max frekuensi alami tanah	56
Tabel 5.9 Titik Koordinat Lokasi Penyelidikan.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Wilayah Gempa Indonesia Dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar Dengan Periode Ulang 500 tahun	13
Gambar 2.2 Response Spektrum Gempa Rencana.....	15
Gambar 3.1 Bagan Kegiatan Penelitian	20
Gambar 3.2 Perbedaan Peta Spectra Percepatan Gempa Antara SNI 03-1726-2002 (kiri) Dengan Usulan Irsyam dkk. (kanan) Untuk Periode Ulang Gempa 475 Tahun Daerah Jawa Barat.....	25
Gambar 3.3 Peta Spectra Percepatan Untuk Daerah Jawa Barat Untuk Periode Ulang Gempa 475 tahun (Irsyam dkk, 2008).....	25
Gambar 3.4 Target Response Spectra Yang Diskalakan $T = 0.2$ Detik.....	26
Gambar 3.5 Target Response Spectra Yang Diskalakan $T = 1.0$ Detik.....	27
Gambar 3.6 Time Histories Zona Sumber Gempa Megathrust ($T = 0.2$ Detik)	28
Gambar 3.7 Time Histories Zona Sumber Gempa Benioff ($T = 0.2$ Detik)	28
Gambar 3.8 Time Histories Zona Sumber Gempa Shallow Crustal ($T = 0.2$ Detik)	28
Gambar 3.9 Time Histories Zona Sumber Gempa Background ($T = 0.2$ Detik)	29
Gambar 3.10 Time Histories Zona Sumber Gempa Megathrust ($T = 1.0$ Detik)	29
Gambar 3.11 Time Histories Zona Sumber Gempa Benioff ($T = 1.0$ Detik)	29
Gambar 3.12 Time Histories Zona Sumber Gempa Shallow Crustal ($T = 1.0$ Detik)	30
Gambar 3.13 Time Histories Zona Sumber Gempa Background ($T = 1.0$ Detik)....	30
Gambar 3.14 Format Vektor	31
Gambar 3.15 Format Raster	32
Gambar 4.1 Peta Lokasi Titik Bor	36
Gambar 4.2 Hasil Generalisasi Data Tanah	37
Gambar 4.3 Grafik Korelasi Unit Weight dan N-SPT	39
Gambar 4.4 Korelasi Antara K_0 dan Over Consolidated Ratio (OCR).....	41
Gambar 4.5 Korelasi Antara Nilai N-SPT Dengan OCR.....	42
Gambar 4.6 Time Histories Zona Sumber Gempa Megathrust ($T = 0.2$ Detik) Dengan Periode Ulang 500 Tahun	43
Gambar 4.7 Time Histories Zona Sumber Gempa Shallow Crustal ($T = 0.2$ Detik) Dengan Periode Ulang 500 Tahun.....	44
Gambar 4.8 Time Histories Zona Sumber Gempa Megathrust Dengan Percepatan Puncak $0.18 g$ ($T = 0.2$ Detik) Dengan Periode Ulang 500 Tahun	45
Gambar 4.9 Time Histories Zona Sumber Gempa Shallow Crustal Dengan Percepatan Puncak $0.18 g$ ($T = 0.2$ Detik) Dengan Periode Ulang 500 Tahun	45
Gambar 5.1 Percepatan Gempa di Setiap Lapisan Tanah Untuk Sumber Gempa Megathrust Lokasi Stasiun Angke	52
Gambar 5.2 Percepatan Gempa di Setiap Lapisan Tanah Untuk Sumber Gempa Shallow Crustal Lokasi Stasiun Angke.....	52
Gambar 5.3 Percepatan Gempa di Setiap Lapisan Tanah Untuk Sumber Gempa Megathrust Lokasi Apartemen Kuningan	54
Gambar 5.4 Percepatan Gempa di Setiap Lapisan Tanah Untuk Sumber Gempa Shallow Crustal Lokasi Apartemen Kuningan.....	54

Gambar 5.5 Peta Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Daerah DKI Jakarta Untuk Sumber Gempa Megathrust Dengan Periode Ulang Gempa 500 Tahun	59
Gambar 5.6 Peta Kontur Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Daerah DKI Jakarta Untuk Sumber Gempa Megathrust Dengan Periode Ulang Gempa 500 tahun	60
Gambar 5.7 Peta Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Untuk Sumber Gempa Shallow Crustal Wilayah DKI Jakarta Dengan Periode Ulang Gempa 500 Tahun	61
Gambar 5.8 Peta Kontur Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Untuk Sumber Gempa Shallow Crustal Wilayah DKI Jakarta Dengan Periode Ulang Gempa 500 tahun	62



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berbentuk republik, terletak di kawasan Asia Tenggara. Indonesia memiliki lebih kurang 17.000 buah pulau dengan luas daratan 1.922.570 km² dan luas perairan 3.257.483 km². Letak astronomis Indonesia Terletak di antara 6°LU – 11°LS dan 95°BT – 141°BT. Berdasarkan letak astronomisnya Indonesia dilalui oleh garis equator, yaitu garis khayal pada peta atau globe yang membagi bumi menjadi dua bagian sama besarnya. Secara geologis wilayah Indonesia dilalui oleh dua jalur pegunungan muda dunia yaitu Pegunungan Mediterania di sebelah barat dan Pegunungan Sirkum Pasifik di sebelah timur. Adanya dua jalur pegunungan tersebut menyebabkan Indonesia banyak memiliki gunung api yang aktif dan rawan terjadinya gempa bumi. Kepulauan Indonesia juga berada pada pertemuan empat lempeng tektonik utama dunia, yaitu lempeng eurasia, lempeng Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Philipina, yang bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda. Pergerakan ini bisa mengakibatkan tumbukan yang antara lain efeknya berupa gempa tektonik. Lempeng-lempeng bumi yang ada di Negara Indonesia merupakan bagian dari kerak bumi yang bergerak aktif. Pergerakan tersebut dipicu antara lain oleh air laut dan samudra. Dan dari gerakan lempeng ini akan terbentuk pegunungan aktif yang dalam aktifitasnya dapat menghasilkan getaran pada permukaan bumi. Oleh karena itu Indonesia dilihat dari sisi geologinya tidak mungkin untuk dapat menghindar dari gempa.

Indonesia adalah salah satu negara di dunia dengan resiko gempa yang cukup tinggi. Berkaitan dengan faktor keamanan bangunan terhadap resiko gempa, maka terdapat dua aspek yang perlu diperhatikan, yaitu aspek struktur bangunan dan aspek geoteknik. Pada aspek geoteknik meliputi mekanisme patahan, pengaruh seismik, percepatan dan kondisi tanah setempat. Karena lokasinya yang rawan terhadap gempa, maka pembangunan infrastruktur di Indonesia akan menjadi mahal, sehingga komponen biaya bangunan tahan gempa mempunyai persentase yang perlu diperhitungkan terhadap total biaya

pembangunan. Selain infrastruktur, bangunan perkantoran, hotel, dan apartemen juga tumbuh dengan pesat, terutama di kota-kota besar. Berkaitan dengan aspek keamanan dan jaminan investasi, bangunan-bangunan di atas harus direncanakan sebagai bangunan tahan gempa. Jika tidak direncanakan dengan baik terhadap bahaya gempa, maka kerugian yang mungkin terjadi akan sangat besar, mengingat tingginya resiko gempa di Indonesia.

Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan sarana seperti bangunan, jembatan dan jalan-jalan yang besar dan luas. Gempa juga dapat diikuti bencana alam berbahaya seperti tanah longsor dan tsunami. Indonesia sangat rawan gempa karena secara geografis berada dekat dengan lempeng-lempeng yang aktif dan saling berhubungan satu sama lain, serta karena adanya gunung-gunung berapi yang aktif. Gempa bumi sering diikuti oleh gempa susulan dalam beberapa menit, jam, hari atau bahkan minggu setelah gempa yang pertama, walaupun sering tidak sekuat yang pertama. Ancaman gempa susulan adalah runtuhnya bangunan yang telah goyah dan rusak akibat gempa pertama. Pada akhirnya, bencana gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian material bahkan korban jiwa. Bencana gempa bumi ini tidak dapat dihindari dan dihilangkan dari muka bumi. Namun dengan mengetahui cara pencegahannya, resiko yang disebabkan oleh gempa bumi dapat diminimalkan.

DKI Jakarta yang merupakan ibukota dari Negara Republik Indonesia merupakan propinsi yang terdapat di Pulau Jawa yang dilewati oleh sirkum mediterania. DKI Jakarta mempunyai kepadatan penduduk sebesar 13.344 jiwa per-km². Distribusi populasi penduduk Indonesia sangat tidak merata, sehingga Pulau Jawa masih menjadi pulau dengan populasi tertinggi. Hal ini kemungkinan ada kaitannya dengan pembangunan yang tidak merata di Indonesia, dimana pembangunan dan pengembangan sarana dan prasarana masih terpusat di pulau Jawa. Persentase populasi penduduk di pulau Jawa dan Madura mencapai 58.8% total penduduk Indonesia yang diikuti dengan pulau Sumatera sebesar 21%. Kota Metropolitan Jakarta yang berfungsi sebagai ibu kota negara dan pusat pemerintahan yang juga menjadi pusat dari kegiatan bisnis di Indonesia secara fisik merupakan kota yang paling maju tingkat pembangunannya di Indonesia. Saat ini berbagai bangunan berdiri di Jakarta, mulai dari perumahan sangat

sederhana, rumah-rumah mewah hingga bangunan tinggi pencakar langit dan jembatan serta flyover yang menjadi landmark tersebar diberbagai penjuru kota. Karena letak DKI Jakarta yang berada di Pulau Jawa yang dilewati oleh sirkum mediterania, maka DKI Jakarta rawan terhadap bencana gempa. Ditambah lagi DKI Jakarta merupakan ibukota Negara yang daerahnya dipadati oleh bangunan-bangunan tinggi dan digunakan oleh masyarakat banyak sehingga apabila terjadi gempa akan banyak kerugian material maupun immaterial yang terjadi.

Oleh karena itu, sehubungan dengan tingginya angka kerugian akibat gempa, maka perlu dilakukan studi yang komprehensif tentang gempa khususnya di DKI Jakarta. Dari hasil studi ini diharapkan bisa dihasilkan suatu hasil yang terpercaya yang bisa menjadi bahan pertimbangan dalam mendirikan bangunan di daerah DKI Jakarta.

1.2. Deskripsi Masalah

Jakarta sebagai pusat pemerintahan mempunyai bangunan-bangunan yang harus dilindungi dari kerusakan-kerusakan parah akibat bencana gempa bumi. Dan akibatnya bangunan-bangunan tersebut harus direncanakan sebagai bangunan tahan gempa sehingga pembangunannya menjadi mahal karena memerlukan biaya untuk bangunan tahan gempa.

Oleh karena itu, diperlukan adanya peta di daerah DKI Jakarta yang menunjukkan letak-letak yang berbahaya bagi bangunan apabila terjadi gempa sebagai awal dari mitigasi bencana. Hal ini berkaitan juga dengan kondisi tanah setempat karena besarnya gempa saat sampai di permukaan dipengaruhi juga oleh kondisi tanahnya. Sehingga dengan adanya peta gempa ini akan dapat membuat pembangunan-pembangunan menjadi efektif dan aman terhadap bahaya gempa karena pembangunan disesuaikan dengan kondisi resiko yang dapat dialami oleh bangunan apabila dibangun di tempat tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk :

- Membuat database dari data bore log yang sudah ada untuk beberapa titik di daerah Jakarta Barat dan Selatan.

- Mencari nilai percepatan puncak gempa di permukaan di setiap titik lokasi penyelidikan.
- Membuat peta mikrozonasi gempa untuk daerah DKI Jakarta khususnya daerah Jakarta Barat dan Selatan.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

DKI Jakarta sebagai kota metropolitan dan ibukota Negara merupakan daerah yang dipadati oleh bangunan tinggi dan bangunan pemerintahan yang banyak digunakan oleh masyarakat umum. Bangunan-bangunan ini harus dapat terlindungi dari kerusakan-kerusakan akibat terjadinya bencana termasuk di dalamnya bencana gempa bumi. Sehingga diperlukan adanya perencanaan dalam pembangunannya untuk dapat bertahan dari bencana gempa bumi.

Penelitian ini dibatasi untuk wilayah Jakarta Barat dan Selatan dengan data bore log yang telah didapatkan sebelumnya untuk beberapa titik pengeboran di daerah tersebut. Data bore log ini menjadi acuan kondisi tanah yang ada di daerah Jakarta Barat dan Selatan. Dan dengan program SHAKE diproses untuk mendapatkan percepatan puncak gempa di permukaan daerah Jakarta Barat dan Selatan.

1.5. Sistematika Penulisan

Bab I. Pendahuluan

Pada bab pendahuluan berisi tentang latar belakang dari kegiatan penelitian serta deskripsi masalah dari penelitian. Bab ini juga menceritakan maksud dan tujuan penulis melakukan penelitian serta ruang lingkup dari penelitian yang penulis lakukan.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Pada bab tinjauan pustaka berisi tentang dasar-dasar teori dan peraturan yang mendukung dan menjadi acuan dari kegiatan penelitian ini.

Bab III. Metodologi Penelitian

Pada bab Metodologi Penelitian berisi tentang bagaimana penulis melakukan penelitian ini.

Bab IV. Penentuan Parameter Input Data

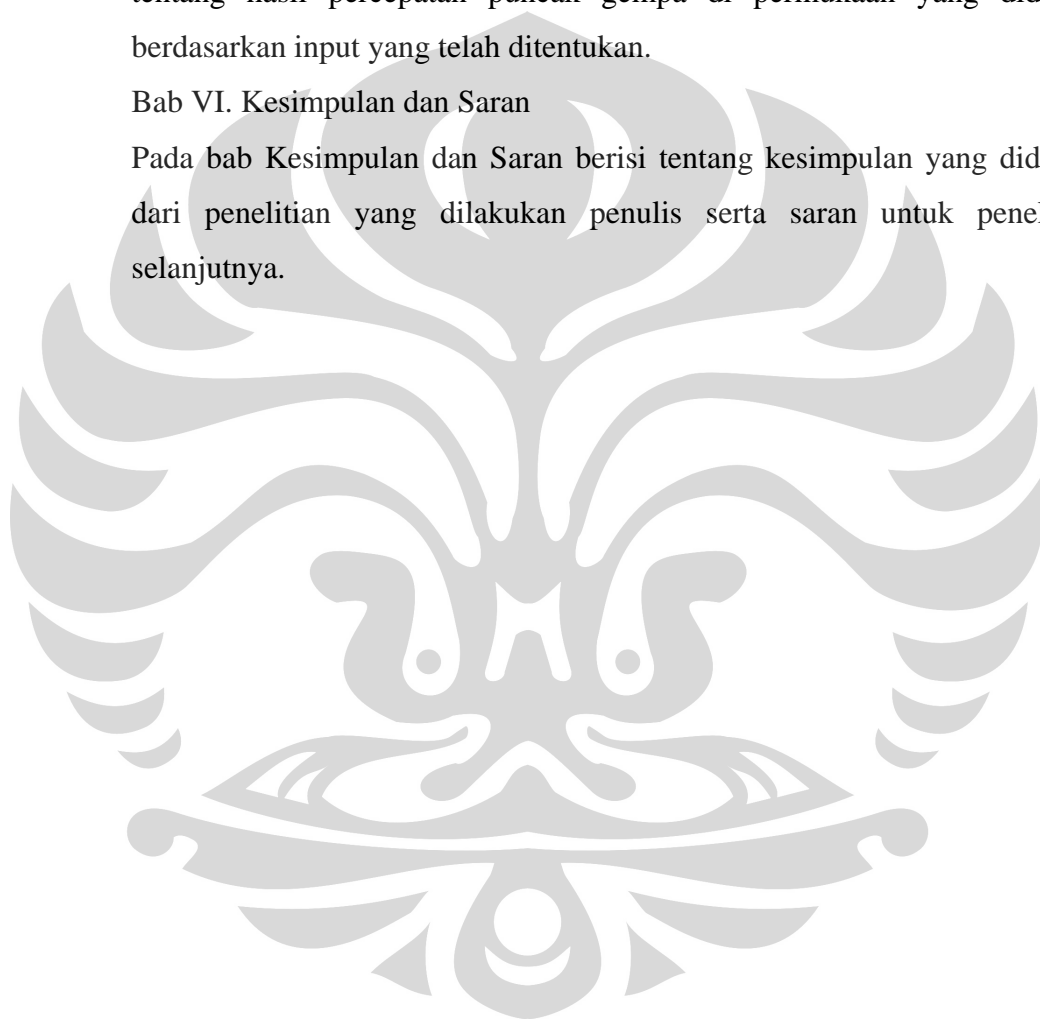
Pada Bab Penentuan Parameter Input Data berisi tentang bagaimana penulis menentukan input yang digunakan dalam analisis percepatan puncak gempa di permukaan dengan program SHAKE 2000.

Bab V. Analisis Hasil Percepatan Puncak Gempa di Permukaan

Pada Bab Analisis Hasil Percepatan Puncak Gempa di Permukaan berisi tentang hasil percepatan puncak gempa di permukaan yang didapat berdasarkan input yang telah ditentukan.

Bab VI. Kesimpulan dan Saran

Pada bab Kesimpulan dan Saran berisi tentang kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan penulis serta saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Untuk penelitian ini diperlukan suatu dasar teori yang dapat digunakan dalam mendukung semua yang akan dilakukan dalam penelitian ini, termasuk materi-materi yang diperlukan dalam melaksanakan penelitian ini. Untuk itu pada bab ini akan diperlihatkan teori-teori materi-materi yang berhubungan dan dibutuhkan dalam penelitian ini.

Pada bab ini terdapat materi-materi yang membantu dalam melaksanakan penelitian seperti pengetahuan mengenai penggunaan metode dalam menganalisis percepatan gempa pada lapisan tanah yang berbeda-beda dan pengetahuan mengenai peta digital yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dari teori ini akan digunakan dalam mendapatkan percepatan gempa di permukaan dengan memprosesnya dalam program Shake

Pada penelitian ini digunakan SNI 03-1726-2002 pasal 4.6 dan pasal 4.7 sebagai bahan acuan, dimana pada pasal 4.6 digunakan untuk mengetahui sifat-sifat tanah berhubungan dengan perambatan gelombang gempa pada tanah tersebut dilihat dari jenis tanahnya. Dan pada pasal 4.7 sebagai bahan acuan dalam membagi wilayah gempa berdasarkan percepatan puncak batuan dasarnya.

2.2. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi karena pergerakan lapisan batu bumi yang berasal dari dasar atau bawah permukaan bumi dan juga bisa dikarenakan adanya letusan gunung berapi. Dari faktor-faktor penyebab terjadinya, maka gempa bumi dapat digolongkan menjadi dua. Pertama disebut gempa tektonik. Yang kedua adalah gempa vulkanik yang jarang terjadi bila dibandingkan dengan gempa tektonik. Gempa bumi mempunyai intensitas tertentu yang berbeda-beda untuk setiap gempa yang terjadi di suatu daerah.

Intensitas adalah besaran yang dipakai untuk mengukur suatu gempa selain dengan *magnitude*. Intensitas dapat didefinisikan sebagai suatu besarnya kerusakan disuatu tempat akibat gempa bumi yang diukur berdasarkan kerusakan

yang terjadi. Harga intensitas merupakan fungsi dari *magnitude*, jarak ke *episenter*, lama getaran, kedalaman gempa, kondisi tanah dan keadaan bangunan. Skala Intensitas Modifikasi Mercalli (MMI) merupakan skala intensitas yang lebih umum dipakai.

Kebanyakan gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan dimana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itu lah gempa bumi akan terjadi. Gempa bumi biasanya terjadi di perbatasan lempengan-lempengan tersebut. Gempa bumi yang paling parah biasanya terjadi di perbatasan lempengan kompresional dan translasional. Gempa bumi fokus dalam kemungkinan besar terjadi karena materi lapisan litosfer yang terjepit kedalam mengalami transisi fase pada kedalaman lebih dari 600 km.

Beberapa gempa bumi lain juga dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa bumi seperti itu dapat menjadi gejala akan terjadinya letusan gunung berapi. Beberapa gempa bumi juga terjadi karena menumpuknya massa air yang sangat besar di balik dam. Sebagian lagi juga dapat terjadi karena injeksi atau akstraksi cairan dari/ke dalam bumi. Terakhir, gempa juga dapat terjadi dari peledakan bahan peledak. Gempa bumi yang disebabkan oleh manusia seperti ini dinamakan juga seismisitas terinduksi.

2. 3. ***Ground Response Analysis***

Ground Response Analysis digunakan dalam memprediksi gelombang di permukaan yang berkembang berdasarkan dari *respons spectra* yang terjadi, dan mengevaluasi tegangan dan regangan akibat gaya dinamik untuk bencana liquifaksi, serta untuk menentukan gaya yang disebabkan gempa yang bisa menyebabkan ketidakstabilan permukaan tanah dan ketahanan struktur di permukaan tanah.

Pada kondisi ideal, *ground response analysis* dapat dimodelkan dengan mekanisme *rupture* pada sumber gempa tersebut, perambatan dari gelombang tekanan yang melalui batuan dasar bumi, dan kemudian menentukan bagaimana gelombang di permukaan dipengaruhi oleh tanah yang terletak di atas batuan dasar

tersebut. Permasalahan dipecahkan dari *ground response analysis* yang utama adalah menentukan respons gelombang dari batuan dasar terhadap lapisan tanah yang berada di atasnya. Meskipun faktanya gelombang gempa mungkin melintasi 10 km dari batuan dasar dan lebih dari 100 m lapisan tanah. Tanah sangat berperan penting dalam penentuan karakteristik gelombang yang terjadi di permukaan bumi.

Metode dalam menentukan *ground response analysis* dikelompokkan berdasarkan dimensi dari permasalahan yang ingin dipecahkan. Terdapat tiga metode dalam menentukan *ground response analysis* yaitu metode satu dimensi, dua dimensi, dan metode tiga dimensi. Meskipun metode dua dimensi dan tiga dimensi lebih cocok atau tepat dalam menentukan *ground response analysis* daripada metode satu dimensi. Untuk selanjutnya hanya akan dibahas mengenai metode satu dimensi yang akan digunakan dalam analisis gempa dengan program SHAKE.

- Metode satu dimensi

Pada metode analisis berikut diasumsikan bahwa semua lapisan tanah ke arah horizontal dan respons pada lapisan tanah sejumlah besar disebabkan oleh gelombang SH yang merambat secara vertikal dari lapisan di atas *bedrock*. Pada analisis respons permukaan satu dimensi, permukaan tanah dan *bedrock* diasumsikan memanjang secara tak terbatas ke arah horizontal. Ada beberapa istilah dalam menganalisa respons permukaan yang perlu diketahui yaitu *free surface motion*, *bedrock motion*, *a rock outcropping motion*, dan *bedrock outcropping motion*. Pada *bedrock outcropping motion* tidak ada lapisan tanah di atas lapisan *bedrock*.

Untuk metode analisis permukaan satu dimensi ada dua cara pendekatan yaitu secara pendekatan linear dan pendekatan non-linear. Dan yang akan dibahas hanya pendekatan linear saja.

- Pendekatan linear

Pada permasalahan respon permukaan tanah, mentransfer fungsi dapat digunakan untuk menyatakan berbagai parameter respon, seperti *displacement*, kecepatan, percepatan, tegangan geser, dan regangan geser, untuk sebuah parameter *input motion* seperti percepatan pada lapisan *bedrock*. Karena ia

bergantung pada prinsip *superposition*, pendekatan ini adalah terbatas pada analisis sistem linear. Percepatan gempa pada bedrock yang diketahui dalam time history dibuat ke dalam deret Fourier, biasanya menggunakan FFT. Setiap istilah dalam deret Fourier dari gerakan di *bedrock (input motion)* ini kemudian dikalikan dengan fungsi transfer untuk menghasilkan deret Fourier untuk gerakan di permukaan tanah (*output motion*). Gerakan di permukaan tanah (*output motion*) kemudian dapat dinyatakan dalam domain waktu menggunakan inverse FFT. Dengan demikian fungsi transfer menentukan berapa masing-masing frekuensi di *bedrock (input)* adalah gerakan *amplified*, atau *de-amplified*, oleh lapisan tanah.

- Evaluasi dari transfer fungsi

Kunci dari pendekatan linear adalah evaluasi fungsi transfer. Pada bagian berikut, deret fungsi transfer diperoleh untuk setiap kondisi geoteknik yang lebih rumit. Walaupun penyederhanaan ini tidak begitu sesuai dengan masalah yang sebenarnya, namun menggambarkan beberapa efek penting pada lapisan tanah untuk karakteristik dari gerakan tanah tanpa matematika yang rumit. Semakin kompleks akan mampu menjelaskan aspek-aspek yang paling penting dari respon terhadap tanah dan sangat umum digunakan dalam praktek rekayasa geoteknik gempa. Berikut rumus transfer fungsi untuk setiap asumsi yang digunakan pada permasalahan analisis respon tanah :

$$F(\omega) = \frac{1}{\cos k_s^* H + i \alpha_z^* \sin k_s^* H} \quad (2.1)$$

dimana,

$$\alpha_z^* = \frac{G_s^* k_s^*}{G_r^* k_r^*} \quad (2.2)$$

k^* = complex wave number = $k (1 + i \xi)$

k = ω / v_s

ω = circular frequency of harmonic wave (= $2\pi \times f$)

ξ = damping ratio of soil

$G_s^* = G (1 + 2 i \xi)$ = complex shear modulus of soil

2.4. Pasal-pasal yang digunakan dalam SNI 03-1726-2002

4.6 Jenis tanah dan perambatan gelombang gempa

4.6.1 Kecuali bila lapisan tanah di atas batuan dasar memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan dalam Pasal 4.6.3, pengaruh Gempa Rencana di muka tanah harus ditentukan dari hasil analisis perambatan gelombang gempa dari kedalaman batuan dasar ke muka tanah dengan menggunakan gerakan gempa masukan dengan percepatan puncak untuk batuan dasar menurut Tabel 2.2. Akselerogram gempa masukan yang ditinjau dalam analisis ini, harus diambil dari rekaman gerakan tanah akibat gempa yang didapat di suatu lokasi yang mirip kondisi geologi, topografi dan seismotektoniknya dengan lokasi tempat struktur gedung yang ditinjau berada. Untuk mengurangi ketidak-pastian mengenai kondisi lokasi ini, paling sedikit harus ditinjau 4 buah akselerogram dari 4 gempa yang berbeda, salah satunya harus diambil Gempa El Centro N-S yang telah direkam pada tanggal 15 Mei 1940 di California.

4.6.2 Batuan dasar adalah lapisan batuan di bawah muka tanah yang memiliki nilai hasil Test Penetrasi Standar N paling rendah 60 dan tidak ada lapisan batuan lain di bawahnya yang memiliki nilai hasil Test Penetrasi Standar yang kurang dari itu, atau yang memiliki kecepatan rambat gelombang geser v_s yang mencapai 750 m/detik dan tidak ada lapisan batuan lain di bawahnya yang memiliki nilai kecepatan rambat gelombang geser yang kurang dari itu.

4.6.3 Jenis tanah ditetapkan sebagai Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak, apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis-jenis tanah

Jenis tanah	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata, V_s (m/det)	Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata N	Kuat geser niralir rata-rata S_u (kPa)
Tanah Keras	$V_s \geq 350$	$N \geq 50$	$S_u \geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq V_s < 350$	$15 \leq N < 50$	$50 \leq S_u < 100$
Tanah Lunak	$V_s < 175$	$N < 15$	$S_u < 50$
	atau, setiap profil dengan tanah lunak yang tebal total lebih dari 3m dengan $PI > 20$, $w_u \geq 40\%$ dan $S_u < 25$ kPa		
Tanah Khusus	diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi		

Dalam Tabel 2.1 V_s , N dan S_u adalah nilai rata-rata berbobot besaran itu dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya yang harus dihitung menurut persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i/v_{si}} \quad (2.3)$$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i/N_i} \quad (2.4)$$

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i/S_{ui}} \quad (2.5)$$

di mana t_i adalah tebal lapisan tanah ke- i , v_{si} adalah kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke- i , N_i nilai hasil Test Penetrasi Standar lapisan tanah ke- i , S_{ui} adalah kuat geser niralir lapisan tanah ke- i dan m adalah jumlah lapisan tanah yang ada di atas batuan dasar. Selanjutnya, dalam Tabel 1 PI adalah Indeks Plastisitas tanah lempung, w_n adalah kadar air alami tanah dan S_u adalah kuat geser niralir lapisan tanah yang ditinjau.

4.4.4 Yang dimaksud dengan jenis Tanah Khusus dalam Tabel 2.1 adalah jenis tanah yang tidak memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam tabel tersebut. Di samping itu, yang termasuk dalam jenis Tanah Khusus adalah juga tanah yang memiliki potensi likuifaksi yang tinggi, lempung sangat peka, pasir yang tersementasi rendah yang rapuh, tanah gambut, tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi dengan ketebalan lebih dari 3 m, lempung sangat lunak dengan PI lebih dari 75 dan ketebalan lebih dari 10 m, lapisan lempung dengan $25 \text{ kPa} < S_u < 50 \text{ kPa}$ dan ketebalan lebih dari 30 m. Untuk jenis Tanah Khusus percepatan puncak muka tanah harus ditentukan dari hasil analisis perambatan gelombang gempa menurut Pasal 4.6.1.

4.7 Wilayah gempa dan spektrum respons

4.7.1 Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 Wilayah Gempa seperti ditunjukkan dalam Gambar 1, di mana Wilayah Gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan Wilayah Gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian Wilayah Gempa ini, didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh Gempa Rencana dengan perioda ulang 500 tahun, yang nilai rata-ratanya untuk setiap Wilayah Gempa ditetapkan dalam Gambar 2.1 dan Tabel 2.2.

4.7.2 Apabila percepatan puncak muka tanah A_0 tidak didapat dari hasil analisis perambatan gelombang seperti disebut dalam Pasal 4.6.1, percepatan puncak muka tanah tersebut untuk masing-masing Wilayah Gempa dan untuk masing-masing jenis tanah ditetapkan dalam Tabel 2.2.

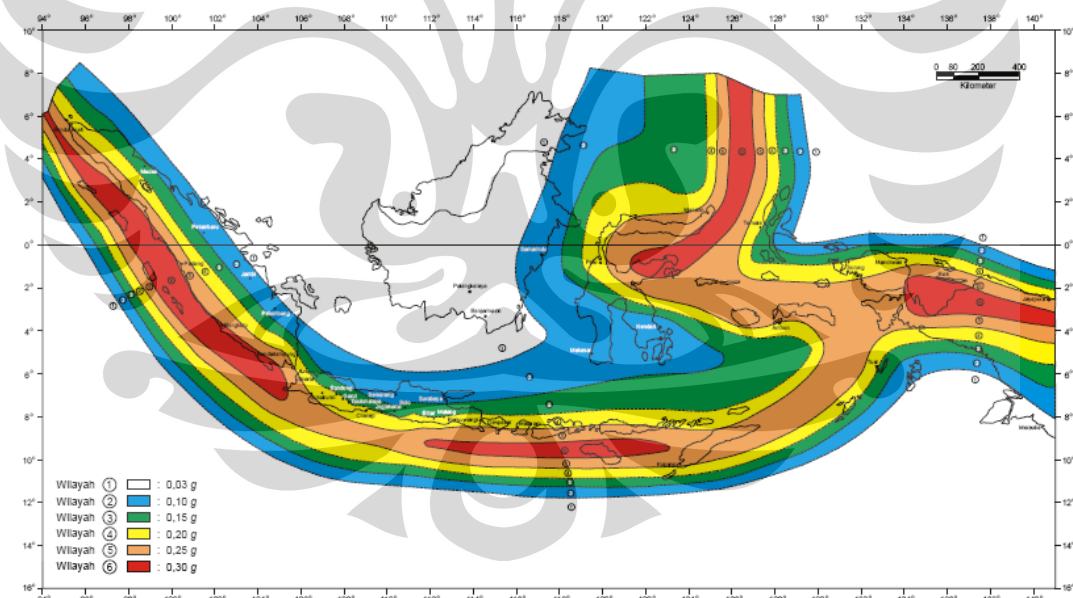
Tabel 2.2 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia

Wilayah Gempa	Percepatan puncak batuan dasar (g)	Percepatan puncak muka tanah A_0 (g)			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi
2	0,10	0,12	0,15	0,20	
3	0,15	0,18	0,23	0,30	
4	0,20	0,24	0,28	0,34	
5	0,25	0,28	0,32	0,36	
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

4.7.3 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah A_0 untuk Wilayah Gempa 1 yang ditetapkan dalam Gambar 2.1 dan Tabel 2.2

ditetapkan juga sebagai percepatan minimum yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur gedung untuk menjamin kekekaran (robustness) minimum dari struktur gedung tersebut.

4.7.4 Untuk menentukan pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung, yaitu berupa beban geser dasar nominal statik ekuivalen pada struktur beraturan menurut Pasal 6.1.2, gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik ragam pertama pada struktur gedung tidak beraturan menurut Pasal 7.1.3 dan gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik seluruh ragam yang berpartisipasi pada struktur gedung tidak beraturan menurut Pasal 7.2.1, untuk masing-masing Wilayah Gempa ditetapkan Spektrum Respons Gempa Rencana C-T seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Dalam gambar tersebut C adalah Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan T adalah waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik. Untuk $T = 0$ nilai C tersebut menjadi sama dengan A_0 , di mana A_0 merupakan percepatan puncak muka tanah menurut Tabel 2.2.



Gambar 2.1 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun

4.7.5 Mengingat pada kisaran waktu getar alami pendek $0 < T < 0,2$ detik terdapat ketidak-pastian, baik dalam karakteristik gerakan tanah maupun dalam tingkat daktilitas strukturnya, Faktor Respons Gempa C menurut Spektrum Respons Gempa Rencana yang ditetapkan dalam Pasal 4.7.4, dalam kisaran waktu getar

alami pendek tersebut, nilainya tidak diambil kurang dari nilai maksimumnya untuk jenis tanah yang bersangkutan.

4.7.6 Dengan menetapkan percepatan respons maksimum A_m sebesar

$$A_m = 2,5 A_0 \quad (2.6)$$

dan waktu getar alami sudut T_c sebesar 0,5 detik, 0,6 detik dan 1,0 detik untuk jenis tanah berturut-turut Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak, maka dengan memperhatikan Pasal 4.7.4 dan Pasal 4.7.5, Faktor Respons Gempa C ditentukan oleh persamaan-persamaan sebagai berikut :

- untuk $T \leq T_c$:

$$C = A_m \quad (2.7)$$

- untuk $T > T_c$:

$$C = \frac{A_r}{T} \quad (2.8)$$

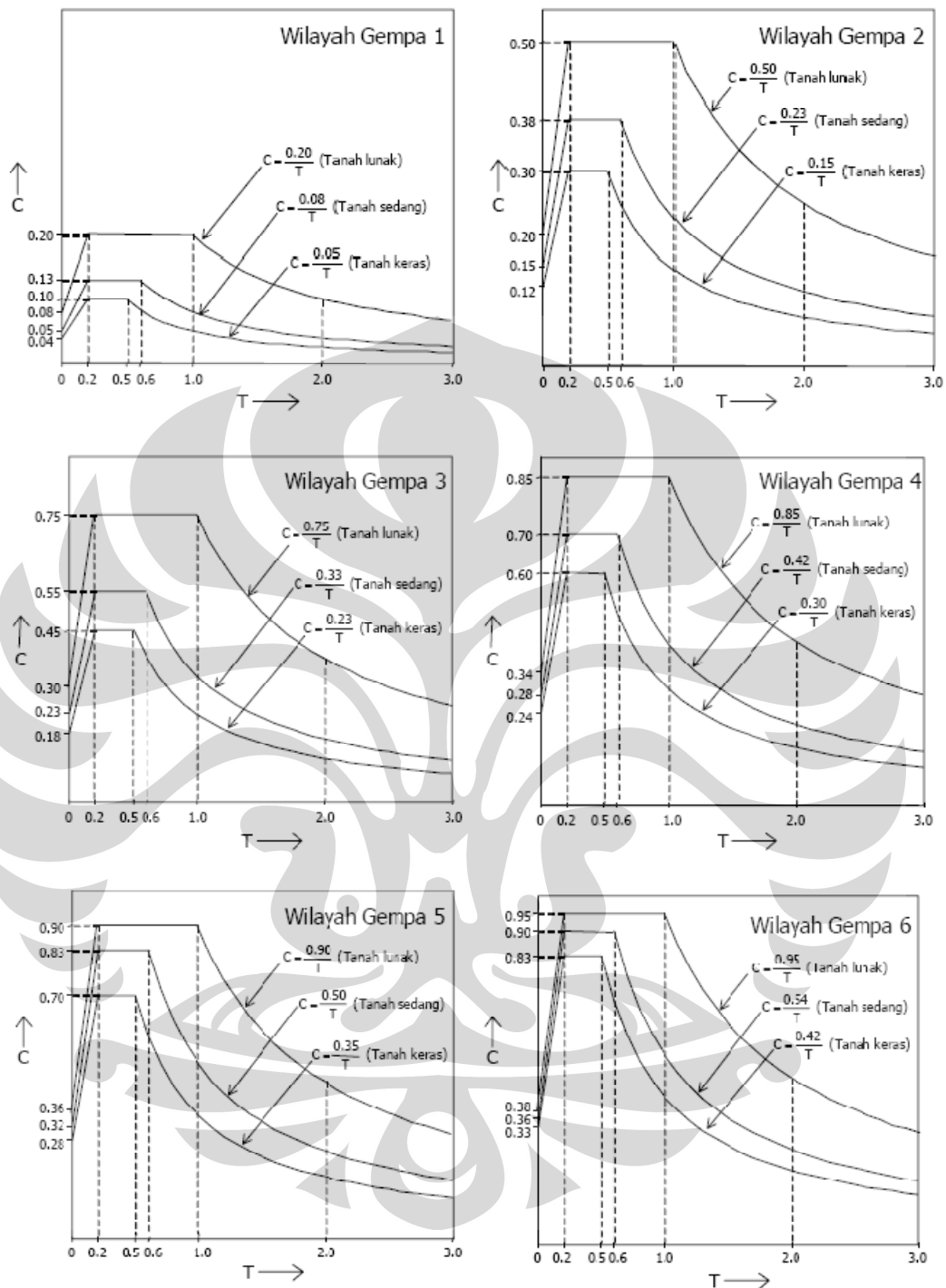
dengan

$$A_r = A_m T_c \quad (2.9)$$

Dalam Tabel 2.3, nilai-nilai A_m dan A_r dicantumkan untuk masing-masing Wilayah Gempa dan masing-masing jenis tanah.

Tabel 2.3 Spektrum Response Gempa Rencana

Wilayah Gempa	Tanah Keras $T_c = 0,5$ det.		Tanah Sedang $T_c = 0,6$ det.		Tanah Lunak $T_c = 1,0$ det.	
	A_m	A_r	A_m	A_r	A_m	A_r
1	0,1	0,05	0,13	0,08	0,20	0,20
2	0,3	0,15	0,38	0,23	0,50	0,50
3	0,45	0,23	0,55	0,33	0,75	0,75
4	0,6	0,3	0,7	0,42	0,85	0,85
5	0,7	0,35	0,83	0,50	0,90	0,90
6	0,83	0,42	0,90	0,54	0,95	0,95



Gambar 2.2 Respons Spektrum Gempa Rencana

2.5. Peta digital

Peta Digital adalah peta rupabumi hasil proyek “Digital Mapping” yang dimulai BAKOSURTANAL pada tahun 1993, yang seluruh tahapan produksinya

menggunakan teknik digital, mulai dari kompilasi foto udara pada alat fotogrametri analitis, proses editing dan desain kartografi hingga persiapan separasi warna sebelum dicetak offset. Dengan alur kerja lengkap secara digital (dataflow), maka peta ini menjadi sangat teliti, sangat ekonomis untuk dimutakhirkan di masa depan, dan sangat bervariasi untuk digunakan, baik dalam bentuk kertas (hardcopy) maupun dalam bentuk digital (softcopy).

Peta digital mempunyai perbedaan dengan peta konvensional dan peta hasil digitasi. Yang dimaksud dengan peta konvensional di sini adalah peta kertas hasil teknologi analog. Peta semacam ini cukup sulit untuk dimutakhirkan, karena praktis seluruhnya harus digambar ulang, tidak cukup bagian yang berubah saja. Selain itu penggunaannya juga terbatas, tidak mudah ditampilkan dalam format berbeda, dan tidak bisa langsung diproses dengan teknologi digital lainnya, misalnya dalam Sistem Informasi Geografi. Dan untuk peta hasil digitasi dari peta analog tak terhindarkan dari kesalahan akibat skala dan generalisasi. Bila peta yang digitasi berskala 1:250.000, sedang rata-rata ketelitian operator adalah 0,1 mm maka akurasi geometri hasil digitasi itu adalah sekitar 25 meter. Angka ini masih diperparah oleh akibat generalisasi pada peta skala kecil, di mana agar suatu unsur tetap kelihatan, ia harus digambar jauh lebih besar dari sesungguhnya. Pada peta skala 1:250.000 suatu jalan selebar 10 m digambar selebar 0,5 mm, jadi seakan-akan lebarnya di alam adalah 125m. Akibatnya, bila orang ingin menghitung luas, atau mencocokkan hasil pembacaan GPS, maka akan terjadi simpangan yang cukup besar. Sedangkan untuk peta digital sendiri dihasilkan dari kompilasi foto udara yang diambil dari pesawat terbang (*airborne*). Kemudian dilengkapi dengan data survey lapangan misalnya untuk menambah data yang tertutup bayangan, atau yang memang tidak terdapat di foto, seperti klasifikasi bangunan, batas administrasi maupun nama-nama tempat. Foto udara memiliki skala yang jauh lebih besar dari citra satelit (*spaceborne*), sehingga jumlah informasi geometri maupun ketelitiannya juga jauh lebih tinggi. Citra satelit seperti Landsat atau SPOT lebih berguna untuk daerah yang sangat luas tapi tidak memerlukan informasi geometri yang rinci. Keunggulan citra satelit adalah pada informasi radiometri, misalnya untuk mengenali karakteristik lingkungan hidup atau struktur geologi suatu tempat.

Format data dari peta digital ini dalam format DST. Namun bagi pengguna, telah disediakan dalam format Cad (DWG/DXF) dan Arc/Info. Sehingga peta tersebut dapat digunakan untuk berbagai *software* yang menggunakan format tersebut termasuk di dalamnya *software* GIS. GIS (Sistem Informasi Geografi) adalah sistem komputer untuk memasukkan, menata, mengolah dan mempresentasikan data yang memiliki referensi ruang. Aplikasi GIS ini meliputi banyak sekali sektor, mulai dari analisis lingkungan, optimasi route lalu lintas, perencanaan wilayah, *facility management*, riset pasar, dsb. Dengan demikian terlihat bahwa dalam beberapa aplikasi GIS diperlukan data tematik yang belum terdapat pada peta rupabumi, misalnya data kependudukan, data lalu lintas dsb. Peta digital hanya menyediakan data dasar atau data baku, yakni geometri dari permukaan bumi yang benar. Untuk beberapa jenis aplikasi GIS, misalnya analisis banjir, modeling produksi padi, simulasi propagasi gelombang radio atau perkiraan tempat-tempat rawan kecelakaan di jalan raya, peta digital bisa langsung dipakai dalam analisis. Namun untuk sebagian besar aplikasi GIS, data dari peta digital masih harus ditambah data lain, atau ditingkatkan kompleksitasnya.

2.6. Peta Mikrozonasi Gempa

Peta mikrozonasi gempa adalah peta yang digunakan untuk menunjukkan percepatan gempa maksimum terkoreksi dengan periode ulang tertentu untuk suatu daerah. Untuk setiap daerah akan mempunyai lapisan tanah yang berbeda-beda. Dan lapisan tanah ini akan mempengaruhi besarnya percepatan gempa pada daerah tersebut, oleh karena itu percepatan gempa untuk setiap daerah akan bervariasi tergantung dengan lapisan tanah di bawahnya. Peta mikrozonasi gempa kota Jakarta dibuat dengan membagi kota Jakarta menjadi zona wilayah berdasarkan data actual mengenai lapisan tanah setempat yang didapat dari sejumlah titik data pemboran dan data laboratorium.

Berdasarkan ISSMGE *Technical Committte for Geotechnical Earthquake Engineerng*, tiga tingkat pendekatan yang digunakan untuk melakukan zonasi pada tiga jenis fenomena geoteknik digambarkan seperti yang ada pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Penggunaan data untuk tiga level zonasi

	Tingkat-1	Tingkat-2	Tingkat-3
Gerakan Tanah	Catatan gempa (<i>historical earthquakes</i>) dan informasi yang ada	<i>Microtremor</i>	Investigasi geoteknik
	Peta Geologi	<i>Simplified geotechnical study</i>	<i>Ground response analysis</i>
Wawancara penduduk sekitar			
Ketidakstabilan Lereng	Catatan gempa (<i>historical earthquakes</i>) dan informasi yang ada	Foto udara dan <i>remote sensing</i>	Investigasi geoteknik
	Peta Geologi dan Peta Geomorfologi	<i>fields studies</i> <i>data vegetasi dan penyerapan air</i>	Analisis
Liquefaction	Catatan gempa (<i>historical earthquakes</i>) dan informasi yang ada	Foto udara dan <i>remote sensing</i>	Investigasi geoteknik
	Peta Geologi dan Peta Geomorfologi	<i>fields studies</i> Wawancara dengan penduduk sekitar	Analisis
Skala Pemetaan	1:1,000,000 - 1:50,000	1:100,000 - 1:10,000	1:25,000 - 1:5,000

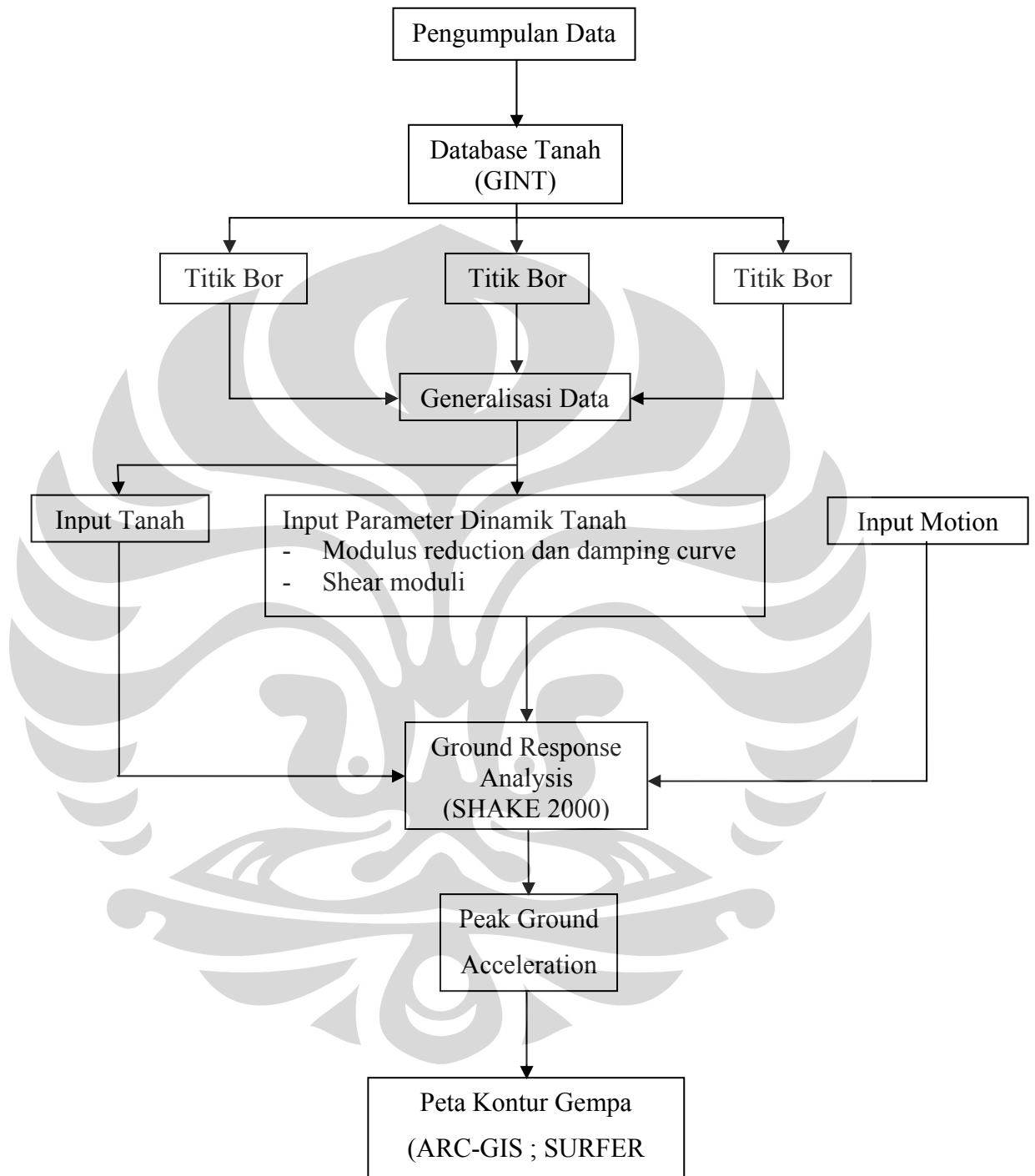
BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi analisa percepatan puncak gempa di permukaan dengan menggunakan program SHAKE dengan data-data tanah untuk beberapa titik di daerah Jakarta Barat dan Selatan. Dari hasil percepatan puncak gempa di permukaan ini akan didapatkan peta mikrozonasi gempa di daerah Jakarta Barat dan Selatan dengan menggunakan program ARC-GIS.

Kegiatan penelitian ini mempunyai beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu tahapan persiapan data tanah pada beberapa titik di daerah Jakarta Barat dan Selatan, tahapan berikutnya adalah analisis percepatan puncak gempa di permukaan dengan program SHAKE, dan selanjutnya penggunaan program ARC-GIS dalam pembuatan peta mikrozonasi gempa daerah Jakarta Barat dan Selatan.

3.2. Alur Kegiatan Penelitian



Gambar 3.1 Bagan kegiatan penelitian

3.3. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan mengenai masing-masing tahapan yang dilakukan dalam penelitian analisis percepatan muka tanah dengan program SHAKE untuk daerah studi Kotamadya Jakarta Barat dan Selatan.

3.3.1. Pengumpulan informasi dan Data

Informasi dan data-data yang dikumpulkan menjadi awal dalam kegiatan penelitian ini. Setelah itu penggunaan program SHAKE menjadi tahapan berikutnya. Secara garis besar penulis menggolongkan menjadi 2 golongan dalam penelitian ini :

- Data tanah DKI Jakarta

Data tanah yang didapat dari pemboran dalam ini nantinya akan dipergunakan dalam tahap menganalisis percepatan muka tanah yang terjadi dengan program SHAKE. Selain data-data tanah penulis juga mengumpulkan informasi mengenai studi gempa, yaitu meliputi definisi, parameter-parameter gempa, dasar program SHAKE, serta peraturan yang terkait dalam menganalisis percepatan muka tanah.

- Perhitungan percepatan muka tanah dengan program SHAKE

Data tanah yang telah didapatkan akan menjadi input dalam program SHAKE bersama dengan input parameter dinamika tanah. Program SHAKE yang akan digunakan akan membutuhkan parameter-parameter tanah dalam menganalisis respon gempa yang terjadi dan mendapatkan ilai percepatan muka tanah.

3.3.2. Perhitungan Percepatan Muka Tanah

Untuk melakukan analisis percepatan muka tanah dibutuhkan data tanah sebagai input ke dalam program SHAKE. Data-data tanah ini merupakan data tanah hasil pengeboran dalam di beberapa titik di daerah DKI Jakarta. Data tanah ini menyediakan informasi mengenai karakteristik lapisan tanah yang ditinjau dan dibutuhkan oleh program SHAKE dalam menganalisis percepatan muka tanah yang terjadi.

3.3.2.1. Input Data Tanah

Untuk membuat peta gempa diperlukan data tanah yang selanjutnya akan di analisis seberapa besar efek yang akan terjadi jika gempa melewati daerah

tersebut. Untuk itu diperlukan data tanah yang meliputi seluruh daerah yang akan dibuat peta gempanya. Data tanah yang digunakan secara garis besar terbagi menjadi dua, yaitu data lapangan yang di dapat dari pengeboran lapangan dan juga data laboratorium dari tes di laboratorium. Data-data yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Informasi Data Bor

Borehole data (soil column, drilling log)	Location Date and time Strata, depth, thickness SPT N-values Groundwater levels Name of drillers and company
--	---

Data data tersebut dipeoleh dari Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Data tersebut adalah hasil investigasi tanah dan tes laboratorium rutin yang selama ini terkumpul.

3.3.2.2. Input Parameter Dinamika Tanah

Selain input data tanah, dalam menganalisis ground response analysis menggunakan program SHAKE dibutuhkan juga input parameter dinamika tanah. Parameter dinamika tanah yang dibutuhkan dalam pengolahan adalah modulus geser dinamik (G_{max}), kecepatan gelombang (V_s), unit weight (γ), Plasticity Index (PI), *modulus reduction curve*, dan *damping curve*. Nilai modulus geser dinamik dapat dikorelasikan dengan nilai N-SPT dengan menggunakan rumus

$$G_{max} = 1000 \left(20 \left(N_{1,60} \right)^{1/3} \right) \left(\sigma_m \right)^{1/2} \quad (3.1)$$

Dimana N merupakan nilai N-SPT. Nilai γ didapat dari test laboratorium yang dilakukan, namun tidak semua jenis lapisan tanah dilakukan tes laboratorium, sehingga nilai γ dapat menggunakan grafik yang berhubungan dengan nilai N-SPT. Untuk nilai modulus reduction curve dan damping curve dibutuhkan nilai plasticity index, namun sama halnya dengan nilai γ , nilai plasticity index tidak semuanya didapat berdasarkan test laboratorium, sehingga nilai modulus reduction curve dan damping curve didapat dengan menyesuaikan jenis tanah pada lapisan tanah.

Tabel 3.2. Klasifikasi *modulus reduction curve* dan *damping curve*

jenis tanah	modulus reduction curve	damping curve
clay	soil (Vucetic & Dobry)	soil (Vucetic & Dobry)
silt	soil (Vucetic & Dobry)	soil (Vucetic & Dobry)
sand	sand-average (Seed & Idriss)	sand-average (Seed & Idriss)

3.3.2.3. Input motion

Salah satu input data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data riwayat waktu percepatan *time-histories* (TH). Sampai saat ini, data riwayat waktu percepatan *strong motion* di batuan dasar khususnya di DKI Jakarta masih sangat sedikit, sehingga pada umumnya dalam analisis tersebut digunakan data TH gempa dari negara lain. Dan dalam SNI 03-1726-2002 direkomendasikan untuk menggunakan 4 buah akselerogram dari 4 gempa yang berbeda dalam menganalisis respons gempa di permukaan, yang salah satunya harus diambil dari data gempa Elcentro N-S (1940). Sedangkan pemakaian data TH yang diambil dari negara atau lokasi lain belum tentu sesuai diterapkan untuk semua lokasi atau kondisi di DKI Jakarta. Mengingat input data *time-histories* (TH) memegang peranan yang sangat penting dalam menganalisis respons gempa di permukaan, maka pemilihan data TH ini harus sesuai dengan kondisi geologi, seismologi dan target parameter pergerakan batuan dasar (*ground motion parameters*), seperti percepatan gempa maksimum, kandungan frekuensi, dan durasi.

Menurut Masyhur Irsyam dkk. Ada dua metode untuk mendapatkan data *time histories* (USACE, 1999), yaitu: 1) menggunakan data TH yang pernah direkam didekat lokasi studi, dan 2) menggunakan data TH buatan (*artificial time histories*). Kelebihan metoda pertama adalah data yang digunakan dapat dianggap paling representatif untuk lokasi studi karena data tersebut berasal dari gempa alami yang diakibatkan oleh mekanisme gempa dan kondisi geologi di sekitar lokasi studi. Pada pendekatan ini data akselerogram cukup diskalakan dengan suatu faktor koreksi untuk menyesuaikan dengan hasil analisis hazard kegempaan di lokasi studi. Permasalahan yang timbul adalah hampir seluruh kota-kota besar di Indonesia tidak memiliki data TH yang representatif untuk digunakan dalam analisis kegempaan. Sehingga data TH didapatkan dengan menggunakan metoda kedua. Metoda kedua, yaitu menggunakan data TH buatan, dapat dilakukan

dengan menggunakan dua cara, yaitu: 1) memodifikasi data TH yang sudah ada, dan 2) membuat data TH secara sintetik. Cara pertama umumnya dianggap lebih baik daripada cara kedua karena data riwayat percepatan yang dihasilkan akan memiliki karakteristik yang lebih mendekati gempa natural. Dalam studi ini, pembuatan TH dilakukan dengan memodifikasi data TH yang sudah ada sehingga diharapkan dapat merepresentasikan kondisi seismologi dan geologi kota DKI Jakarta.

Secara umum prosedur untuk pembuatan data TH dengan metoda kedua adalah sebagai berikut:

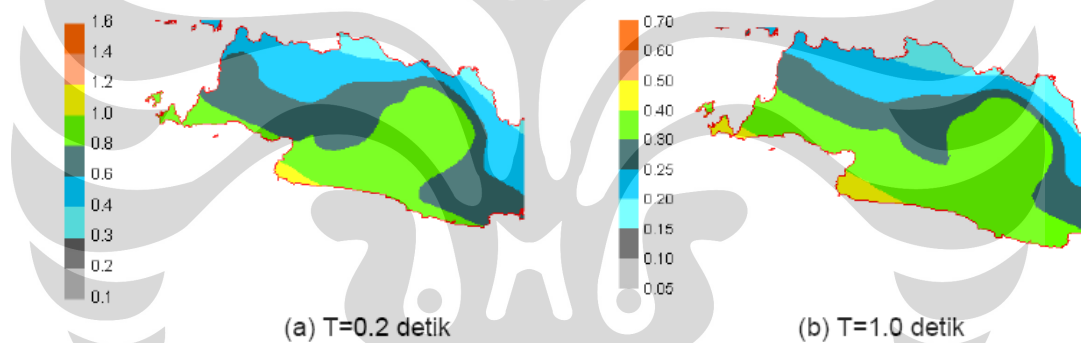
1. Melakukan analisis *seismic hazard* untuk mendapatkan percepatan maksimum dan *response spectra* di batuan dasar untuk suatu periode ulang gempa yang tertentu.
2. Melakukan analisis deagregasi untuk mendapatkan kombinasi magnituda dan jarak (M-R) yang paling mewakili dari suatu sumber gempa untuk periode struktur $T=0.2, 1.0, \text{ atau } 2.0$ detik.
3. Mencari data TH dari gempa natural yang memiliki mekanisme, magnituda, dan jarak yang paling mendekati hasil analisis deagregasi.
4. Melakukan analisis *spectral matching*, yaitu memodifikasi data TH dari Tahap 3 agar spektranya mendekati spektra dari hasil analisis *seismic hazard* dalam Tahap 1.

Berdasarkan Analisis resiko gempa untuk Indonesia bagian barat yang meliputi Pulau Sumatera dan Jawa yang telah dibuat oleh Irsyam dkk. (2007 dan 2008), percepatan gempa di batuan dasar (*peak ground acceleration/PGA*) Jakarta adalah sekitar 0.20g atau berada dalam rentang 0.20g-0.25g (Gambar 1). Nilai PGA ini relatif lebih besar dibandingkan nilai PGA dalam SNI 2002. Berdasarkan SNI 2002, Jakarta berada dalam Wilayah 3 dengan PGA sekitar 0.15g. Perbedaan ini salah satunya disebabkan karena model yang digunakan dalam studi ini sudah menggunakan model 3 dimensi yang lebih representatif dibandingkan model 2 dimensi yang digunakan pada saat pembuatan peta SNI 2002 dalam tahun 1998-2002. Selain peta percepatan maksimum di batuan dasar, Irsyam dkk. (2008) juga telah mengusulkan peta spektra percepatan untuk $T=0.2$ detik dan $T=1.0$ detik. Hal ini bertujuan untuk menyelaraskan dengan International Building Code 2000

(IBC 2000) yang sudah menggunakan peta spektra percepatan pada kedua periode tersebut dalam penentuan beban seismik. Peta spektra percepatan yang diusulkan oleh Irsyam dkk. (2008) untuk Jakarta dan sekitarnya dapat dilihat dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Perbedaan peta spektra percepatan gempa antara SNI 03-1726-2002 (kiri) dengan usulan Irsyam dkk. (kanan) untuk periode ulang gempa 475 tahunan daerah Jawa Barat



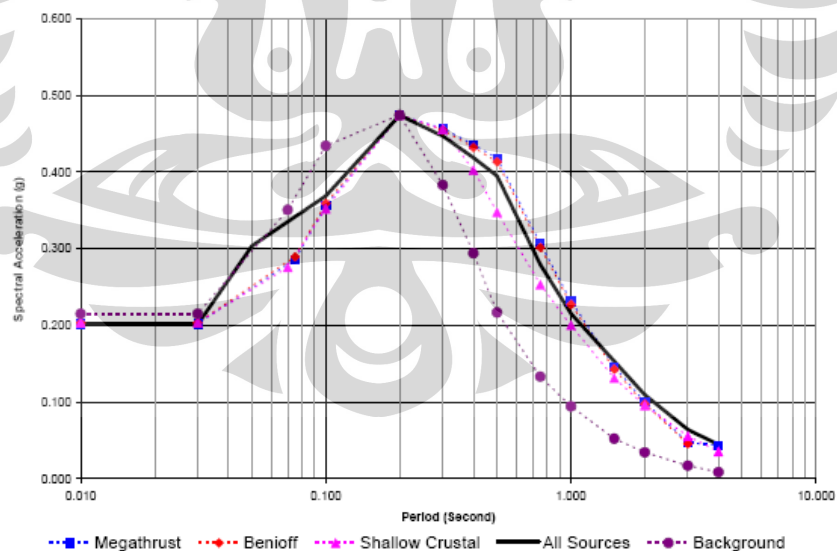
Gambar 3.3 Peta spectra percepatan untuk daerah Jawa Barat untuk periode ulang gempa 475 tahun (Irsyam dkk, 2008)

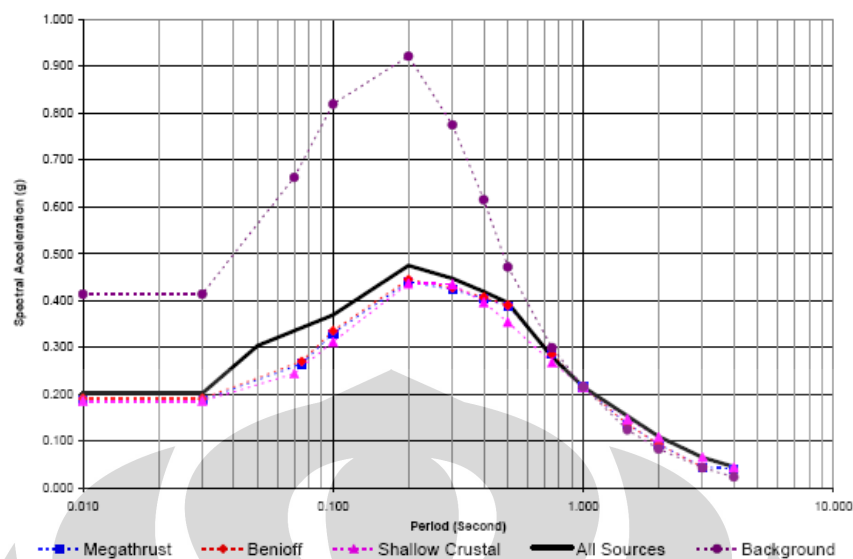
Dalam analisa deagregasi untuk mendapatkan parameter gempa seperti magnituda dan jarak (M-R), maka analisa deagregasi dilakukan untuk $T=0.2$ detik dan $T=1.0$ detik guna menghitung magnituda dan jarak yang paling mewakili dari suatu mekanisme sumber gempa untuk periode ulang 500 tahun. Dua periode tersebut dipilih untuk mewakili nilai spektra percepatan pada periode pendek (*short period*) dan periode panjang (*long period*) karena keduanya direkomendasikan oleh USGS untuk pembuatan kurva respons spektra desain (Algermissen dan Singh, 1988, Dobry dkk., 2000). Hasil deagregasi untuk periode ulang 500 tahun dengan $T=0.2$ detik dan $T=1.0$ detik dapat Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Deagregasi untuk perioda ulang gempa 500 tahunan

Zona Sumber Gempa	T = 0.2 detik		T = 1.0 detik	
	M	R (km)	M	R (km)
Benioff	8.2	223	8.2	223
Megathrust	8.3	225	8.3	225
Shallow Crustal	6.7	57	7.2	64
Background	5.9	15	5.9	15

Berdasarkan hasil deagregasi tersebut kemudian dihitung kembali respon spektra di batuan dasar untuk berbagai sumber/ mekanisme gempa dengan menggunakan fungsi atenuasi yang sesuai. Dalam studi ini digunakan fungsi atenuasi Youngs dkk. (1997) untuk mendapatkan respons spektra akibat sumber gempa subduksi dan fungsi atenuasi Sadigh dkk. (1997) untuk sumber gempa *shallow crustal* dan *background*. Hasil respons spektra dari berbagai fungsi tersebut kemudian diskalakan dengan nilai respons spektra gabungan dari hasil analisis *seismic hazard* sebelumnya pada periode T=0.2 detik dan T=1.0 detik, seperti terlihat dalam Gambar 3.4 dan Gambar 3.5. Respons spektra yang sudah diskalakan tersebut dinamakan target spektra.

**Gambar 3.4** Target respons spektra yang diskalakan T = 0.2 detik



Gambar 3.5 Target respons spektra yang diskalakan $T = 1.0$ detik

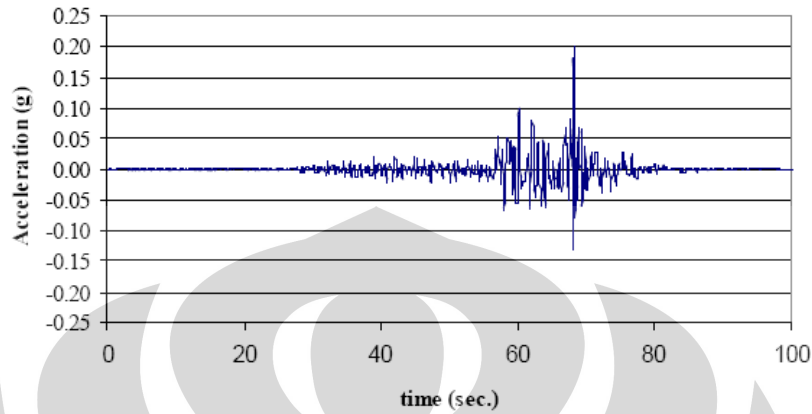
Berdasarkan hasil analisis deagregasi, tiga (3) set *time-histories* dari data gempa natural yang pernah terjadi sebelumnya dipilih untuk merepresentasikan perbedaan mekanisme sumber gempa megathrust, benioff, shallow crustal, dan background. Pemilihan didasarkan atas karakteristik suatu sumber gempa seperti mekanisme, magnituda, dan jarak yang paling mendekati hasil deagregasi. *Time histories* yang direkomendasikan dapat dilihat dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Time Histories yang direkomendasikan

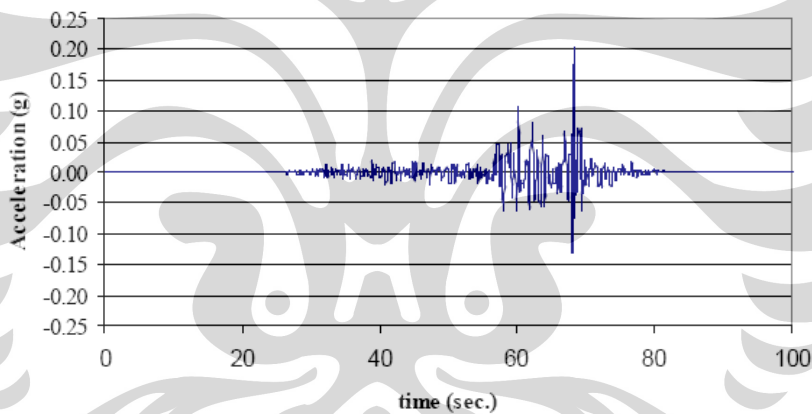
Sumber Gempa	Kejadian	Magnituda	Jarak (km)	Sumber Data
Megathrust zone	Kocaeli, 1999	7.5	227	ERD
Benioff zone				
Background zone	Mammoth Lakes, 1980	5.7	15	CDMG
Shallow crustal	Landers, 1992	7.3	69	CDMG

Data gempa yang dipilih tersebut kemudian dimodifikasi sehingga spektra dari gelombang gempa tersebut mendekati target spektra. Metoda ini dinamakan *spectrum matching analysis* (SMA). Dalam studi ini SMA dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) EZ-FRISK™ (Risk Engineering, 2005). Software ini sudah mengadopsi metoda time-dependent spectral matching yang dibuat oleh Norm Abrahamson (Abrahamson, 1998).

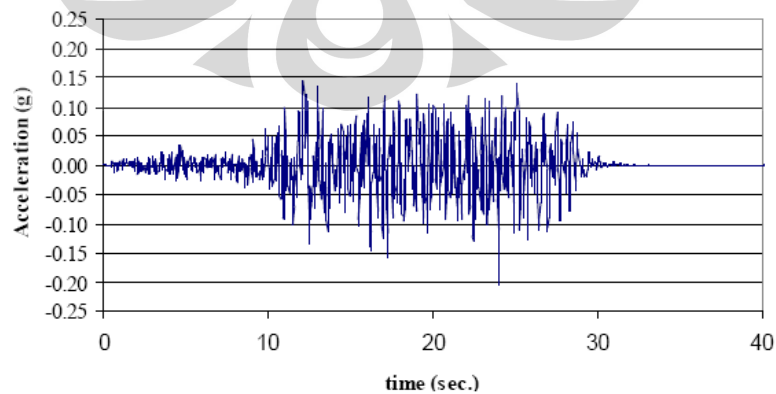
Metoda ini merupakan hasil modifikasi dari riset sebelumnya yang telah dilakukan oleh Lilhanand dan Tseng (1987, 1988). Hasil SMA terhadap setiap sumber gempa dapat dilihat dalam Gambar 3.6 sampai Gambar 3.13.



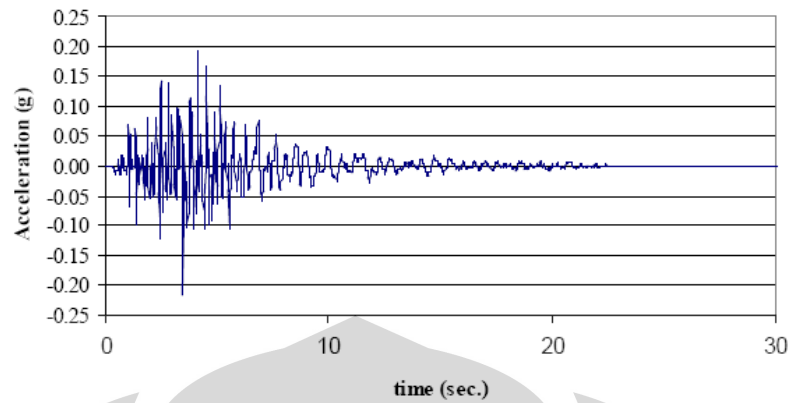
Gambar 3.6 Time Histories zona sumber gempa megathrust ($T = 0.2$ detik)



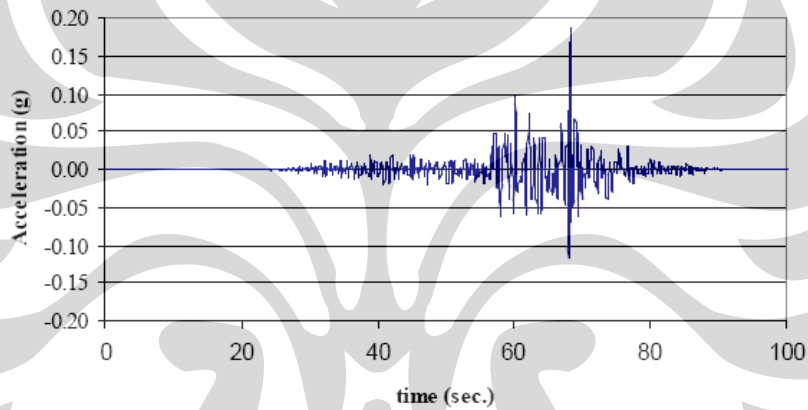
Gambar 3.7 Time Histories zona sumber gempa benioff ($T = 0.2$ detik)



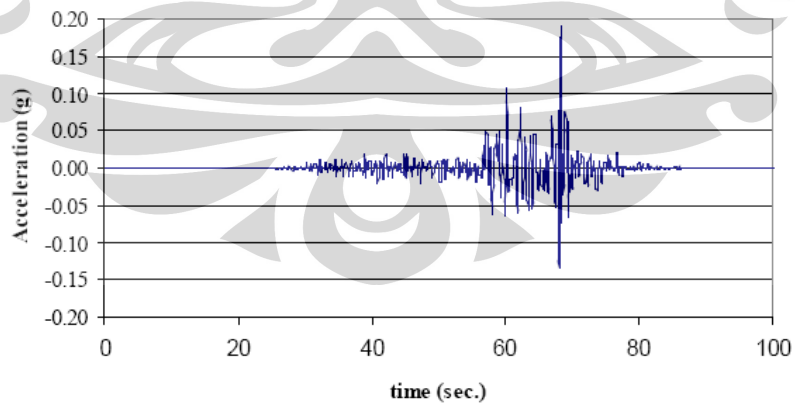
Gambar 3.8 Time Histories zona sumber gempa shallow crustal ($T = 0.2$ detik)



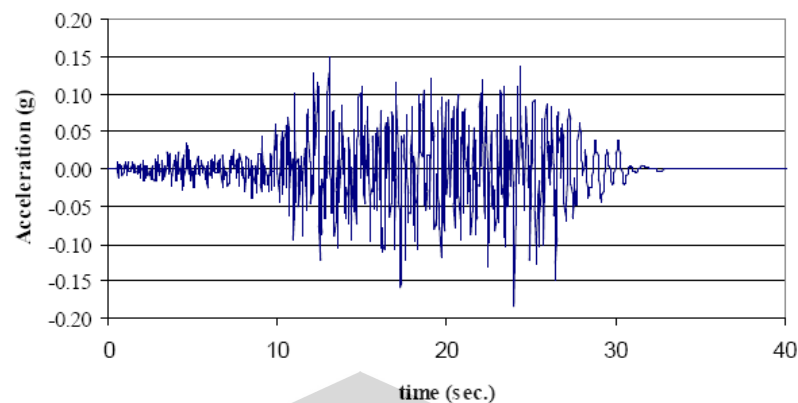
Gambar 3.9 Time Histories zona sumber gempa background ($T = 0.2$ detik)



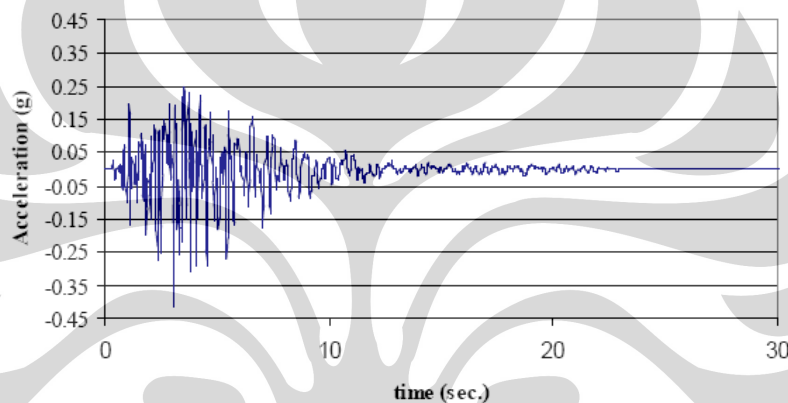
Gambar 3.10 Time Histories zona sumber gempa megathrust ($T = 1.0$ detik)



Gambar 3.11 Time Histories zona sumber gempa benioff ($T = 1.0$ detik)



Gambar 3.12 Time Histories zona sumber gempa shallow crustal ($T = 1.0$ detik)



Gambar 3.13 Time Histories zona sumber gempa background ($T = 1.0$ detik)

3.3.3. Penggunaan ARC-GIS Dalam Menghasilkan Peta Kegempaan Wilayah

Setelah dilakukan analisis respons gempa dan menghasilkan percepatan muka tanah di daerah Kotamadya Jakarta Barat dan Selatan, digunakan ARC-GIS dalam menghasilkan peta kontur gempa di daerah Kotamadya Jakarta Barat dan Selatan yang menjadi hasil akhir dari penelitian ini. Penggunaan ARC-GIS membutuhkan peta digital dalam format vektor.

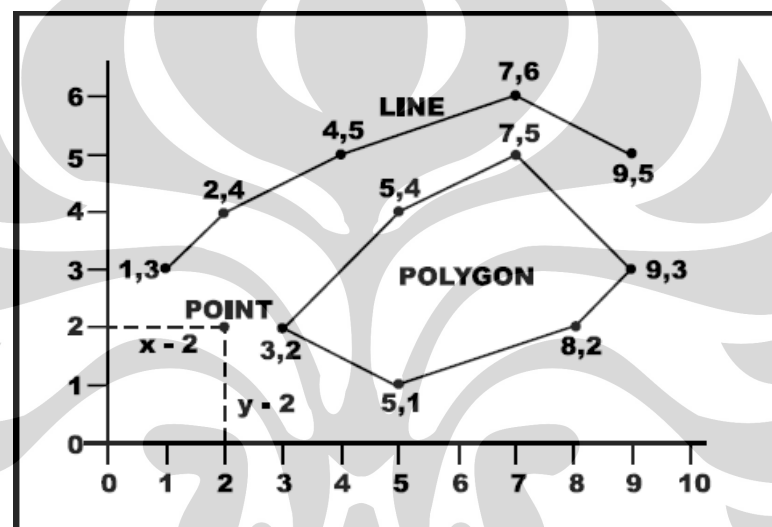
3.3.3.1. Penggunaan Peta Digital

Peta adalah gambaran permukaan bumi pada bidang datar dengan skala tertentu melalui suatu sistem proyeksi. Peta dapat disimpan dalam bentuk konvensional di atas sebuah kertas ataupun dalam bentuk digital. Peta Digital adalah peta rupabumi hasil proyek “Digital Mapping” yang dimulai BAKOSURTANAL pada tahun 1993, yang seluruh tahapannya

menggunakan teknik digital, mulai dari kompilasi foto udara pada alat fotogrametri analitis, proses editing dan desain kartografi hingga persiapan separasi warna sebelum dicetak offset. Peta digital itu sendiri terbagi ke dalam dua jenis, peta raster dan peta vektor.

1. Vektor

Dalam data format vektor, bumi kita direpresentasikan sebagai suatu mosaik dari garis (arc/line), polygon (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/point (node yang mempunyai label), dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis).



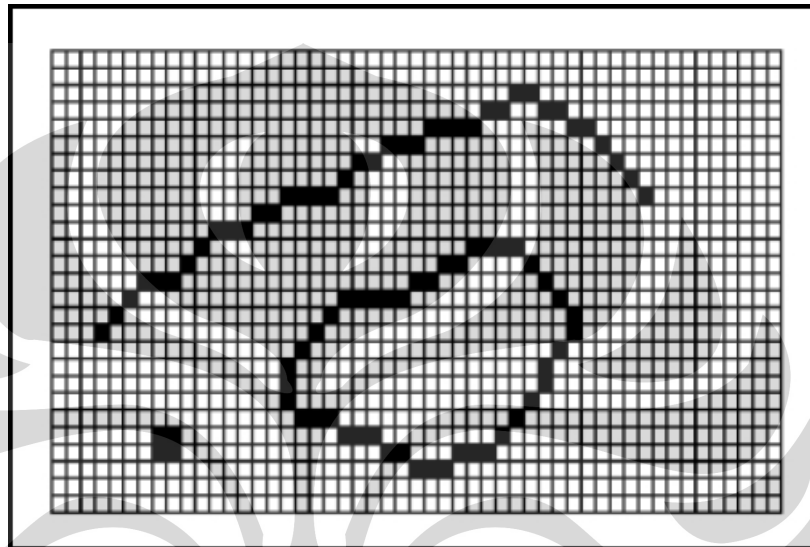
Gambar 3.14. Format Vektor

Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basisdata batas-batas kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur. Kelemahan data vektor yang utama adalah ketidakmampuannya dalam mengakomodasi perubahan gradual.

2. Raster

Data raster (atau disebut juga dengan sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (*picture element*). Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixel-nya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di

permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah, dsb. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi resolusi grid-nya semakin besar pula ukuran filenya.



Gambar 3.15. Format Raster

Masing-masing format data mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematik. Sebaliknya, data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis.

3.3.3.2. Membuat Peta Mikrozonasi Gempa

Peta adalah gambaran suatu wilayah dengan skala tertentu beserta informasi yang terdapat di dalamnya. Seperti yang diketahui kebanyakan orang, peta dapat dilihat dalam bentuk lembaran kertas nyata atau *hard copy*, dan juga dapat dilihat menggunakan bantuan komputer dalam bentuk *soft copy*. Peta *soft copy* inilah yang dimaksud dengan peta digital.

Dalam proses ini, semua data tanah, baik itu data lapangan maupun pengujian laboratorium, dimasukkan atau disimpan sesuai dengan daerah masing-masing dengan menggunakan software ArcGIS. Pada software ini data akan tersimpan sesuai kordinatnya masing-masing. ArcGIS juga menyediakan tampilan yang bermacam-macam sehingga dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Misalnya hanya menampilkan gambar peta saja, namun ketika di klik pada suatu area pada tempat tersebut maka dapat terlihat data yang tersimpan pada kordinat tersebut. Dapat juga ditampilkan dalam bentuk jejeran potongan borlog yang memperlihatkan *pattern* lapisan tanah seperti sebuah tampang lapisan tanah yang terlihat dari samping. Data tanah yang berupa N-SPT setelah dilakukan *ground response analysis* akan menghasilkan kumpulan data percepatan puncak, yang selanjutnya akan membentuk peta mikrozonasi yang dimaksud.

3.3.3.3. Membuat Kontur Gempa

Setelah peta mikrozonasi selesai dibuat, maka selanjutnya dapat dibuat menjadi peta kontur. Peta kontur dibuat dengan menghubungkan daerah-daerah yang memiliki percepatan puncak yang sama dengan sebuah garis. Tidak semua percepatan puncak dihubungkan oleh garis, tetapi hanya beberapa percepatan yang masuk ke dalam interval percepatan puncak yang diinginkan. Setelah semua interval telah tersambung maka didapatkanlah peta kontur gempa yang dapat digunakan untuk mitigasi bencana dalam mendisain suatu bangunan. Dalam pembuatan kontur gempa digunakan tool bantuan SURFER, dengan memasukkan koordinat lokasi penyelidikan dan besar percepatan puncak gempa di permukaan, maka secara otomatis akan terbentuk garis kontur berdasarkan nilai percepatan puncak gempa di muka tanah.

BAB IV PENENTUAN PARAMETER INPUT DATA

4.1. Pendahuluan

Pada penelitian ini, pengolahan data untuk mendapatkan percepatan puncak gempa di permukaan menggunakan *tool* utama yaitu SHAKE 2000. Untuk itu diperlukan penentuan parameter tanah, parameter dinamika tanah, dan *input motion* untuk daerah Jakarta sebagai input dari program tersebut. Adapun proses pengolahan data yang dilakukan untuk penelitian ini yaitu pengumpulan data-data tanah untuk dibuatkan *database* tanah, melakukan generalisasi data tanah, menentukan parameter input tanah berdasarkan data *borelog* dan uji laboratorium, menentukan parameter dinamika tanah, dan menentukan parameter *input motion* berdasarkan data riwayat waktu percepatan *time-histories* (TH) gempa di Jakarta yang dibuat oleh Masyhur Irsyam dkk.

4.2. Pengumpulan Data Tanah

Dalam penelitian ini, informasi data-data yang akan digunakan seperti data penyelidikan tanah yang berbentuk *borelog* dibuatkan database dengan *tool* bantuan yaitu GINT beserta data tanah laboratorium yang kemudian akan dilakukan generalisasi data untuk setiap wilayah proyek tempat penyelidikan tanah. Dari data penyelidikan didapatkan informasi tanah yang akan digunakan menjadi input data tanah, dan data tanah laboratorium yang akan digunakan sebagai penentuan input parameter dinamika tanah, serta data gempa DKI Jakarta yang telah dibuat oleh Masyhur Irsyam dkk sebagai *input motion*.

4.2.1. Pembuatan *Database* Tanah

Data tanah yang digunakan sebagian besar bersumber dari Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UI dan beberapa diantaranya berasal dari luar Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UI. Data tanah tersebut merupakan data penyelidikan lapangan dari tahun yang berbeda-beda dimulai dari tahun 1988 hingga tahun 2008 dan data bore log tersebut yang dipergunakan dibatasi hanya data bor yang mencapai kedalaman minimal 30 m. Data *borelog* Laboratorium Mekanika Tanah Sipil UI yang dikerjakan sebelum tahun 2004 masih dikerjakan

secara manual sehingga data ini perlu dibuatkan *database* tanah dengan menggunakan *tool* GINT. Cara kerja *software* ini adalah dengan mengubah data-data dalam bentuk *worksheet* pada *software* Microsoft Excel menjadi satu jenis format *borelog*.

Data hasil penyelidikan tanah lapangan yang terkumpul untuk wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan berjumlah dua puluh (20) titik yang tersebar di wilayah peninjauan. Adapun rincian kedua puluh titik bor tersebut terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Lokasi penyelidikan tanah lapangan

Wilayah Jakarta Barat				
No	Nama	Lokasi	Tahun Pemboran	Jumlah Titik Bor
1	JORR Seksi W1	Daan Mogot	2008	10
2	Sam-Sat Sudin DKI	Daan Mogot	1992	2
3	Stasiun Angke	Jl. Tubagus Angke	2007	1
4	Metro TV Tower	Jl. Raya Joglo	2005	3
Wilayah Jakarta Selatan				
No	Nama	Lokasi	Tahun Pemboran	Jumlah Titik Bor
1	Sucofindo	Pasar Minggu	1990	5
2	Apartemen Kuningan	Jl. Dr. Satrio	1994	5
3	Hotel Clarion	Jl. Dr. Sahardjo	1995	3
4	Bapindo	Jl. Jenderal Sudirman	1988	7
5	Puri Matari III	Jl. HR. Rasuna Said	1995	2
6	Kemang Village	Kemang	2007	6
7	Bank Exim	Jl. Gatot Subroto	1989	5
8	Menara Wikaraga	Jl. Jenderal S. Parman	1997	5
9	Dep Pertanian	Jl. TB. Simatupang	2007	5
10	Asrama UI	Depok	1999	5
11	Graha Matra	Jl. Ampera Raya	2005	1
12	Robert Susanto Office	Jl. TB. Simatupang	2006	3
13	Gedung DIKTI	Pintu 1 Senayan	2004	5
14	Ratu Prabu 3	Jl. T.B Simatupang	2006	4
15	Plaza Mayestik	Jl. Kyai Maja	2008	3
16	Kantor Blue Bird	Jl. Mampang Prapatan	2005	3

Kedua puluh (20) titik bor tersebut dapat dilihat lebih jelas pada peta dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta lokasi titik bor

4.2.2. Generalisasi Data Tanah

Dari data *borelog* yang terkumpul ini pada satu wilayah penyelidikan tanah lapangan terdapat beberapa titik bor seperti yang terlihat pada informasi pada tabel sebelumnya, maka perlu dilakukan generalisasi pada satu wilayah penyelidikan tanah lapangan sehingga di dapat satu stratifikasi tanah yang merupakan general data di daerah tersebut. Generalisasi dilakukan dengan cara manual dan melakukan beberapa proses rata-rata. Proses generalisasi dilakukan pada beberapa data berikut :

- Stratifikasi tanah

Generalisasi stratifikasi tanah dilakukan pada setiap lapisan tanah. Lapisan-lapisan tanah yang memiliki deskripsi yang sama atau hampir sama digolongkan kedalam satu lapisan. Deskripsi tanah yang

diperhatikan persamaannya yaitu jenis tanah, warna, konsistensi atau kekerasan, dan plastisitas.

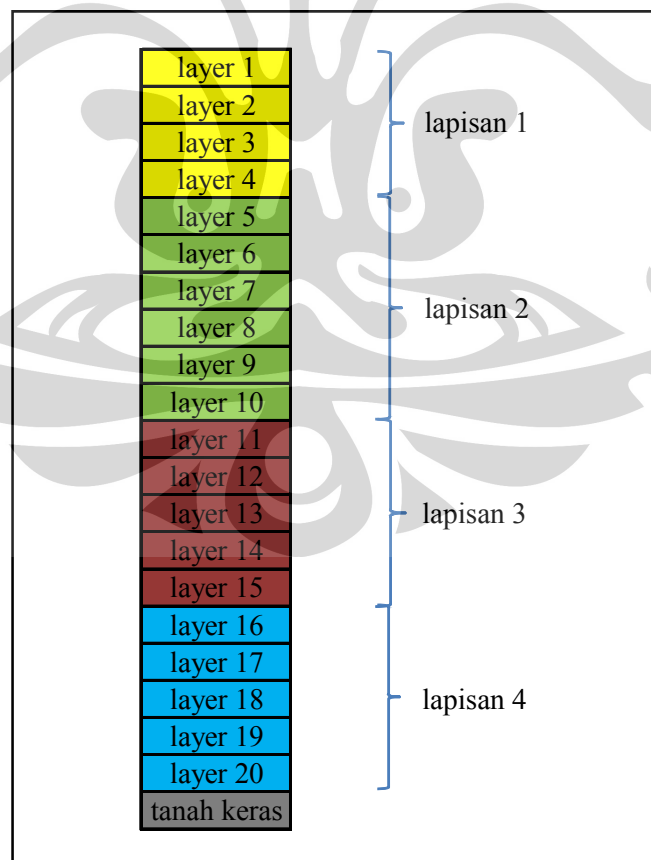
- Elevasi muka air tanah

Untuk generalisasi muka air tanah dilakukan dengan dengan cara proses rata-rata dari beberapa titik bor pada satu lokasi penyelidikan tanah lapangan.

- Nilai SPT

Nilai N-SPT pada borlog biasanya didapatkan untuk setiap interval kedalaman 2 m. Namun elevasi pengujian N-SPT pada setiap interval 2 m tersebut tidaklah sama pada bor yang berbeda. Untuk itu dibuat suatu interval baru yang melingkupi beberapa nilai N-SPT pada elevasi yang berdekatan. Kemudian dilakukan generalisasi nilai N-SPT dengan proses rata-rata pada interval tersebut. Lapisan tanah pada interval baru tersebut disebut layer tanah.

Gambaran hasil generalisasi dapat dilihat pada gambar 4.2, berikut ini :



Gambar 4.2 Hasil generalisasi data tanah

Dari data *borelog* tanah untuk setiap wilayah penyelidikan, dapat diambil informasi mengenai :

- Lokasi pengeboran
- Tahun pengeboran
- Deskripsi jenis tanah dan plastisitas serta kedalaman lapisannya
- Kedalaman muka air tanah
- Nilai N-SPT
- Kedalaman pengambilan sampel untuk uji laboratorium

Untuk informasi sifat fisik dan mekanik tanah dapat diambil dari uji laboratorium. Informasi yang dibutuhkan dari uji laboratorium adalah nilai *Plasticity Index* (PI) dan *unit weight* (γ). Dari informasi-informasi tersebut digunakan untuk penentuan parameter input tanah dan parameter dinamika tanah sebagai input dalam SHAKE 2000.

4.3. Penentuan Parameter Input Tanah

Berdasarkan Informasi yang bisa didapat dari data *borelog* dan uji laboratorium, maka dapat ditentukan parameter tanah yang digunakan sebagai input tanah dalam melakukan *ground response analysis* dengan SHAKE 2000. Adapun input yang dibutuhkan untuk program SHAKE dalam melakukan analisis adalah deskripsi jenis tanah dengan kedalamannya, nilai *unit weight* (γ), dan elevasi muka air tanah.

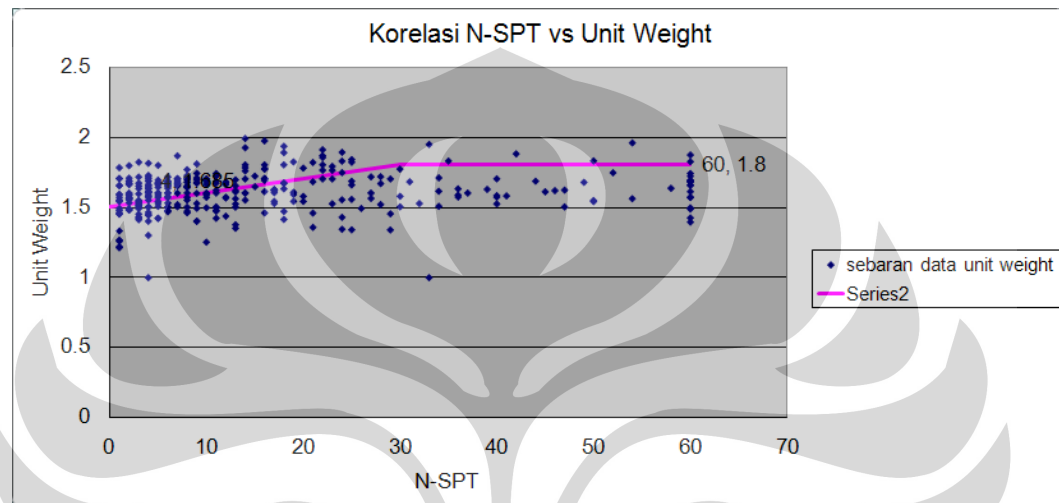
Adapun jenis-jenis tanah yang digunakan sebagai input adalah sebagai berikut:

- Clay
- Silty Clay
- Silt
- Clayey Silt
- Sandy Silt
- Sand
- Silty Sand

Dan untuk nilai *unit weight* (γ) didasarkan pada nilai yang didapat dari uji laboratorium. Namun karena pengambilan sampel undisturbed untuk uji

laboratorium hanya pada kedalaman tertentu, maka informasi yang tersedia mengenai nilai *unit weight* terbatas. Bahkan pada beberapa laporan data tanah tidak disertai dengan laporan uji laboratorium.

Dalam mengatasi masalah keterbatasan informasi nilai *unit weight*, maka dibuat sebuah grafik hubungan antara nilai *unit weight* (γ) dengan nilai N-SPT hasil regresi berdasarkan sebaran data yang ada, seperti terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik korelasi Unit Weight dan N-SPT

Dengan grafik ini, nilai *unit weight* (γ) untuk setiap lapisan dapat ditentukan berdasarkan nilai N-SPT yang didapat dari penyelidikan tanah lapangan.

4.4. Penentuan Input Parameter Dinamik Tanah

Untuk input parameter dinamik tanah akan ditentukan dua hal yaitu modulus reduction dan damping curve serta persamaan yang digunakan untuk perhitungan *shear moduli* (G_{max}).

4.4.1. Penentuan Modulus Reduction dan Damping Curve

Dalam menentukan *modulus reduction* dan *damping curve* diperlukan nilai *Plasticity index* (PI) untuk setiap jenis tanah. Untuk penentuan *modulus reduction* dan *damping curve* berdasarkan nilai *plasticity index* dan jenis tanahnya, dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Klasifikasi *Modulus Reduction* dan *Damping Curve*
bila diketahui nilai PI

Jenis tanah	Nilai PI	Modulus reduction	Damping curve
Clay, Silt,	$0 < PI \leq 22$	soil PI = 15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Clayey Silt,	$22 < PI \leq 40$	soil PI = 30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Silty Clay,	$40 < PI \leq 75$	soil PI = 50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Sandy Silt, Silty Sand,	$75 < PI \leq 100$	soil PI = 100 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 100 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Sand	PI = 0	Sand, average (seed & Idriss, 1970)	Sand, average (seed & Idriss, 1970)
Rock	-	Rock G/Gmax - ROCK (Schnabel 1973)	Rock Damping for ROCK (Schnabel 1973)

Nilai *Plasticity index* (PI) untuk setiap jenis tanah yang digunakan sebagai penentuan *modulus reduction* dan *damping curve* juga terbatas sama halnya seperti nilai *unit weight*. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah keterbatasan nilai *Plasticity Index* (PI) digunakan asumsi dalam menentukan *modulus reduction* dan *damping curve* pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Klasifikasi *Modulus Reduction* dan *Damping Curve*
bila tidak diketahui nilai PI

Jenis tanah	Modulus Reduction	Damping Curve
Clay, Silty Clay, Clayey Silt	soil PI = 30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Silt	soil PI = 15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Sandy Silt, Silty Sand	soil PI = 0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	soil PI = 0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
Sand	Sand, average (seed & Idriss, 1970)	Sand, average (seed & Idriss, 1970)
Rock	Rock G/Gmax - ROCK (Schnabel 1973)	Rock Damping for ROCK (Schnabel 1973)

Untuk Jenis tanah *Silty Sand* dan *Sandy Silt* yang memiliki data *plasticity index*, menggunakan dua parameter *modulus reduction* dan *damping curve*, hal ini karena beberapa nilai *Plasticity index* jenis tanah *Silty Sand* ataupun *Sandy silt* yang terdapat pada laporan uji laboratorium mempunyai nilai yang sangat besar ($PI > 30$). Hal ini, kemungkinan pada saat uji *atteberg limit* kandungan *Sand* tertahan pada saringan No.40 yang akan jadi sampel uji, sehingga nilai *Plasticity index* yang didapat tidak menggambarkan kondisi tanah di lapangan. Jadi, untuk beberapa lokasi yang memiliki lapisan tanah jenis *Silty Sand* ataupun *Sandy Silt* akan memiliki dua hasil percepatan puncak gempa.

4.4.2. Penentuan Shear Moduli (Gmax)

Selain input data tanah, pada perhitungan puncak gempa di permukaan dengan SHAKE 2000 dibutuhkan nilai modulus geser dinamik (G_{max}), dan juga kecepatan rambat gelombang geser (v_s).

Untuk perhitungan G_{max} dibutuhkan nilai σ_m (*effective mean principle stress*) dan N-SPT dapat dilihat pada persamaan berikut :

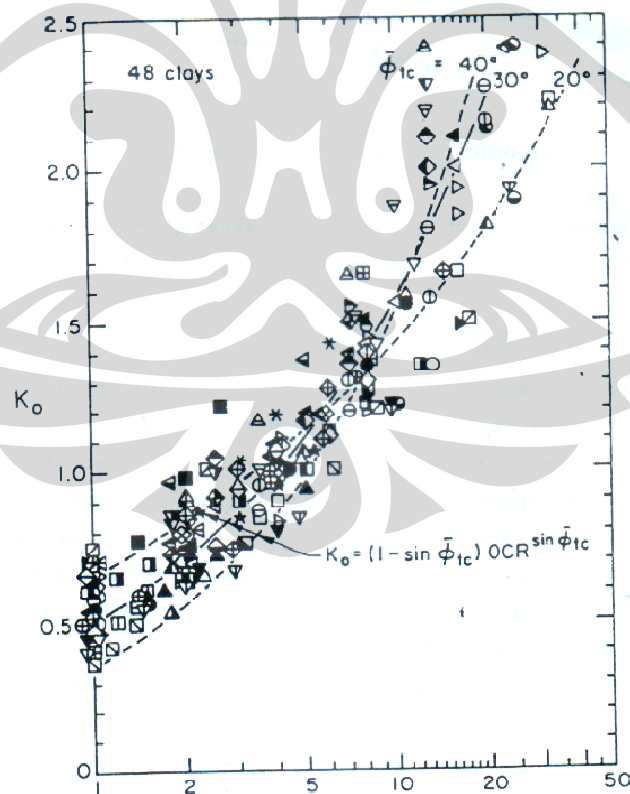
$$G_{max} = 1000(20(N_{1,60})^{1/3})(\sigma_m)^{1/2} \quad (4.1)$$

Untuk mendapatkan nilai σ_m digunakan persamaan berikut :

$$\sigma_m = \left(\frac{1 + 2K_0}{3} \right) \sigma_v' \quad (4.2)$$

K_0 adalah koefisien tegangan pada saat diam, nilai ini didapat dengan persamaan berdasarkan korelasi antara *Over Consolidated Ratio* (OCR) dengan nilai K_0 , sebagai berikut :

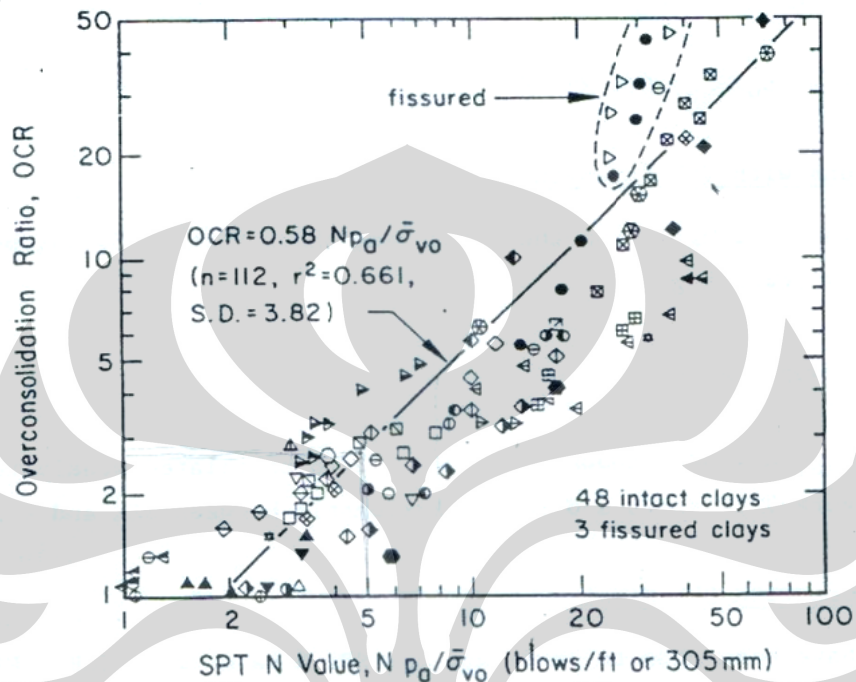
$$K_0 = 0.5 \times (OCR)^{1/2} \quad (4.3)$$



Gambar 4.4 Korelasi antara K_0 dengan *Over Consolidated Ratio* (OCR)

OCR adalah nilai *Over Consolidated Ratio* yang didapatkan dengan persamaan berdasarkan korelasi antara N-SPT dengan OCR, sebagai berikut :

$$OCR = 0.58 \times N \times (Pa / \sigma'_v) \quad (4.4)$$



Gambar 4.5 Korelasi antara nilai N-SPT dengan OCR

dengan nilai tekanan atmosfer (P_a) yang digunakan sebesar 100 Kpa. Untuk mendapatkan nilai tegangan vertikal efektif (σ'_v) dibutuhkan nilai *unit weight* dan elevasi muka air tanah untuk setiap lapisan tanah yang didapat dari uji laboratorium.

Pada input dinamika tanah dibutuhkan juga nilai kecepatan rambat gelombang geser (v_s) pada batuan dasar. Oleh karena data tersebut tidak ada pada data penyediaan lapangan maka digunakan asumsi berdasarkan pada SNI 10-1726-2002 seperti yang tertera pada tabel berikut.

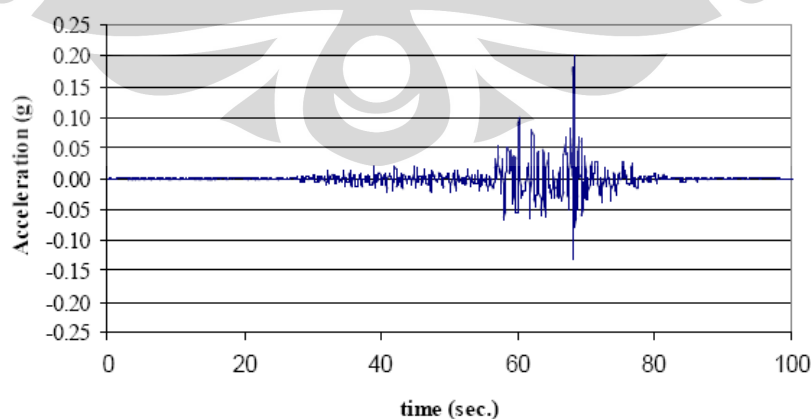
Tabel 4.4 Jenis-jenis tanah

Jenis tanah	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata, V_s (m/det)	Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata N	Kuat geser niralir rata-rata S_u (kPa)
Tanah Keras	$V_s \geq 350$	$N \geq 50$	$S_u \geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq V_s < 350$	$15 \leq N < 50$	$50 \leq S_u < 100$
Tanah Lunak	$V_s < 175$	$N < 15$	$S_u < 50$
	atau, setiap profil dengan tanah lunak yang tebal total lebih dari 3m dengan $PI > 20$, $w_u \geq 40\%$ dan $S_u < 25$ kPa		
Tanah Khusus	diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi		

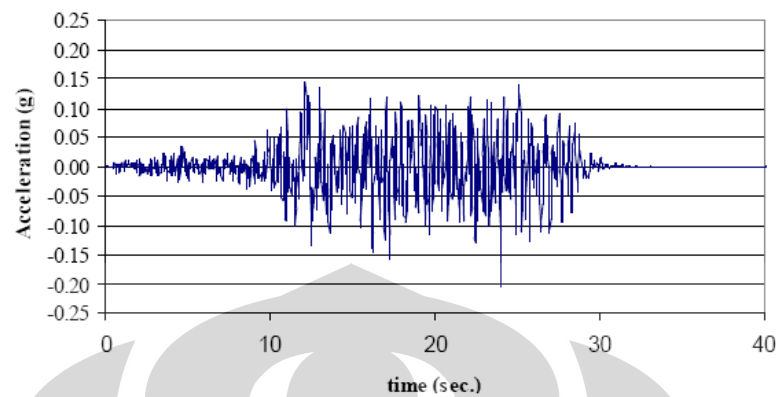
Nilai kecepatan rambat gelombang geser (v_s) yang digunakan sebagai asumsi adalah 350 m/s. Pengambilan asumsi ini karena kedalaman titik bor hanya mencapai kedalaman ± 30 meter, sehingga kecepatan rambat gelombang geser yang digunakan adalah pada tanah keras.

4.5. Penentuan *Input Motion*

Input motion yang digunakan dalam penelitian ini adalah data riwayat waktu percepatan gempa dalam *time-histories* (TH) yang dibuat oleh Masyhur Irsyam dkk dengan periode ulang gempa 500 tahun, yang merupakan data TH buatan. Data TH yang dipakai ada dua (2) buah yaitu *time histories* sumber gempa Megathrust dengan periode 0.2 detik ($T = 0.2$ detik) dan *time histories* zona sumber gempa Shallow crustal dengan periode 0.2 detik ($T = 0.2$ detik). Grafik percepatan gempa dengan *time histories* dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 *Time histories* zona sumber gempa Megathrust ($T = 0.2$ detik) dengan periode ulang 500 tahun.



Gambar 4.7 Time histories zona sumber gempa Shallow Crustal ($T = 0.2$ detik) dengan periode ulang 500 tahun.

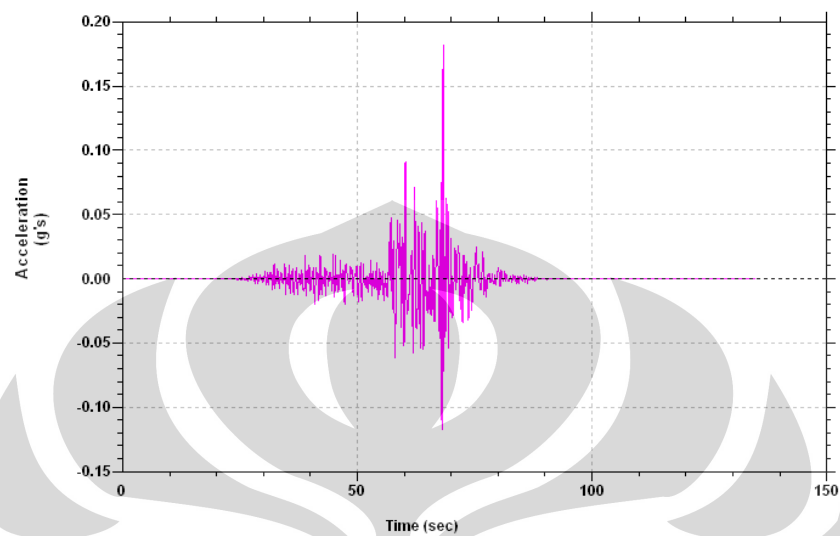
Namun percepatan puncak gempa di batuan dasar yang seharusnya sebesar 0.2 g untuk zona sumber gempa Megathrust ($T = 0.2$ detik) dan Shallow Crustal ($T = 0.2$ detik), dipergunakan percepatan puncak gempa sebesar 0.18 g. Angka tersebut didapatkan dengan melakukan skalatis dengan nilai percepatan puncak muka tanah Jakarta yang terletak pada wilayah gempa 3 sesuai dengan SNI 03-1726-2002, seperti yang terlihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia

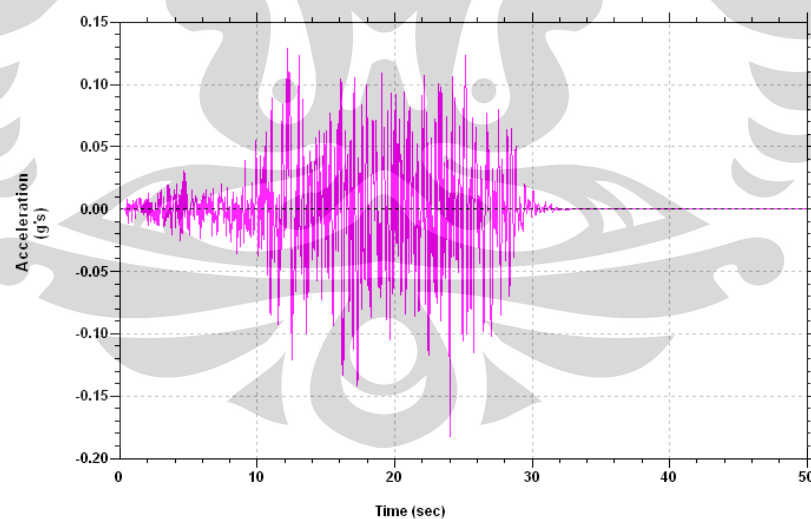
Wilayah Gempa	Percepatan puncak batuan dasar (g)	Percepatan puncak muka tanah A_0 (g)			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi
2	0,10	0,12	0,15	0,20	
3	0,15	0,18	0,23	0,30	
4	0,20	0,24	0,28	0,34	
5	0,25	0,28	0,32	0,36	
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

Pengambilan percepatan puncak gempa sebesar 0.18 g, didasarkan pada catatan bahwa lapisan batuan dasar (*bedrock*) wilayah DKI Jakarta berada pada kedalaman 200-300 meter di bawah permukaan tanah, dan data penyelidikan lapangan yang tersedia hanya sampai kedalaman ± 30 meter sehingga asumsi tanah di bawah kedalaman titik bor adalah tanah keras.

Grafik percepatan puncak gempa zona sumber gempa Megathrust dan Shallow Crustal dengan percepatan puncak sebesar 0.18 g dapat dilihat pada gambar 4.8 dan 4.9.



Gambar 4.8 *Time histories* zona sumber gempa Megathrust dengan percepatan puncak 0.18 g ($T = 0.2$ detik) dengan periode ulang 500 tahun.



Gambar 4.9 *Time histories* zona sumber gempa Shallow Crustal dengan percepatan puncak 0.18 g ($T = 0.2$ detik) dengan periode ulang 500 tahun.

BAB V

ANALISIS HASIL PERCEPATAN PUNCAK GEMPA DI PERMUKAAN

5.1. Pendahuluan

Secara garis besar, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mengenai percepatan gempa yang terjadi di permukaan dengan data gempa dengan periode ulang 500 tahun yang dibuat oleh Masyhur Irsyam dkk, dengan menggunakan *tool* utama SHAKE 2000. Untuk itu digunakan data-data berupa data tanah laboratorium dan data *borelog*, serta data gempa yang telah dikembangkan oleh Masyhur Irsyam dkk, dari data tersebut akan dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan *tool* utama SHAKE 2000 dan menghasilkan percepatan gempa di permukaan yang merupakan output dari penelitian ini. Hasil percepatan gempa di permukaan tersebut kemudian di plot ke dalam peta Jakarta dengan *tool* bantuan Arc-GIS dan *tool* bantuan SURFER untuk membuat kontur percepatan gempa di permukaan.

5.2. Proses Pengolahan Data

Data penyelidikan tanah lapangan yang telah dibuatkan database dengan *tool* bantuan GINT yang terdiri dari beberapa titik untuk satu wilayah penyelidikan dilakukan generalisasi data, sehingga didapatkan satu data *borelog* untuk satu wilayah penyelidikan. Data uji laboratorium juga dilakukan generalisasi. Dari informasi yang didapat dari data penyelidikan tanah lapangan dan uji laboratorium, digunakan untuk input data dan diproses dengan SHAKE 2000 bersama dengan *input motion* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan output data berupa percepatan puncak gempa di permukaan.

5.2.1. Input Data

Data *borelog* dan uji laboratorium yang terdiri dari beberapa titik di setiap wilayah penyelidikan lapangan yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran, dilakukan generalisasi data sehingga menghasilkan satu informasi data tanah yang merupakan general data dari titik-titik tersebut. Hasil generalisasi tersebut dan penggunaannya sebagai input data dapat dilihat pada pembahasan berikut untuk setiap wilayah penyelidikan.

5.2.1.1. Jakarta Barat

Untuk wilayah Kotamadya Jakarta Barat terdapat 4 titik wilayah penyelidikan yaitu proyek JORR seksi W1 di wilayah Daan Mogot, Sam-Sat Sudin DKI di wilayah Daan Mogot, Stasiun Angke di wilayah Jl. Tubagus Angke, dan Metro TV Tower di Jl. Raya Joglo.

Untuk informasi titik bor yang didapat pada lokasi Stasiun Angke ini terdiri dari 1 titik dan beberapa data uji laboratorium yang dapat dilihat lebih lengkap pada lampiran. Hasil generalisasi data bor dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Generalisasi data Stasiun Angke

Stasiun Angke		N-SPT		
Kedalaman	Jenis tanah	rata-rata	γ (T/m ³)	PI
1 - 17.5	SILTY CLAY	11	1.533	37
17.5 - 21	SAND	60	18	-
21 - 30	SILTY CLAY	23	1.73	-

Dari informasi *Plasticity Index* (PI) ini digunakan untuk menentukan *damping curve* dan *modulus reduction* untuk jenis tanah di atas, dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Stasiun Angke

Jenis tanah	damping	moduli
SILTY CLAY	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SILTY CLAY	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Untuk input tanah dibuat per layer disesuaikan dengan pengambilan data N-SPT dari penyelidikan tanah lapangan. Input tanah Stasiun Angke dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Input tanah Stasiun Angke

Stasiun Angke			mat = 4 m			
Kedalaman	lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
4	1	1	4	15.33	1	0.80
7	2	1	3	15.33	2	0.75
10	3	1	3	15.33	2	0.73
13	4	1	3	15.33	6	1.14
15	5	1	2	15.33	17	1.80
17.5	6	1	2.5	15.33	36	2.47
21	7	2	3.5	18	60	2.53
23	8	3	2	18	31	1.72
27.5	9	3	4.5	17.3	14	1.20
30	10	3	2.5	17.3	23	1.37

Untuk titik penyelidikan yang lain di wilayah Kotamadya Jakarta Barat, generalisasi data, input *damping curve* dan *modulus reduction*, dan input tanah yang digunakan pada proses SHAKE dalam menghasilkan percepatan puncak gempa di permukaan, lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

5.2.1.2. Jakarta Selatan

Untuk wilayah Kotamadya Jakarta Selatan terdapat 16 titik wilayah penyelidikan yaitu proyek Sucofindo di wilayah Pasar Minggu, Apartemen Kuningan di wilayah Jl. Dr. Satrio, Hotel Clarion di wilayah Jl. Dr. Sahardjo, Bapindo di wilayah Jl. Jenderal Sudirman, Puri Matari III di wilayah Jl. H.R. Rasuna Said, Kemang Village di wilayah Kemang, Bank Exim di wilayah Jl. Gatot Subroto, Menara Wikaraga di wilayah Jl. Jenderal S. Parman, Departemen Pertanian di wilayah Jl. T.B. Simatupang, Asrama UI di wilayah Depok, Graha Matra di wilayah Jl. Ampera Raya, Robert Susanto Office di wilayah Jl. T.B. Simatupang, Gedung DIKTI di wilayah Pintu 1 Senayan, Ratu Prabu 3 di wilayah Jl. T.B. Simatupang, Plaza Mayestik di wilayah Jl. Kyai Maja, Kantor Blue Bird di wilayah Jl. Mampang Prapatan Raya.

Informasi titik bor yang didapat untuk lokasi Apartemen Kuningan ini terdiri dari 5 titik dan beberapa data uji laboratorium yang dapat dilihat lebih lengkap pada lampiran. Dari informasi tersebut dilakukan generalisasi data sehingga didapatkan hasil untuk input data yang dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Generalisasi data Apartemen Kuningan

Apartemen Kuningan Mall				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/M3)	PI
0 - 23	CLAYEY SILT	14	1.56	33
23 - 29.5	SILT	43	1.488	22
29.5 - 40.5	CLAYEY SILT	37	1.577	29
40.5 - 60	CLAYEY SILT	36	1.808	29

Dari informasi *Plasticity Index* (PI) ini digunakan untuk menentukan *damping curve* dan *modulus reduction* untuk jenis tanah di atas, dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Apartemen Kuningan

jenis tanah	PI	damping	moduli
CLAYEY SILT	33	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	22	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	29	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	29	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Pada beberapa titik penyelidikan yang lainnya seperti Bapindo, Menara Wikaraga, Ratu Prabu 3, dan Kantor Blue Bird digunakan dua input *damping curve* dan *modulus reduction*, sehingga pada wilayah penyelidikan tersebut menghasilkan dua nilai percepatan puncak gempa di permukaan untuk setiap *input motion*. Penggunaan dua input *damping curve* dan *modulus reduction* ini dikarenakan terdapat jenis tanah *Silty Sand* atau *Sandy Silt* yang mempunyai nilai *Plasticity Index* sehingga harus digunakan satu parameter lagi yaitu dengan asumsi nilai $PI = 0$ seperti yang telah diterangkan pada subbab penentuan *damping curve* dan *modulus reduction*.

Untuk input tanah dibuat per layer disesuaikan dengan pengambilan data N-SPT dari penyelidikan tanah lapangan. Input tanah Apartemen Kuningan dapat dilihat pada 5.6.

Tabel 5.6 Input tanah Apartemen Kuningan

Apartemen Kuningan			mat = 10.15 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2.5	1	1	2.5	15.6	4	1.95
4.5	2	1	2	15.6	6	1.49
6.5	3	1	2	15.6	3	0.83
8	4	1	1.5	15.6	6	0.97
10	5	1	2	15.6	6	0.89
12.25	6	1	2.25	15.6	6	0.86
13.75	7	1	1.5	15.6	7	0.85
15.25	8	1	1.5	15.6	19	1.42
16.5	9	1	1.25	15.6	29	1.73
17.25	10	1	0.75	15.6	28	1.68
18.25	11	1	1	15.6	20	1.38
19.5	12	1	1.25	15.6	35	1.82
20.5	13	1	1	15.6	25	1.51
21.75	14	1	1.25	15.6	36	1.80
23	15	2	1.25	14.88	43	1.99
24	16	2	1	14.88	25	1.51
24.75	17	2	0.75	14.88	20	1.33
25.25	18	2	0.5	14.88	45	1.98
25.75	19	2	0.5	14.88	16	1.18
26.25	20	2	0.5	14.88	18	1.24
26.75	21	2	0.5	14.88	60	2.25
27.25	22	2	0.5	14.88	36	1.72
27.75	23	2	0.5	14.88	30	1.58
28.25	24	2	0.5	14.88	27	1.47
28.75	25	2	0.5	14.88	60	2.21
29.5	26	2	0.75	14.88	60	2.19
29.75	27	3	0.25	15.77	37	1.62
30	28	3	0.25	15.77	60	2.07

Untuk titik penyelidikan yang lain, generalisasi data, input *damping curve* dan *modulus reduction*, dan input tanah yang digunakan pada proses SHAKE dalam menghasilkan percepatan puncak gempa di permukaan lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

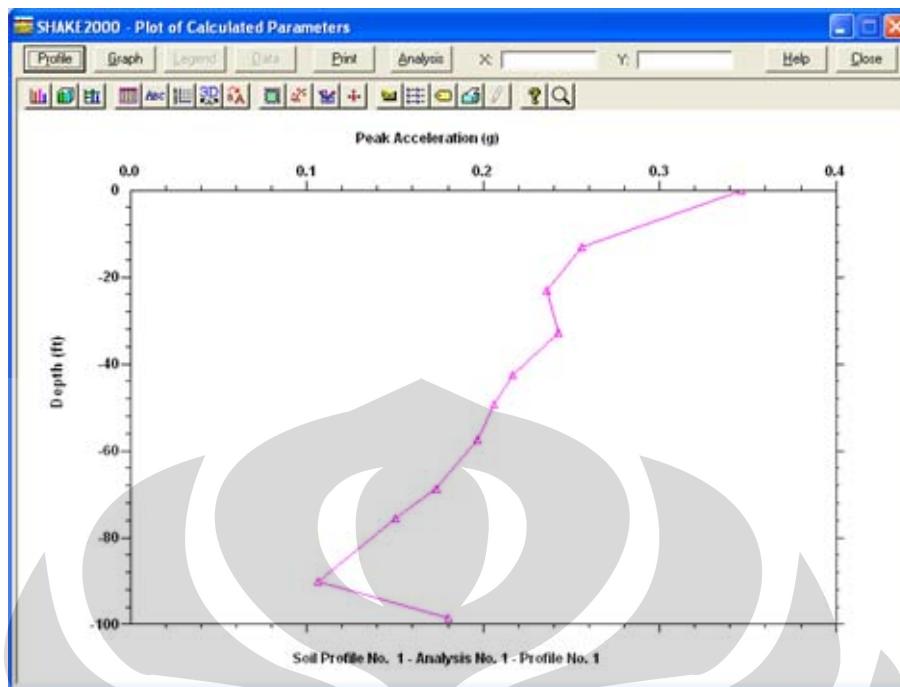
5.2.2. Output data

Input data tanah bersama dengan input motion diproses dengan SHAKE 2000 akan menghasilkan nilai percepatan gempa di permukaan. *Input motion* yang digunakan pada penelitian ini dengan periode ulang 500 tahun dan menggunakan dua buah *input motion* yaitu sumber gempa Megathrust dengan periode gempa 0.2 detik dan sumber gempa Shallow Crustal dengan periode gempa 0.2 detik. Karena menggunakan dua buah *input motion* maka didapatkan pula dua hasil percepatan gempa di permukaan untuk setiap titik wilayah penyelidikan. Dan dikarenakan beberapa titik wilayah penyelidikan ada yang menggunakan dua parameter *modulus reduction* dan *damping curve*, maka untuk titik tersebut didapatkan dua hasil percepatan gempa untuk setiap *input motion*.

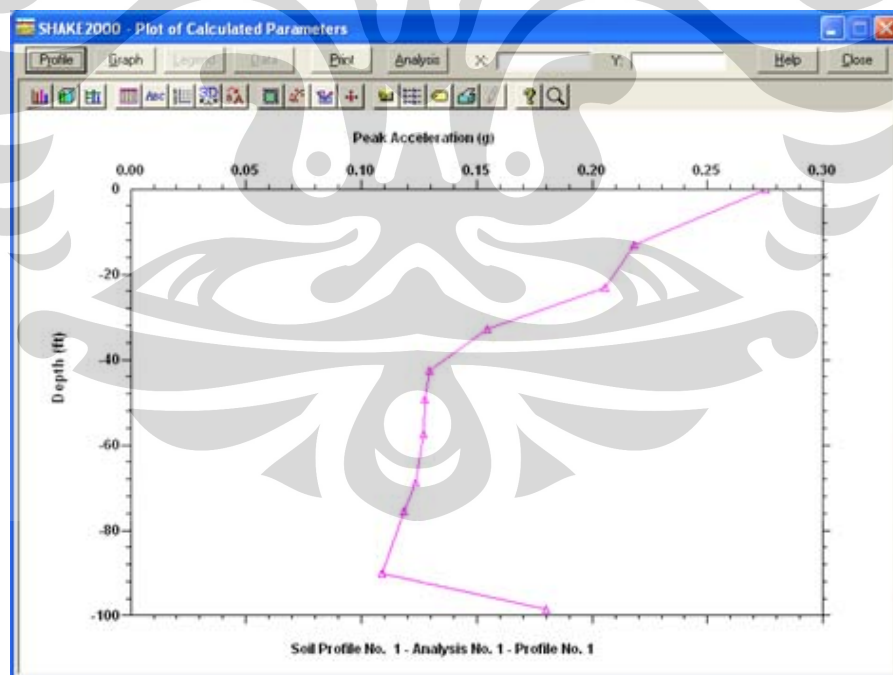
5.2.2.1. Jakarta Barat

Hasil percepatan gempa di permukaan untuk wilayah Jakarta Barat pada empat (4) titik wilayah penyelidikan didapatkan hasil sebagai berikut.

Pada wilayah penyelidikan Stasiun Angke didapatkan hasil percepatan puncak gempa sebesar 0.35 g untuk *input motion* sumber gempa Megathrust, sedangkan untuk *input motion* sumber gempa Shallow Crustal didapatkan nilai percepatan puncak gempa di permukaan sebesar 0.28 g. Hasil ini dapat dilihat pada gambar 5.1 untuk *input motion* sumber gempa Megathrust dan gambar 5.2 untuk *input motion* sumber gempa Shallow Crustal.



Gambar 5.1 Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Stasiun Angke



Gambar 5.2 Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Stasiun Angke

Hasil percepatan puncak gempa di permukaan yang didapat pada lokasi Stasiun Angke ini adalah yang terbesar di wilayah Kotamadya Jakarta Barat.

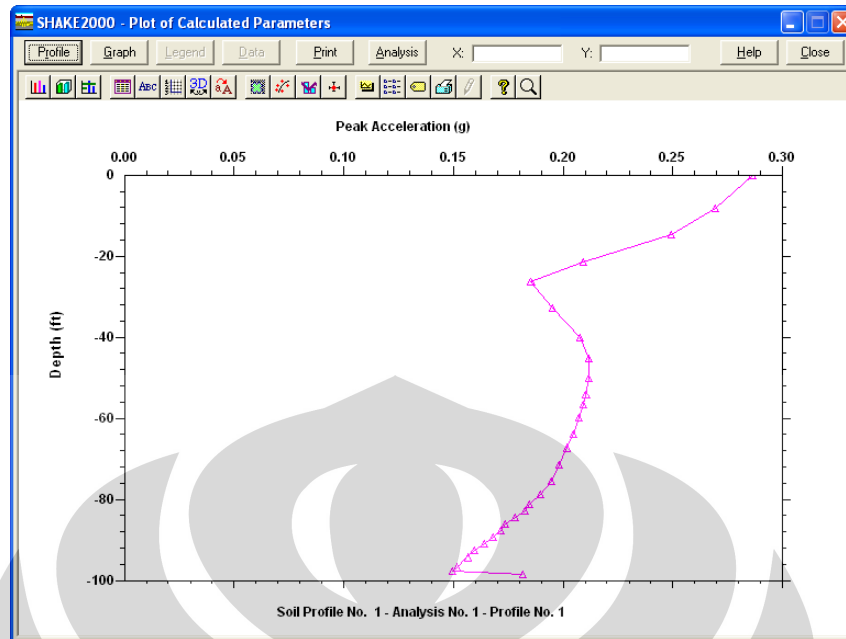
Universitas Indonesia

Untuk wilayah lain seperti JORR Daan Mogot, Sam-Sat Sudin DKI dan Metro TV dengan sumber gempa Megathrust mempunyai nilai percepatan puncak gempa di permukaan yang berkisar antara 0.22 – 0.26 g, sedangkan untuk sumber gempa Shallow Crustal berkisar antar 0.21 – 0.25 g. Untuk lebih jelasnya percepatan puncak gempa di setiap lapisan untuk setiap titik penyelidikan dapat dilihat pada lampiran. Pada penyelidikan percepatan puncak gempa di permukaan di wilayah Kotamadya Jakarta Barat dengan sumber gempa Megathrust menghasilkan percepatan puncak gempa di permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan sumber gempa Shallow Crustal.

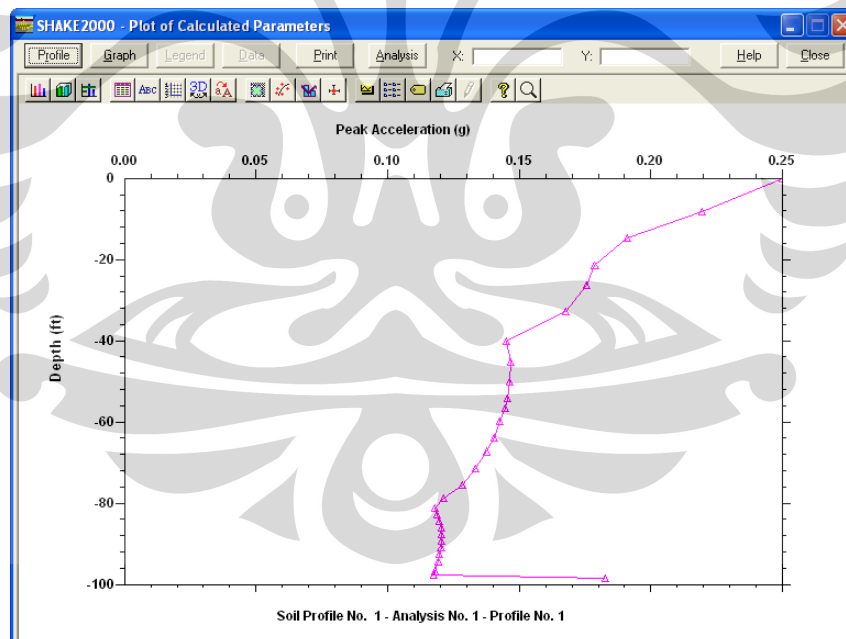
5.2.2.2. Jakarta Selatan

Hasil percepatan gempa di permukaan untuk wilayah Jakarta Selatan pada enam belas (16) titik wilayah penyelidikan didapatkan hasil sebagai berikut.

Untuk wilayah Kotamadya Jakarta Selatan nilai percepatan puncak gempa di permukaan yang terbesar berada di lokasi Apartemen Kuningan. Pada lokasi penyelidikan Apartemen Kuningan didapatkan hasil percepatan puncak gempa sebesar 0.29 g untuk *input motion* sumber gempa Megathrust, sedangkan untuk *input motion* sumber gempa Shallow Crustal didapatkan nilai percepatan puncak gempa di permukaan sebesar 0.25 g. Hasil ini dapat dilihat pada gambar 5.3 untuk *input motion* sumber gempa Megathrust dan gambar 5.4 untuk *input motion* sumber gempa Shallow Crustal.



Gambar 5.3 Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Apartemen Kuningan



Gambar 5.4 Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Apartemen Kuningan

Sedangkan pada titik lokasi penyelidikan lain di wilayah Kotamadya Jakarta Selatan mempunyai nilai percepatan puncak gempa di permukaan dengan sumber gempa Megathrust berkisar antara 0.2 – 0.28 g, dan untuk sumber gempa

Shallow Crustal berkisar antara 0.19 – 0.24 g. Untuk lebih jelasnya percepatan puncak gempa di setiap lapisan untuk setiap titik penyelidikan dapat dilihat pada lampiran. Pada penyelidikan percepatan puncak gempa di permukaan di wilayah Jakarta Selatan dengan sumber gempa Megathrust tidak selalu lebih besar dibandingkan dengan sumber gempa Shallow Crustal kasus ini terjadi pada wilayah Bapindo, Kemang Village, dan Graha Matra yang lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.

5.2.3. Kesimpulan

Dari hasil percepatan puncak gempa di permukaan wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan dapat diperlihatkan dalam tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Wilayah Jakarta Barat dan Selatan

nama & lokasi			percepatan gempa di permukaan (satuan g)			
			Megathrust		Shallowcrustal	
			run 1	run 2	run 1	run 2
Jakarta Barat	JORR	Daan mogot	0.26		0.25	
	SAM-SAT SUDIN	Daan Mogot Km 12	0.25		0.23	
	Stasiun Angke	Jl Tubagus Angke	0.35		0.28	
	Metro TV Tower	Jl Raya Joglo	0.22		0.21	
	RS Graha Kedoya	Jl Panjang Kedoya	0.25		0.21	
Jakarta Selatan	Sucofindo	Pasar Minggu	0.23		0.2	
	Apartemen Kuningan	Jl. Dr. Satrio	0.29		0.25	
	Hotel Clarion	Jl. Dr. Sahardjo	0.27		0.24	
	Bapindo	Jl. Jenderal Sudirman	0.23	0.22	0.24	0.23
	Puri Matari III	JL. HR. Rasuna Said	0.28		0.23	
	Kemang Village	Kemang	0.22		0.22	
	Bank Exim	Jl. Gatot Subroto	0.2		0.19	
	Menara Wikaraga	JL. Jenderal S. Parman	0.27	0.25	0.23	0.25
	Dep Pertanian	Jl. TB. Simatupang	0.23		0.22	
	Asrama UI	Depok	0.24		0.22	
	Graha Matra	Jl. Ampera Raya	0.23		0.23	
	Robert Susanto Office	Jl. TB. Simatupang	0.28		0.23	
	Gedung DIKTI	Pintu 1 Senayan	0.26		0.22	
	Ratu Prabu 3	Jl TB Simatupang	0.27	0.25	0.23	0.22
	Kantor Blue Bird	Jl Mampang Prapatan	0.26	0.21	0.23	0.2
Plaza Mayestik	Jl. Kyai Maja	0.23		0.22		

Dari hasil ini dapat diambil kesimpulan bahwa sebagian besar nilai percepatan puncak gempa di permukaan untuk sumber gempa Megathrust lebih besar dibandingkan dengan sumber gempa Shallow Crustal. Hal ini disebabkan

karena besar percepatan gempa di permukaan tergantung kepada frekuensi alami tanah dan frekuensi puncak sumber gempa. Jika amplitudo maksimum gelombang gempa terjadi pada frekuensi yang sama atau hampir sama dengan amplitudo maksimum frekuensi alami dari tanah maka dapat terjadi amplifikasi. Adapun amplitudo puncak dari sumber gempa Megathrust terdapat pada frekuensi sekitar 1.53Hz sedangkan untuk sumber gempa Shallow Crustal terdapat pada frekuensi sekitar 3.23 Hz. Dan untuk frekuensi pada amplitudo puncak untuk frekuensi alami tanah dapat dilihat pada tabel 5.8.

Hasil percepatan puncak gempa di permukaan untuk daerah Bapindo, Menara Wikaraga, Ratu Prabu 3, dan Kantor Blue Bird diambil hanya salah satu untuk setiap sumber gempa yaitu nilai yang terbesar. Hal ini dikarenakan untuk keperluan mendesain bangunan tinggi tahan gempa akan digunakan nilai percepatan puncak gempa di permukaan yang paling besar.

Tabel 5.8 Frekuensi dari amplitude max frekuensi alami tanah

No.	Lokasi	amplification ratio max	frekuensi (Hz)
1	Stasiun Angke	10.72	2.13
2	JORR	11.01	2.13
3	SAM-SAT SUDIN	9.72	2.13
4	Sucofindo	9.90	2.88
5	Apartemen Kuningan	11.58	2.50
6	Hotel Clarion	8.95	2.25
7	Bapindo	12.66	2.75
8	Puri Matari III	7.89	2.13
9	Kemang Village	18.99	3.25
10	Bank Exim	4.50	1.75
11	Menara Wikaraga	15.33	2.88
12	Dep Pertanian	7.97	2.75
13	Asrama UI	9.10	2.63
14	Graha Matra	6.08	2.00
15	Robert Susanto Office	10.35	2.63
16	Gedung DIKTI	7.98	2.63
17	Metro TV	9.05	2.38
18	Ratu Prabu	16.28	2.75
19	Plaza Mayestik	9.86	2.75
20	Kantor Blue Bird	8.78	2.25

5.3. Peta Mikrozonasi Gempa DKI Jakarta

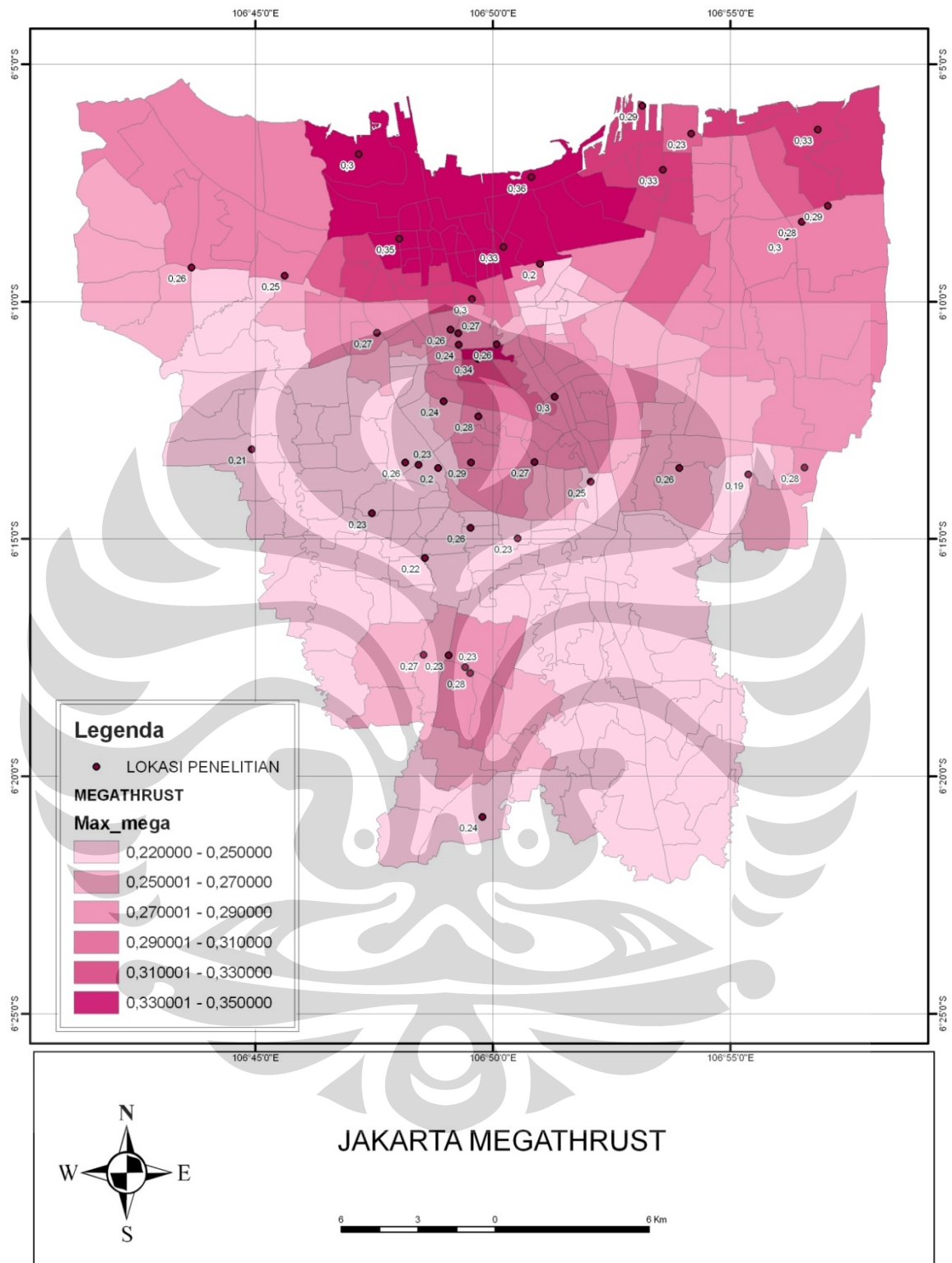
Dari hasil percepatan puncak gempa di permukaan yang didapat di daerah Jakarta Barat dan Selatan dan digabungkan dengan percepatan puncak gempa di permukaan yang didapat oleh peneliti lain di wilayah Jakarta Utara, Jakarta Pusat, dan Jakarta Timur, maka dapat di plot ke dalam peta Jakarta sesuai dengan kordinat titik penyelidikan (tabel 5.9) dengan *tool* bantuan ARC-GIS dan dengan *tool* bantuan SURFER dibuat sebuah kontur percepatan puncak gempa di permukaan. Kontur tersebut kemudian digunakan kembali sebagai layer pada ARC-GIS. Hasil dari peta kontur gempa DKI Jakarta dapat dilihat pada gambar 5.6 untuk sumber gempa Megathrust dan gambar 5.8 untuk sumber gempa Shallow Crustal.

Nilai percepatan puncak gempa di permukaan untuk sumber gempa Megathrust paling besar dengan nilai antara 0.33-0.35 g berada di sebagian besar wilayah Jakarta Utara dan beberapa daerah di wilayah Jakarta Pusat. Untuk wilayah Jakarta Selatan sebagian besar percepatan puncak gempa di permukaan berkisar antara 0.22-0.29 g. Untuk wilayah Jakarta Timur 0.27-0.29 g, hanya bagian utaranya yang berkisar antara 0.29-0.32 g. Untuk wilayah Jakarta Barat berkisar antara 0.22-0.25 g, dan bagian utaranya lebih besar berkisar antara 0.25-0.29 g.

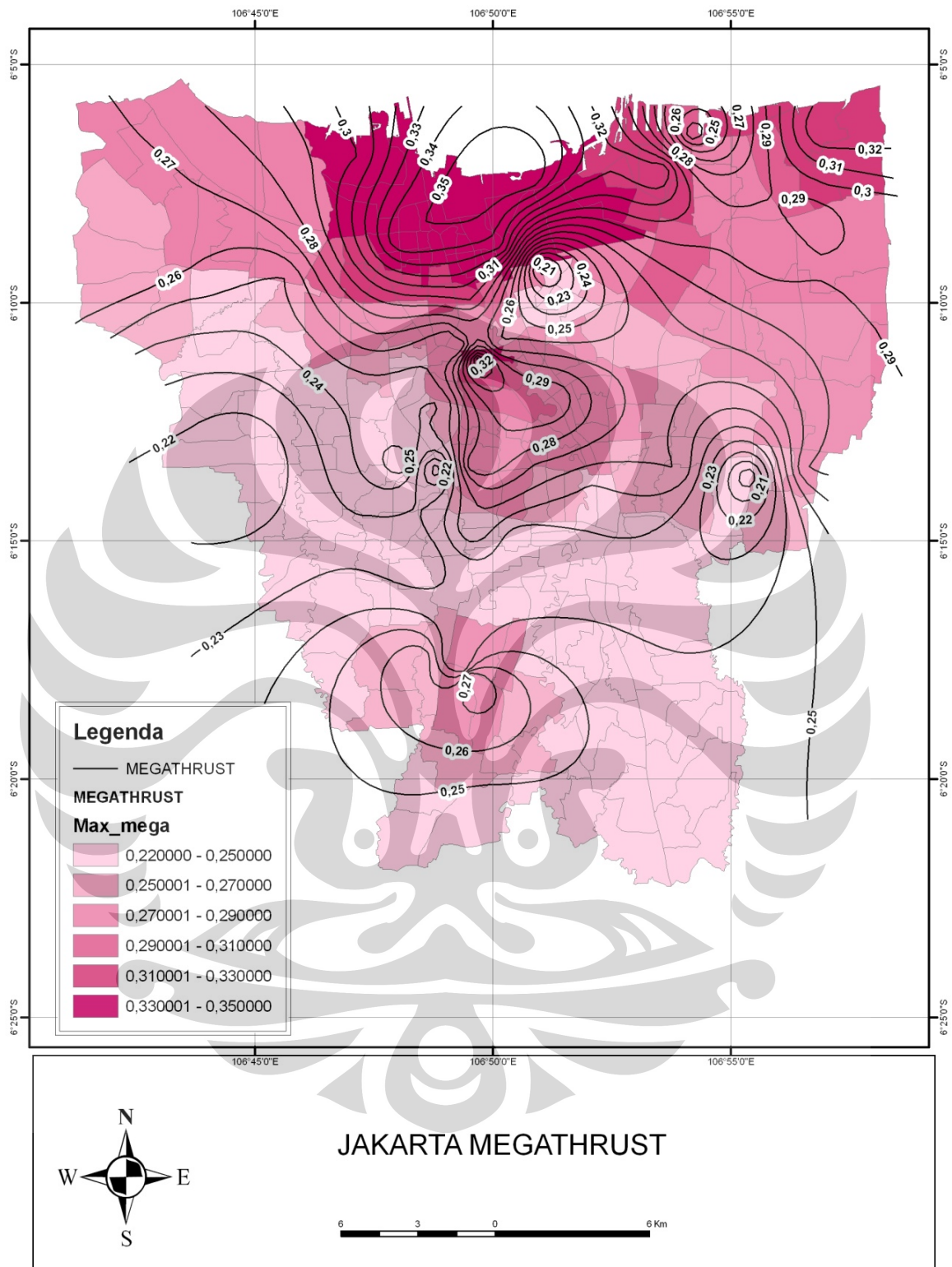
Nilai percepatan puncak gempa di permukaan untuk sumber gempa Shallow Crustal paling besar dengan nilai antara 0.275-0.29 g berada di sebagian besar wilayah Jakarta Utara dan beberapa wilayah Jakarta Timur bagian utara. Untuk wilayah Jakarta Selatan sebagian besar percepatan puncak gempa di permukaan berkisar antara 0.205-0.23 g. Untuk wilayah Jakarta Barat 0.205-0.26 g dan bagian utaranya berkisar antar 0.26-0.275 g. Untuk wilayah Jakarta Pusat sebagian besar daerah berkisar antara 0.23-0.245 g, hanya sebagian kecil di bagian pusat wilayahnya yang berkisar anta 0.26-0.29 g.

Tabel 5.9 Titik kordinat lokasi penyelidikan

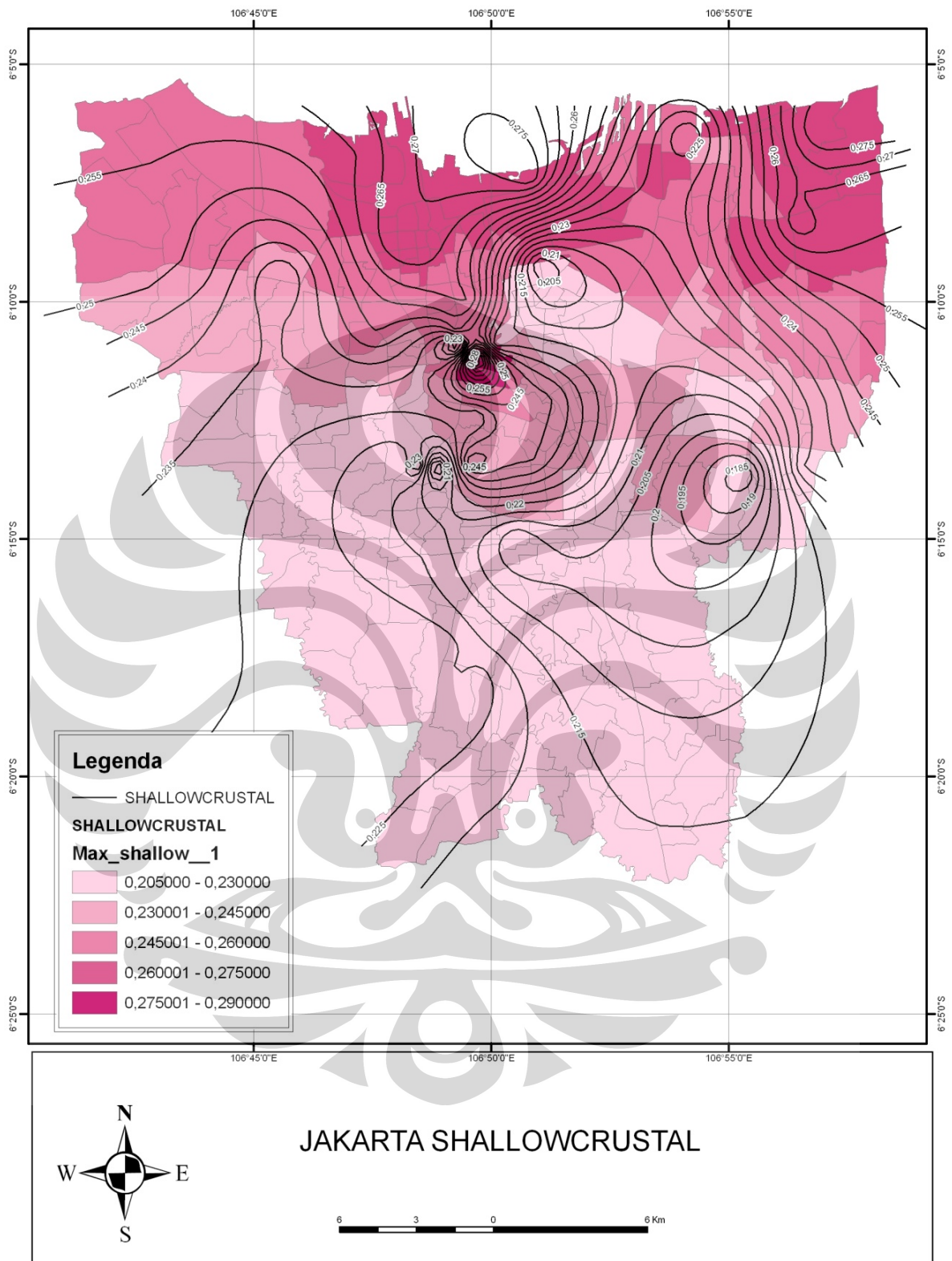
No.	Proyek	Kordinat		Sallowcrustal	Megatrust
1	BI	6°10'53.99" S	106°49'17.07" E	0.2	0.24
2	Apartemen Juanda	6°09'56.50" S	106°49'33.31" E	0.26	0.3
3	Tanki Timbun BBM	6°06'27.37" S	106°54'10.45" E	0.22	0.23
4	Tol Cibitung-Cilincing 33+200	6°07'58.65" S	106°57'03.27" E	0.26	0.29
5	Tol Cibitung-Cilincing 31+675	6°08'19.04" S	106°56'30.23" E	0.27	0.28
6	KBN Cakung	6°08'37.07" S	106°56'10.48" E	0.26	0.3
7	Mall Kelender	6°13'38.45" S	106°55'23.05" E	0.18	0.19
8	Dermaga 108	6°05'52.06" S	106°53'09.04" E	0.24	0.29
9	Perkantoran Otista	6°13'47.67" S	106°52'03.78" E	0.22	0.25
10	BKT 26	6°13'29.71" S	106°56'33.69" E	0.23	0.28
11	Stasiun Angke	6°08'40.47" S	106°48'02.02" E	0.27	0.35
12	Sainath Office	6°09'11.86" S	106°50'59.81" E	0.2	0.2
13	Parkir timur Ancol	6°07'22.61" S	106°50'48.67" E	0.28	0.36
14	KBN Marunda	6°06'22.11" S	106°56'50.63" E	0.28	0.33
15	Grand Treva	6°10'53.52" S	106°50'04.96" E	0.22	0.26
16	Gedung Matraman	6°11'59.95" S	106°51'18.07" E	0.24	0.3
17	Singapore Int'l School	6°11'12.10" S	106°49'41.08" E	0.3	0.34
18	Pelayanan DepHan	6°10'39.92" S	106°49'16.48" E	0.25	0.27
19	Mega Mall Pluit	6°06'53.28" S	106°47'10.56" E	0.26	0.3
20	JORR	6°09'16.45" S	106°43'38.83" E	0.25	0.26
21	SAM-SAT SUDIN	6°09'26.84" S	106°45'37.07" E	0.23	0.25
22	Sucofindo	6°14'59.03" S	106°50'31.22" E	0.2	0.23
23	Apartemen Kuningan	6°13'23.03" S	106°49'32.62" E	0.25	0.29
24	Hotel Clarion	6°13'22.46" S	106°50'52.70" E	0.24	0.27
25	Bapindo	6°13'26.31" S	106°48'26.09" E	0.24	0.23
26	Puri Matari III	6°12'24.75" S	106°49'41.54" E	0.23	0.28
27	Kemang Village	6°15'23.91" S	106°48'33.99" E	0.22	0.22
28	Bank Exim	6°13'29.93" S	106°48'50.79" E	0.19	0.2
29	Menara Wikaraga	6°10'39.38" S	106°47'33.57" E	0.25	0.27
30	Dep Pertanian	6°17'42.05" S	106°49'24.95" E	0.22	0.23
31	Asrama UI	6°20'50.92" S	106°49'46.95" E	0.22	0.24
32	Graha Matra	6°17'26.87" S	106°49'04.17" E	0.23	0.23
33	Robert Susanto Office	6°17'49.11" S	106°49'31.42" E	0.23	0.28
34	Gedung DIKTI	6°13'23.10" S	106°48'09.43" E	0.22	0.26
35	CITY center	6°12'05.70" S	106°48'57.94" E	0.23	0.24
36	Office Tanah Abang	6°10'35.39" S	106°49'06.34" E	0.24	0.26
37	Casablanca East Res	6°13'30.38" S	106°53'55.39" E	0.24	0.26
38	Graha Reformed Mil	6°08'50.61" S	106°50'13.13" E	0.24	0.33
39	Gedung parkir KWK	6°07'12.93" S	106°53'34.9" E	0.27	0.33
40	MetroTV	6°12'66.36" S	106°44'55.26" E	0.22	0.21
41	Ratu Prabu	6°17'26.53" S	106°48'32.34" E	0.23	0.27
42	Plaza Mayestik	6°14'27.48" S	106°47'27.12" E	0.22	0.23
43	Blue Bird	6°14'45.56" S	106°49'31.75" E	0.23	0.26



Gambar 5.5 Peta percepatan puncak gempa di permukaan daerah DKI Jakarta untuk sumber gempa Megathrust dengan periode ulang gempa 500 tahun



Gambar 5.6 Peta kontur percepatan puncak gempa di permukaan daerah DKI Jakarta untuk sumber gempa Megathrust dengan periode ulang gempa 500 tahun



Gambar 5.8 Peta kontur percepatan puncak gempa di permukaan daerah DKI Jakarta sumber gempa Shallow Crustal dengan periode ulang gempa 500 tahun.

Universitas Indonesia

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Analisis percepatan gempa di permukaan di wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan menggunakan *tool* utama SHAKE 2000. Wilayah penyelidikan percepatan puncak gempa di permukaan dalam penelitian ini berjumlah 16 titik di daerah Jakarta Selatan dan 4 titik di daerah Jakarta Barat. Dari titik-titik hasil analisis percepatan gempa di permukaan wilayah Jakarta Barat dan Jakarta Selatan dengan menggabungkan informasi hasil percepatan puncak gempa di permukaan wilayah Jakarta Pusat, Jakarta Timur dan Jakarta Utara yang dibuat oleh peneliti lain, maka dapat dibuat suatu peta kontur percepatan puncak gempa di permukaan wilayah DKI Jakarta dengan sumber gempa masing-masing.

Dalam melakukan analisis percepatan gempa di permukaan dibutuhkan input data tanah yang dapat menggunakan informasi data *borelog* dan data uji laboratorium. Input data tanah tersebut kemudian diproses bersama dengan *input motion*, dan *input motion* yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil data riwayat *time histories* (TH) dengan periode ulang 500 tahun buatan Masyhur Irsyam dkk.

Untuk input tanah terlebih dahulu dilakukan generalisasi data tanah untuk setiap wilayah penyelidikan. Hal ini dikarenakan pada setiap wilayah penyelidikan terdapat beberapa titik bor, sehingga dilakukan generalisasi data agar didapatkan satu informasi data pada satu wilayah penyelidikan. Generalisasi data dilakukan secara manual, dengan memperhatikan beberapa hal yaitu deskripsi tanah, warna tanah, dan nilai N-SPT. Informasi data tanah yang digunakan sebagai input tanah yang didapat dari penyelidikan tanah lapangan adalah deskripsi jenis tanah dan kedalamannya, nilai N-SPT, serta elevasi muka air tanah. Sedangkan informasi yang bisa didapat dari uji laboratorium yang digunakan sebagai input data tanah adalah nilai *Plasticity Index* (PI), dan nilai *unit weight* (γ).

Untuk *input motion* digunakan dua data riwayat *time histories* (TH) gempa yaitu sumber gempa Megathrust dengan periode gempa 0.2 detik ($T = 0.2$ detik) dan sumber gempa Shallow Crustal dengan periode gempa 0.2 detik ($T = 0.2$ detik). Dengan menggunakan dua *input motion* sumber gempa yang berbeda, maka dihasilkan dua percepatan puncak gempa di permukaan untuk setiap wilayah penyelidikan. Adapun nilai percepatan puncak gempa di permukaan terbesar berada di sebagian besar wilayah Jakarta Utara dan sebagian kecil wilayah Jakarta Pusat dengan sumber gempa Megathrust. Sedangkan untuk sumber gempa Shallow Crustal nilai percepatan puncak gempa di permukaan terbesar berada di sebagian besar wilayah Jakarta Utara dan sebagian kecil di utara dari Jakarta Timur.

6.2. Saran

Hasil peta kontur percepatan gempa di permukaan ini belumlah sempurna dikarenakan keterbatasan informasi data penyelidikan tanah lapangan yang didapat. Dengan semakin banyak informasi data penyelidikan lapangan yang didapat, maka peta kontur percepatan gempa di permukaan akan menjadi semakin akurat.

Dalam penelitian ini terdapat penggunaan asumsi untuk data yang tidak terdapat pengujian laboratoriumnya, sehingga diharapkan untuk penelitian selanjutnya digunakan data penyelidikan tanah yang lebih lengkap untuk mengurangi asumsi-asumsi yang digunakan.

Terdapat dua *input motion* buatan Masyhur Irsyam yang belum digunakan dalam proses *ground response analysis* yaitu sumber gempa Benioff dan sumber gempa Background. Untuk penelitian selanjutnya lebih baik digunakan empat (4) sumber gempa sebagai *input motion* sehingga memenuhi syarat dalam SNI 03-1726-2002.

DAFTAR REFERENSI

KRAMER, STEVEN L (1996).”Geotechnical Earthquake Engineering,” Prentice Hall,Upper Saddle River, New Jersey 07458.

SNI 03-1726-2003.”Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung,”

Manual For Zonation on Seismic Geotechnical Hazard (1999). Technical Committee For Earthquake Geotechnical Engineering. TC4,ISSMGE.

Irham, Masyhur, dkk. “Gelombang Gempa DKI Jakarta”.Proceeding Seminar dan Pameran HAKI 2008. “Pengaruh Gempa dan Angin Terhadap Struktur”.

M. Das, Braja (1993).” Principles of Soil Dynamics,” PWS-KENT. Southern Illinois, University at Carbondale.

[http://www. Jakarta.go.id](http://www.Jakarta.go.id)

<http:// www.idepfoundation.org>

<http://www.bakosurtanal.go.id>

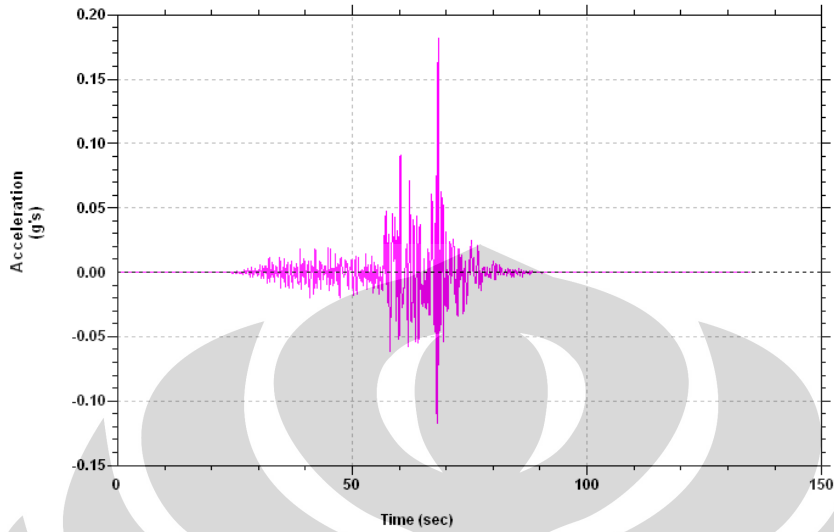
<http://organisasi.org>

<http://elcom.umy.ac.id>

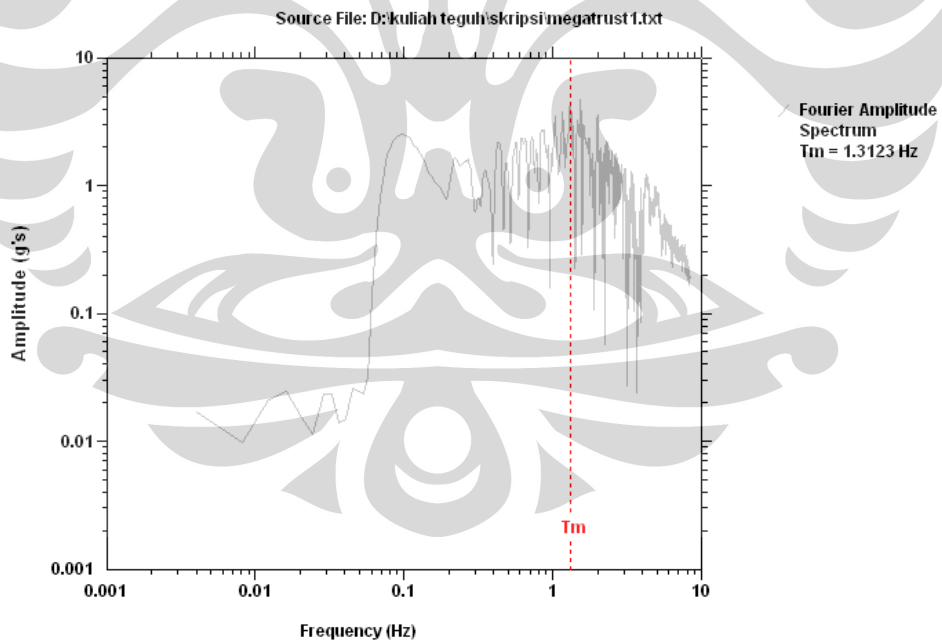
Craig, R.F (1987).” Soil Mechanics,” Van Nostroad Reinhold (UK) Co. Ltd.

LAMPIRAN

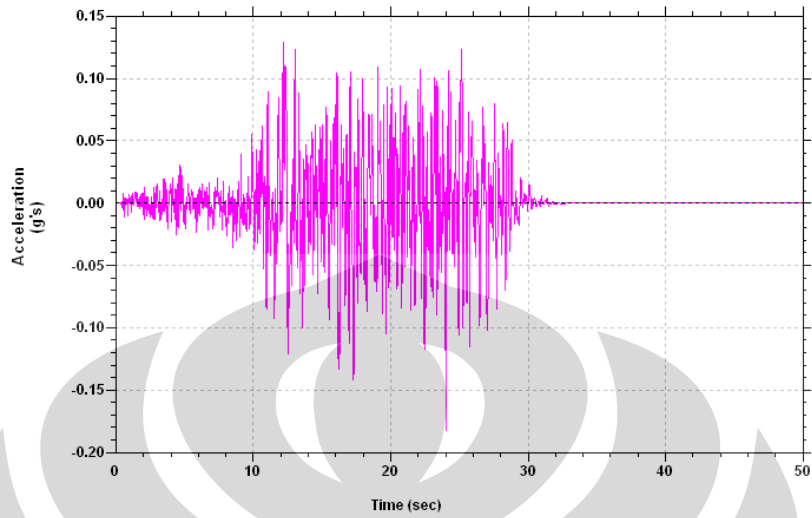
A. Lampiran input motion



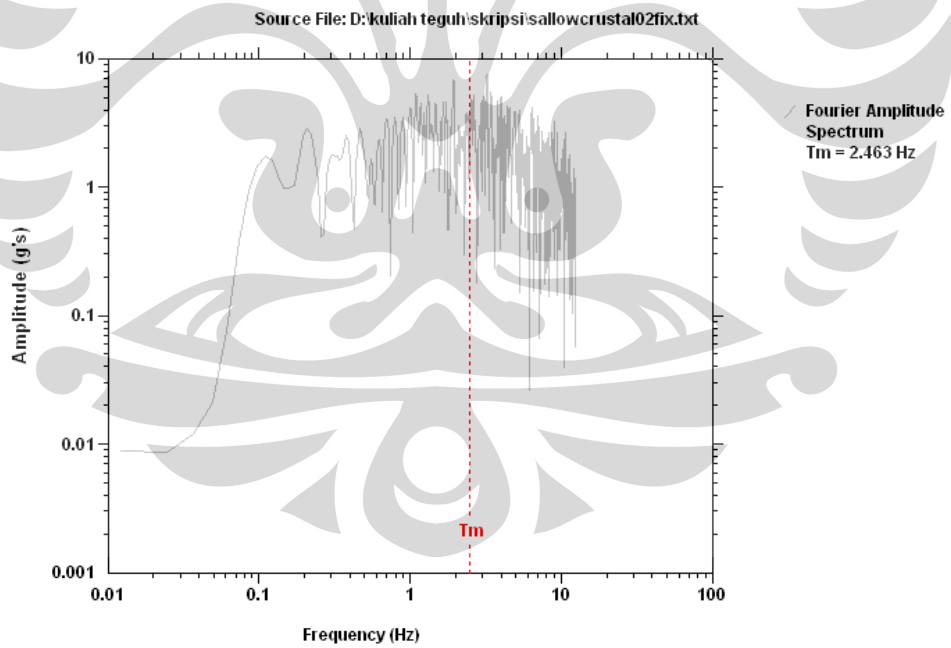
Gambar Input motion sumber gempa Megathrust dalam time domain



Gambar Input motion sumber gempa Megathrust dalam frekuensi domain



Gambar Input motion sumber gempa Shallowcrustal dalam time domain



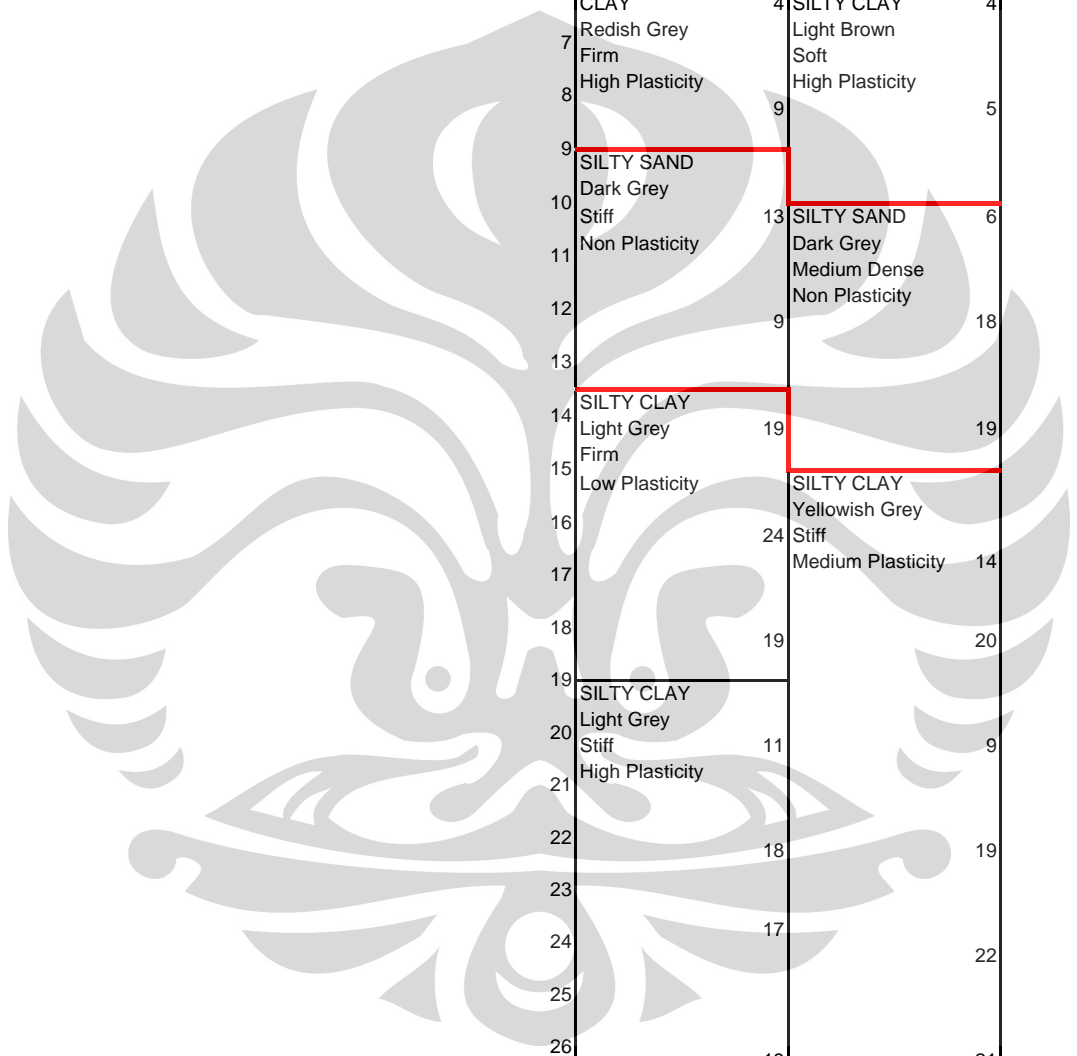
Gambar Input motion sumber gempa Shallowcrustal dalam frekuensi domain

B. Proses Generalisasi

depth	JORR Daan Mogot				
	N	N	N	N	N
0	CLAY Brown Soft Low Plasticity	SILTY CLAY Dark Brown Very Soft Medium Plasticity	SILTY CLAY Dark Brown Very Soft High Plasticity	SILTY CLAY Black Soft High Plasticity	SILTY CLAY Light Brown Soft High Plasticity
1					
2					
3	SILTY CLAY Red Very Stiff High Plasticity				SILTY CLAY Yellowish Red Soft High Plasticity
4		SILTY CLAY Dark Grey Soft Medium Plasticity	SILTY CLAY Black Very Soft High Plasticity	SILTY CLAY Redish Grey Very Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Light Grey Soft High Plasticity
5					
6	SANDY CLAY Dark Brown Very Stiff Low Plasticity	SILTY CLAY Black Very Soft High Plasticity			SANDY CLAY Dark Brown Very Stiff
7					
8	SILTY CLAY Greyish Brown Soft High Plasticity			SILTY CLAY Dark Brown Medium Stiff Medium Plasticity	
9					
10		SILTY CLAY Light Grey Very Soft High Plasticity			
11			SILTY CLAY Dark Grey Soft Low Plasticity		CLAY Yellowish Grey Very Hard
12				CLAY Yellowish Grey Very Stiff	CLAYEY SAND Brownish Grey Very Dense
13					
14	CEMENTED SAND Brown Very Dense		SILTY CLAY Yellowish Grey Medium Stiff Low Plasticity	CLAYEY SAND Brown Medium Dense	
15		SILTY CLAY Light Brown Stiff High Plasticity			SILTY CLAY Yellowish Grey Very Stiff High Plasticity
16			SILTY CLAY Yellowish Grey Medium Stiff Medium Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Grey Very Stiff High Plasticity	
17	SILTY CLAY Redish Grey Very Stiff High Plasticity				
18		SILTY CLAY Yellowish Grey Very Stiff Low Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Grey Very Stiff High Plasticity		
19					
20	SILTY CLAY Light Grey Stiff High Plasticity				
21					
22					
23					
24	SILTY CLAY Yellowish Grey Very Stiff Medium Plasticity			CLAY Dark Grey Medium Hard High Plasticity	CLAY Yellowish Grey Medium Hard
25			SILTY CLAY Yellowish Grey Very Stiff High Plasticity		CLAY Yellowish Grey Very Stiff High Plasticity
26		SILTY CLAY White to Yellow Medium Hard Low Plasticity			SANDY CLAY White to Yellow Very Hard Low Plasticity
27					
28			SILTY CLAY White to Yellow Very Stiff Low Plasticity		
29					
30					
	17		37		32

depth	SAMSAT SUDIN	
	N	N
0	SILTY CLAY	CLAY
1	Light Brown	Dark Brown
2	Firm	Stiff
2	High Plasticity	SILTY CLAY
3	CLAY	Brownish Grey
3	Brownish Grey	Soft
4	Stiff	High Plasticity
4	High Plasticity	
5	SILTY CLAY	
5	Grey	
5	Soft	
6	CLAY	SILTY CLAY
7	Redish Grey	Light Brown
8	Firm	Soft
8	High Plasticity	High Plasticity
9	SILTY SAND	
10	Dark Grey	
11	Stiff	SILTY SAND
11	Non Plasticity	Dark Grey
12		Medium Dense
13		Non Plasticity
14	SILTY CLAY	
15	Light Grey	
15	Firm	
16	Low Plasticity	SILTY CLAY
16		Yellowish Grey
17		Stiff
17		Medium Plasticity
18		
19	SILTY CLAY	
20	Light Grey	
21	Stiff	
21	High Plasticity	
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

m.a.t. - - - - -



STASIUN ANGKE		
depth	N	
0	FILL MATERIAL	
1	SILTY CLAY	
2	Dark Grey	
2	Very Soft	1
3	High Plasticity	
m.a.t 4	SILTY SAND	2
5	Yellowish Brown	
5	Soft	
6	SILTY CLAY	2
6	Yellowish Grey	
7	Stiff	
7	Low Plasticity	
8	SILTY CLAY	2
8	Redish Brown	
9	Soft	
9	Low Plasticity	
10		5
11	SILTY CLAY	
12	Redish Brown	13
13	SILTY CLAY	
13	Light Brown	
14	Stiff	
14	Low Plasticity	17
15		
16	SILTY CLAY	36
16	Light Brown	
17	Very Hard	
17	Low Plasticity	
18	CEMENTED SAND	60
18	Dark Brown	
19	Very Dense	
19	Non Plasticity	
20		60
21	SILTY CLAY	
22	Light Brown	31
22	Very Hard	
23	Low Plasticity	
23	CLAY	
24	Dark Grey	14
24	Very Stiff	
25	Low Plasticity	
26		14
27		
28	SILTY CLAY	23
28	Light Brown	
29	Medium Hard	
29	Medium Plasticity	
30		23

depth	Metro TV Tower		
	N	N	N
0	SILTY CLAY Redish Brown Stiff	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL
1	Medium Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Soft Medium Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff Medium Plasticity
2	9	11	4
3	11		8
4	CLAYEY SILT Yellowish Grey Stiff		CLAYEY SILT Yellowish Grey Medium Stiff
5	8		9
m.a.t 6	9		5
7		CLAYEY SILT Yellowish Grey Medium Stiff	
8	9	9	5
9	12	11	12
10		SILTY SAND Dark Brown Dense	SILTY SAND Dark Brown Dense
11	16	50	16
12	19	50	42
13	SANDY SILT Light Grey Very Dense		
14	50	50	50
15	50	50	50
16	50	50	50
17	50	45	50
18	50	50	50
19			CLAYEY SILT Grey Hard
20	50	27	29
21	CLAYEY SILT Dark Grey Very Stiff	CLAYEY SILT Dark Grey Very Stiff	CLAYEY SILT Dark Grey Very Stiff
22	23	20	20
23	17	19	28
24	SANDY SILT Dark Grey Medium Dense		
25	22	16	31
26	28	18	30
27	CLAYEY SILT Dark Grey Stiff		
28	29	13	33
29	31	14	SILTY CLAY Yellowish Brown Stiff
30	29	19	18

depth	Hotel Clarion		
	N	N	N
0	FILL MATERIAL	ASPHALT	ASPHALT
1	SILTY CLAY	CLAY	CLAY
2	Brown Soft High Plasticity	Brown Firm High Plasticity	Light Brown Soft High Plasticity
3	4	SILTY CLAY Yellowish Brown Stiff High Plasticity	4
4	8	SILTY CLAY	CLAY
5	9	SILTY CLAY Light Grey Firm Low Plasticity	Light Grey Soft Medium Plasticity
6	High Plasticity	6	2
7	18	6	SILTY CLAY Brown Soft Medium Plasticity
8	3	CLAYEY SILT Yellowish Brown Soft Low Plasticity	3
9	6	SANDY SILT Yellowish Brown Soft Medium Plasticity	6
10	m.a.t.	7	SANDY SILT Dark Brown Soft Non Plasticity
11	8	SILTY SAND Dark Brown Firm	CLAYEY SILT Black, Stiff
12	32	SILTY SAND Black Very Dense Non Plasticity	SILTY SAND Brown, Stiff
13	60	SAND Black Very Dense Non Plasticity	CLAYEY SILT Dark Grey, Stiff
14	27	60	SAND Black Dense Non Plasticity
15	60	60	60
16	60	60	60
17	60	60	60
18	60	60	60
19	60	60	60
20	60	60	60
21	60	60	60
22	60	60	60
23	60	60	60
24	60	60	60
25	60	60	60
26	60	60	60
27	60	60	60
28	60	60	60
29	60	60	60
30	46	60	60

depth	Bapindo									
	N		N		N		N		N	
0	CLAYEY SILT		CLAYEY SILT		CLAYEY SILT		CLAYEY SILT		CLAYEY SILT	
1	Red to Black	4	Greyish Brown	8	Greyish Brown	4	Greyish Brown	5	Yellowish Red	5
2	Medium Stiff								Medium Stiff	
3		5	CLAYEY SILT	1		8		3		8
4	CLAYEY SILT		Yellowish Grey							
5	Brownish Yellow	8	Stiff	17	SANDY SILT	37		7		8
6	Medium Stiff				Yellowish Brown				CLAYEY SILT	
7	CLAYEY SILT		Yellow to Black	12	Dense	25	SANDY SILT		Grey	
8	Whitish Yellow	10	Stiff				Brown	9	CLAYEY SILT	6
9		36		28	CLAYEY SILT	20	Soft		Grey	
10					Yellowish Grey		Very Stiff	17	Medium Stiff	9
11	CLAYEY SILT	52						21	SANDY SILT	
12	Brownish Grey		CLAYEY SILT	60					Brown	21
13	Hard	45	Yellowish Grey					54	CLAYEY SILT	
14			Hard		SAND	34	Greyish Brown		Hard	60
15	GRAVELLY SAND			60	Black	41	Hard		SAND	
16	Black		GRAVELLY SAND		Dense			60	Brown	19
17	Very Dense	60	Greyish Black		Very Dense	60			Medium Dense	
18			Very Dense	60	CEMENTED SAND		GRAVELLY SAND		SILTY SAND	
19	GRAVELLY SAND				Greyish Black	60	Black	60	Brown	29
20	Black	60			Very Dense		Very Dense		Medium Dense	
21	Very Dense		SAND			32		60	CLAYEY SILT	30
22			Black	38	CLAYEY SILT		Yellowish Grey		Brownish Grey	
23			Very Dense					23	Very Stiff	60
24	CEMENTED SILT								Black	
25	Greenish Grey	27	CEMENTED SILT					60	Very dense	60
26			Greenish Grey	60						
27	CLAYEY SILT		Hard		SAND		Grey to Black	60	CLAYEY SILT	
28	Brownish Grey	49	Hard		Grey to Black	47	Dense		Yellowish grey	54
29	Hard								Hard	
30					Very Dense	54				
31	CEMENTED SAND				CEMENTED SILT		SANDY SILT		Hard	35
32	Black	60			Greenish Grey		Black, Dense			
33	CEMENTED SAND				Hard			41	SILT	
34	Yellowish Black								Brownish Grey	60
35									Hard	
36	CEMENTED SILT		CEMENTED SAND					52		60
37	Greenish Grey	60	Grey to Black						Hard	
38										
39	CLAYEY SILT		SANDY SILT					60		
40	Black	11	Grey to Black	18						
41	Stiff		Very Stiff						CEMENTED SAND	
42	CLAYEY SILT								Black	
43	Yellowish Grey	35						50	Very Dense	60
44	Hard		CLAYEY SILT							
45			Yellowish Grey					23		
46			Very Stiff							
47										
48	CLAYEY SILT	23		19				14		
49	Yellowish Grey									
50	Very Stiff								SAND	54
51									Black	
52									Very Dense	
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

depth	Puri Matari III	
	N	N
0	CLAY	CLAY
1	Dark Brown Firm	Dark Brown Firm
2	CLAY	CLAY
3	Yellowish Grey Firm High Plasticity	Yellowish Grey Firm High Plasticity
4	SILTY CLAY	CLAYEY SILT
5	Light Brown Firm Low Plasticity	Greyish Brown Firm Low Plasticity
6		4
7		5
8	SILTY SAND	SILTY SAND
9	Light Grey Stiff Non Plasticity	Light Grey Stiff Non Plasticity
10		18
11		13
12	SILTY CLAY	SILTY SAND
13	Light Grey Stiff Low Plasticity	Black, Stiff
14		14
15		26
16	SILTY CLAY	SILTY CLAY
17	Light Brown Very Hard Low Plasticity	Light Brown Stiff
18		18
19	SILTY SAND	SILTY SAND
20	Light Brown Medium Stiff Non Plasticity	Light Brown Compact Non Plasticity
21		17
22		23
23		22
24	SANDY CLAY	SANDY CLAY
25	Light Grey Low Plasticity	Light Grey Hard Low Plasticity
26		15
27		14
28		23
29		26
30	SAND STONE	SAND
31	Dark Brown Dense	Dark Brown Very Dense Non Plasticity
32		60
33	SILTY CLAY	SILTY CLAY
34	Dark Grey, Hard	Dark Grey Stiff
35		44
36		60
37		22
38		SILTY CLAY
39		Yellowish Grey Stiff Low Plasticity
40		18
41		21

depth	Kemang Village				
	N	N	N	N	N
0	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY
1	Greyish Brown	Greyish Brown	Greyish Brown	Greyish Brown	Greyish Brown
2	Medium Stiff	Medium Stiff	Medium Stiff	Medium Stiff	Medium Stiff
3	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity
m.a.t 3	9	8	11	6	7
4	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY
5	Greyish Brown	Greyish Brown	Greyish Brown	Greyish Brown	Greyish Brown
6	Very Stiff	Very Stiff	Stiff	Very Stiff	Very Stiff
7	Medium Plasticity	Medium Plasticity	Medium Plasticity	Medium Plasticity	Medium Plasticity
8	17	23	14	8	10
9	SILTY CLAY	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	SILTY CLAY	SILTY CLAY
10	Greyish Brown	Greyish Brown	Brown	Greyish Brown	Greyish Brown
11	Stiff	Hard	Hard	Stiff	Stiff
12	High Plasticity	26	31	Medium Plasticity	High Plasticity
13	26	31	23	25	14
14	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT
15	Brown	Brown	Brown	Brown	Brown
16	Hard	Hard	Hard	Hard	Hard
17	29	52	47	20	20
18	31	43	60	27	38
19	SILTY CLAY	SILTY CLAY	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT
20	Grey	Grey	Brown	Brown	Brown
21	Stiff	Stiff	Hard	Hard	Hard
22	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity
23	30	40	36	25	30
24	34	55	39	32	60
25	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT	CEMENTED SILT
26	Brown	Brown	Brown	Brown	Brown
27	Hard	Hard	Hard	Hard	Hard
28	40	60	56	57	40
29	50	43	60	60	56
30	60	56	60	50	25
31	40	60	43	46	30
32	SILTY SAND	SILTY SAND	SILTY SAND	SILTY SAND	SILT
33	Grey	Grey	Grey	Grey	Brown
34	Very Dense	Very Dense	Very Dense	Very Dense	Hard
35	33	60	60	60	60
36	60	60	60	60	60
37	50	60	55	60	60
38	52	60	56	60	60

depth	Bank Exim				
	N	N	N	N	N
0	SILTY CLAY Dark Brown Very Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Dark Brown Medium Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Dark Brown Stiff
1					
2					
3	28	6	9	6	11
4					
5					
6	18	4	10	10	7
7					CLAYEY SILT Redish Brown Medium Stiff
8	m.a.t				
9	2	1	10	2	9
10	CLAYEY SILT Yellowish Brown Very Soft to Medium Stiff	CLAYEY SILT Dark Brown Very Soft		CLAYEY SILT Brown Very Soft	
11					
12			3		
13	7		CLAYEY SILT Greyish Brown Medium Stiff	7	SILTY CLAY Redish Grey Stiff High Plasticity
14					9
15	13	26	12	10	14
16	SILTY CLAY Light Grey Stiff High Plasticity	CEMENTED SILT Brownish Grey Very Stiff			
17					
18	30	45	60	60	60
19	SILT Greyish Brown Stiff	CEMENTED SILT Greyish Brown Very Stiff	CEMENTED SILT Brownish Grey Hard	CEMENTED SILT Brownish Grey Hard	CEMENTED SILT Greyish Brown
20	SILTY SAND Greyish Brown Dense				SILTY SAND Dark Grey Dense
21	60	31	29	60	41
22					
23			SILTY SAND Brownish Grey Medium Dense		CEMENTED SILT Greyish Brown Hard
24	33	29	19	31	36
25		SILTY SAND Brownish Grey Medium Dense			
26					SILTY SAND Black Dense
27	37	54	29	32	8
28	CEMENTED SILT Greyish Brown Hard to Very Hard				
29			CEMENTED SILT Dark Grey Very Hard	SILTY SAND Dark Grey Very Dense	
30					

depth	Menara Wikaraga			
	N	N	N	N
0	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL
1	CLAY	CLAY	SILTY CLAY	
2	Redish Grey Soft, HP	Yellowish Grey Firm, HP	Redish Grey Firm	8 7
3	CLAYEY SILT	SANDY SILT	Medium Plasticity	3
4	Yellowish Grey Dense Hard Non Plasticity	Yellowish Brown Dense Non Plasticity	7	
5		CLAYEY SILT	SAND STONE	
6		Light Brown Firm	Dark Brown	
7		Low Plasticity	SILTY SAND	
8	CEMENTED SILT	SILTY SAND	Brownish Grey	25
9	Yellowish Grey Hard Non Plasticity	Light Brown Very Dense Non Plasticity	Dense Non Plasticity	
10		60	21	
11	SAND	CEMENTED SILT	SILTY SAND	23
12	Light Brown Loose Non Plasticity	Light Grey Very Stiff Non Plasticity	Yellowish Grey Very Dense Non Plasticity	44
13	CLAY	ORGANIC CLAY	SAND	40
14	Light Grey Very Hard Non Plasticity	Black Firm Medium Plasticity	Dark Grey Dense Non Plasticity	
15		60	CLAYEY SILT	43
16		60	Light Grey Hard Low Plasticity	
17	CEMENTED CLAY	SILTY SAND	CEMENTED SAND	58
18	Yellowish Grey Hard Non Plasticity	Dark Grey Dense	Yellowish Brown Very Dense Non Plasticity	
19		60	47	47
20	SAND	CEMENTED CLAY	CEMENTED SILT	42
21	Black Loose	Dark Grey Very Hard Low Plasticity	Light Brown Stiff	
22	SILTY CLAY	CLAY	SILTY CLAY	23
23	Black, Stiff Low Plasticity	Black Stiff	Black, Very Stiff Medium Plasticity	CEMENTED SILT
24	SANDY SILT	Low Plasticity	SAND	Light Brown Stiff
25	Black Very Stiff Non Plasticity	29	Black Loose Non Plasticity	27
26		31	11	SAND
27	CLAY	CLAY	10	Black Loose Non Plasticity
28	Light Grey Very Stiff Non Plasticity	Grey Very Stiff Low Plasticity	10	10
29		20	9	13
30		30		
		CEMENTED SILT	SILTY SAND	31
		Light Grey Very Hard Non Plasticity	Black Very Dense Non Plasticity	ORGANIC CLAY
		36	60	Black Very Hard Medium Plasticity

depth	Departemen Pertanian				
	N	N	N	N	N
0	SILTY CLAY Redish Brown Soft High Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Soft, High Plasticity	SAND SILTY CLAY Light Brown Medium Stiff Low Plasticity	SAND Black, Loose SILTY SAND Dark Brown Dense Non Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff High Plasticity
1				36	
2				9	7
3	SILTY CLAY Yellowish Red Very Soft High Plasticity	Greyish Brown Very Soft Medium Plasticity		18	SILTY CLAY Greyish Red Medium Stiff High Plasticity
4					
5			SILTY CLAY Brown Very Stiff Non Plasticity	SILTY SAND Black Loose Non Plasticity	
6	SANDY SILT Light brown Very Soft Non Plasticity			14	
7				23	CLAYEY SILT Brown Hard Non Plasticity
8		CLAYEY SILT Light Brown Very Hard Low Plasticity		44	CLAYEY SILT Light Grey, Very Soft, LP
9				48	SANDY SILT Light Grey Soft Non Plasticity
10	SILTY SAND Light Brown Medium Dense Non Plasticity		SILTY SAND Dark Brown Dark Brown Dense Non Plasticity	37	
11		SAND Dark Brown Very Dense Non Plasticity		52	SILTY CLAY Brown Hard Low Plasticity
12			SAND Black, Very Dense, NP	49	
13				51	
14		CLAYEY SILT Light Brown Hard Low Plasticity	CEMENTED SAND Black Very Dense Non Plasticity	43	
15	CEMENTED SAND Brown Very Dense Non Plasticity			44	
16		SAND Black Dense Non Plasticity		35	
17				42	
18	SAND Black Very Dense Non Plasticity	SAND Black Very Dense Non Plasticity		29	SILTY CLAY Dark Brown Very Hard, LP
19				52	CEMENTED SAND Black Very Dense Non Plasticity
20				49	
21		SAND STONE Black Very Dense Non Plasticity		31	
22				60	CLAYEY SAND Dark Grey Very Dense Non Plasticity
23				42	
24				60	
25	CLAY Dark Brown Hard Non Plasticity			46	
26				60	CLAYEY SILT Black Low Plasticity
27	CEMENTED SAND Black Very Dense Non Plasticity	CLAYEY SAND Black, Hard, LP	SAND Black Very Dense Non Plasticity	36	
28		SAND STONE Black Very Dense Non Plasticity		40	
29				32	
30					
	58	60	33		56

depth	ASRAMA UI				
	N	N	N	N	N
0	SILTY CLAY Dark Brown Firm, HP	SILTY CLAY Dark Brown Firm	SILTY CLAY Dark Brown Soft	SILTY CLAY Dark Brown Firm	SILTY CLAY Dark Brown Soft
1					
2	SILTY CLAY Redish Brown Firm High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	High Plasticity
3					SILTY CLAY Yellowish Red Soft High Plasticity
4			SILTY CLAY Yellowish Red Soft High Plasticity	SILTY CLAY Redish Brown Stiff High Plasticity	
5	CLAYEY SILT Redish Brown Firm Low Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Red Soft High Plasticity			
6					SILTY CLAY Yellowish Grey Very Soft, MP
7					SILTY SAND Redish Brown Loose Non Plasticity
8	SANDY SILT Yellowish Red Firm, NP	CLAYEY SILT Greyish Red Soft Low Plasticity		SILT Yellowish Red Very Soft, NP	
9				SANDY SILT Yellowish Brown Firm Non Plasticity	
10	SILTY SAND Greyish Brown Medium Dense Non Plasticity		SILTY SAND Yellowish Brown Loose Non Plasticity		
11					
12	SAND Dark Grey Very Dense Non Plasticity	SANDY SILT Yellowish Grey Stiff Non Plasticity			SILTY SAND Dark Brown Very Dense Non Plasticity
13				SILTY SAND Dark Brown Dense Non Plasticity	
14					
15					
16					
17	SAND Black Medium Dense Non Plasticity			CEMENTED SAND Black Very Dense Non Plasticity	
18					
19		SANDY SILT Dark Brown Very Dense Non Plasticity	SAND Black Very Dense Non Plasticity		
20					
21		CEMENTED SAND Dark Grey Very Dense Non Plasticity		SAND Black Very Dense Non Plasticity	
22	SAND Black Very Dense Non Plasticity				SAND Black Dense Non Plasticity
23		SAND STONE Black Very Dense Non Plasticity			
24					
25					
26					SAND Black Dense Non Plasticity
27		CEMENTED SAND Black Very Dense Non Plasticity			
28					
29					
30					

depth	Graha Matra	N
0	CLAY	
1	Brown	
2	Soft	
3		3
4		
5		4
6	SILTY CLAY	
7	Brown	
8	Medium Stiff	6
m.a.t 8		5
9		
10		10
11	SILTY CLAY	
12	Grey	
13	Medium Stiff	9
14	CLAYEY SAND	
15	Brown	
16	Medium Stiff	7
17	CLAY	
18	White and Grey	
19	Stiff	11
20	SAND	
21	Black	
22	Very dense	16
23	SILTY SAND	
24	Black	
25	Dense	60
26		50
27	SILTY SAND	
28	Grey	
29	Dense	60
30		60

depth		Robert Susanto Office					
		N		N		N	
0	SILTY CLAY						
1	Redish Brown						
2	Soft						
3	High Plasticity	4		3		4	
4				2			
5							
6	SILT						
7	Brown						
8	Soft	3				3	
9							
10	SILT						
11	Yellowish Brown						
12	Soft						
13	SILT						
14	Yellowish Brown						
15	Soft						
16	SANDY SILT	11		9		13	
17	Brown						
18	Medium Stiff						
19	SILT			15		14	
20	Yellowish Grey						
21	Medium Stiff	13					
22	SILT						
23	Grey						
24	Hard	60		42		44	
25							
26	GRAVELLY SAND	60		60		52	
27	Black						
28	Very Dense						
29	SILT						
30	Brownish Grey	29		60		60	
31	SILT						
32	Brown						
33	SAND			60		60	
34	Yellowish Brown						
35	Dense	57		60		60	
36	SAND						
37	Grey						
38	SANDY SILT	60		60		60	
39	Black						
40	SAND						
41	Black						
42	Very Dense	60		60		60	
43	SILT						
44	Brownish Grey						
45	Very Hard	60		60		60	
46	SILT						
47	Grey						
48	Very Hard	60		60		60	
49	SANDY SILT						
50	Grey						
51	Hard	60		60		60	
52	SAND						
53	Grey						
54	GRAVELLY SAND	60		60		60	
55	Black						
56	Very Dense	60		44		44	
57	SILT						
58	Grey						
59	Stiff	25		48		48	
60	SANDY SILT						
61	Black						
62	Stiff	60					
63	SAND						
64	Black			60		60	
65	GRAVELLY SAND						
66	Black						
67	Very Dense	60					

m.a.t

depth	Gedung DIKTI				
	N	N	N	N	N
0	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL	FILL MATERIAL
1	SILTY CLAY Dark Brown Soft High Plasticity	SILTY CLAY Dark Red Soft High Plasticity	SILTY CLAY Red Medium Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Red Medium Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Red Soft High Plasticity
2	7		12	14	
3		5			8
4	CLAYEY SILT Yellowish Brown Stiff Low Plasticity	CLAYEY SILT Yellowish Red Very Soft Low Plasticity	CLAYEY SILT Yellowish Red Soft High Plasticity		
5	3		9	15	
6		2		SILTY CLAY Reddish Brown Medium Stiff High Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Red Soft High Plasticity
7			6		7
8		CLAYEY SILT Light Brown Medium Stiff Low Plasticity	SILTY CLAY Yellowish Brown Soft Medium Plasticity	CLAYEY SILT Light Brown Hard Low Plasticity	CLAYEY SILT Yellowish Brown Soft Low Plasticity
9	4			14	5
10		16			
11	CLAYEY SILT Light Brown Hard Non Plasticity			9	SILTY CLAY Light Grey Stiff Low Plasticity
12				41	31
13	17				46
14		31			
15	42			SILTY CLAY Light Brown Very Hard Non Plasticity	18
16		SILTY SAND Grey Very Dense Non Plasticity		58	SILTY SAND Dark Grey Very Dense Non Plasticity
17	58	53			60
18	CLAYEY SAND Dark Brown Very Dense Non Plasticity	Non Plasticity	SILTY SAND Dark Brown Very Dense Non Plasticity	47	
19		55		51	
20			60	60	60
21		CEMENTED SAND Yellowish Brown Very Dense Non Plasticity	SAND Black Very Dense Low Plasticity	60	60
22	60	60	60		SAND Black Very Dense Non Plasticity
23	GRAVELLY SAND	SAND Black Very Dense Non Plasticity		60	58
24		58			
25	SAND Black Very Dense Non Plasticity			SAND Black Very Dense Non Plasticity	58
26	60			58	
27		SILTY SAND Light Brown Very Dense Non Plasticity		60	SILT STONE Yellowish Brown Very Hard Non Plasticity
28		54			60
29	60			SAND Dark Brown Very Dense Non Plasticity	
30				58	SAND Black Dense, NP
				60	30

depth	RATU PRABU 3			
	N	N	N	N
0	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff	SILTY CLAY Redish Brown Soft	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff
1	6			5
2		8	3	
3				
m.a.t 4	6	18	14	4
5	6	10	10	4
6	CLAYEY SILT Redish Brown Very Soft			CLAYEY SILT Redish Brown Very Soft
7	2	CLAYEY SILT Redish Brown Soft	9	2
8	SILTY CLAY Redish Brown Soft	3	4	2
9	CLAYEY SILT Light Brown Stiff	9	5	1
10	SILTY SAND Black Loose	SILTY CLAY Redish Brown Medium Stiff	SANDY SILT Brown Very Dense	
11	7	5	50	3
12	CLAYEY SILT Dark Grey Stiff	CLAYEY SILT Redish Brown Medium Stiff	50	6
13	10	5	CEMENTED SILT Brown	SILT Light Brown Medium Stiff
14	SANDY SILT Brown	36	3	Very hard
15	SILTY SAND Brown	35	20	50
16	SANDY SILT Dark Grey Dense	SILTY SAND Light Brown Medium Dense	SAND Dark Brown Very Dense	SILTY SAND Brown Dense
17	43	26	50	17
18	GRAVELLY SAND Black Very Dense	SILT Light Brown Hard	SANDY SILT Dark Grey Very Dense	50
19	50	46	50	50
20	CEMENTED SILT Dark Grey	SANDY SILT Dark Brown Very Dense	SAND STONE Grey Very Hard	SAND Dark Grey Very Dense
21	50	50	50	50
22	SANDY SILT Dark Grey		SAND Black Very Dense	SILT Dark Grey Very Stiff
23	SAND Black Very Dense		50	50
24	SILTY SAND Dark Grey Dense		50	29
25	46	50		
26	SAND Dark Grey Very Dense	SAND STONE Black Very Hard	50	SAND Black Very Dense
27	35	50	50	45
28		GRAVELLY SAND Black Very Dense	50	50
29	SILTY SAND Black Medium Dense	SAND Black	SANDY SILT Dark Grey Very Dense	50
30	17	50	50	50
			50	50

depth	PLAZA MAYESTIK		
	N	N	N
0	SILTY CLAY	SILTY CLAY	SILTY CLAY
1	Dark Brown Stiff	Brown Medium Stiff	Dark Red Medium Stiff
2	11	6	5
3	20	14	10
4			
5	10	8	7
6	2	10	5
m.a.t			
7			
8	15	12	6
9	22	16	8
10			
11	31	16	11
12	14	18	22
13			
14	CLAYEY SILT Brown Hard	35	15
15	SAND Brown Very Dense	57	12
16			
17	50	CLAYEY SILT Brown Very Stiff	25
18	50	32	CLAYEY SILT Blackish Brown Very Hard
19	50	22	60
20	SAND Black	50	22
21	SAND Black Dense	50	SILTY CLAY Dark Brown
22	50	SILTY CLAY Brown Very Stiff	24
23	50	14	SAND Black Very Dense
24	SAND Black Very Dense	50	18
25	50	28	SAND Dark Grey Very Dense
26	50	31	SAND Dark Grey Very Dense
27	50	42	60
28	50		50
29	50		50
30	50		50

depth		Kantor Blue Bird			
		N		N	
0	FILL MATERIAL			FILL MATERIAL	
1	CLAYEY SILT Redish Brown Medium Stiff	4		CLAYEY SILT Redish Brown Medium Stiff	4
2					
3				CLAYEY SILT Greyish Brown Medium Stiff	
4		3		4 Greyish Brown Medium Stiff	5
5					
6		5		3	3
7					
8		3		2	8
9					
10	SANDY SILT Redish Brown Medium Dense	2		CLAYEY SILT White to Brown Medium Stiff	4
11				8	5
12		4		SANDY SILT Grey Very Stiff	6
13				21	
14	SANDY SILT Blackish Brown Very Dense	5		60	7
15		60		GRAVELLY SAND Black Very Dense	8
16				60	
17	GRAVELLY SAND Black Very Dense	60		GRAVELLY SAND Black Very Dense	60
18		60		60	60
19				60	60
20	SAND Black Very Dense	60		60	60
21				60	60
22	CEMENTED SILT Brownish Yellow Hard	38		SAND Grey Very Dense	60
23				60	60
24		53		60	SANDY SILT Brown Very Stiff
25	GRAVELLY SAND Black Very Dense	60		46	20
26				SANDY SILT Brownish Grey Hard	
27		60		SANDY SILT Yellowish Brown Very Stiff	10
28				20	GRAVELLY SAND Brown Loose
29	SANDY SILT Yellowish Brown	60		23	
30					
		19			18

C. Hasil Generalisasi Data Tanah

Tabel Generalisasi data JORR seksi W1

JORR Seksi W1		N-SPT		
Kedalaman	jenis tanah	rata-rata	γ (T/m ³)	PI
0 - 3.5	SILTY CLAY	4	1.633	40
3.5 - 13.5	SILTY CLAY	8	1.538	33
13.5 - 30	SILTY CLAY	22	1.65	35

Tabel Generalisasi data Sam-Sat Sudin DKI

SAMSAT SUDIN DKI		N-SPT		
Kedalaman	jenis tanah	rata-rata	γ (T/M3)	PI
0 - 1.5	SILTY CLAY	2	1.52	-
1.5 - 9.5	SILTY CLAY	6	1.609	38
9.5 - 14	SILTY SAND	13	1.63	-
14 - 19.5	SILTY CLAY	18	1.571	34
19.5 - 30	SILTY CLAY	19	1.69	-

Tabel Generalisasi data Stasiun Angke

Stasiun Angke		N-SPT		
Kedalaman	Jenis tanah	rata-rata	γ (T/m ³)	PI
1 - 17.5	SILTY CLAY	11	1.533	37
17.5 - 21	SAND	60	18	-
21 - 30	SILTY CLAY	23	1.73	-

Tabel Generalisasi data Metro TV Tower

Metro TV Tower		N-SPT		
Kedalaman	Jenis tanah	rata-rata	γ (T/m ³)	PI
0 - 5	SILTY CLAY	7	1.76	50
5 - 11	CLAYEY SILT	8	1.62	53
11 - 19	SILTY SAND	43	1.8	-
19 - 30	CLAYEY SILT	23	1.76	13

Tabel Generalisasi data Apartemen Kuningan

Apartemen Kuningan Mall				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/M ³)	PI
0 - 23	CLAYEY SILT	14	1.56	33
23 - 29.5	SILT	43	1.488	22
29.5 - 40.5	CLAYEY SILT	37	1.577	29
40.5 - 60	CLAYEY SILT	36	1.808	29

Tabel Generalisasi data Hotel Clarion

Hotel Clarion				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/m ³)	PI
0 - 4.5	SILTY CLAY	6	1.711	30
4.5 - 9	SILTY CLAY	8	1.686	32
9 - 18	SILT	9	1.576	26
18 - 30	SAND	52	1.8	-

Tabel Generalisasi data Bapindo

Bapindo				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/m ³)	PI
0 - 7	CLAYEY SILT	7	1.652	36
7 - 11	CLAYEY SILT	23	1.547	34
11 - 13	CEMENTED CLAYEY SILT	54	1.622	24
13 - 20.5	CEMENTED SAND	45	1.709	18
20.5 - 31	CLAYEY SILT	34	1.846	27

Tabel Generalisasi data Puri Matari III

Puri Matari III				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/M ³)	PI
0 - 10.5	SILTY SAND	11	1.61	-
10.5 - 15	SILTY SAND	25	1.75	-
15 - 19	SILTY SAND	19	1.69	-
19 - 23	SANDY CLAY	23	1.73	-
23 - 24.5	SAND	60	1.8	-
24.5 - 30	SILTY CLAY	33	1.8	-

Tabel Generalisasi data Kemang Village

Kemang Village				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/m ³)	PI
0 - 6.5	SILTY CLAY	14	1.64	35
6.5 - 24.5	CEMENTED SILT	48	1.8	50
24.5 - 30	SILTY CLAY	36	1.8	58.4

Tabel Generalisasi data Bank Exim

Bank Exim				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	σ_w (T/m ³)	PI
0 - 9	SILTY CLAY	11	1.61	-
9 - 17.5	CLAYEY SILT	8	1.65	41.8
17.5 - 24	CEMENTED SILT	40	1.635	-
24 - 30	SILTY FINE SAND	34	1.635	-

Tabel Generalisasi data Menara Wikaraga

Menara Wikaraga				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	σ_w (T/m ³)	PI
0 - 3	SILTY CLAY	6	1.56	-
3 - 9	SILT	30	1.57	48
9 - 18.5	SILTY SAND	45	1.609	33
18.5 - 28	CLAY	38	1.591	34
28 - 30	SILT	35	1.548	47

Tabel Generalisasi data Departemen Pertanian

Departemen Pertanian				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/m ³)	PI
0 - 6.5	SILTY CLAY	11	1.449	41
6.5 - 16	SAND	30	1.541	-
16 - 24.5	CEMENTED SAND	51	1.8	-
24.5 - 30	SAND	46	1.8	-

Tabel Generalisasi data Asrama UI

Asrama UI				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	σ_w (T/m ³)	PI
0 - 7.5	SILTY CLAY	7	1.658	45
7.5 - 13.5	CLAYEY SILT	11	1.571	35
13.5 - 30	SAND	57	1.8	-

Tabel Generalisasi data Graha Matra

Graha Matra				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	σ_w (T/m ³)	PI
0 - 5.5	CLAY	4	1.54	-
5.5 - 13	SILTY CLAY	8	1.58	-
13 - 19.5	SAND	11	1.61	-
19.5 - 30	CEMENTED SILTY SAND	58	1.8	-

Tabel Generalisasi data Robert Susanto Office

Robert Susanto Office				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/m ³)	PI
0 - 4.5	SILTY CLAY	3	1.53	-
4.5 - 10.5	SILT	16	1.66	-
10.5 - 14	GRAVELLY SAND	54	1.8	-
14 - 16.5	SILT	47	1.8	-
16.5 - 18.5	SAND	60	1.8	-
18.5 - 21	SILT	60	1.8	-
21 - 23	SANDY SILT	60	1.8	-
23 - 26	SILT	42	1.8	-
26 - 28.5	SANDY SILT	60	1.8	-
28.5 - 30	GRAVELLY SAND	60	1.8	-

Tabel Generalisasi data Gedung DIKTI

Gedung Dikti				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/m ³)	PI
0 - 5.5	SILTY CLAY	10	1.663	32
5.5 - 8.5	CLAYEY SILT	5	1.611	25
8.5 - 16.5	CLAYEY SILT	33	1.571	-
16.5 - 30	SAND	57	1.8	-

Tabel Generalisasi data Ratu Prabu 3

Ratu Prabu 3				
Kedalaman	jenis tanah	N-SPT	γ (T/M3)	PI
		rata-rata		
0 - 7	SILTY CLAY	8	1.598	54.5
7 - 15	CLAYEY SILT	5	1.57	45
15 - 30	SILTY SAND	45	1.688	33

Tabel Generalisasi data Plaza Mayestik

Plaza Mayestik		N-SPT		
Kedalaman	jenis tanah	rata-rata	γ (T/M3)	PI
0 - 16	SILTY CLAY	13	1.553	51
16 - 19	CLAYEY SILT	42	1.599	41
19 - 30	SAND	51	1.8	-

Tabel Generalisasi data Kantor Blue Bird

Kantor Blue Bird		N-SPT		
Kedalaman	jenis tanah	rata-rata	γ (T/M3)	PI
0 - 12.5	CLAYEY SILT	4	1.627	32
12.5 - 16	SANDY SILT	6	1.548	13
16 - 26	GRAVELLY SAND	58	1.465	-
26 - 30	SANDY SILT	27	1.524	20



D. Penggunaan *Modulus Reduction* dan *Damping Curve*

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* JORR Seksi W1

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	40	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	33	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	35	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Sam-Sat Sudin DKI

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	38	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	34	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Stasiun Angke

Jenis tanah	damping	moduli
SILTY CLAY	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SILTY CLAY	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Metro TV Tower

Jenis tanah	damping	moduli
SILTY CLAY	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Apartemen Kuningan

jenis tanah	PI	damping	moduli
CLAYEY SILT	33	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	22	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	29	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	29	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Hotel Clarion

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	30	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	32	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	26	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)

Tabel *Damping Curve dan Modulus Reduction* Bapindo (1)

jenis tanah	PI	damping	moduli
CLAYEY SILT	36	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	34	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CEMENTED CLAYEY SILT	24	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CEMENTED SAND	18	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	27	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve dan Modulus Reduction* Bapindo (2)

jenis tanah	PI	damping	moduli
CLAYEY SILT	36	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	34	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CEMENTED CLAYEY SILT	24	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CEMENTED SAND	18	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
CLAYEY SILT	27	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve dan Modulus Reduction* Puri Matari III

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SANDY CLAY	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SILTY CLAY	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve dan Modulus Reduction* Kemang Village

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	35	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CEMENTED SILT	50	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	58.4	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve dan Modulus Reduction* Bank Exim

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	42	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CEMENTED SILT	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY FINE SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve dan Modulus Reduction* Menara Wikaraga (1)

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	48	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	33	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAY	34	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	47	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Menara Wikaraga (2)

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	48	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAY	34	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	47	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Departemen Pertanian

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	41	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
CEMENTED SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Asrama UI

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	45	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	35	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Graha Matra

jenis tanah	PI	damping	moduli
CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
CEMENTED SILTY SAND	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Robert Susanto Office

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	-	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
GRAVELLY SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SILT	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SILT	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SANDY SILT	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILT	-	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SANDY SILT	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
GRAVELLY SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Gedung DIKTI

jenis tanah	PI	damping	moduli
SILTY CLAY	32	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	25	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	-	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	-	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Ratu Prabu 3 (1)

jenis tanah	damping	moduli
SILTY CLAY	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Ratu Prabu 3 (2)

jenis tanah	damping	moduli
SILTY CLAY	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SILTY SAND	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Plaza Mayestik

jenis tanah	damping	moduli
SILTY CLAY	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
CLAYEY SILT	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=50 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SAND	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Kantor Blue Bird (1)

jenis tanah	damping	moduli
CLAYEY SILT	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SANDY SILT	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
GRAVELLY SAND	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SANDY SILT	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=15 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

Tabel *Damping Curve* dan *Modulus Reduction* Kantor Blue Bird (2)

jenis tanah	damping	moduli
CLAYEY SILT	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=30 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
SANDY SILT	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)
GRAVELLY SAND	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)	SAND, Average (Seed & Idriss 1970)
SANDY SILT	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)	Soil with PI=0 (Vucetic & Dobry, JGE 1/91)

E. Input Data Tanah

Tabel Input tanah JORR seksi W1

JORR Seksi W1			m.a.t = 0.8 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	K ₀
1.75	1	1	1.75	16.33	3	2.08
3.5	2	1	1.75	16.33	4	1.85
3.75	3	2	0.25	15.38	4	1.68
4.75	4	2	1	15.38	9	2.39
5.75	5	2	1	15.38	9	2.14
6.75	6	2	1	15.38	6	1.72
7.75	7	2	1	15.38	7	1.70
8.75	8	2	1	15.38	11	1.99
9.75	9	2	1	15.38	7	1.54
10.75	10	2	1	15.38	8	1.54
11.75	11	2	1	15.38	8	1.51
13.5	12	2	1.75	15.38	16	2.05
13.75	13	3	0.25	16.5	16	1.77
14.75	14	3	1	16.5	30	2.40
15.75	15	3	1	16.5	22	1.98
16.75	16	3	1	16.5	20	1.84
17.75	17	3	1	16.5	16	1.61
18.75	18	3	1	16.5	16	1.57
19.75	19	3	1	16.5	15	1.48
20.75	20	3	1	16.5	19	1.62
21.75	21	3	1	16.5	18	1.55
22.75	22	3	1	16.5	16	1.44
23.75	23	3	1	16.5	22	1.62
24.75	24	3	1	16.5	21	1.59
25.75	25	3	1	16.5	22	1.56
26.75	26	3	1	16.5	18	1.40
27.75	27	3	1	16.5	23	1.54
28.75	28	3	1	16.5	28	1.68
29.75	29	3	1	16.5	31	1.73
30	30	3	0.25	16.5	29	1.66

Tabel Input tanah Sam-Sat Sudin DKI

SAMSAT SUDIN DKI			mat = 5.5 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
1.5	1	1	1.5	15.2	2	1.85
2.25	2	2	0.75	16.09	6	1.97
3.25	3	2	1	16.09	7	1.76
5	4	2	1.75	16.09	5	1.21
7	5	2	2	16.09	4	0.92
9.5	6	2	2.5	16.09	7	1.14
11	7	3	1.5	16.3	10	1.25
14	8	3	3	16.3	14	1.40
15	9	4	1	15.71	19	1.64
16.25	10	4	1.25	15.71	24	1.80
17.25	11	4	1	15.71	14	1.35
19.5	12	4	2.25	15.71	20	1.54
21	13	5	1.5	16.9	10	1.00
22.75	14	5	1.75	16.9	19	1.32
23.75	15	5	1	16.9	17	1.24
25	16	5	1.25	16.9	22	1.39
27	17	5	2	16.9	20	1.29
29	18	5	2	16.9	22	1.32
30	19	5	1	16.9	22	1.29

Tabel Input tanah Stasiun Angke

Stasiun Angke			mat = 4 m			
Kedalaman	lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
4	1	1	4	15.33	1	0.80
7	2	1	3	15.33	2	0.75
10	3	1	3	15.33	2	0.73
13	4	1	3	15.33	6	1.14
15	5	1	2	15.33	17	1.80
17.5	6	1	2.5	15.33	36	2.47
21	7	2	3.5	18	60	2.53
23	8	3	2	18	31	1.72
27.5	9	3	4.5	17.3	14	1.20
30	10	3	2.5	17.3	23	1.37

Tabel Input Tanah Metro TV Tower

Metro TV Tower			mat = 5.93 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2.25	1	1	2.25	17.6	6	2.43
3.75	2	1	1.5	17.6	8	1.75
5	3	1	1.25	17.6	7	1.33
6.75	4	2	1.75	16.2	6	1.08
8.25	5	2	1.5	16.2	7	1.14
9.75	6	2	1.5	16.2	12	1.41
11	7	2	1.25	16.2	16	1.59
12.75	8	3	1.75	18	46	2.41
14.25	9	3	1.5	18	50	2.41
15.75	10	3	1.5	18	50	2.33
17.25	11	3	1.5	18	48	2.22
18.75	12	3	1.5	18	50	2.19
19	13	3	0.25	18	28	1.61
21.75	14	4	2.75	17.6	21	1.38
23.25	15	4	1.5	17.6	18	1.23
24.75	16	4	1.5	17.6	27	1.46
26.25	17	4	1.5	17.6	29	1.50
27.75	18	4	1.5	17.6	31	1.51
29.25	19	4	1.5	17.6	15	1.01
30	20	4	0.75	17.6	19	1.13

Tabel Input tanah Apartemen Kuningan

Apartemen Kuningan			mat = 10.15 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2.5	1	1	2.5	15.6	4	1.95
4.5	2	1	2	15.6	6	1.49
6.5	3	1	2	15.6	3	0.83
8	4	1	1.5	15.6	6	0.97
10	5	1	2	15.6	6	0.89
12.25	6	1	2.25	15.6	6	0.86
13.75	7	1	1.5	15.6	7	0.85
15.25	8	1	1.5	15.6	19	1.42
16.5	9	1	1.25	15.6	29	1.73
17.25	10	1	0.75	15.6	28	1.68
18.25	11	1	1	15.6	20	1.38
19.5	12	1	1.25	15.6	35	1.82
20.5	13	1	1	15.6	25	1.51
21.75	14	1	1.25	15.6	36	1.80
23	15	2	1.25	14.88	43	1.99
24	16	2	1	14.88	25	1.51
24.75	17	2	0.75	14.88	20	1.33
25.25	18	2	0.5	14.88	45	1.98
25.75	19	2	0.5	14.88	16	1.18
26.25	20	2	0.5	14.88	18	1.24
26.75	21	2	0.5	14.88	60	2.25
27.25	22	2	0.5	14.88	36	1.72
27.75	23	2	0.5	14.88	30	1.58
28.25	24	2	0.5	14.88	27	1.47
28.75	25	2	0.5	14.88	60	2.21
29.5	26	2	0.75	14.88	60	2.19
29.75	27	3	0.25	15.77	37	1.62
30	28	3	0.25	15.77	60	2.07

Tabel Input tanah Hotel Clarion

Hotel Clarion			mat = 9.5 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	K _o
2.25	1	1	2.25	17.11	6	2.47
3.25	2	1	1	17.11	4	1.29
4.5	3	1	1.25	17.11	8	1.53
5.25	4	2	0.75	16.86	9	1.46
6.5	5	2	1.25	16.86	2	0.63
7.75	6	2	1.25	16.86	2	0.57
8.25	7	2	0.5	16.86	16	1.52
9	8	2	0.75	16.86	6	0.90
9.75	9	3	0.75	15.76	3	0.63
10.5	10	3	0.75	15.76	3	0.62
11.5	11	3	1	15.76	6	0.86
12.5	12	3	1	15.76	6	0.84
13.5	13	3	1	15.76	4	0.68
14.25	14	3	0.75	15.76	6	0.82
15.25	15	3	1	15.76	7	0.87
16.75	16	3	1.5	15.76	18	1.36
18	17	3	1.25	15.76	60	2.45
18.5	18	4	0.5	18	24	1.39
19.5	19	4	1	18	60	2.18
20.5	20	4	1	18	44	1.82
21.5	21	4	1	18	60	2.11
22.5	22	4	1	18	56	2.00
23.5	23	4	1	18	60	2.05
24.5	24	4	1	18	56	1.94
25.5	25	4	1	18	60	1.99
26.5	26	4	1	18	60	1.97
27.5	27	4	1	18	60	1.94
28.5	28	4	1	18	40	1.56
29.5	29	4	1	18	60	1.89
30	30	4	0.5	18	53	1.76

Tabel Input tanah Bapindo

Bapindo			m.a.t = 4.1 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2	1	1	2	16.52	5	2.43
4	2	1	2	16.52	5	1.45
5.75	3	1	1.75	16.52	10	1.65
7	4	1	1.25	16.52	9	1.43
9.25	5	2	2.25	15.47	25	2.22
11	6	2	1.75	15.47	38	2.56
13	7	3	2	16.22	43	2.58
13.5	8	4	0.5	17.09	53	2.77
14.75	9	4	1.25	17.09	44	2.31
16.25	10	4	1.5	17.09	46	2.28
18	11	4	1.75	17.09	42	2.10
20.5	12	4	2.5	17.09	48	2.14
21	13	5	0.5	18.46	54	2.21
22.25	14	5	1.25	18.46	51	2.11
23.75	15	5	1.5	18.46	57	2.17
25.25	16	5	1.5	18.46	17	1.16
27	17	5	1.75	18.46	28	1.44
28.75	18	5	1.75	18.46	21	1.22
30	19	5	1.25	18.46	20	1.16

Tabel Input tanah Puri Matari III

Puri Matari III			m.a.t = 11 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
5.75	1	1	5.75	16.1	4	1.30
6.5	2	1	0.75	16.1	5	0.99
7.25	3	1	0.75	16.1	7	1.11
8	4	1	0.75	16.1	9	1.20
8.75	5	1	0.75	16.1	16	1.52
9.5	6	1	0.75	16.1	13	1.31
10.5	7	1	1	16.1	14	1.30
11	8	2	0.5	17.5	26	1.64
11.75	9	2	0.75	17.5	12	1.09
12.5	10	2	0.75	17.5	11	1.03
13.25	11	2	0.75	17.5	25	1.54
14	12	2	0.75	17.5	60	2.35
15	13	2	1	17.5	18	1.27
15.5	14	3	0.5	16.9	26	1.54
16.25	15	3	0.75	16.9	17	1.23
17	16	3	0.75	16.9	23	1.41
17.75	17	3	0.75	16.9	20	1.30
19	18	3	1.25	16.9	22	1.35
19.25	19	4	0.25	17.3	15	1.08
20	20	4	0.75	17.3	14	1.04
20.75	21	4	0.75	17.3	19	1.20
21.5	22	4	0.75	17.3	23	1.30
22.25	23	4	0.75	17.3	31	1.50
23	24	4	0.75	17.3	26	1.36
23.75	25	5	0.75	18	60	1.99
24.5	26	5	0.75	18	60	1.97
25.25	27	6	0.75	18	44	1.67
26	28	6	0.75	18	60	1.93
27.25	29	6	1.25	18	22	1.15
28.75	30	6	1.5	18	16	0.97
30	31	6	1.25	18	21	1.09

Tabel Input tanah Kemang Village

Kemang Village			m.a.t = 1.3 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
3	1	1	3	16.4	6	2.35
5	2	1	2	16.4	20	3.16
6.5	3	1	1.5	16.4	33	3.57
9	4	2	2.5	18	38	3.16
11	5	2	2	18	45	3.08
13	6	2	2	18	38	2.60
15	7	2	2	18	49	2.77
17	8	2	2	18	50	2.63
19	9	2	2	18	49	2.48
21	10	2	2	18	48	2.33
23	11	2	2	18	46	2.17
24.5	12	2	1.5	18	58	2.35
27	13	3	2.5	18	56	2.23
29	14	3	2	18	50	2.03
30	15	3	1	18	45	1.89

Tabel Input tanah Bank Exim

Bank Exim			m.a.t = 8 m			
Kedalaman	Lapisan	jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
4.5	1	1	4.5	16.1	12	2.54
9	2	1	4.5	16.1	10	1.33
10.5	3	2	1.5	16.5	4	0.70
12.25	4	2	1.75	16.5	6	0.87
13.75	5	2	1.5	16.5	8	0.95
17.5	6	2	3.75	16.5	15	1.27
18.5	7	3	1	16.35	49	2.21
20	8	3	1.5	16.35	41	1.99
21.75	9	3	1.75	16.35	45	2.03
24	10	3	2.25	16.35	36	1.77
24.5	11	4	0.5	16.35	28	1.53
26	12	4	1.5	16.35	42	1.85
27.5	13	4	1.5	16.35	37	1.71
29	14	4	1.5	16.35	8	0.78

30	15	4	1	16.35	50	1.91
----	----	---	---	-------	----	------

Tabel Input tanah Menara Wikaraga

Menara Wikaraga			m.a.t = 9.9 m			
Kedalaman	Lapisan	jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
3	1	1	3	15.6	8	2.58
4.5	2	2	1.5	15.6	7	1.53
6.5	3	2	2	15.6	4	0.88
9	4	2	2.5	15.6	7	1.05
10.5	5	3	1.5	16.09	29	1.94
12.5	6	3	2	16.09	33	1.94
14.5	7	3	2	16.09	13	1.18
16.25	8	3	1.75	16.09	11	1.06
18.5	9	3	2.25	16.09	35	1.83
19.25	10	4	0.75	15.91	21	1.39
20.75	11	4	1.5	15.91	60	2.32
22.25	12	4	1.5	15.91	21	1.35
23.75	13	4	1.5	15.91	29	1.55
25.25	14	4	1.5	15.91	60	2.19
26.75	15	4	1.5	15.91	52	2.00
28	16	4	1.25	15.91	47	1.88
30	17	5	2	15.48	56	2.06

Tabel Input tanah Departemen Pertanian

Dep Pertanian			m.a.t = 5.5 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
3	1	1	3	14.49	6	2.32
5	2	1	2	14.49	6	1.80
6.5	3	1	1.5	14.49	9	1.93
9	4	2	2.5	15.41	25	2.65
11	5	2	2	15.41	17	1.98
13	6	2	2	15.41	33	2.54
16	7	2	3	15.41	37	2.42
17	8	3	1	18	44	2.37
19	9	3	2	18	46	2.29
21	10	3	2	18	53	2.34
23	11	3	2	18	55	2.28
24.5	12	3	1.5	18	56	2.23
27	13	4	2.5	18	54	2.08
29	14	4	2	18	55	2.03
30	15	4	1	18	52	1.94

Tabel Input tanah Asrama UI

Asrama UI			m.a.t = 6.35 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
1.75	1	1	1.75	16.58	5	2.59
2.75	2	1	1	16.58	7	1.87
3.75	3	1	1	16.58	10	1.85
4.75	4	1	1	16.58	7	1.39
5.75	5	1	1	16.58	7	1.25
7.5	6	1	1.75	16.58	8	1.18
7.75	7	2	0.25	15.71	6	1.00
8.5	8	2	0.75	15.71	4	0.84
9.25	9	2	0.75	15.71	10	1.31
9.75	10	2	0.5	15.71	4	0.81
10.75	11	2	1	15.71	7	1.08
11.75	12	2	1	15.71	14	1.44
13.5	13	2	1.75	15.71	14	1.44
13.75	14	3	0.25	18	34	1.96
14.75	15	3	1	18	48	2.29
15.75	16	3	1	18	60	2.51
16.75	17	3	1	18	48	2.21
17.75	18	3	1	18	41	1.99
18.75	19	3	1	18	60	2.36
19.75	20	3	1	18	60	2.32
20.75	21	3	1	18	60	2.28
21.75	22	3	1	18	60	2.24
22.5	23	3	0.75	18	60	2.21
23.25	24	3	0.75	18	60	2.18
23.75	25	3	0.5	18	60	2.16
24.5	26	3	0.75	18	51	1.97
25.25	27	3	0.75	18	60	2.11
25.75	28	3	0.5	18	60	2.09
26.75	29	3	1	18	60	2.07
27.75	30	3	1	18	60	2.04
28.75	31	3	1	18	60	2.01
29.75	32	3	1	18	60	1.98
30	33	3	0.25	18	60	1.97

Tabel Input tanah Graha Matra

Graha Matra			m.a.t = 8 m			
Kedalaman	lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
3.5	1	1	3.5	15.4	3	1.47
5.5	2	1	2	15.4	4	1.06
7.25	3	2	1.75	15.8	6	1.08
9	4	2	1.75	15.8	5	0.88
11	5	2	2	15.8	10	1.19
13	6	2	2	15.8	9	1.08
15	7	3	2	16.1	7	0.91
17	8	3	2	16.1	11	1.10
19.5	9	3	2.5	16.1	16	1.28
21	10	4	1.5	18	60	2.20
23	11	4	2	18	50	1.95
25	12	4	2	18	60	2.07
27	13	4	2	18	60	2.02
29	14	4	2	18	60	1.96
30	15	4	1	18	60	1.92

Tabel Input tanah Robert Susanto Office

Robert Susanto Office			m.a.t = 4.4 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	K _o
2	1	1	2	15.30	4	2.16
3	2	1	1	15.30	2	1.01
4.5	3	1	1.5	15.30	3	1.01
6.5	4	2	2	16.60	3	0.85
8.25	5	2	1.75	16.60	11	1.52
9.25	6	2	1	16.60	15	1.67
10.5	7	2	1.25	16.60	13	1.52
11.25	8	3	0.75	18.00	49	2.69
12.75	9	3	1.5	18.00	57	2.83
14	10	3	1.25	18.00	50	2.53
16.5	11	4	2.5	18.00	59	2.63
17.25	12	5	0.75	18.00	60	2.56
18.5	13	5	1.25	18.00	60	2.50
21	14	6	2.5	18.00	60	2.41
21.75	15	7	0.75	18.00	60	2.33
23	16	7	1.25	18.00	60	2.29
24.75	17	8	1.75	18.00	49	2.02
26	18	8	1.25	18.00	40	1.78
27.5	19	9	1.5	18.00	60	2.13
28.5	20	9	1	18.00	60	2.09
30	21	10	1.5	18.00	60	2.05

Tabel Input tanah Gedung DIKTI

Gedung Dikti			m.a.t = 9.7 m			
Kedalaman	Lapisan	jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
1.75	1	1	1.75	16.63	7	3.06
2.5	2	1	0.75	16.63	13	2.68
3.5	3	1	1	16.63	7	1.59
4.25	4	1	0.75	16.63	9	1.65
4.75	5	1	0.5	16.63	15	1.98
5.5	6	1	0.75	16.63	3	0.83
6.25	7	2	0.75	16.11	8	1.28
6.75	8	2	0.5	16.11	7	1.14
8.5	9	2	1.75	16.11	6	0.98
9.5	10	3	1	15.71	5	0.79
10.5	11	3	1	15.71	16	1.42
12	12	3	1.5	15.71	27	1.81
13.5	13	3	1.5	15.71	32	1.90
14.5	14	3	1	15.71	31	1.85
15.5	15	3	1	15.71	32	1.84
16.5	16	3	1	15.71	56	2.40
17.5	17	4	1	18	55	2.15
18.5	18	4	1	18	54	2.08
19.5	19	4	1	18	59	2.16
20.5	20	4	1	18	60	2.13
21.25	21	4	0.75	18	60	2.11
21.75	22	4	0.5	18	60	2.09
22.5	23	4	0.75	18	60	2.07
23.25	24	4	0.75	18	59	2.03
23.75	25	4	0.5	18	60	2.03
24.5	26	4	0.75	18	58	1.98
25.25	27	4	0.75	18	59	1.97
25.75	28	4	0.5	18	60	1.97
26.5	29	4	0.75	18	58	1.92
27.25	30	4	0.75	18	59	1.93
27.75	31	4	0.5	18	60	1.92
28.5	32	4	0.75	18	54	1.81
29.25	33	4	0.75	18	49	1.71
29.75	34	4	0.5	18	60	1.87
30	35	4	0.25	18	53	1.75

Tabel Input tanah Ratu Prabu 3

Ratu Prabu 3			mat = 8.08 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2.5	1	1	2.5	15.98	6	2.32
4	2	1	1.5	15.98	11	1.99
5.5	3	1	1.5	15.98	8	1.39
7	4	1	1.5	15.98	7	1.15
8.25	5	2	1.25	15.7	4	0.77
9.75	6	2	1.5	15.7	6	0.94
11.25	7	2	1.5	15.7	5	0.83
12.75	8	2	1.5	15.7	7	0.96
14.25	9	2	1.5	15.7	6	0.82
15	10	2	0.75	15.7	24	1.69
17.25	11	3	2.25	16.88	35	1.88
18.75	12	3	1.5	16.88	49	2.16
20.25	13	3	1.5	16.88	50	2.13
21.75	14	3	1.5	16.88	50	2.08
23.25	15	3	1.5	16.88	47	1.98
24.75	16	3	1.5	16.88	48	1.95
26.25	17	3	1.5	16.88	50	1.95
27.75	18	3	1.5	16.88	50	1.91
30	19	3	2.25	16.88	50	1.87

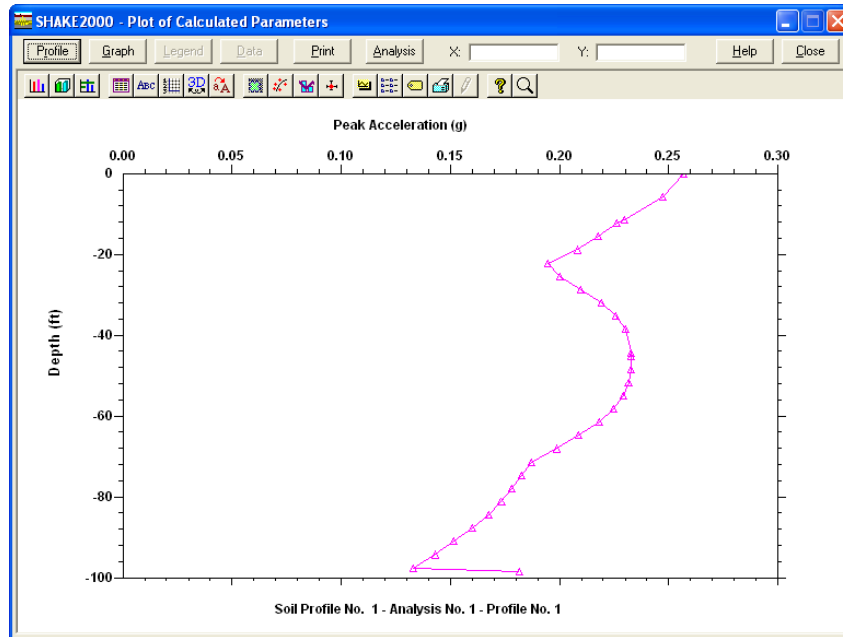
Tabel Input Tanah Plaza Mayestik

Plaza Mayestik			mat = 6.42 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2.25	1	1	2.25	15.33	7	2.88
3.75	2	1	1.5	15.33	15	2.49
5.25	3	1	1.5	15.33	8	1.54
6.75	4	1	1.5	15.33	6	1.10
8.25	5	1	1.5	15.33	14	1.59
9.75	6	1	1.5	15.33	19	1.82
11.25	7	1	1.5	15.33	14	1.48
12.75	8	1	1.5	15.33	18	1.66
14.25	9	1	1.5	15.33	17	1.54
15.75	10	1	1.5	15.33	17	1.52
16	11	1	0.25	15.33	29	1.93
18.75	12	2	2.75	15.99	55	2.53
19	13	2	0.25	15.99	50	2.35
21.75	14	3	2.75	18	50	2.07
23.25	15	3	1.5	18	50	2.00
24.75	16	3	1.5	18	50	1.95
26.25	17	3	1.5	18	50	1.91
27.75	18	3	1.5	18	55	1.96
29.25	19	3	1.5	18	50	1.83
30	20	3	0.75	18	50	1.81

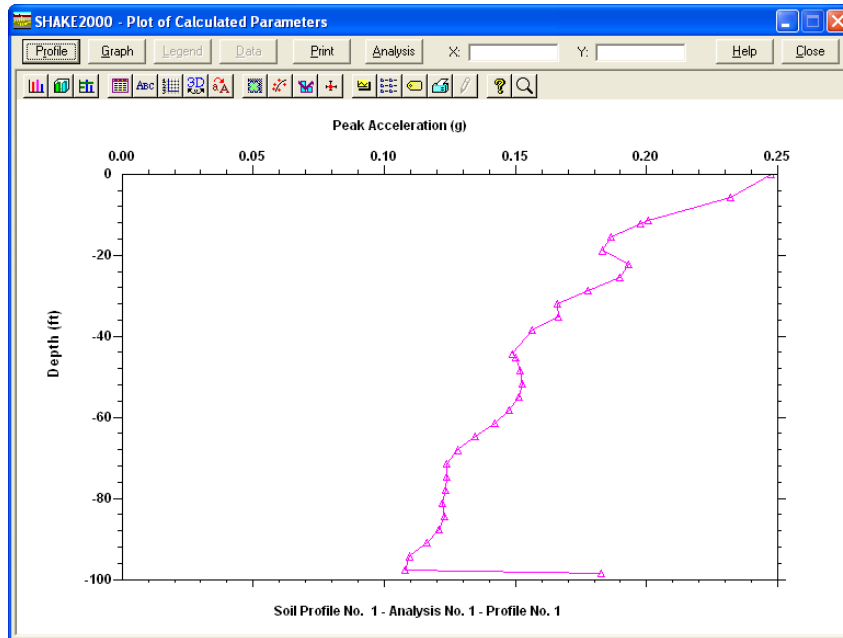
Tabel Input Tanah Kantor Blue Bird

Kantor Blue Bird			mat = 7.83 m			
Kedalaman	Lapisan	Jenis	Tebal (m)	γ (KN/m ³)	N-SPT	Ko
2.5	1	1	2.5	16.27	4	1.88
4.5	2	1	2	16.27	4	1.17
6.5	3	1	2	16.27	4	0.89
8.5	4	1	2	16.27	4	0.83
10.25	5	1	1.75	16.27	3	0.65
11.75	6	1	1.5	16.27	6	0.87
12.5	7	1	0.75	16.27	6	0.87
14.75	8	2	2.25	15.48	6	0.87
16	9	2	1.25	15.48	60	2.68
17.75	10	3	1.75	14.65	60	2.73
19.25	11	3	1.5	14.65	60	2.67
20.75	12	3	1.5	14.65	60	2.61
22.25	13	3	1.5	14.65	60	2.56
23.75	14	3	1.5	14.65	53	2.36
25.25	15	3	1.5	14.65	57	2.39
26	16	3	0.75	14.65	53	2.29
28.25	17	4	2.25	15.24	15	1.15
29.5	18	4	1.25	15.24	23	1.40
30	19	4	0.5	15.24	19	1.24

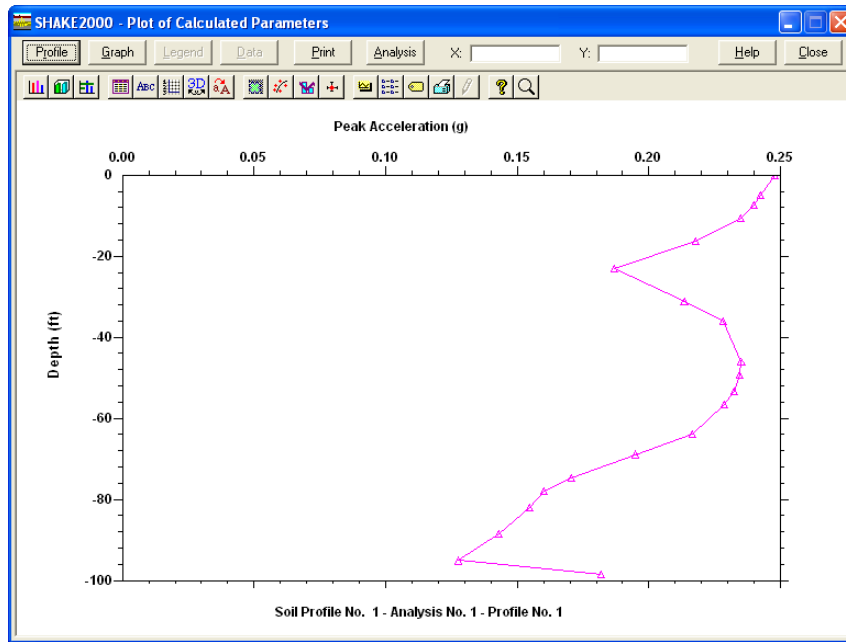
F. Output Percepatan Gempa Muka Tanah di Setiap Lapisan Tanah



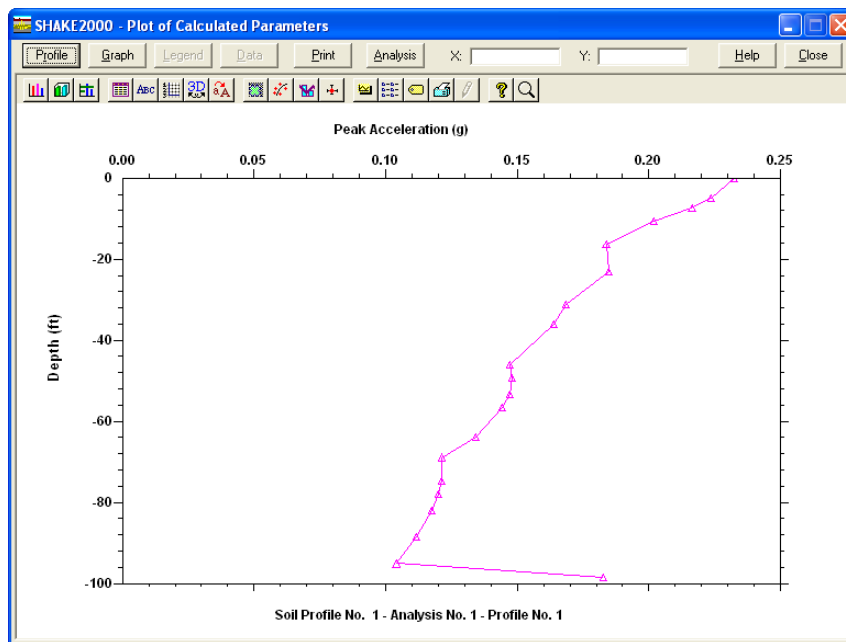
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi JORR seksi W1



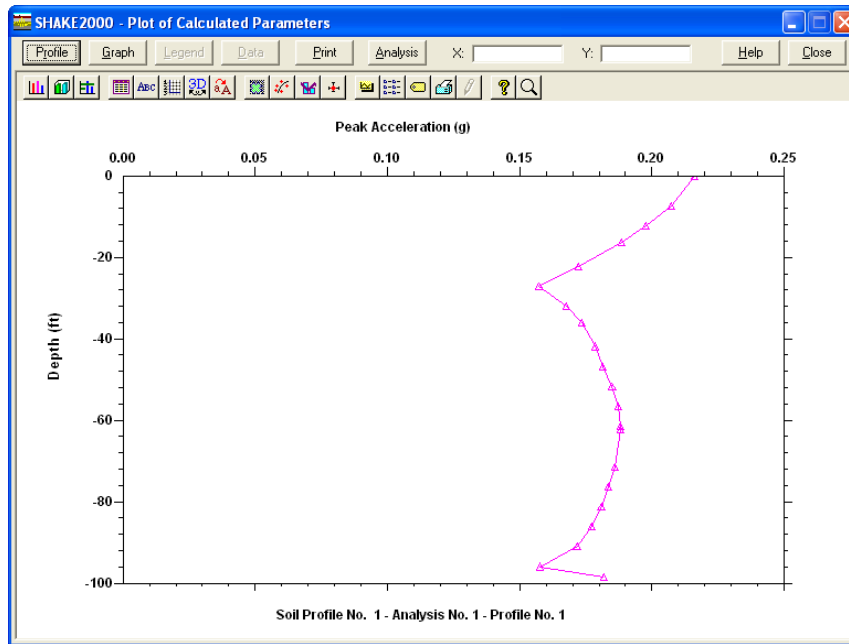
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi JORR seksi W1



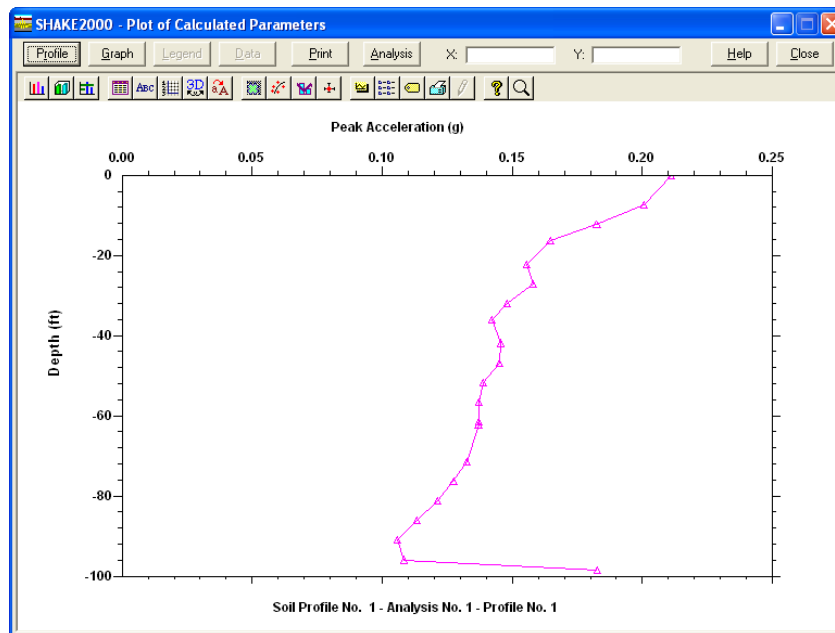
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa
Megathrust lokasi Sam-Sat Sudin DKI



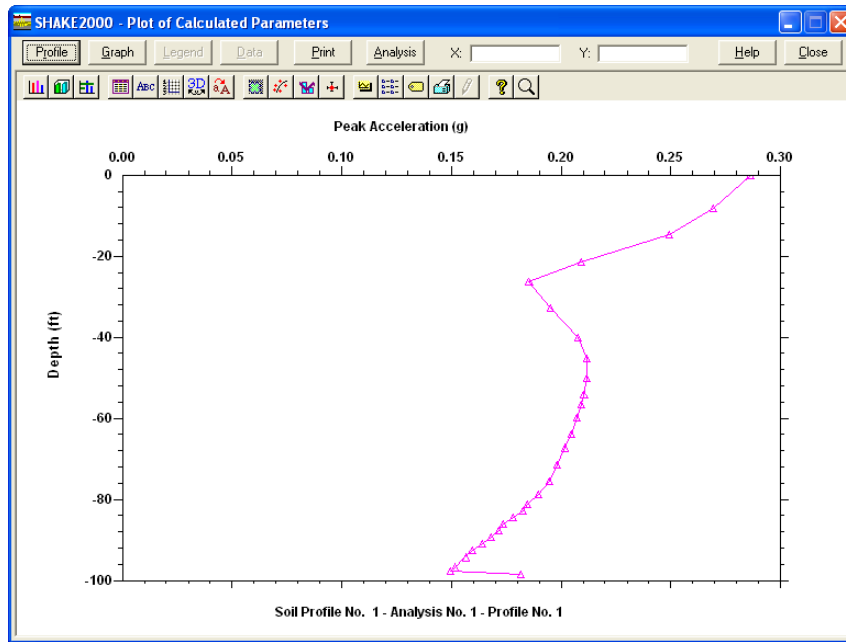
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Sam-Sat Sudin DKI



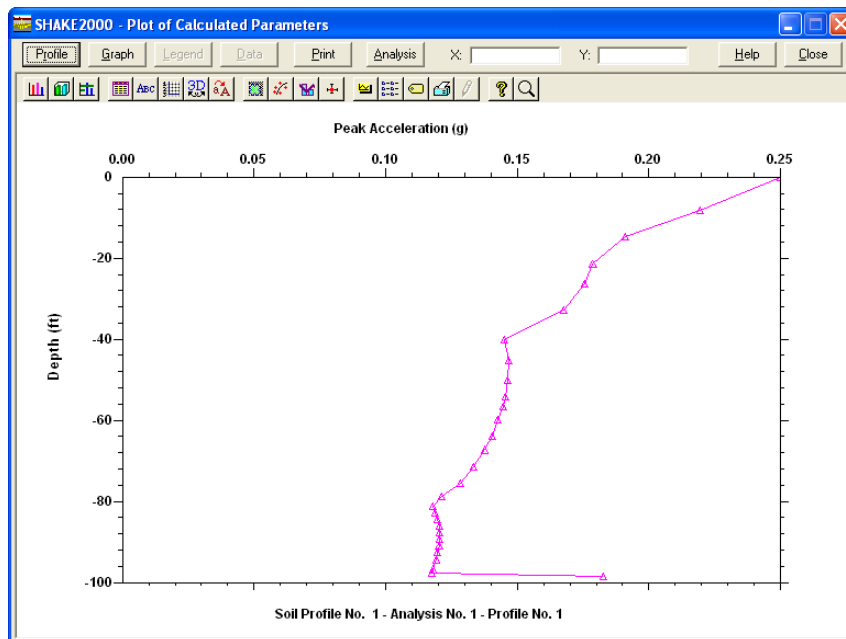
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Metro TV Tower



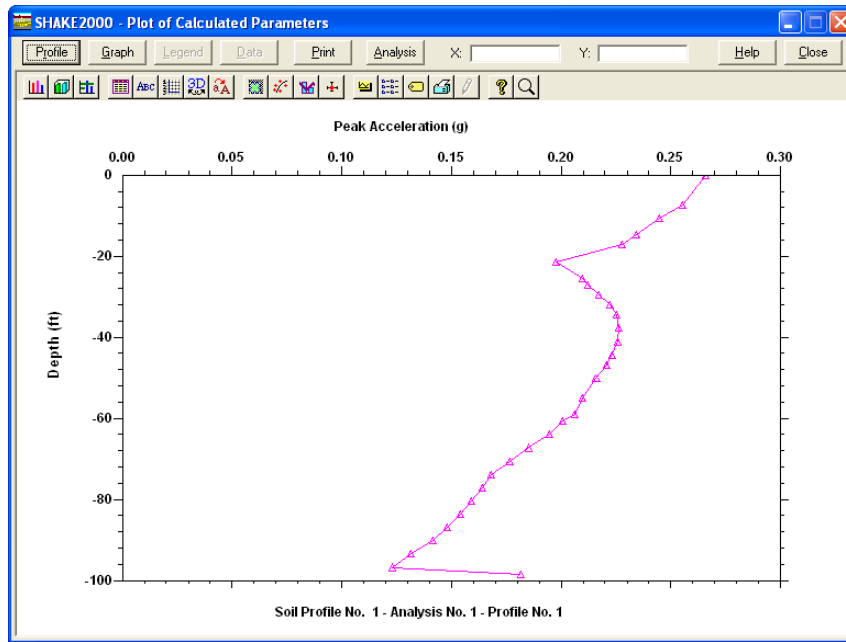
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Metro TV Tower



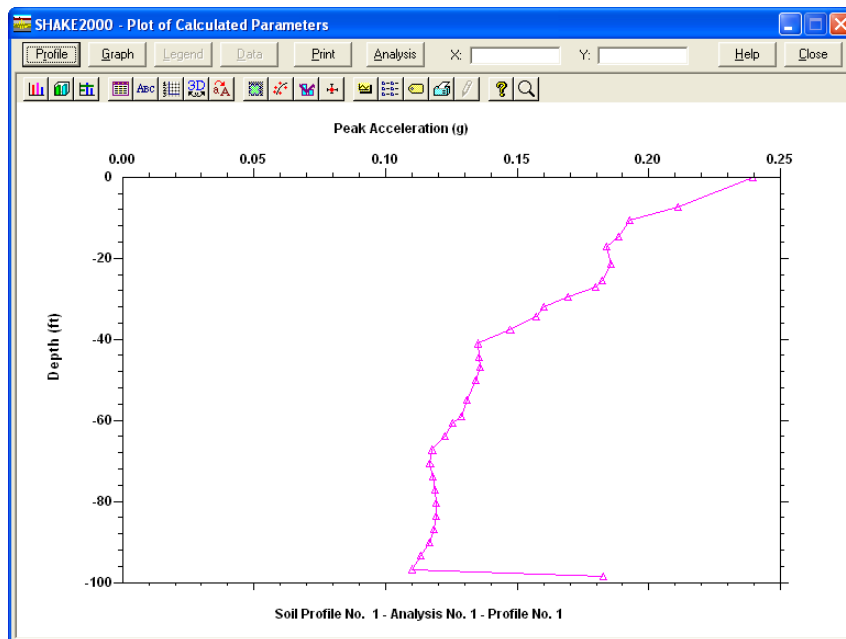
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Apartemen Kuningan



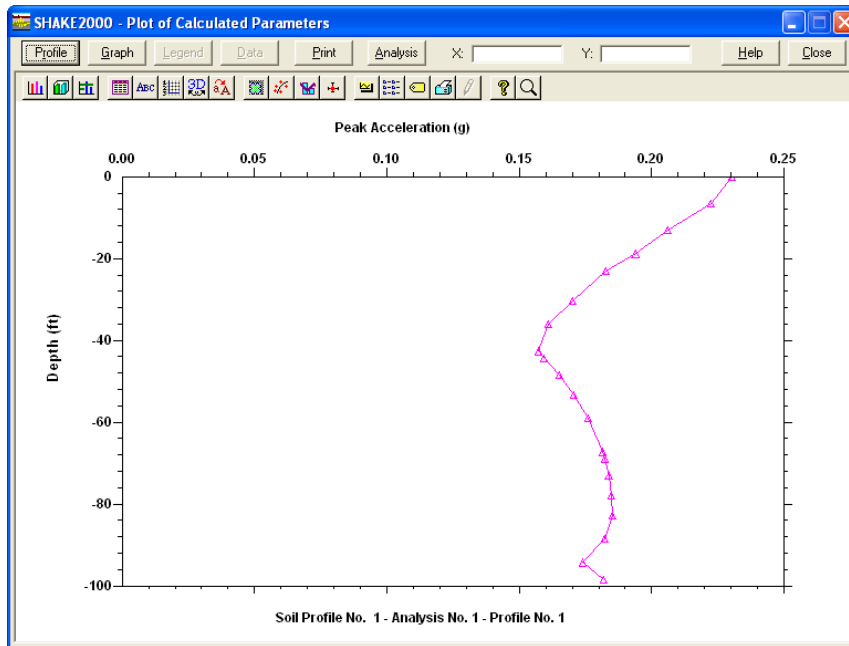
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Apartemen Kuningan



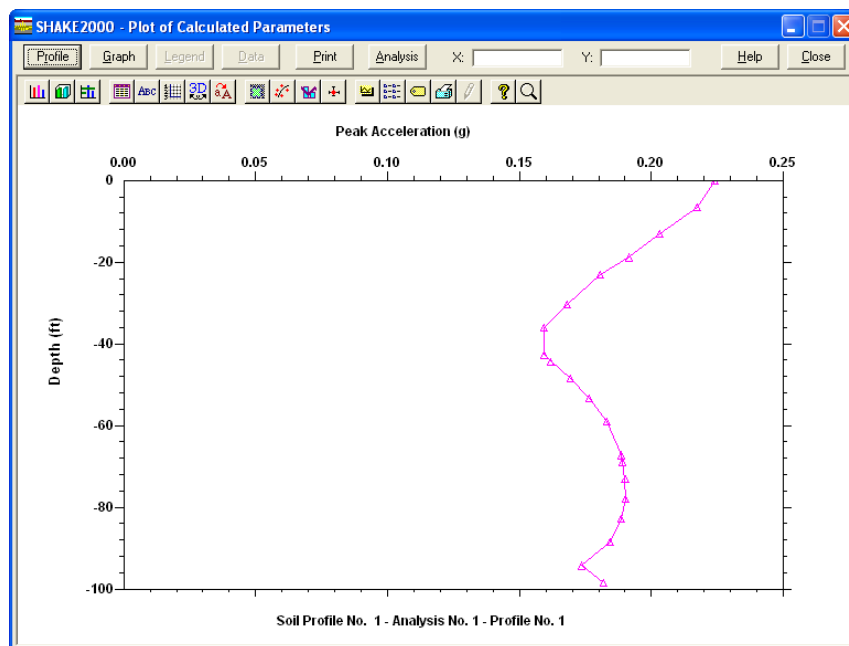
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Hotel Clarion



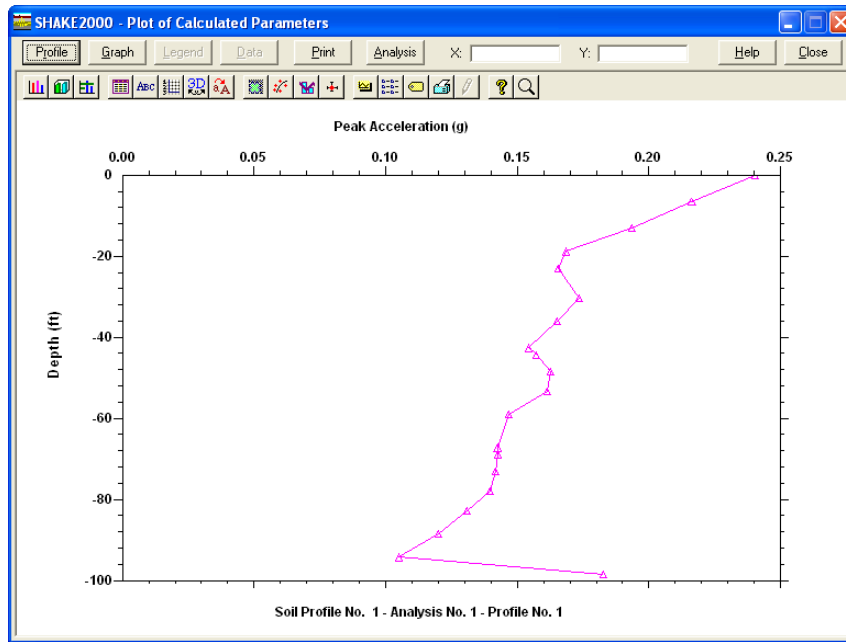
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Hotel Clarion



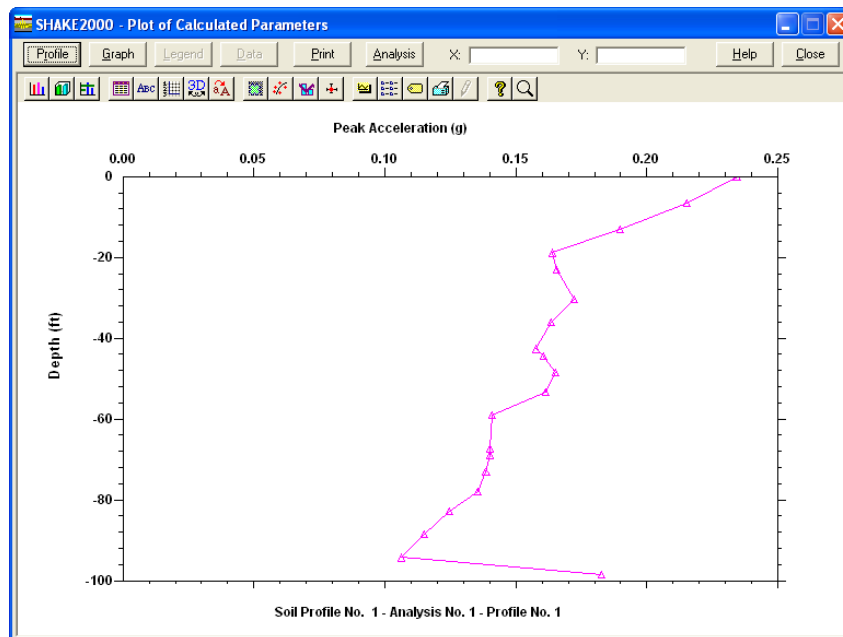
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust input tanah 1, lokasi Bapindo



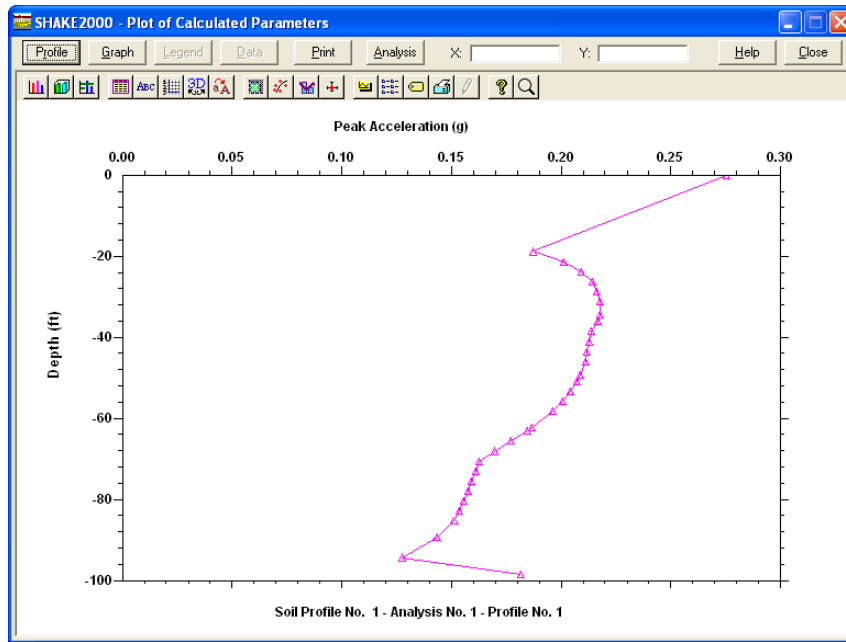
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust input tanah 2, lokasi Bapindo



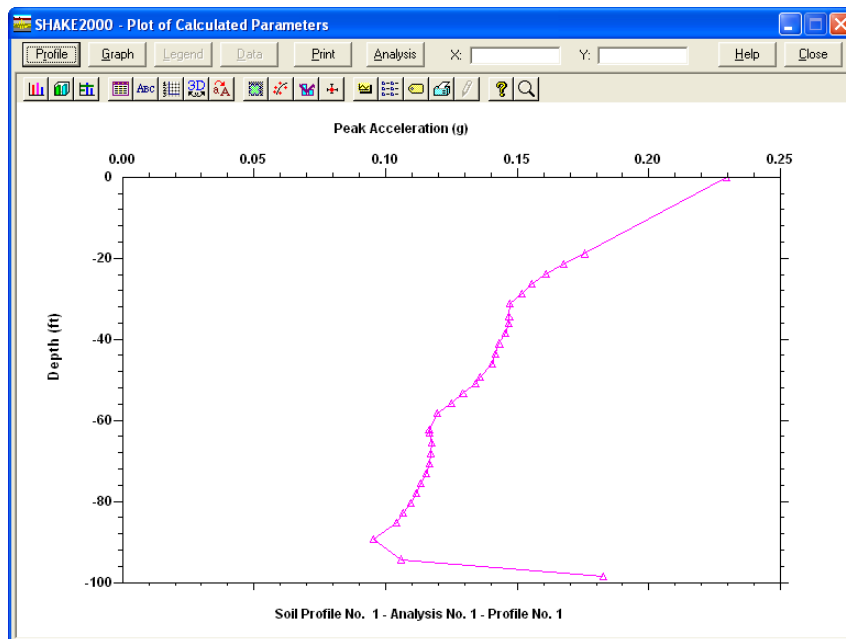
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal input tanah 1, lokasi Bapindo



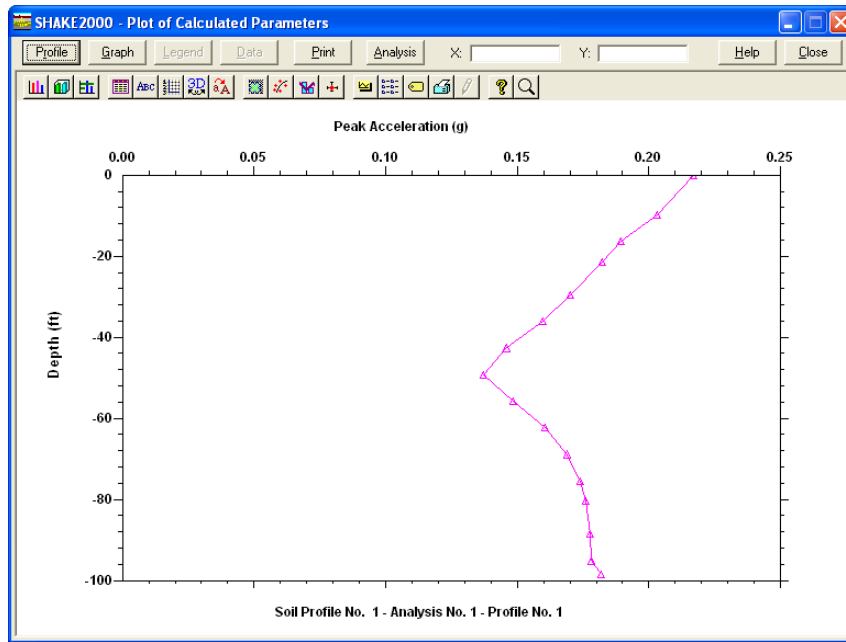
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal input tanah 2, lokasi Bapindo



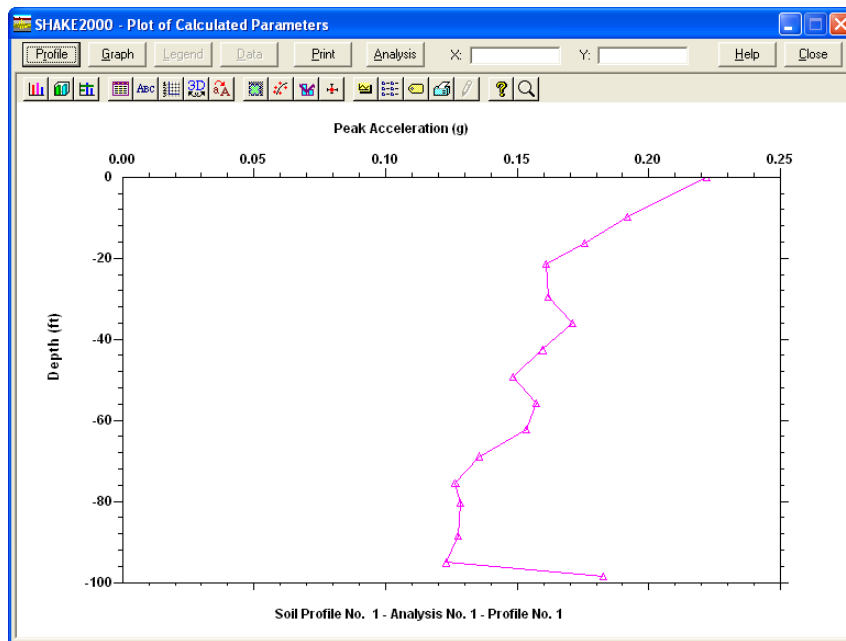
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Puri Matari III



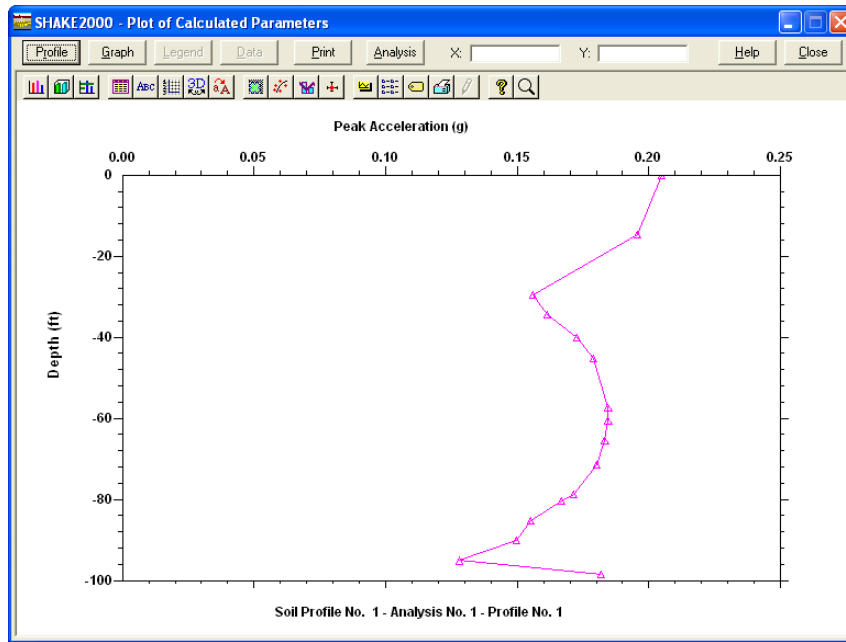
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Puri Matari III



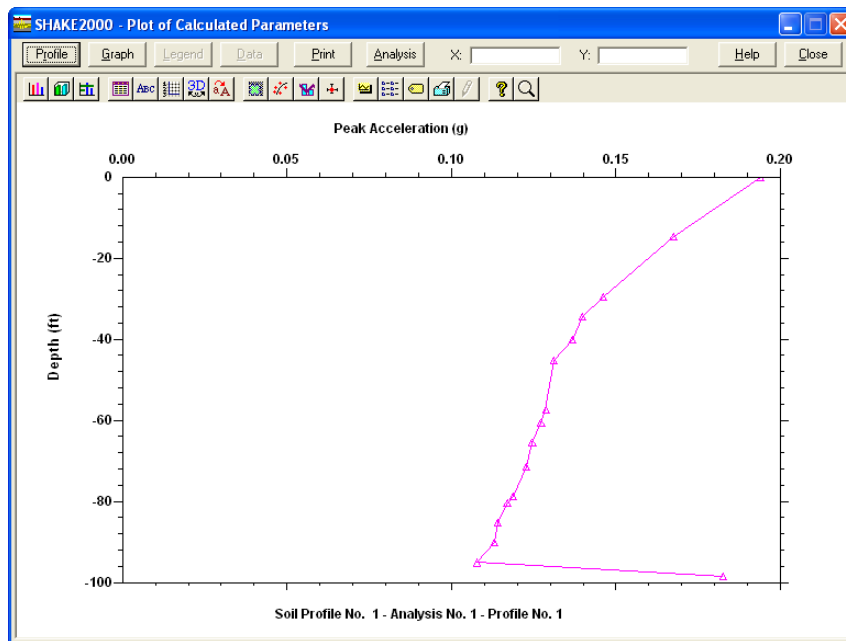
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Kemang Village



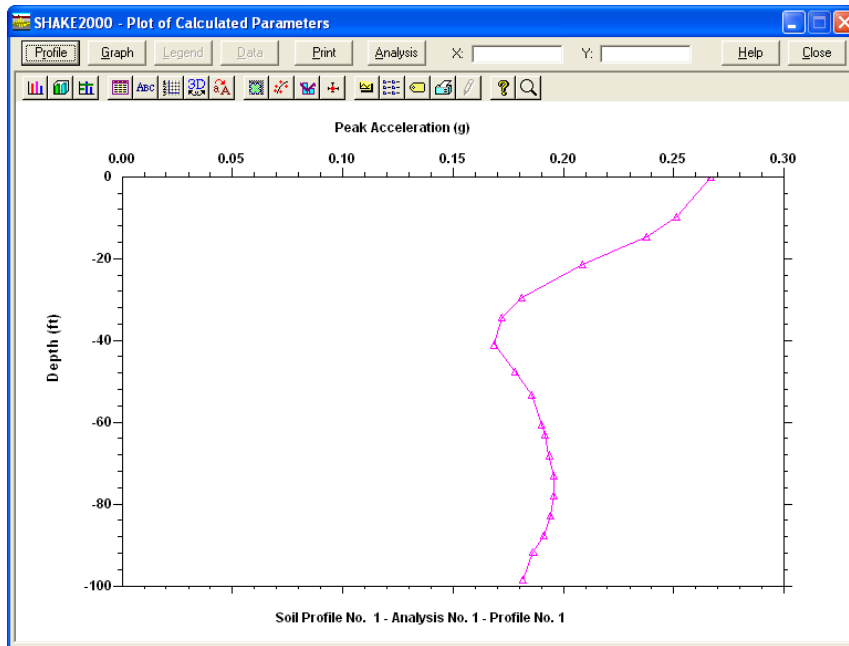
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Kemang Village



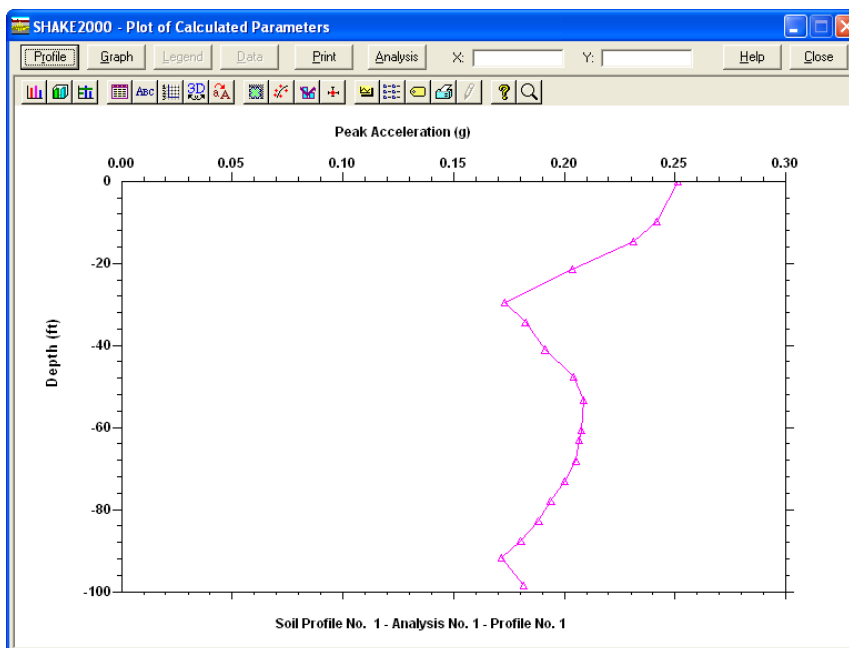
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Bank Exim



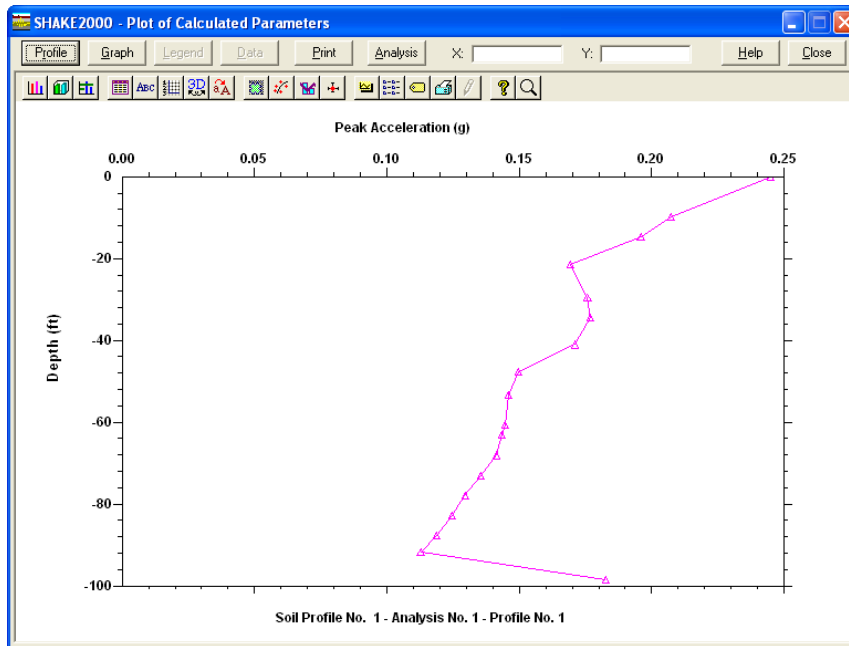
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Bank Exim



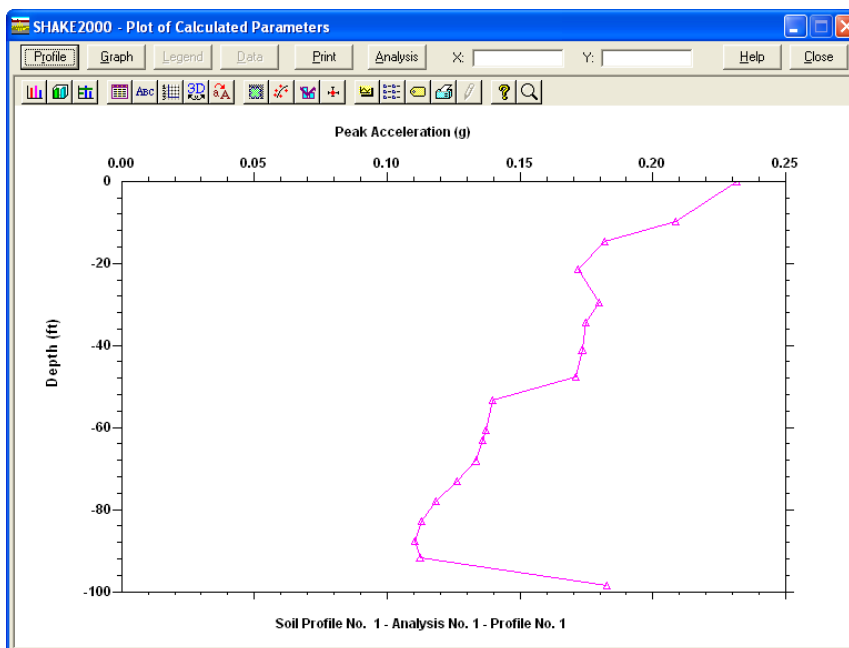
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust input tanah 1, lokasi Menara Wikaraga



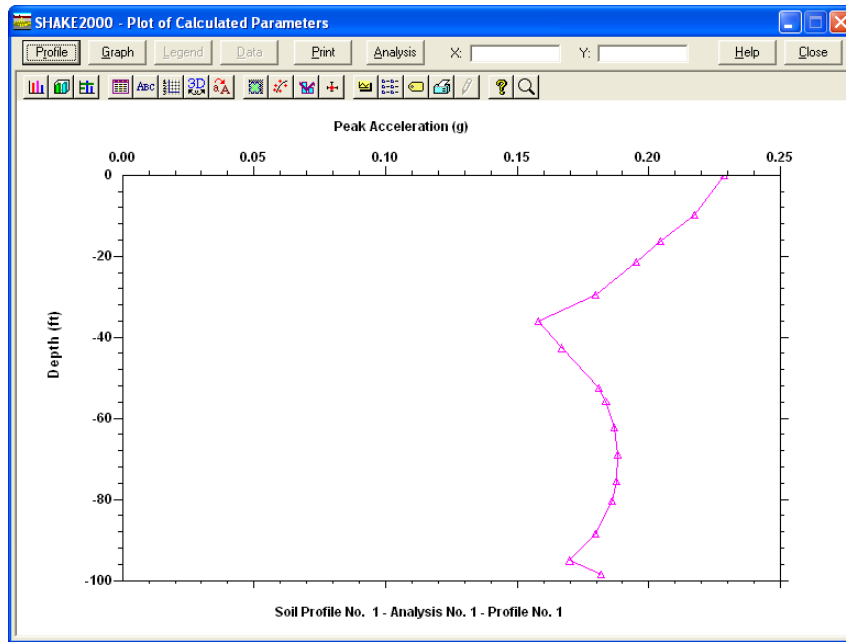
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust input tanah 2, lokasi Menara Wikaraga



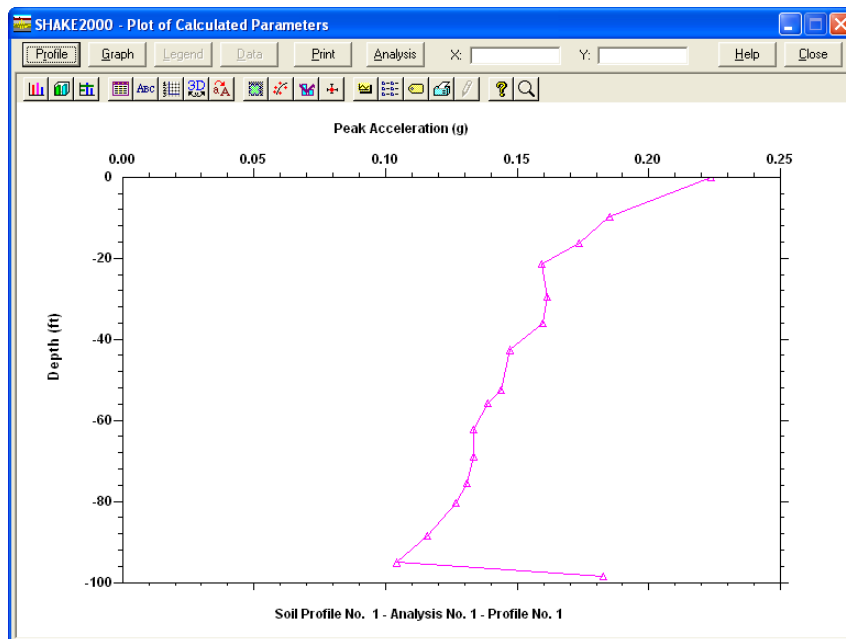
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal input tanah 1, lokasi Menara Wikaraga



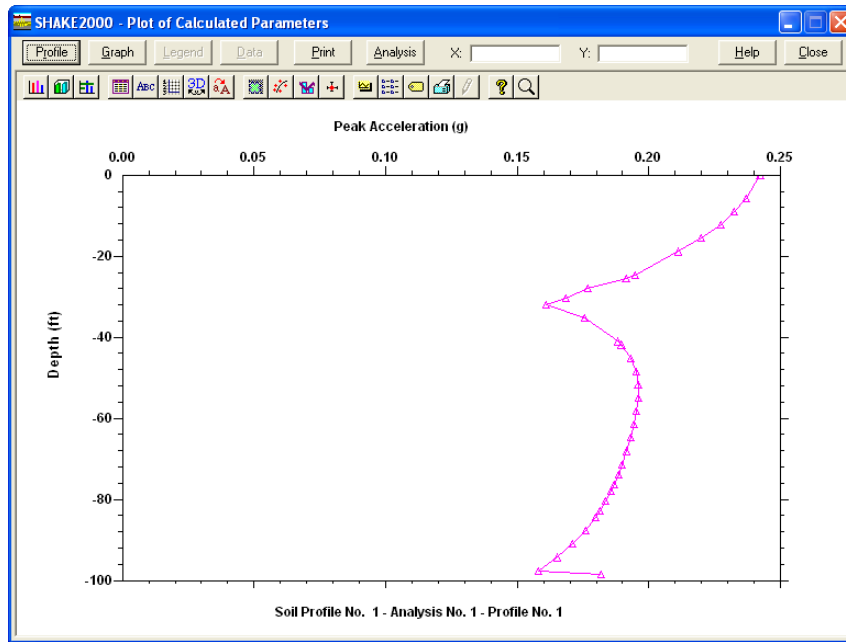
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal input tanah 2, lokasi Menara Wikaraga



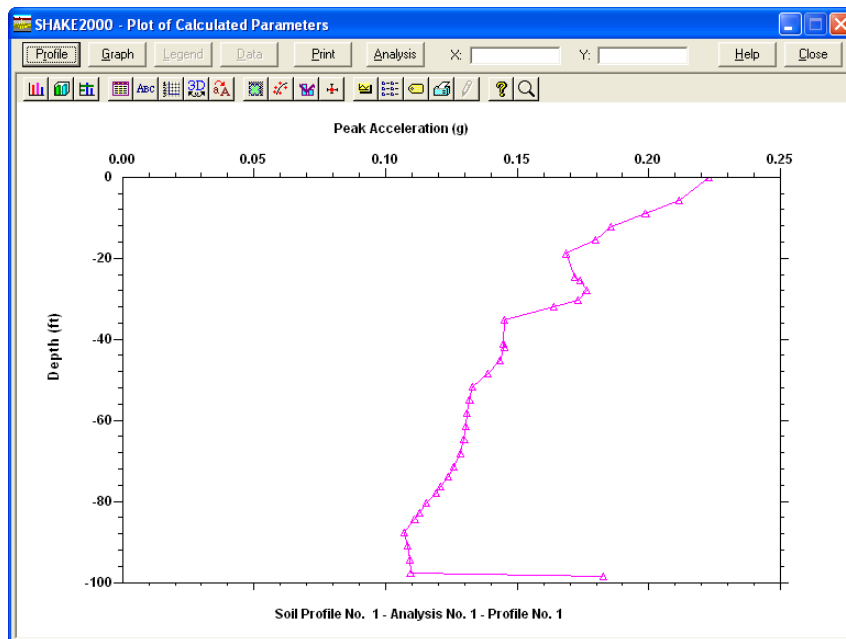
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa
Megathrust lokasi Departemen Pertanian



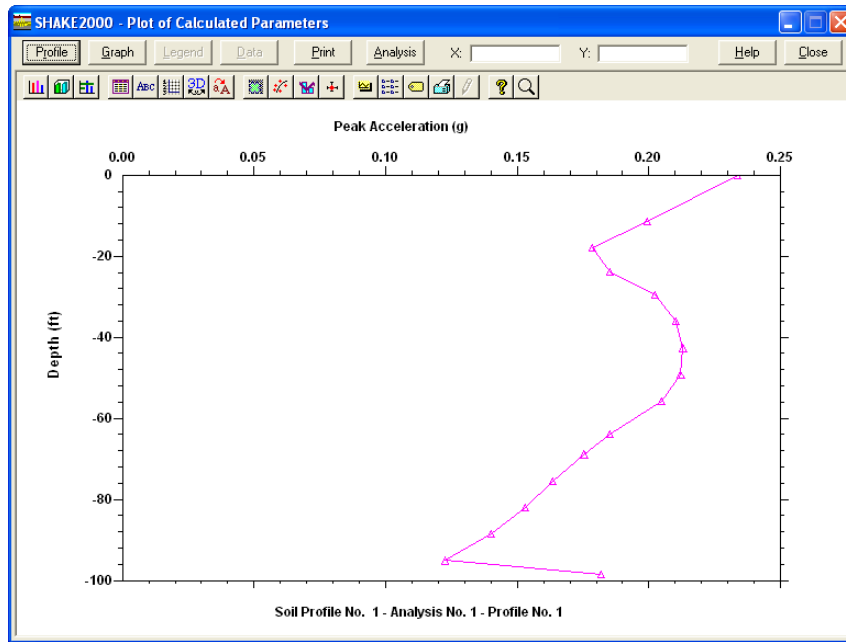
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Departemen Pertanian



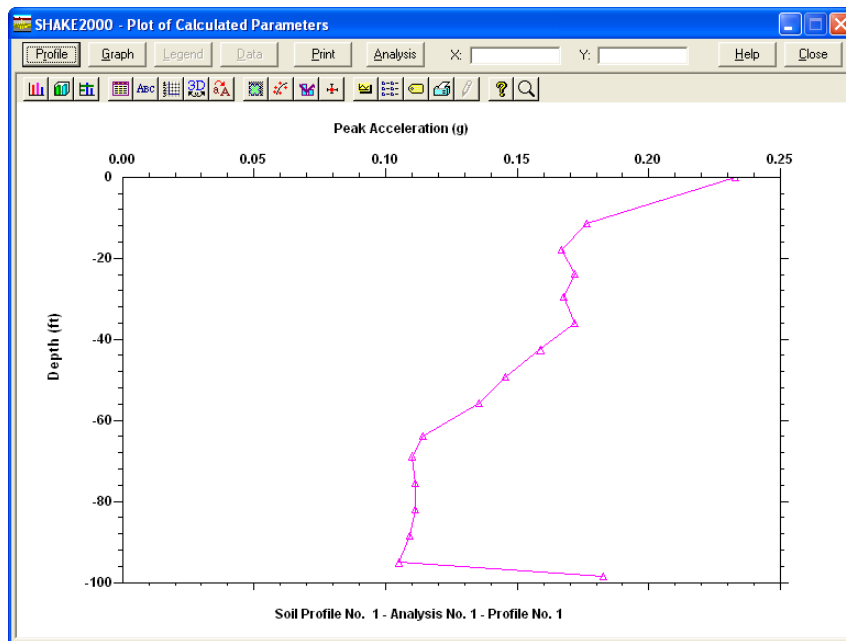
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Asrama UI



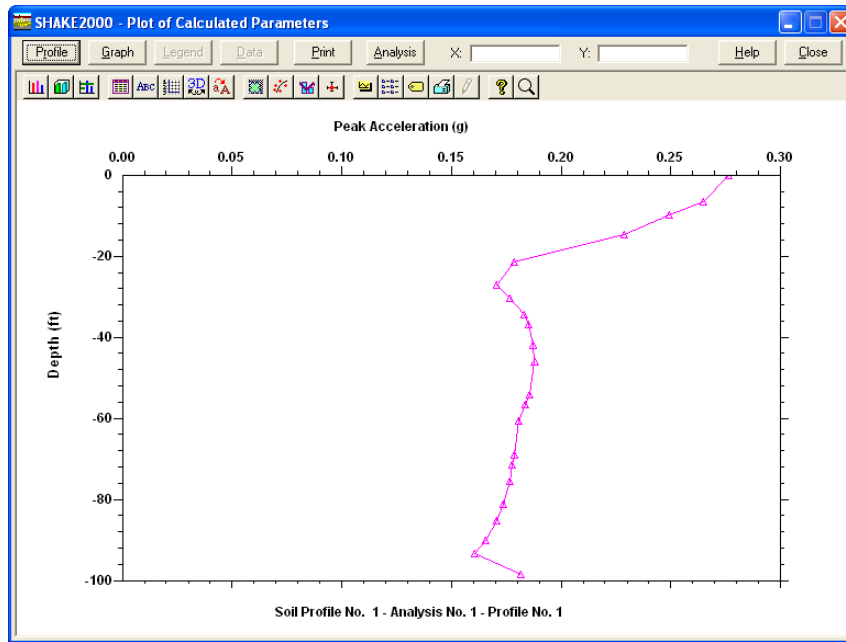
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Asrama UI



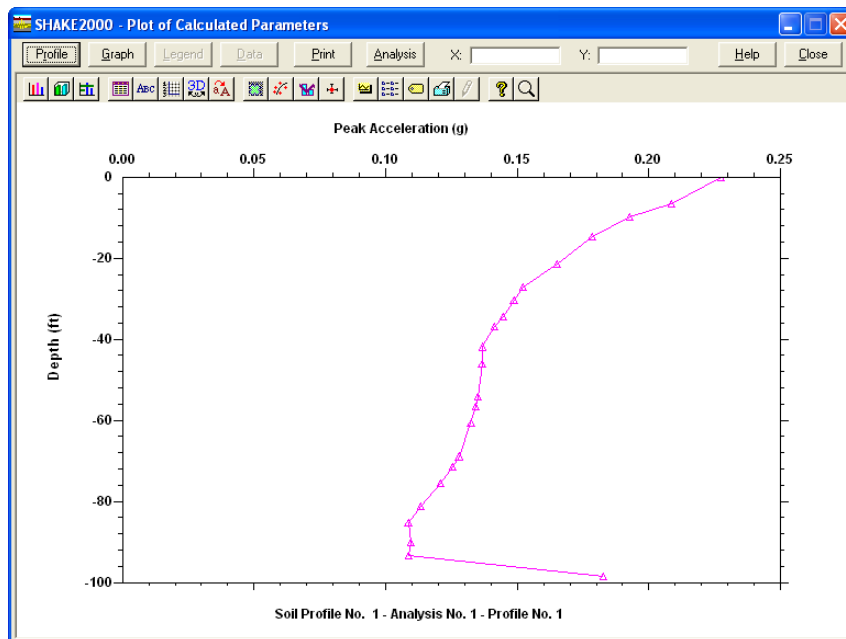
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Graha Matra



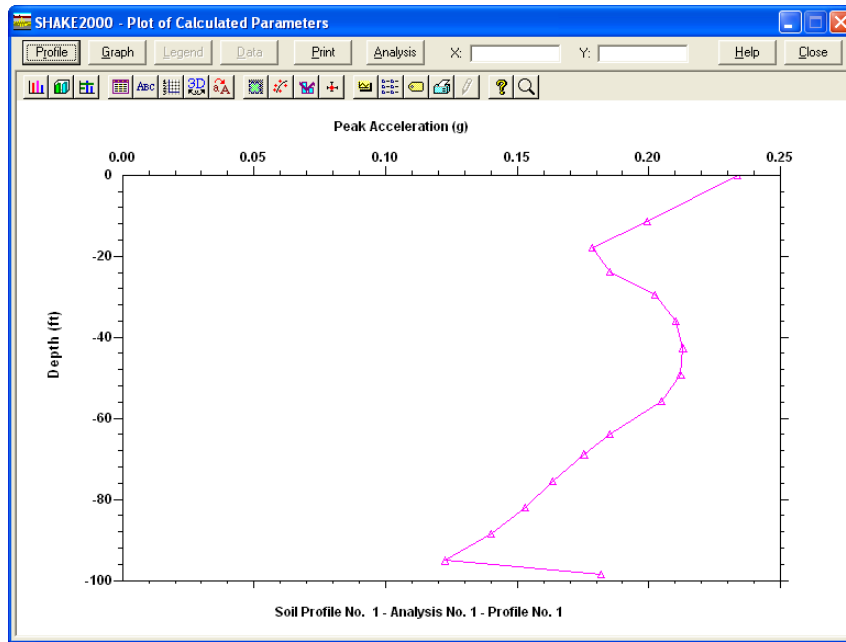
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Graha Matra



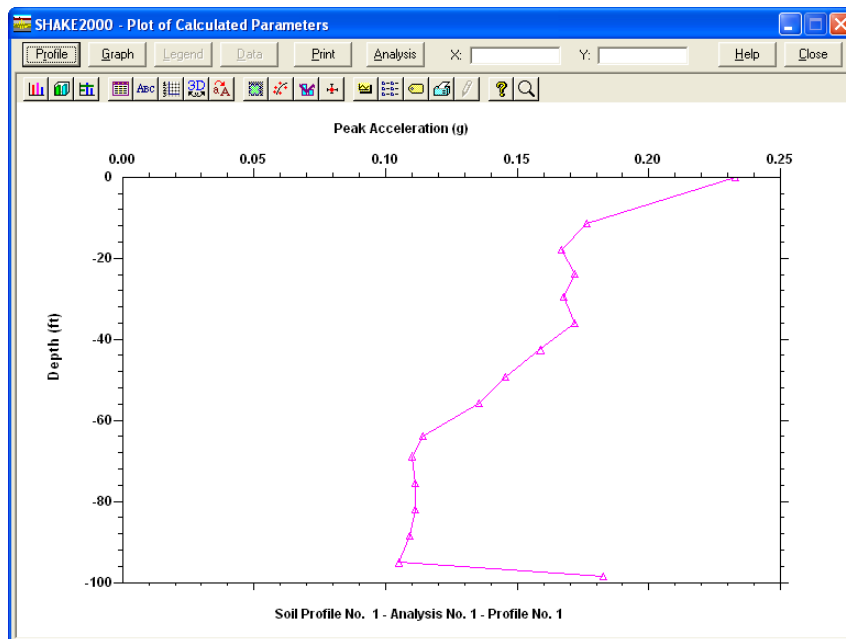
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa
Megathrust lokasi Robert Susanto Office



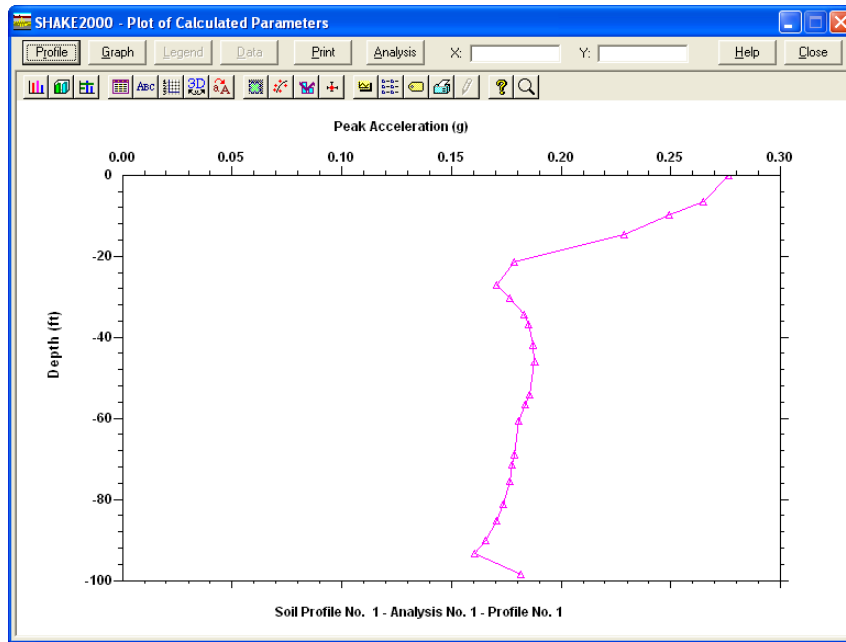
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Robert Susanto Office



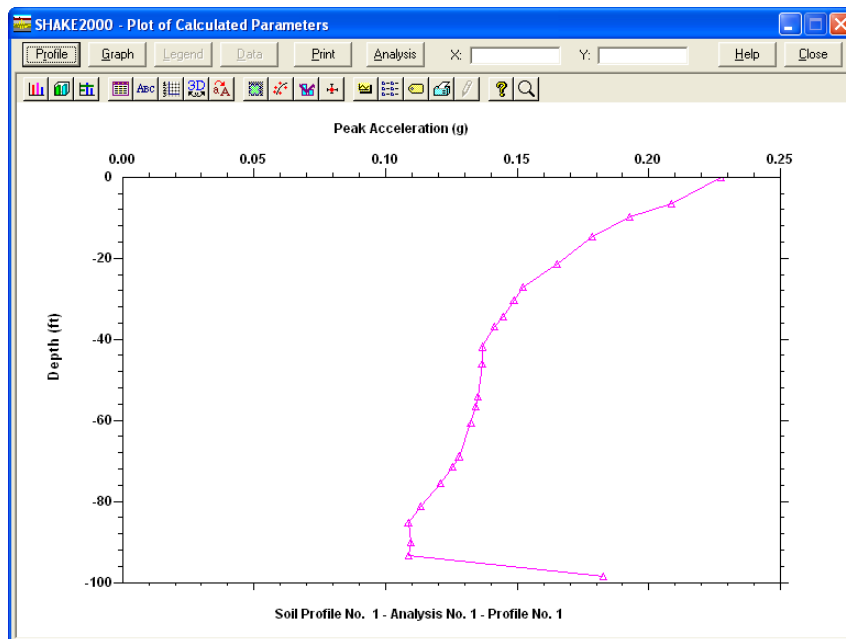
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Graha Matra



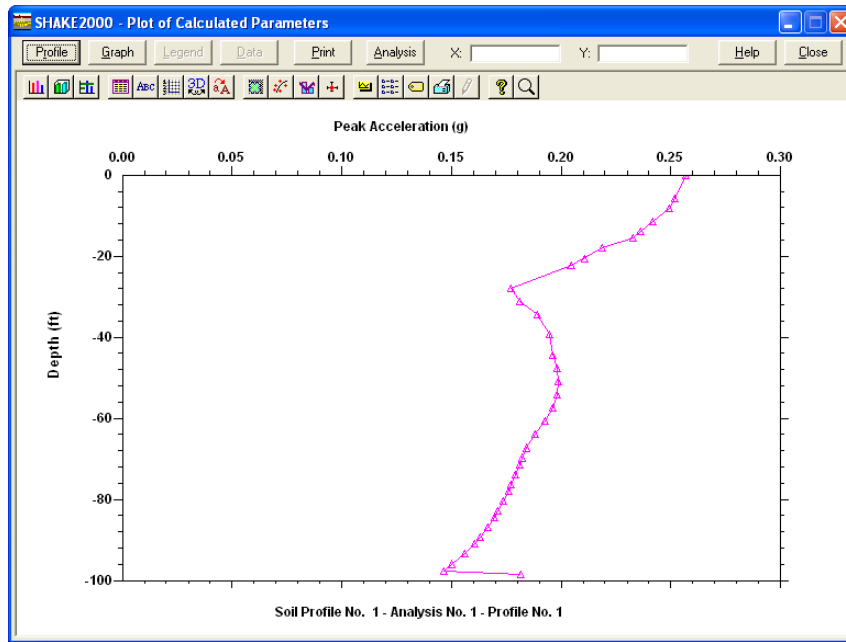
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Graha Matra



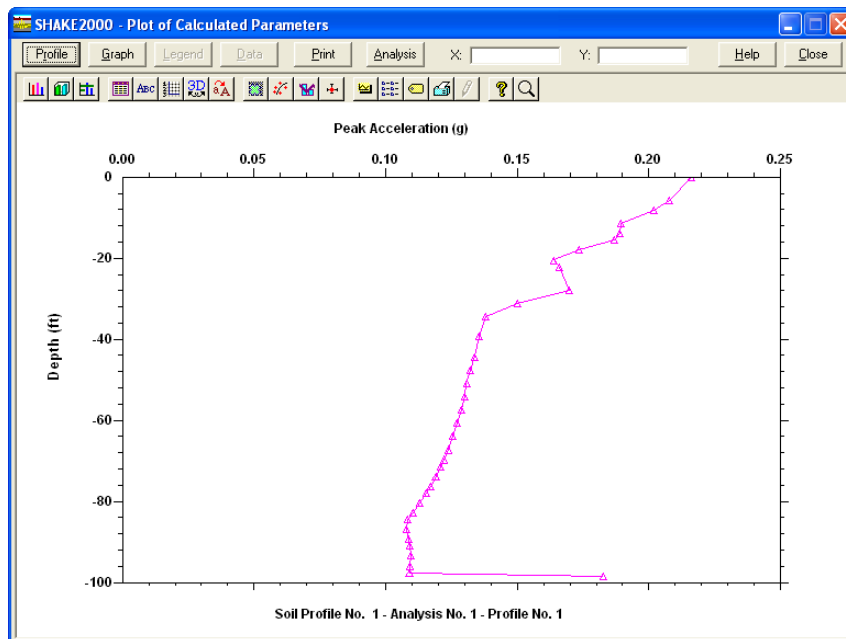
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Robert Susanto Office



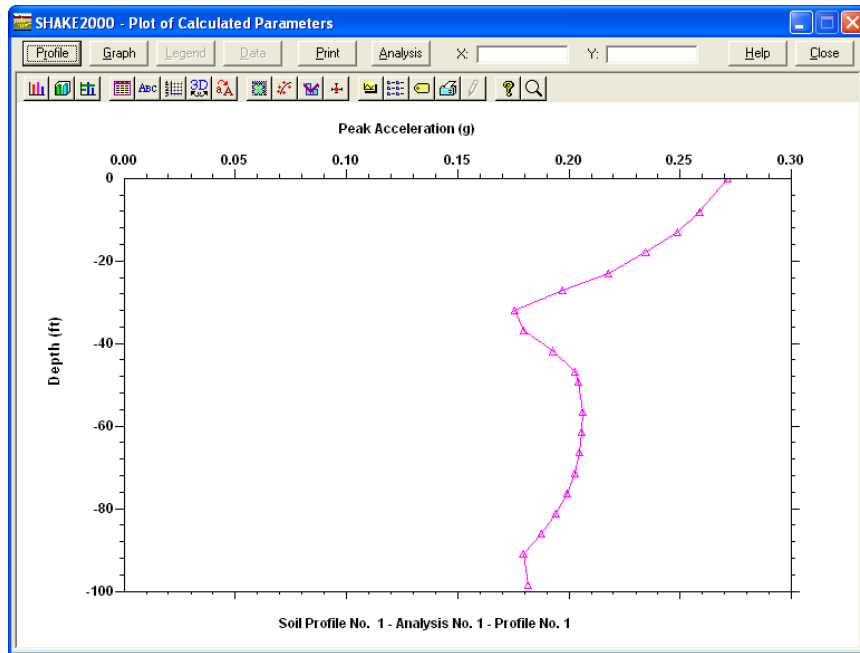
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Robert Susanto Office



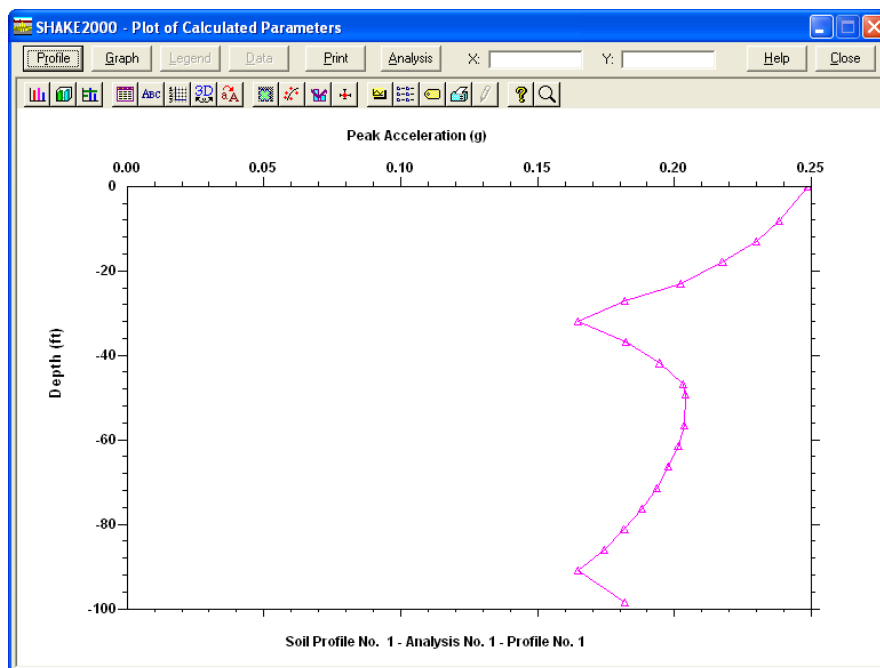
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Gedung DIKTI



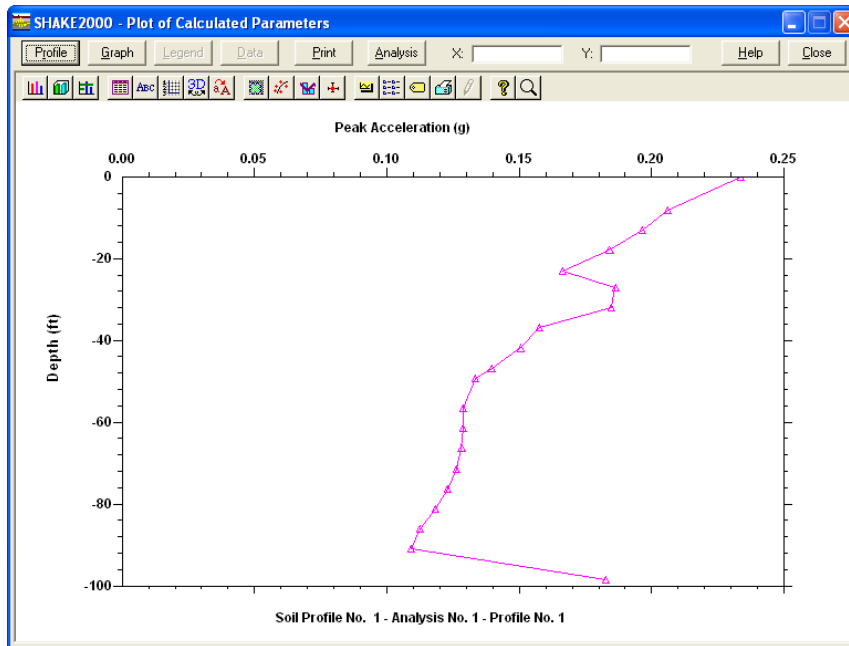
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Gedung DIKTI



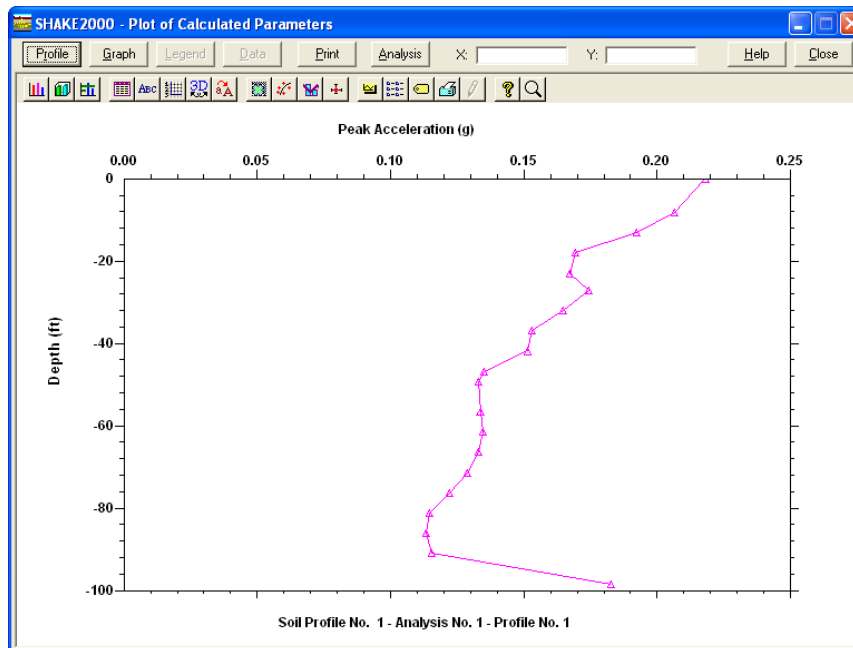
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Ratu Prabu 3 (1)



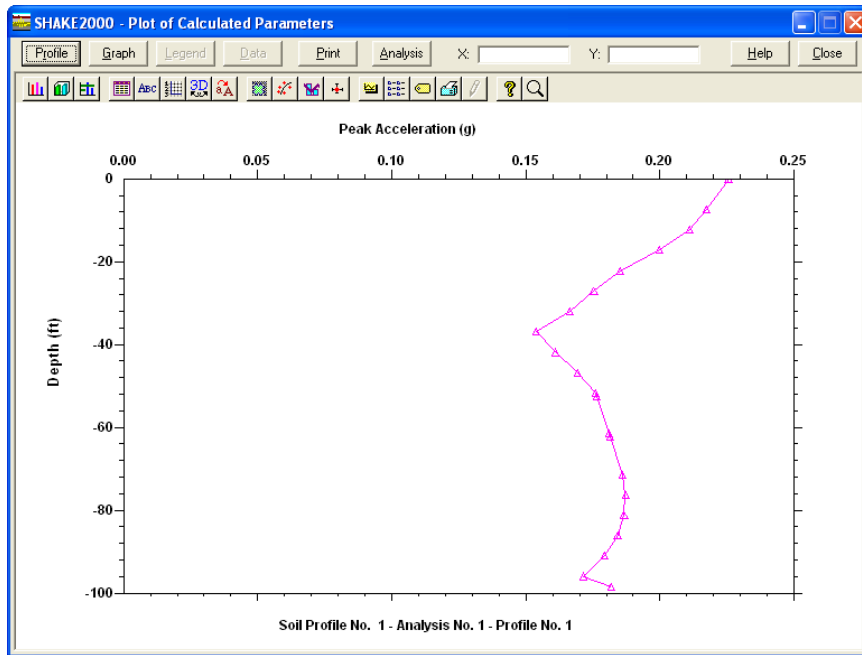
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Ratu Prabu 3 (2)



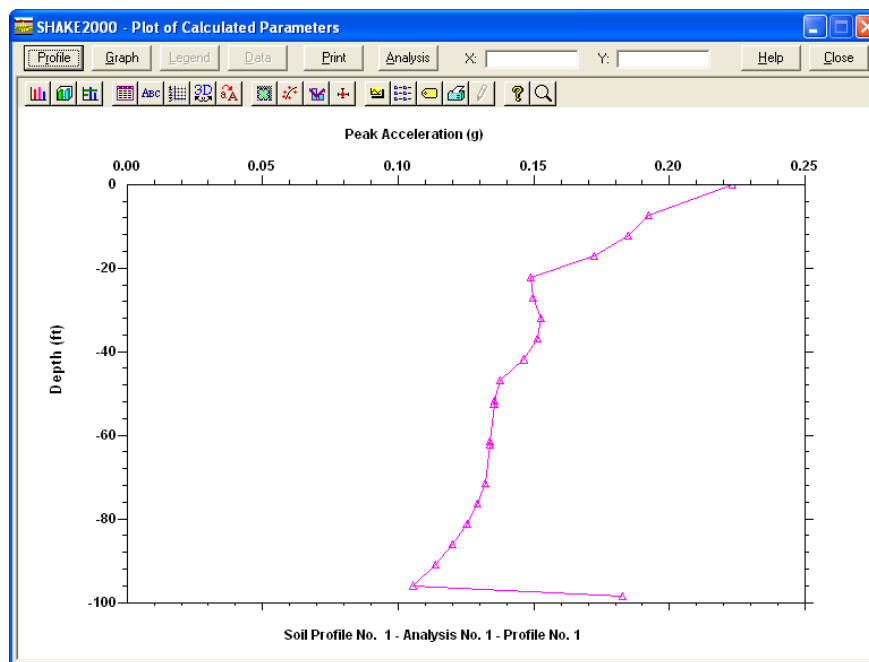
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Ratu Prabu 3 (1)



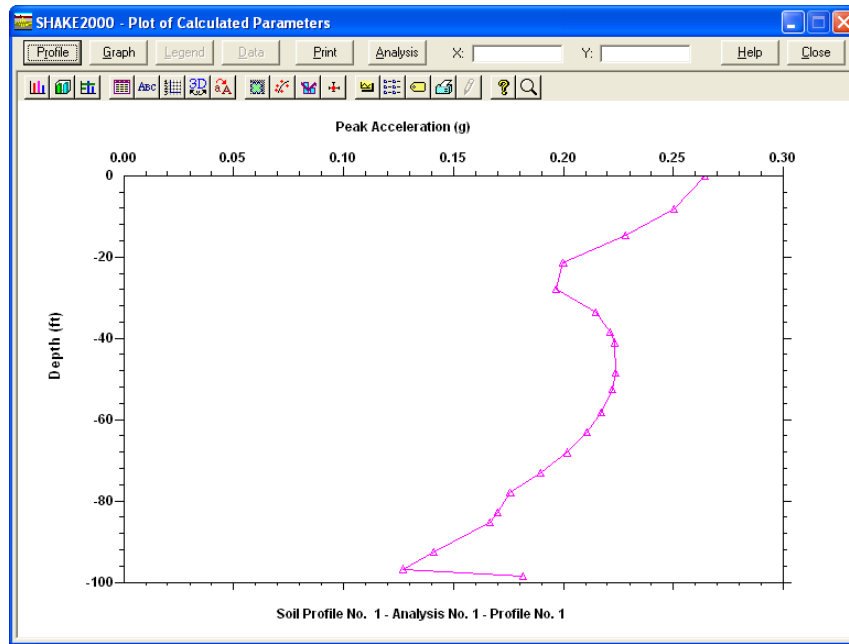
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Ratu Prabu 3 (2)



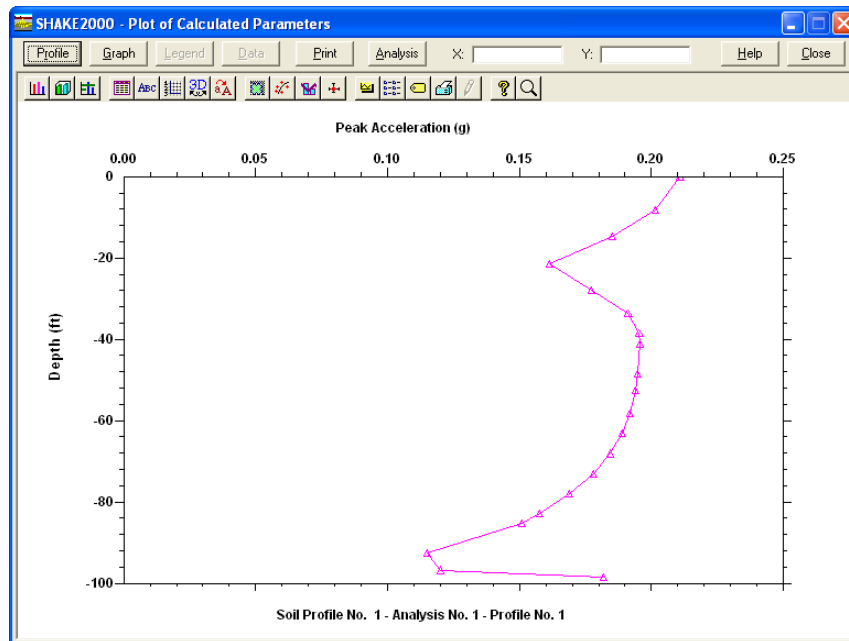
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Plaza Mayestik



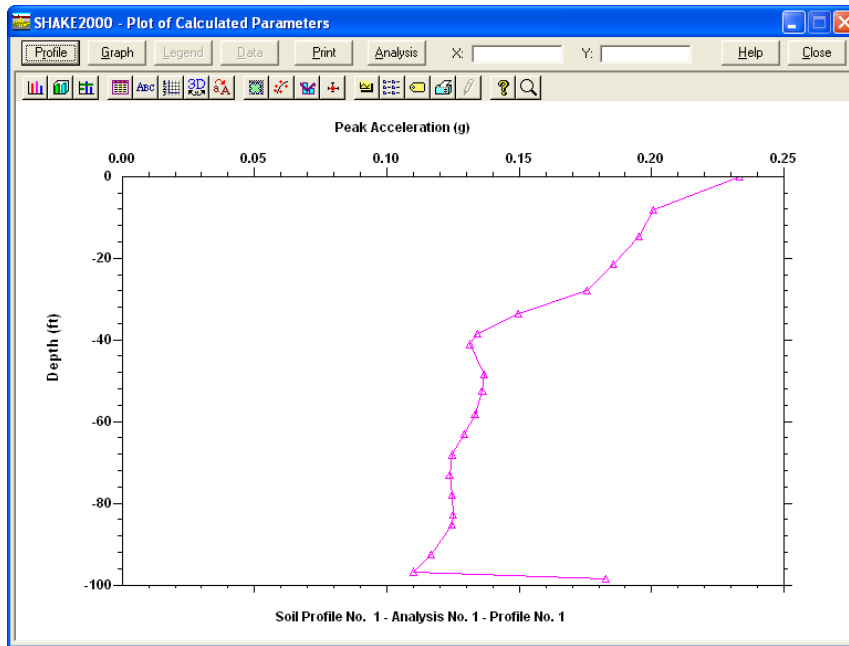
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow Crustal lokasi Plaza Mayestik



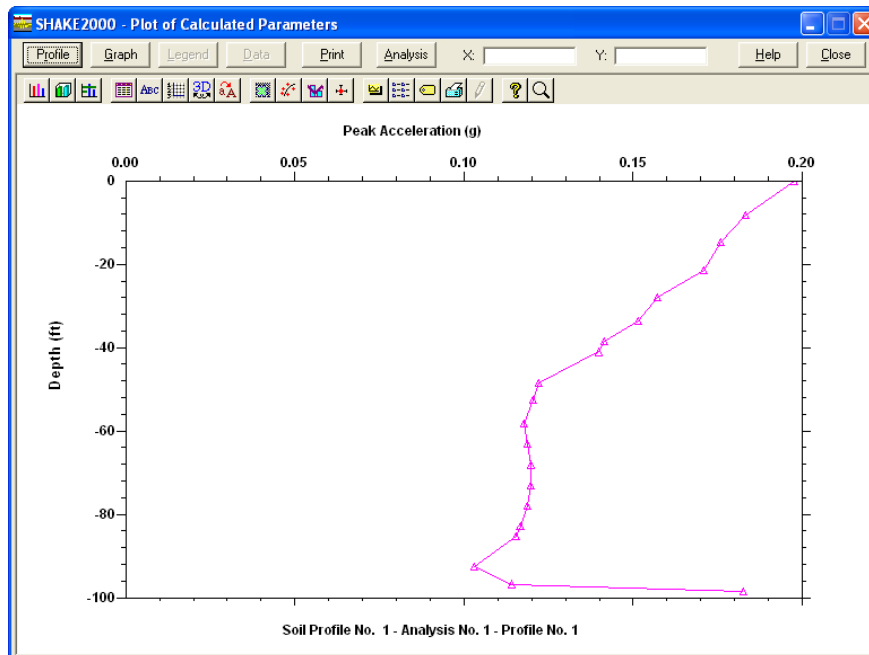
Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Kantor Blue Bird (1)



Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Megathrust lokasi Kantor Blue Bird (2)



Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Kantor Blue Bird (1)



Gambar Percepatan gempa di setiap lapisan tanah untuk sumber gempa Shallow
Crustal lokasi Kantor Blue Bird (2)