



**SKRIPSI**

***SITE SPECIFIC RESPONSE ANALYSIS (SSRA) PADA  
TANAH LUNAK YANG DALAM : STUDI KASUS  
BANDUNG***



**TANTI MULIATI  
NPM : 2014410165**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**

No. Kode	GEOT MUL 5/18
Tanggal	24 Agustus 2018
No. Inu	6315 - FTS / skp 36147
Divisi	:
Madiah /	:
Dari	: Fak. Teknik Sipil



**SKRIPSI**

***SITE SPESIFIC RESPONSE ANALYSIS (SSRA) PADA  
TANAH LUNAK YANG DALAM : STUDI KASUS  
BANDUNG***



**TANTI MULIATI  
NPM : 2014410165**

**BANDUNG, 12 JUNI 2018**

**PEMBIMBING:**

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**



# **SITE SPECIFIC RESPONSE ANALYSIS (SSRA) PADA TANAH LUNAK YANG DALAM : STUDI KASUS BANDUNG**

**Tanti Muliati**  
**NPM: 2014410165**

**Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**  
**BANDUNG**  
**JUNI 2018**

## **ABSTRAK**

Dilalui oleh jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, menjadikan Indonesia sebagai daerah rawan gempa bumi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisir akibat dari bencana gempa bumi adalah dengan menggunakan respons spektra sebagai beban dinamik akibat gempa bumi dalam perencanaan bangunan. Respons spektra merupakan percepatan maksimum sistem kebebasan derajat tunggal pada berbagai periode. Tanah merupakan media perambat gelombang gempa ke permukaan, sehingga kondisi tanah dapat mempengaruhi dampak yang ditimbulkan. Analisis dilakukan pada suatu area tertentu, sehingga analisis ini disebut *Site-Specific Response Analysis (SSRA)*. Lokasi studi penelitian ini adalah Kota Bandung dengan kondisi tanah lunak yang dalam. Besar respons spektra dianalisis menggunakan metode *One-Dimensional Ground Response Analysis* dengan pendekatan non-linear. *Site-Specific Response Analysis* dimodelkan menggunakan NERA (*Nonlinear Earthquake site Response Analysis*). Profil tanah, kecepatan gelombang geser, massa jenis tanah, *ground motion*, dan rasio damping tanah dimodelkan kemudian dihitung. Hasil respons spektra yang diperoleh dari NERA adalah pada elevasi +0,00 adalah 0,69g (*bedrock* 80 m), 0,72g (*bedrock* 100 m), 0,80g (*bedrock* 120 m), dan 0,84g (*bedrock* 150 m), respon spektra pada elevasi -4,00m adalah 0,66g (*bedrock* 80 m), 0,70g (*bedrock* 100 m), 0,79g (*bedrock* 120 m), dan 0,81g (*bedrock* 150 m).

Kata Kunci: Gempa, Tanah Lunak, NERA, Respons Spektra.



# **SITE SPECIFIC RESPONSE ANALYSIS (SSRA) IN DEEP SOFT SOILS: A CASE STUDY OF BANDUNG**

**Tanti Muliati**  
**NPM: 2014410165**

**Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE., Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL**  
**ENGINEERING**  
**(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**  
**BANDUNG**  
**JUNI 2018**

## **ABSTRACT**

As Indonesia is a meeting point of three tectonic plates (Indo-Australian Plate, Eurasian Plate, and the Pacific Plate) makes Indonesia as an area prone to earthquakes. To minimize the impact of earthquake is to use the spectral response as a dynamic load due to earthquakes in the building design. Spectral response is the maximum acceleration of a single degree of freedom system at various periods. Soil is the earth wave propagating medium to the surface, so soil conditions may affect the impact caused. Analysis is performed on a particular area, so this analysis is called Site-Specific Response Analysis (SSRA). The Location of this study is Bandung with deep soft soil conditions. Spectral response was analyzed using the One-Dimensional Ground Response Analysis method with a non-linear approach. Site-Specific Response Analysis is modeled using NERA (Nonlinear Earthquake site Response Analysis). Soil profile, shear wave velocity, unit weight, ground motion, and soil damping ratio were modeled then calculated using NERA. The result of the spectral response is at +0.00 are 0.69g (bedrock 80 m) 0,72g (bedrock 100 m), 0,80g (bedrock 120 m), and 0.84g (bedrock 150 m), the spectral response at the -4.00m are 0.66g (bedrock 80 m), 0,70g (bedrock 100 m), 0,79g (bedrock 120 m), and 0.81g (bedrock 150 m).

**Keywords:** Earthquake, Deep Soft Soil, NERA, Spectral Response



# PRAKATA



Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karuniaNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “***Site Specific Response Analysis (SSRA) pada Tanah Lunak yang Dalam: Studi Kasus Bandung***”. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menemukan berbagai hambatan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, serta dorongan semangat yang diberikan berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang Tua, Adek, Uuayi, Ayi, dan Tuaku yang selalu memberikan cinta kasih serta semangat dan dukungan materi maupun moral yang tiada henti kepada penulis.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran selama proses bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., dan Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., selaku pengajar di Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan waktunya untuk menjadi penguji pada seminar judul dan seminar isi yang telah dilaksanakan dan memberikan masukan-masukan positif bagi penulis.
4. Sahabat terbaik Sintya Clara, Memes Andiany, dan Jesslin yang selalu memberi dukungan agar penulis cepat menyelesaikan tugas akhirnya.
5. Meeliliany Indrayani dan Arvy Nathanael yang selalu menjadi pendukung, penyemangat dan tempat berkeluh kesah.
6. Stefanus Diaz Alvi, S.T. yang membantu dalam menyusun skripsi.
7. Jassynda Mutiara, S.T. yang memberikan bantuan yang sangat berarti.
8. Alyvia, Jercmy, Cindy, Samuel, Variant, Findlay, dan Bima sebagai teman-teman seperjuangan dalam menyusun skripsi.

9. Seluruh staf/karyawan *Geotechnical Engineering Consultant*.
10. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 atas dukungan dan suasana kondusif selama pengerjaan skripsi.
11. Seluruh staf/karyawan Fakultas Teknik Unpar.
12. Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan secara langsung ataupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini tidak hanya berguna bagi penulis sendiri namun dapat berguna dan menambah wawasan bagi rekan mahasiswa maupun pihak lain yang membacanya.

Bandung, Juni 2018



Tanti Muliati

2014410165



## SURAT PERNYATAAN ANTI-PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Tanti Muliati

NPM : 2014410165

dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: “*Site Specific Response Analysis (SSRA) pada Tanah Lunak yang Dalam: Studi Kasus Bandung*” adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 7 Juni 2018



Tanti Muliati

2014410165

# DAFTAR ISI



ABSTRAK .....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
SURAT PERNYATAAN ANTI-PLAGIAT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian .....	1-2
1.5 Metodologi Penelitian .....	1-2
1.6 Diagram Alir Penelitian .....	1-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-4
BAB 2 DASAR TEORI.....	2-1
2.1 Gempa Bumi .....	2-1
2.1.1 Definisi Gempa Bumi .....	2-1
2.1.2 Istilah-istilah Gempa.....	2-1
2.1.3 Jenis-jenis Gempa Bumi .....	2-2
2.1.4 Patahan atau Sesar.....	2-3
2.1.5 Gempa Bumi Tektonik.....	2-4
2.1.6 Pelat Tektonik.....	2-4
2.1.7 Gelombang Gempa .....	2-5



2.2	Parameter Gempa.....	2-8
2.2.1	Intensitas Gempa.....	2-8
2.2.2	Magnitudo Gempa.....	2-8
2.2.3	Energi Gempa.....	2-11
2.2.4	Durasi Gempa.....	2-12
2.2.5	Atenuasi Gempa.....	2-12
2.3	Parameter Dinamika Tanah.....	2-13
2.3.1	Metode Seed & Idriss (1970).....	2-14
2.3.2	Hubungan Empiris Nilai $N_{SPT}$ dengan $V_s$ .....	2-17
2.4	Getaran Bumi ( <i>Ground Motion</i> ).....	2-17
2.4.1	Kondisi Tanah Lokal ( <i>Site-Specific</i> ).....	2-18
2.5	Respons Spektra.....	2-19
2.6	Site Specific Response Analysis (SSRA).....	2-21
2.6.1	<i>One Dimensional Ground Response Analysis</i> .....	2-21
2.7	<i>Cyclic Stress Ratio</i> (Seed et. al, 1984).....	2-22
BAB 3 SNI 1726:2012 DAN PROGRAM NERA.....		3-1
3.1	SNI 1726:2012.....	3-1
3.1.1	Ketentuan Umum.....	3-1
3.1.2	Prosedur Klasifikasi Situs untuk Desain Seismik.....	3-3
3.1.3	Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang di pertimbangkan Risiko Tertarget (MCER).....	3-5
3.1.4	Parameter Percepatan Spektral Desain.....	3-7
3.1.5	Respon Spektra Desain.....	3-7
3.2	NERA (Nonlinear Earthquake site Response Analysis).....	3-9
3.2.1	Pendahuluan.....	3-9
3.2.2	Nonlinear dan <i>Hysteretic Model</i> .....	3-9

3.2.2	One Dimensional Ground Response Analysis .....	3-11
3.2.3	Perintah NERA.....	3-14
3.2.4	Lembar Kerja ( <i>Worksheet</i> ) NERA.....	3-15
BAB 4 ANALISIS DATA .....		4-1
4.1	Lokasi Studi.....	4-1
4.2	Kondisi Geologi dan Kegempaan.....	4-1
4.2.1	Kondisi Geologi Kota Bandung .....	4-1
4.2.2	Kondisi Geologi Lokasi Studi.....	4-2
4.2.3	Kegempaan Wilayah Bandung.....	4-3
4.3	Site Specific Response Analysis .....	4-4
4.3.1	Percepatan Gempa di Batuan Dasar .....	4-4
4.3.2	Pemilihan Rekaman Gempa.....	4-6
4.3.3	Stratifikasi Tanah di Lokasi Studi.....	4-8
4.3.4	<i>Parameter Input</i> .....	4-11
4.4	Hasil Analisis Berdasarkan SNI 1726:2012.....	4-14
4.4.1	Klasifikasi Tanah .....	4-14
4.4.2	Spektrum Respons Desain.....	4-14
4.5	Hasil Site Specific Response Analysis .....	4-16
4.5.1	Respons Spektra.....	4-16
4.5.2	Tegangan Geser.....	4-26
4.5.3	<i>Relative Displacement</i> .....	4-28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2

DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR NOTASI

- $a$  : percepatan gempa ( $\text{cm/det}^2$ )
- $A$  : amplitudo gelombang tekan (mikron)
- $A$  : amplitudo maksimum yang terekam alat Wood-Andreson (mikron)
- $A$  : luas area
- $A$  : peralihan maksimum di permukaan bumi (micron)
- $A_0$  : amplitudo 0,001 mm
- $a_{\text{max}}/g$  : percepatan horizontal maksimum
- $c_1$  : konstanta dengan nilai 1,66
- $c_2$  : konstanta dengan nilai 2,00
- $c_r$  : faktor koreksi lokasi
- $c_s$  : faktor koreksi stasiun
- CSR : *cyclic stress ratio* (rasio tegangan siklik)
- $d$  : perpindahan horizontal
- $d$  : jarak antara yang diukur percepatannya dengan sumber gempa (km)
- $D$  : perpindahan
- $d_c$  : ketebalan total dari lapisan-lapisan tanah kohesif di 30m paling atas di lapangan tanpa koreksi (maksimum 305 pukulan/m)
- $d_s$  : ketebalan total dari lapisan tanah non- kohesif di 30m lapisan paling atas
- $E$  : energi (ergs)
- $F_a$  : faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek
- $F_v$  : faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik
- $H$  : ketebalan total profil tanah
- $H$  : modulus tangensial
- $h_i$  : ketebalan lapisan  $i$
- $k$  : kekakuan
- $M$  : magnitudo gempa
- $M_0$  : momen seismik (dyne-cm)
- $m_b$  : magnitudo gelombang badan

$M_L$	: magnitudo lokal
$M_s$	: magnitudo gelombang permukaan
$M_w$	: magnitudo momen
$N$	: total jumlah lapisan
$N$	: nilai $N_{spt}$
$N_i$	: tahanan penetrasi standar 60 persen energi ( $N_{60}$ ) yang terukur langsung
$R$	: tahanan geser
$r_d$	: faktor reduksi tegangan geser
$S_1$	: parameter respons spektra percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan untuk periode 1 detik
$S_a$	: respons spektra percepatan
$S_{D1}$	: parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik
$S_{DS}$	: parameter respons spektral percepatan desain perioda pendek
$S_{M1}$	: parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik
$S_{MS}$	: parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
$S_s$	: parameter respons spektra percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan untuk periode pendek
$S_{ui}$	: kuat geser niralir (maksimum 250 kPa)
$S_v$	: respons spektra kecepatan
$T$	: perioda getar fundamental struktur
$t$	: waktu
$T$	: periode (detik)
$t_0$	: durasi gempa (detik)
$T_w$	: periode gelombang tekan (umumnya diambil 1,0 detik)
$V$	: kecepatan gelombang geser rata-rata ( <i>Cell E3</i> )
$v_l$	: kecepatan partikel
$v_i$	: kecepatan gelombang geser pada lapisan $i$
$v_R$	: kecepatan partikel
$V_s$	: kecepatan gelombang geser
$z$	: kedalaman
$\Delta$	: jarak episentral dari seismometer (derajat)
$\rho$	: berat jenis dari batuan dasar



- $\gamma$  : regangan  
 $\eta$  : *mass-proportional damping coefficient*  
 $\rho$  : berat jenis tanah  
 $\tau$  : tegangan geser  
 $\bar{N}_{ch}$  : tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non-kohefif  
 $\bar{N}_s$  : tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata  
 $d_i$  : tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter  
 $\sum_{i=1}^n d_i$  : 30 meter  
 $\bar{v}_s$  : kecepatan rata-rata gelombang geser  
 $v_{si}$  : kecepatan gelombang geser lapisan i (m/detik)  
 $\sigma'_0$  : tegangan geser efektif pada suatu kedalaman  
 $\sigma_0$  : tegangan geser total pada suatu kedalaman  
 $\mu$  : modulus geser batuan dasar  
 $\mu$  : rigiditas

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir Pengerjaan Studi .....	1-3
Gambar 2.1 Hiposenter dan Episenter (Kramer, 1996).....	2-2
Gambar 2.2 Jenis-Jenis Sesar ( <a href="https://earthquake.usgs.gov">https://earthquake.usgs.gov</a> ) .....	2-3
Gambar 2.3 Gelombang Badan (a) Gelombang Tekan, (b) Gelombang Geser (Kramer, 1996).....	2-6
Gambar 2.4 Gelombang Badan (a) Gelombang Rayleigh, (b) Gelombang Love (Kramer, 1996).....	2-7
Gambar 2.5 Hubungan Antara Magnitudo dengan Magnitudo Momen (Seed & Idriss, 1970).....	2-11
Gambar 2.6 Hubungan Hysteresis Stress-Strain (Seed dan Idriss, 1970).....	2-13
Gambar 2.7 Modulus Geser Pasir pada Berbagai Derajat Kepadatan (Seed & Idriss, 1970) .....	2-14
Gambar 2.8 Variasi Modulus Geser dengan Tegangan Geser untuk Jenis Tanah Pasir (Seed & Idriss, 1970) .....	2-14
Gambar 2.9 Damping Ratios untuk Pasir (Seed & Idriss, 1970) .....	2-15
Gambar 2.10 Modulus Geser untuk Lempung Jenuh (Seed & Idriss, 1970) .....	2-15
Gambar 2.11 Reduksi Modulus Geser dengan Tegangan Geser untuk Lempung Jenuh (Seed & Idriss, 1970).....	2-16
Gambar 2.12 <i>Damping Ratios</i> untuk Lempung Jenuh (Seed dan Idriss, 1970). 2-16	
Gambar 2.13 Respons Spectra (5% Damping), (Kramer, 1996).....	2-20
Gambar 2.14 Proses Pembiasan Gelombang Ketika Terjadi Patahan di Bawah Permukaan Bumi (Kramer, 1996).....	2-21
Gambar 2.15 Istilah pada <i>Site Response Analysis</i> (a) Tanah di Atas Batuan, (b) Tidak Ada Tanah di Atas Batuan (Kramer, 1996).....	2-22
Gambar 3. 1 Spektrum Respons Desain (SNI 1726:2012) .....	3-8
Gambar 3.2 Skema model <i>stress-strain</i> yang digunakan Iwan dan Mroz, (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-9
Gambar 3.3 Kurva <i>stress-strain</i> pada saat pembebanan, disebut juga <i>backbone curve</i> (Bardet dan Tobita, 2001) .....	3-10

Gambar 3. 4 <i>Hysteretic stress-strain loop</i> dari model IM pada siklus <i>loading-unloading</i> , (Bardet dan Tobita, 2001) .....	3-11
Gambar 3.5 Diskretasi spasial pada lapisan tanah untuk analisis satu dimensi, (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-12
Gambar 3.6 Amplitudo Gelombang pada Berbagai Lokasi, (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-13
Gambar 3.7 Perintah NERA .....	3-14
Gambar 3.8 Lembar Kerja NERA .....	3-15
Gambar 3.9 <i>Worksheet Earthquake</i> .....	3-16
Gambar 3.10 <i>Worksheet Profile</i> .....	3-18
Gambar 3.11 <i>Worksheet Mat 1</i> .....	3-19
Gambar 3.12 <i>Worksheet Iteration</i> .....	3-19
Gambar 3.13 <i>Worksheet Acceleration</i> .....	3-20
Gambar 3.14 <i>Worksheet Acceleration 2</i> .....	3-20
Gambar 3.15 <i>Worksheet Strain</i> .....	3-21
Gambar 3.16 <i>Worksheet Ampli</i> .....	3-22
Gambar 3.17 <i>Worksheet Fourier</i> .....	3-22
Gambar 3.18 <i>Worksheet Spectra</i> .....	3-23
Gambar 4. 1 Denah Lokasi Studi (PT. Surya Jenar Mandhiri, 2017).....	4-1
Gambar 4. 2 Posisi Proyek pada Peta Geologi .....	4-2
Gambar 4. 3 Sejarah Kegempaan disekitar Lokasi Studi (USGS, 2018) .....	4-3
Gambar 4.4 Profil kegempaan pada area Potongan A–A.....	4-4
Gambar 4.5 Percepatan Puncak Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 10% Dalam 50 Tahun, (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017) .....	4-5
Gambar 4.6 Akselerogram <i>Megathrust</i> (PGA) - <i>Samoa Islands</i> , STA - Afiamalu, Samoa (IRIS/USGS, 2009).....	4-6
Gambar 4.7 Akselerogram <i>Shallow Crustal</i> (PGA)-Whittier Narrows-01, NGA0662, STA-MOORPARK, 1987 .....	4-6
Gambar 4.8 Akselerogram <i>Megathrust</i> (0,2 s)- <i>Samoa Islands</i> , STA- Afiamalu, Samoa, (IRIS/USGS, 2009).....	4-7
Gambar 4.9 Akselerogram <i>Shallow Crustal</i> (0.2 s) <i>Whittier Narrows-01</i> , NGA0662, STA-MOORPARK, PEER, 1987 .....	4-7

Gambar 4.10 Akselerogram <i>Shallow Crustal</i> (1 s)- <i>Big Bear-01</i> , GA0918, STA-NEWPORT BEACH-IRVINE AVE FS, PEER, 1992.....	4-7
Gambar 4.11 Akselerogram Kobe (0,02 s) .....	4-8
Gambar 4.12 Akselerogram Kocaeli (0,005 s).....	4-8
Gambar 4.13 Profil Tanah Lokasi Studi (PT. Surya Jenar Mandhiri, 2017) .....	4-10
Gambar 4.14 Profil Tanah Lokasi Studi (PT. Surya Jenar Mandhiri, 2017) .....	4-11
Gambar 4.15 Profil $v_s$ dan Nilai NSPT (Titik Bor $\Lambda$ ).....	4-12
Gambar 4. 16 Profil $v_s$ untuk Analisis .....	4-13
Gambar 4.17 $S_s$ , Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Risiko-Tertarget ( $MCE_R$ ), (SNI 1726:2012, 2012) .....	4-15
Gambar 4.18 $S_1$ , Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Risiko-Tertarget ( $MCE_R$ ),.....	4-15
Gambar 4.19 Respons Spektrum Desain Tanah Kelas Situs SE.....	4-16
Gambar 4.20 Respons Spektra pada elevasi +0,00 m, dengan <i>bedrock</i> 80 m....	4-17
Gambar 4.21 Respons Spektra pada elevasi -4,00 m, dengan <i>bedrock</i> 80 m ....	4-18
Gambar 4.22 Respons Spektra pada elevasi +0,00 m, dengan <i>bedrock</i> 100 m.	4-19
Gambar 4.23 Respons Spektra pada elevasi -4,00 m, dengan <i>bedrock</i> 100 m ..	4-20
Gambar 4.24 Respons Spektra pada elevasi +0,00 m, dengan <i>bedrock</i> 120 m..	4-21
Gambar 4.24 Respons Spektra pada elevasi -4,00 m, dengan <i>bedrock</i> 120 m ..	4-22
Gambar 4.26 Respons Spektra pada elevasi +0,00 m, dengan <i>bedrock</i> 150 m..	4-23
Gambar 4.27 Respons Spektra pada elevasi -4,00 m, dengan <i>bedrock</i> 150 m ..	4-24
Gambar 4.28 Respons Spektra pada Berbagai Asumsi Bedrock untuk Eleveasi +0,00 m .....	4-26
Gambar 4.29 Respons Spektra pada Berbagai Asumsi Bedrock untuk Eleveasi -4,00 m.....	4-26
Gambar 4.30 <i>CSR</i> .....	4-27
Gambar 4.31 <i>Maximum Relative Displacement</i> .....	4-28



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa (SNI 1726:2012).....	3-1
Tabel 3.2 Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2012) .....	3-3
Tabel 3.3 Klasifikasi Situs (SNI 1726:2012).....	3-4
Tabel 3.4 Koefisien Situs, $F_a$ (SNI 1726:2012, 2012) .....	3-6
Tabel 3.5 Koefisien Situs, $F_v$ (SNI 1726:2012, 2012) .....	3-7
Tabel 4.1 Hasil Pengujian $N_{SPT}$ Lokasi Studi (PT. Surya Jenar Mandhiri, 2017).....	4-9
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Laboratorium (PT. Surya Jenar Mandhiri, 2017) ....	4-14
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Respons Spektra .....	4-21

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data *Bor Log* Titik A
- Lampiran 2 Ringkasan Hasil Laboratorium
- Lampiran 3 Respons Spektra Elevasi +0,00 m
- Lampiran 4 Respons Spektra Elevasi -4,00 m
- Lampiran 5 *Maximum Strain*
- Lampiran 6 *Maximum Stress*
- Lampiran 7 *Maximum Acceleration*
- Lampiran 8 *Maximum Relative Velocity*
- Lampiran 9 *Maximum Relative Displacement*
- Lampiran 10 Riwayat Kegempaan Lokasi Studi

# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Dilalui oleh jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, menjadikan Indonesia sebagai daerah rawan gempa bumi. Dampak negatif yang masyarakat terima akibat gempa bumi beragam. Masyarakat merasakan kerugian materiil maupun non-materiil dari terjadinya bencana gempa bumi seperti korban jiwa, kerusakan infrastruktur dan bangunan, serta kemunduran ekonomi, sosial dan budaya, dan lain-lainnya.

Kerugian-kerugian akibat bencana gempa bumi dapat diminimalisir dengan mempertimbangkan pengaruh geologi, karakteristik gempa, dan kondisi tanah setempat sebelum daerah rawan gempa tersebut dikembangkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisir akibat dari bencana gempa bumi adalah dengan menggunakan respons spektra sebagai beban dinamik akibat gempa bumi dalam perencanaan bangunan. Respons spektra merupakan percepatan maksimum sistem *single degree of freedom* pada berbagai periode.

Tanah merupakan media perambat gelombang gempa ke permukaan, sehingga kondisi tanah dapat mempengaruhi dampak yang ditimbulkan. Untuk mempermudah analisis maka analisis dilakukan pada suatu area tertentu. Oleh karena itu, analisis ini disebut dengan *Site-Specific Response Analysis* (SSRA). Pada penelitian ini, analisis yang dilakukan terbatas pada suatu daerah, yaitu Kota Bandung dengan kondisi tanah lunak yang dalam. Besar respons spektra pada suatu lokasi akan dianalisis menggunakan metode *One-Dimensional Ground Response Analysis* dengan pendekatan non-linear. *Site-Specific Response Analysis* dimodelkan dengan menggunakan peranti NERA (*Nonlinear Earthquake site Response Analysis*).

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah mengetahui besarnya respons spektra dengan kondisi tanah lunak yang sangat dalam menggunakan *One-Dimensional Ground Response Analysis* dengan pendekatan non-linear.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari informasi terkait keempaan di Kota Bandung.
2. Menghitung respons spektra dengan menggunakan *One-Dimensional Ground Response Analysis* dengan pendekatan non-linear.
3. Mempelajari proses perambatan gelombang gempa dari batuan ke permukaan bumi.
4. Mengkaji efek tanah lunak yang dalam terhadap *site specific response*.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa lingkup sebagai berikut:

1. Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Masjid Raya Provinsi Jawa Barat, Gedebage, Bandung.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data uji pemboran teknik.
3. Data dianalisis dengan bantuan peranti NERA.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur.

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan mengenai ilmu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan sekaligus digunakan sebagai dasar teori penelitian ini. Studi literatur ini meliputi ilmu rekayasa gempa, analisis dinamika tanah, dan peranti NERA.



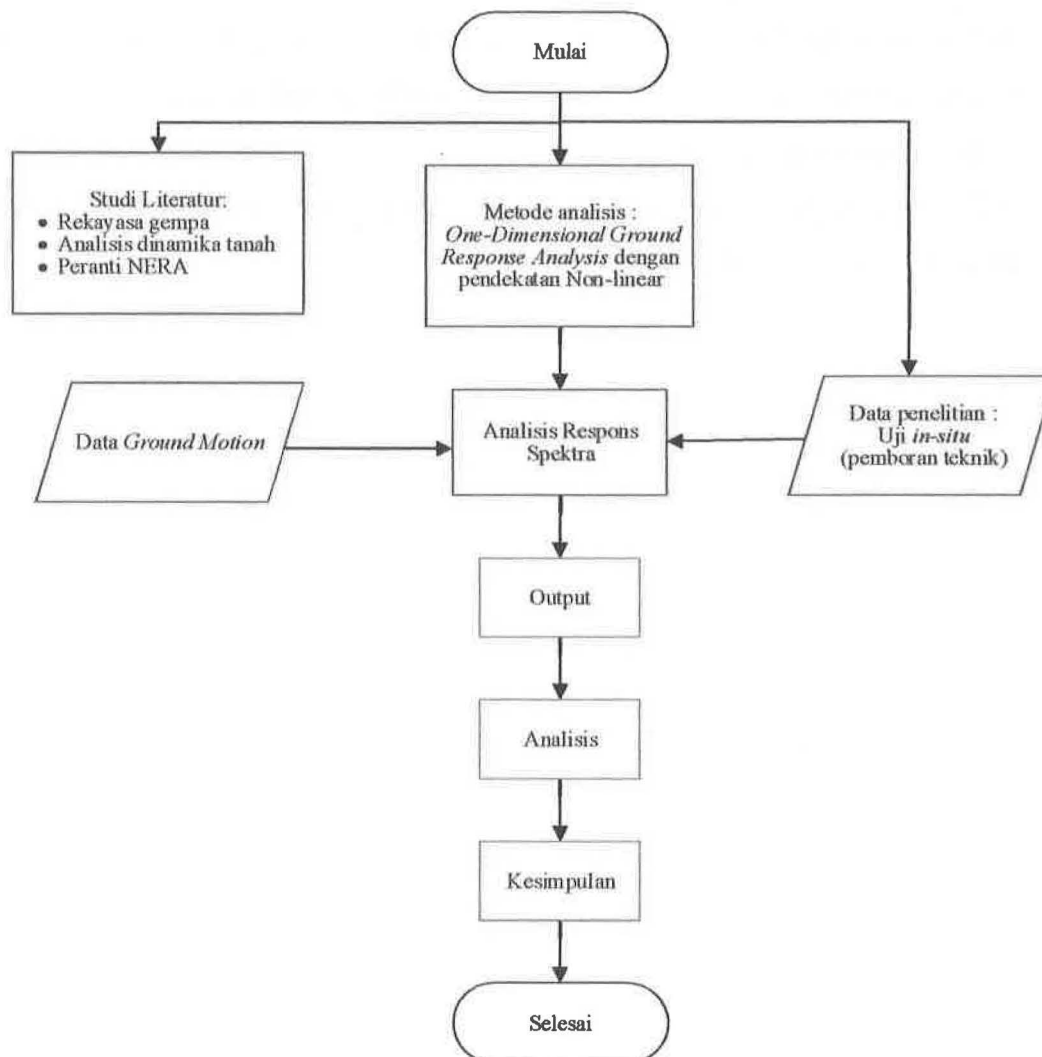
## 2. Pengumpulan data.

Dilakukan pengumpulan dan perangkuman data berupa data in-situ dan data laboratorium yang akan digunakan dalam pembahasan penelitian.

## 3. Pengolahan data.

Profil tanah, kecepatan gelombang geser, massa jenis tanah, *ground motion*, dan rasio *damping* tanah dimodelkan kemudian dihitung dengan menggunakan peranti NERA untuk mendapatkan respons spektra. Beberapa respons spektra kemudian diolah kembali sehingga didapat respons spektra yang akan digunakan untuk desain.

### 1.6 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 1. 1** Diagram Alir Pengerjaan Studi

## 1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan studi ini dibagi menjadi 5 bab sebagai berikut.

- Bab 1 Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan, lingkup, metodologi, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

- Bab 2 Dasar Teori

Bab ini membahas tentang teori-teori dasar rekayasa gempa, parameter gempa, parameter dinamika tanah, *ground motion*, respons spektra dan *site specific response analysis*.

- Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang SNI 1726:2012 dan peranti NERA.

- Bab 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini memaparkan data lokasi studi dan hasil dari pengolahan data berupa besarnya respons spektra serta analisis dari hasil yang didapatkan.

- Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini memaparkan kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan saran berdasarkan kesimpulan.