

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN RESPONS SPEKTRA PADA TANAH
LUNAK DI JAKARTA**



**GRISELLA AGLIA
NPM : 2017410053**

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

KO-PEMBIMBING: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021**

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN RESPONS SPEKTRA PADA TANAH
LUNAK DI JAKARTA**



**GRISELLA AGLIA
NPM : 2017410053**

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

KO-PEMBIMBING: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021**

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN RESPONS SPEKTRA PADA TANAH
LUNAK DI JAKARTA**



**GRISELLA AGLIA
NPM : 2017410053**

BANDUNG, 14 JANUARI 2021

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:



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



Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Grisella Aglia

NPM : 2017410053

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Pengembangan Respons Spektra pada Tanah Lunak di Jakarta

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Diryatakan: di Bandung

Tanggal: 14 Januari 2021



Grisella Aglia

2017410053

PENGEMBANGAN RESPONS SPEKTRA PADA TANAH LUNAK DI JAKARTA

Grisella Aglia
NPM: 2017410053

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.
Ko-Pembimbing: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021

ABSTRAK

Lapisan tanah dekat permukaan di Jakarta didominasi oleh tanah lunak dengan ketebalan yang bervariasi. Peta Gempa Indonesia Tahun 2017 memberikan rekomendasi respons spektra untuk bangunan-bangunan sipil untuk berbagai Kelas Situs. Penelitian ini membahas mengenai analisis perambatan gelombang gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah (SSRA / Site Specific Response Analysis) pada lima lokasi yang memiliki nilai \bar{N}_{SPT} yang bervariasi di bawah 15 (Kelas Situs SE) berdasarkan SNI 8460:2017. Analisis dilakukan dengan Program NERA (Nonlinear Earthquake Site Response Analysis) untuk menghasilkan spektral percepatan di permukaan tanah. *Ground motion* batuan dasar yang digunakan berasal dari 11 sumber gempa yang sama yang telah melalui proses PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Analysis). Hasil penelitian menunjukkan spektral percepatan yang diperoleh pada lima (5) lokasi tinjauan lebih rendah dibandingkan dengan respons spektra desain rekomendasi Peta Gempa Indonesia Tahun 2017. Apabila lapisan tanah lunak semakin tebal, puncak pada spektral percepatan akan semakin rendah, namun memiliki rentang periode yang lebih panjang. Di samping itu, semakin tinggi nilai PI (*Plasticity Index*), maka puncak percepatan akan memiliki periode puncak yang semakin panjang. Tinggi dan panjang puncak percepatan dipengaruhi oleh kedalaman batuan dasar, konsistensi/kepadatan tanah, dan indeks plastisitas (untuk tanah kohesif). Selain itu, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kedalaman 30 m tidak cukup untuk merepresentasikan nilai \bar{N}_{SPT} .

Kata Kunci: Perambatan Gelombang Gempa, SSRA, Situs Kelas SE, Tanah Lunak

THE DEVELOPMENT OF RESPONSE SPECTRUM FOR SOFT SOIL IN JAKARTA

Grisella Aglia
NPM: 2017410053

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.
Co-Advisor: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARY 2021

ABSTRACT

The soil layer near the surface in Jakarta is dominated by soft soil with the variation of thickness. Indonesian Seismic Map 2017 give response spectrum recommendation for civil's structure for all Site Class. This research will discuss about the propagation of seismic waves from bedrock to ground surface (SSRA/ Site Specific Response Analysis) for five locations that have various value of \bar{N}_{SPT} below 15 (SE Site Class). The analysis has been done using NERA (Nonlinear Earthquake Site Response Analysis) Program to generate the spectral acceleration on ground surface. Ground motion used on the analysis is generated from the same 11 earthquake sources on bedrock that has conducted from PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Analysis). The results of this research indicate that spectral acceleration for five (5) locations are lower than the design response spectrum recommended by Indonesian Seismic Map 2017. If the soft soil layer is thicker, the peak of acceleration will be lower. However, the peak acceleration will have longer period. Furthermore, if the plasticity index is higher, the peak acceleration will be higher and longer. The height and length of peak acceleration is affected by bedrock depth, soil consistency/density, and plasticity index (for cohesive soil). Furthermore, based on the research, 30 m depth is not enough to represents the \bar{N}_{SPT} value.

Keywords: Seismic Waves Propagation, SSRA, SE Site Class, Soft Soil

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengembangan Respons Spektra pada Tanah Lunak di Jakarta*” dengan baik dan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang perlu dilalui untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

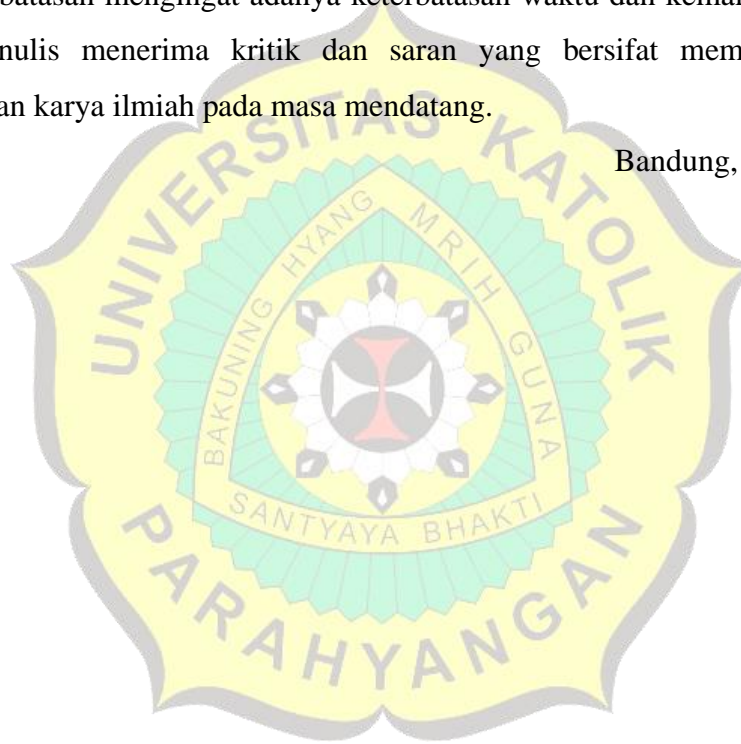
Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, dan bimbingan baik secara materi dan mental dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Seluruh anggota keluarga tercinta yang selalu mendukung baik secara moral dan materiil, mendoakan, dan selalu menemani setiap saat dalam proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang telah memberikan banyak pengetahuan, bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis agar skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik,
3. Para dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah hadir baik saat seminar judul, seminar isi, dan sidang yang telah memberikan banyak saran dan masukan agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
4. Jazlyn Livana, Regina Chandra, Elizabeth Manao, Rose Marry Wirawan, dan Agnes Desisca yang selalu memberi dukungan, doa, dan semangat kepada penulis,
5. Teman – teman Olala tercinta; Jazlyn Livana, Regina Chandra, Elizabeth Manao, Jonathan Wijaya, Patrick Nicholas, Gregorius Ivaldy, Yehezkiel Orchestra, Ryan Gilang Wicaksono, dan Mohammad Fachreza atas dukungan, waktu, doa, dan kebersamaan hingga saat ini,
6. Teman – teman seperjuangan skripsi; Kevin Lie, David Vandritanius, Dicky Prasetyo, dan Muhammad Ridwan Karliman atas dukungan, semangat, dan kebersamaan selama proses pembuatan skripsi,

7. Teman – teman Teknik Sipil Unpar Angkatan 2017 atas kebersamaan selama penulis menjalani masa perkuliahan dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan tepat waktu,
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang memerlukan informasi tentang pembuatan respons spektra, khususnya di Kota Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki banyak keterbatasan mengingat adanya keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, sehingga penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk pengembangan karya ilmiah pada masa mendatang.

Bandung, 8 Januari 2021



Grisella Aglia
2017410053

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Maksud dan Tujuan	1-2
1.4 Ruang Lingkup	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Aspek Kegempaan	2-1
2.1.1 Gelombang Gempa	2-1
2.1.2 Lempeng Tektonik	2-2
2.1.3 Batas Lempeng	2-4
2.1.4 Patahan (<i>Faults</i>)	2-7
2.1.5 Notasi Geometris Kegempaan	2-9

2.1.6	Gempa Rencana untuk Bangunan Gedung.....	2-9
2.1.7	Klasifikasi Situs.....	2-11
2.2	Ground Motion.....	2-13
2.2.1	Amplitudo.....	2-13
2.2.2	Frekuensi	2-15
2.2.3	Waktu (Durasi).....	2-17
2.3	Parameter Dinamik Tanah	2-18
2.3.1	Jenis Tanah	2-18
2.3.2	Modulus Geser Tanah (G) dan Regangan Geser (γ).....	2-20
2.3.3	Rasio Redaman (<i>Damping Ratio</i>).....	2-22
2.3.4	Tes Down-hole Seismic.....	2-23
2.4	Ground Response Analysis Satu Dimensi	2-25
2.4.1	Pendekatan linear.....	2-26
2.4.2	Pendekatan non linear.....	2-28
2.4.3	Perbandingan pendekatan linear dan non linear	2-29
2.4.4	Ground Motion Prediction Equation (GMPE).....	2-30
2.5	Efek kondisi suatu lokasi pada ground motion	2-31
2.5.1	Bukti berdasarkan Theoretical Ground Response Analysis	2-32
2.5.2	Bukti berdasarkan fungsi amplifikasi yang terukur.....	2-32
2.5.3	Pengaruh lokasi terhadap respons spektra	2-32
2.5.4	Efek Topografi Permukaan.....	2-33
2.5.5	Efek Cekungan	2-33
2.6	Parameter Desain Spektra	2-34

2.6.1	Penentuan Spektrum Respons Desain untuk Gedung dan non Gedung	2-35
2.7	Periode pada Bangunan	2-37
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1	Perhitungan Nilai NSPT Berdasarkan SNI 8460:2017	3-1
3.2	Penentuan Parameter Dinamik Tanah dan Pelapisan Tanah	3-1
3.3	Ground Motion yang Digunakan	3-2
3.4	Parameter Redaman dan Modulus Geser Tanah	3-7
3.5	Kedalaman bedrock pada Lokasi	3-9
3.6	Melakukan Analisis Perambatan Gelombang dengan Program NERA	3-10
3.6.1	Program NERA	3-10
3.6.2	<i>Input</i> pada Program NERA	3-12
3.6.3	<i>Output</i> pada Program NERA	3-17
3.6.4	Langkah – Langkah Analisis menggunakan Program NERA	3-20
3.7	Interpretasi Hasil	3-21
BAB 4	DATA DAN HASIL ANALISIS	4-1
4.1	Proyek ADR PIK di Jakarta Utara	4-1
4.1.1	Perhitungan NSPT berdasarkan SNI 8460:2017	4-1
4.1.2	Penentuan Parameter Dinamik dan Pelapisan Tanah	4-3
4.1.3	Hasil Analisis	4-8
4.2	Proyek Rusunawa Nagrak di Jakarta Utara	4-10
4.2.1	Perhitungan NSPT berdasarkan SNI 8460:2017	4-10
4.2.2	Penentuan Parameter Dinamik dan Pelapisan Tanah	4-12
4.2.3	Hasil Analisis	4-17

4.3	Proyek Astra Bari Tower di Jakarta Selatan	4-18
4.3.1	Perhitungan NSPT berdasarkan SNI 8460:2017	4-18
4.3.2	Penentuan Parameter Dinamik dan Pelapisan Tanah	4-21
4.3.3	Hasil Analisis.....	4-26
4.4	Proyek MRT Stasiun Monas di Jakarta Pusat.....	4-28
4.4.1	Perhitungan NSPT berdasarkan SNI 8460:2017	4-28
4.4.2	Penentuan Parameter Dinamik dan Pelapisan Tanah	4-30
4.4.3	Hasil Analisis.....	4-35
4.5	Proyek MRT Stasiun Sarinah di Jakarta Pusat	4-37
4.5.1	Perhitungan NSPT berdasarkan SNI 8460:2017	4-37
4.5.2	Penentuan Parameter Dinamik dan Pelapisan Tanah	4-39
4.5.3	Hasil Analisis.....	4-44
4.6	Perbandingan Spektral Percepatan di Lima Lokasi dengan nilai NSPT yang bervariasi	4-46
4.7	Tripartite Plots pada Lima Lokasi.....	4-46
4.8	Nilai NSPT untuk Variasi Kedalaman Tanah	4-49
4.9	Diskusi	4-50
4.9.1	<i>Sensitivity Study</i> terhadap Nilai v_s di Bawah Data Tanah	4-50
4.9.2	Pengaruh Korelasi v_s dan N_{SPT} terhadap Spektral Percepatan.....	4-52
4.9.3	Perbandingan <i>Amplification Factor</i> Hasil Analisis dengan SNI	4-55
4.9.4	Nilai T_L pada Setiap Lokasi.....	4-60
4.9.5	Interpretasi nilai v_s pada lokasi MRT Stasiun Sarinah	4-64
4.9.6	Perbandingan <i>Time History Acceleration</i> di Permukaan Tanah Setiap Lokasi untuk Setiap <i>Ground Motion</i>	4-67

4.9.7	Respons Spektra Desain.....	4-76
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN 1 Data Tanah	
	LAMPIRAN 2 Tabel Perhitungan Nilai NSPT	
	LAMPIRAN 3 Perhitungan Korelasi Lokal dengan Kurva Hiperbolik.....	

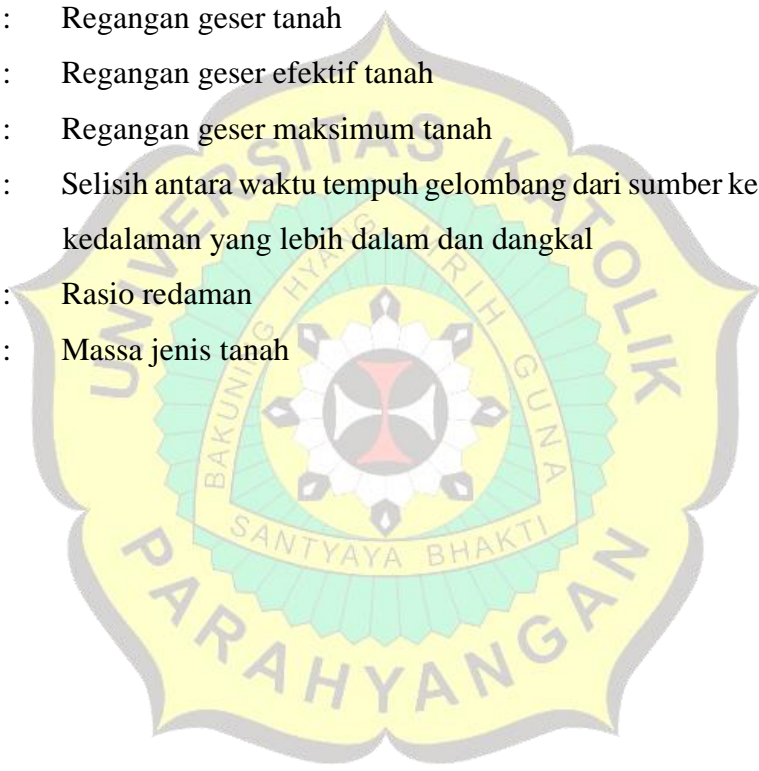


DAFTAR NOTASI

A	: Spektral percepatan (g)
A_B	: Luas dasar struktur (m^2)
A_i	: Luas badan dinding geser ke-i (m^2)
A_i	: Luas <i>loop</i>
A_t	: Luas daerah yang diarsir
C_u	: Koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
D	: Spektral perpindahan (in atau m)
D_i	: Panjang dinding geser ke-i (m)
d_c	: Ketebalan total dari lapisan – lapisan tanah kohesif di dalam lapisan 30 m paling atas
d_i	: Tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 m
d_s	: Ketebalan total dari lapisan tanah non kohesif di 30 m lapisan paling atas
F_a	: Koefisien situs pada periode pendek yaitu periode 0,2 detik
F_v	: Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
G	: Modulus Geser Tanah
G_{max}	: Modulus Geser Tanah Maksimum
G_{sec}	: Modulus Geser <i>Secant</i>
g	: Percepatan gravitasi
h_n	: ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
L_{r1}	: Jarak antara sumber dan <i>receiver</i> pada kedalaman yang lebih dangkal
L_{r2}	: Jarak antara sumber dan <i>receiver</i> pada kedalaman yang lebih dalam
M	: Magnitudo gempa
MCE_R	: Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
N	: Jumlah tingkat
N_i	: Tahanan penetrasi standar 60% energi (N_{60}) yang terukur langsung di lapangan tanpa koreksi, dengan nilai tidak lebih dari 305 pukulan/m
\bar{N}_{SPT}	: Nilai rata – rata tahanan penetrasi standar lapangan rata - rata

- \bar{N}_{SPTch} : Nilai rata – rata tahanan penetrasi standar untuk lapisan tanah non-kohesif
- PI : Indeks Plastisitas
- R_γ : Perbandingan antara regangan geser efektif dan regangan geser maksimum
- S_a : Spektrum respons percepatan desain
- S_{DS} : Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5%
- S_{D1} : Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5%
- S_{MS} : Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- S_{M1} : Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- S_s : Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5%
- S_1 : Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5%
- \bar{s}_u : Kuat geser niralir rata – rata di dalam lapisan 30 m paling atas
- s_{ui} : Kuat geser niralir suatu lapisan tanah kohesif i di dalam lapisan 30 m paling atas
- T : Periode getar fundamental struktur
- T_a : Periode fundamental pendekatan
- T_L : Peta transisi periode panjang
- T_n : Periode bangunan (s)
- T_0 : $0.2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
- T_s : $\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
- V : Spektral kecepatan (in/s atau m/s)

- \bar{v}_s : Kecepatan rambat gelombang geser rata – rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas
 v_{si} : Kecepatan rambat gelombang geser dalam lapisan tanah atau batuan ke-i, di dalam lapisan 30 m paling atas
 v_s : Kecepatan rambat gelombang geser pada regangan geser yang kecil
 x : Jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif memikul gaya lateral dalam arah yang ditinjau.
 γ : Berat isi tanah
 γ : Regangan geser tanah
 γ_{eff} : Regangan geser efektif tanah
 γ_{max} : Regangan geser maksimum tanah
 ΔT_{r2-r1} : Selisih antara waktu tempuh gelombang dari sumber ke *receiver* pada kedalaman yang lebih dalam dan dangkal
 ξ : Rasio redaman
 ρ : Massa jenis tanah



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	1-5
Gambar 2.1 <i>Body waves</i> (a.) Gelombang P; (b.) Gelombang S oleh Bolt. <i>Copyright</i> © 1993 dari W.H. Freeman <i>and</i> Company.....	2-1
Gambar 2.2 Surface waves (a.) Gelombang Rayleigh; (b.) Gelombang Love oleh Bolt. <i>Copyright</i> © 1993 dari W.H. Freeman <i>and</i> Company.....	2-2
Gambar 2.3 Bumi dan Lapisan dalam Bumi (Noson et al., 1988)	2-3
Gambar 2.4 <i>Spreading Ridge Boundary</i> (Foster, 1971)	2-4
Gambar 2.5 <i>Subduction Zone Boundaries</i> (Batas Zona Subduksi) (Noson et al., 1988)	2-5
Gambar 2.6 (a.) Miring dan (b) Tampak dari <i>Transform Fault</i> dan Zona Patahan yang Tidak Aktif (Kramer, 1996).....	2-6
Gambar 2.7 Batas Lempeng <i>Spreading Ridge</i> , <i>Subduction Zone</i> , dan <i>Transform Fault</i> (Kramer, 1996)	2-7
Gambar 2.8 Arah Bidang Patahan (Kramer, 1996)	2-7
Gambar 2.9 <i>Normal Faulting</i> (Noson et al., 1988)	2-8
Gambar 2.10 <i>Reverse Faulting</i> (Noson et al., 1988).....	2-8
Gambar 2.11 Notasi Geometris Kegempaan (Kramer, 1996)	2-9
Gambar 2.12 Respons Spektra Inelastik Gempa <i>Imperial Valley</i> El Centro N-S pada Tahun 1940 (Newmark dan Hall, 1982. Digunakan dengan ijin oleh EERI).....	2-16
Gambar 2.13 Korelasi antara N_{60} (Blow/Ft) pada SPT dan Kecepatan Gelombang Geser (Imai dan Yoshimura, 1970; Imai dan Tonouchi, 1982).....	2-18
Gambar 2.14 <i>Backbone Curve</i> (Kramer, 1996).....	2-20
Gambar 2.15 <i>Modulus Reduction Curve</i> (Kramer, 1996)	2-21
Gambar 2.16 Kurva Reduksi Modulus untuk Tanah Berbutir Halus pada Berbagai Nilai Indeks Plastisitas Berbeda. (Vucetic dan Dobry, 1991. <i>Effect of soil plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering</i> , Vol. 117, No.1.).....	2-22
Gambar 2.17 Variasi antara Rasio Redaman Tanah Berbutir Halus dengan Amplitudo Regangan Geser Siklik dan Indeks Plastisitas. (Vucetic dan Dobry, 1991. <i>Effect of soil</i>	

<i>plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering</i> , Vol. 117, No.1. Reprinted dengan ijin ASCE).	2-22
Gambar 2.18 Bentuk Tipikal Regangan Geser (γ) dan Tegangan Geser (T) (Military Handbook, 1983).	2-23
Gambar 2.19 <i>Down-hole Seismic Test</i> (ASTM Int'l, 2008)	2-24
Gambar 2.20 Istilah dalam Ground Response: (a) Soil Overlying Bedrock; (b) No Soil Overlying Bedrock. (Kramer, 1996).	2-26
Gambar 2.21 Notasi dalam Tanah Berlapis di Atas Lapisan Tanah Keras Elastis (Kramer, 1996).	2-27
Gambar 2.22 Respons Spektra Rata – Rata dengan Redaman 5% untuk Beberapa Kondisi (Seed et al., 1976).	2-33
Gambar 2.23(a) Notasi Untuk Siku Segitiga; (b) Pendekatan untuk Kasus Punggung dan Lembah (Faccioli, 1991).	2-33
Gambar 2.24 Respons Spektra Desain untuk Kota Jakarta berdasarkan Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2019 (PUPR dan PusGen, 2019)	2-35
Gambar 2.25 Respons Spektrum Desain (SNI 1726:2019)	2-37
Gambar 3.1 <i>Ground Motion Chalfant Valley</i>	3-3
Gambar 3.2 <i>Ground Motion Darfield</i>	3-4
Gambar 3.3 <i>Ground Motion El Salvador</i>	3-4
Gambar 3.4 <i>Ground Motion Honshu</i>	3-4
Gambar 3.5 <i>Ground Motion Loma Prieta</i>	3-5
Gambar 3.6 <i>Ground Motion Michoacan</i>	3-5
Gambar 3.7 <i>Ground Motion Peru</i>	3-5
Gambar 3.8 <i>Ground Motion Tohoku</i>	3-6
Gambar 3.9 <i>Ground Motion Tokachi-oki</i>	3-6
Gambar 3.10 <i>Ground Motion Valparaiso</i>	3-6
Gambar 3.11 <i>Ground Motion Western Washington</i>	3-7
Gambar 3.12 Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> untuk <i>Clay</i> dengan <i>PI (Plasticity Index) = 80</i> (Vucetic dan Dobry, 1991).	3-7

Gambar 3.13 Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> untuk <i>Clay</i> dengan PI (<i>Plasticity Index</i>) = 50-60 (Vucetic dan Dobry, 1991).....	3-8
Gambar 3.14 Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> untuk <i>Clay</i> dengan PI (<i>Plasticity Index</i>) = 30 - 45 (Vucetic dan Dobry, 1991).....	3-8
Gambar 3.15 Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> untuk <i>Clay</i> dengan PI (<i>Plasticity Index</i>) = 25 (Vucetic dan Dobry, 1991)	3-8
Gambar 3.16 Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> untuk <i>Sand</i> (Seed dan Idriss, 1991).....	3-9
Gambar 3.17 Kedalaman <i>Bedrock</i> di Lokasi Penelitian berdasarkan Data Penelitian Microtremor di Jakarta (Ridwan et.al., 2013)	3-9
Gambar 3.18 <i>Worksheet</i> “Earthquake” (Bardet dan Tobita, 2001)	3-13
Gambar 3.19 Mengimport Data Gempa (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-13
Gambar 3.20 <i>Worksheet</i> “Profile” (Bardet dan Tobita, 2001)	3-14
Tabel 3.6 <i>Worksheet</i> “Profile” dan <i>Input</i> yang Dibutuhkan (Bardet dan Tobita, 2001)	3-14
Gambar 3.21 Lanjutan <i>Worksheet</i> “Profile” (Bardet dan Tobita, 2001)	3-15
Gambar 3.22 <i>Worksheet</i> “Mat ...” (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-16
Gambar 3.23 <i>Worksheet</i> “Iteration” (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-17
Gambar 3.24 <i>Worksheet</i> “Acceleration” (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-18
Gambar 3.25 <i>Worksheet</i> “Strain” (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-18
Gambar 3.26 <i>Worksheet</i> “Ampli” (Bardet dan Tobita, 2001)	3-19
Gambar 3.27 <i>Worksheet</i> “Spectra” (Bardet dan Tobita, 2001)	3-20
Gambar 4.1 Stratifikasi Tanah dan Nilai N_{SPT} Desain untuk Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (BM – 01) hingga Kedalaman 30 m	4-1
Gambar 4.2 Stratifikasi Tanah hingga Kedalaman 80 m dengan Menggunakan Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (BM-01 dan DB-01).....	4-3
Gambar 4.3 Nilai v_s untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-4
Gambar 4.4 Nilai Berat Isi Tanah (γ) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i> ..	4-5
Gambar 4.5 Nilai G_{max} (Modulus Geser Tanah) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-6

Gambar 4.6 Data Hasil Uji <i>Attenberg Limits</i> dan Perkiraan Nilai Indeks Plastisitas dan <i>Liquidity Index</i> pada Proyek ADR PIK	4-7
Gambar 4.7 Indeks Plastisitas Tanah untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i> . .4-7	
Gambar 4.8 Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Proyek ADR PIK untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-8
Gambar 4.9 Faktor Amplifikasi pada Proyek ADR PIK untuk 11 <i>Ground Motion</i> .4-9	
Gambar 4.10 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah dan Respons Spektra Desain Situs SE di Jakarta Berdasarkan SNI 1726:2019.....	4-9
Gambar 4.11 Stratifikasi Tanah dan Nilai N_{SPT} Desain untuk Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (DB.1) hingga Kedalaman 30 m	4-10
Gambar 4.12 Stratifikasi Tanah hingga Kedalaman 50 m dengan Menggunakan Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (DB.1).....	4-12
Gambar 4.13 Nilai v_s untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-13
Gambar 4.14 Nilai Berat Isi Tanah (γ) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-14
Gambar 4.15 Nilai G_{max} (Modulus Geser Tanah) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-15
Gambar 4.16 Indeks Plastisitas Tanah untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-16
Gambar 4.17 Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Proyek Rusunawa Nagrak untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-17
Gambar 4.18 Faktor Amplifikasi pada Proyek Rusunawa Nagrak untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-17
Gambar 4.19 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah dan Respons Spektra Desain Situs SE di Jakarta Berdasarkan SNI 1726:2019.....	4-18
Gambar 4.20 Stratifikasi Tanah dan Nilai N_{SPT} Desain untuk Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (BH – 01) hingga Kedalaman 30 m	4-19
Gambar 4.21 Stratifikasi Tanah hingga Kedalaman 80 m dengan Menggunakan Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (BH-01)	4-21
Gambar 4.22 Nilai v_s untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-22

Gambar 4.23 Nilai Berat Isi Tanah (γ) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-23
Gambar 4.24 Nilai G_{\max} (Modulus Geser Tanah) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-24
Gambar 4.25 Data Hasil Uji <i>Attenberg Limits</i> dan Perkiraan Nilai Indeks Plastisitas dan <i>Liquidity Index</i> pada Proyek Astra Bari Tower	4-25
Gambar 4.26 Indeks Plastisitas Tanah untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-25
Gambar 4.27 Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Proyek Astra Bari Tower untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-26
Gambar 4.28 Faktor Amplifikasi pada Proyek Astra Bari Tower untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-27
Gambar 4.29 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah dan Respons Spektra Desain Situs SE di Jakarta Berdasarkan SNI 1726:2019.	4-27
Gambar 4.30 Stratifikasi Tanah dan Nilai N_{SPT} Desain untuk Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (S-03) hingga Kedalaman 30 m.....	4-28
Gambar 4.31 Stratifikasi Tanah hingga Kedalaman 40 m dengan Menggunakan Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (S-03)	4-30
Gambar 4.32 Nilai v_s untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-31
Gambar 4.33 Nilai Berat Isi Tanah (γ) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-32
Gambar 4.34 Nilai G_{\max} (Modulus Geser Tanah) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-33
Gambar 4.35 Data Nilai Indeks Plastisitas pada Proyek MRT Stasiun Monas	4-34
Gambar 4.36 Indeks Plastisitas Tanah untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-34
Gambar 4.37 Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Proyek MRT Stasiun Monas untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-35
Gambar 4.38 Faktor Amplifikasi pada Proyek MRT Stasiun Monas untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-36

Gambar 4.39 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah dan Respons Spektra Desain Situs SE di Jakarta Berdasarkan SNI 1726:2019.....	4-36
Gambar 4.40 Stratifikasi Tanah dan Nilai N_{SPT} Desain untuk Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (S-01) hingga Kedalaman 30 m.....	4-37
Gambar 4.41 Stratifikasi Tanah hingga Kedalaman 40 m dengan Menggunakan Data Penyelidikan Tanah di Lapangan (S-01).....	4-39
Gambar 4.42 Nilai v_s untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-40
Gambar 4.43 Nilai Berat isi Tanah (γ) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-41
Gambar 4.44 Nilai G_{max} (Modulus Geser Tanah) untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-42
Gambar 4.45 Data Perkiraan Nilai Indeks Plastisitas pada Proyek MRT Stasiun Sarinah	4-43
Gambar 4.46 Indeks Plastisitas Tanah untuk Analisis hingga Kedalaman <i>Bedrock</i>	4-43
Gambar 4.47 Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Proyek MRT Stasiun Sarinah untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-44
Gambar 4.48 Faktor Amplifikasi pada Proyek MRT Stasiun Sarinah untuk 11 <i>Ground Motion</i>	4-45
Gambar 4.49 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah dan Respons Spektra Desain Situs SE di Jakarta Berdasarkan SNI 1726:2019.....	4-45
Gambar 4.50 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah untuk Lima Lokasi dan Respons Spektra Desain Situs SE di Jakarta Berdasarkan SNI 1726:2019	4-46
Gambar 4.51 <i>Tripartite Plots</i> pada Proyek ADR PIK di Jakarta Utara	4-47
Gambar 4.52 <i>Tripartite Plots</i> pada Proyek Rusunawa Nagrak di Jakarta Utara	4-47
Gambar 4.53 <i>Tripartite Plots</i> pada Proyek Astra Bari Tower di Jakarta Selatan ...	4-48
Gambar 4.54 <i>Tripartite Plots</i> pada Proyek MRT Stasiun Monas di Jakarta Pusat.	4-48
Gambar 4.55 <i>Tripartite Plots</i> pada Proyek MRT Stasiun Sarinah di Jakarta Pusat	4-49

Gambar 4.56 Spektral Percepatan di Permukaan Tanah Hasil <i>Sensitivity Study</i> pada Lokasi ADR PIK	4-51
Gambar 4.57 Perbandingan Nilai v_s dan N_{SPT} <i>Downhole Seismic Test</i> dan Korelasi Yunita, 2013	4-52
Gambar 4.58 Korelasi v_s vs N_{SPT} untuk Tiga Lokasi	4-53
Gambar 4.59 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Lokasi ADR PIK dengan v_s yang Berasal dari Korelasi dan <i>Downhole Seismic Test</i>	4-54
Gambar 4.60 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Lokasi MRT Stasiun Monas dengan v_s yang Berasal dari Korelasi dan <i>Downhole Seismic Test</i>	4-54
Gambar 4.61 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah pada Lokasi MRT Stasiun Sarinah dengan v_s yang Berasal dari Korelasi dan <i>Downhole Seismic Test</i>	4-55
Gambar 4.62 Spektral Percepatan Batuan Dasar MRT Stasiun Sarinah	4-58
Gambar 4.63 Spektral Percepatan Batuan Dasar ADR PIK	4-58
Gambar 4.64 Spektral Percepatan Batuan Dasar Rusunawa Nagrak	4-58
Gambar 4.65 Spektral Percepatan Batuan Dasar Astra Bari Tower	4-59
Gambar 4.66 Spektral Percepatan Batuan Dasar MRT Stasiun Monas	4-59
Gambar 4.67 Peta Transisi Periode Panjang, T_L , Wilayah Indonesia. (SNI 1726:2019)	4-60
Gambar 4.68 <i>Tripartite Plots</i> ADR PIK	4-61
Gambar 4.69 <i>Tripartite Plots</i> Rusunawa Nagrak	4-61
Gambar 4.70 <i>Tripartite Plots</i> Astra Bari Tower	4-62
Gambar 4.71 <i>Tripartite Plots</i> MRT Stasiun Monas	4-62
Gambar 4.72 <i>Tripartite Plots</i> MRT Stasiun Sarinah	4-63
Gambar 4.73 Hasil Interpretasi Nilai v_s <i>Downhole Seismic Test</i> pada Lokasi MRT Stasiun Sarinah	4-64
Gambar 4.74 Korelasi v_s vs N_{SPT} untuk Tiga Lokasi	4-66
Gambar 4.75 Perbandingan Spektral Percepatan di Permukaan Tanah MRT Stasiun Sarinah Setelah dan Sebelum Interpretasi Ulang	4-67

Gambar 4.76 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Chalfant</i>	4-68
Gambar 4.77 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motions Darfield</i>	4-69
Gambar 4.78 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion El Salvador</i>	4-69
Gambar 4.79 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Honshu</i>	4-70
Gambar 4.80 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Loma</i>	4-71
Gambar 4.81 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Michoacan</i>	4-72
Gambar 4.82 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Peru</i>	4-72
Gambar 4.83 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Tohoku</i>	4-73
Gambar 4.84 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Tokachioki</i>	4-74
Gambar 4.85 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Valparaiso</i>	4-75
Gambar 4.86 <i>Time History Acceleration</i> untuk <i>Ground Motion Western</i>	4-75
Gambar 4.87 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi ADR PIK berdasarkan Kesepakatan untuk Lokasi Jakarta	4-77
Gambar 4.88 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi Rusunawa Nagrak berdasarkan Kesepakatan untuk Lokasi Jakarta	4-77
Gambar 4.89 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi Astra Bari Tower berdasarkan Kesepakatan untuk Lokasi Jakarta	4-78
Gambar 4.90 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi MRT Stasiun Monas berdasarkan Kesepakatan untuk Lokasi Jakarta	4-78
Gambar 4.91 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi MRT Stasiun Sarinah berdasarkan Kesepakatan untuk Lokasi Jakarta	4-79
Gambar 4.92 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi MRT Stasiun Sarinah Hasil Interpretasi Ulang dalam Subbab 4.9.5 berdasarkan Kesepakatan untuk Lokasi Jakarta	4-79
Gambar 4.93 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi ADR PIK berdasarkan Hasil SSRA	4-80
Gambar 4.94 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi Rusunawa Nagrak berdasarkan Hasil SSRA	4-80
Gambar 4.95 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi Astra Bari Tower berdasarkan Hasil SSRA	4-81

Gambar 4.96 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi MRT Stasiun Monas berdasarkan Hasil SSRA..... 4-81

Gambar 4.97 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi MRT Stasiun Sarinah berdasarkan Hasil SSRA 4-82

Gambar 4.98 Rekomendasi Respons Spektra Desain untuk Lokasi MRT Stasiun Sarinah Hasil Interpretasi Ulang dalam Subbab 4.9.5 berdasarkan Hasil SSRA 4-82



DAFTAR TABEL

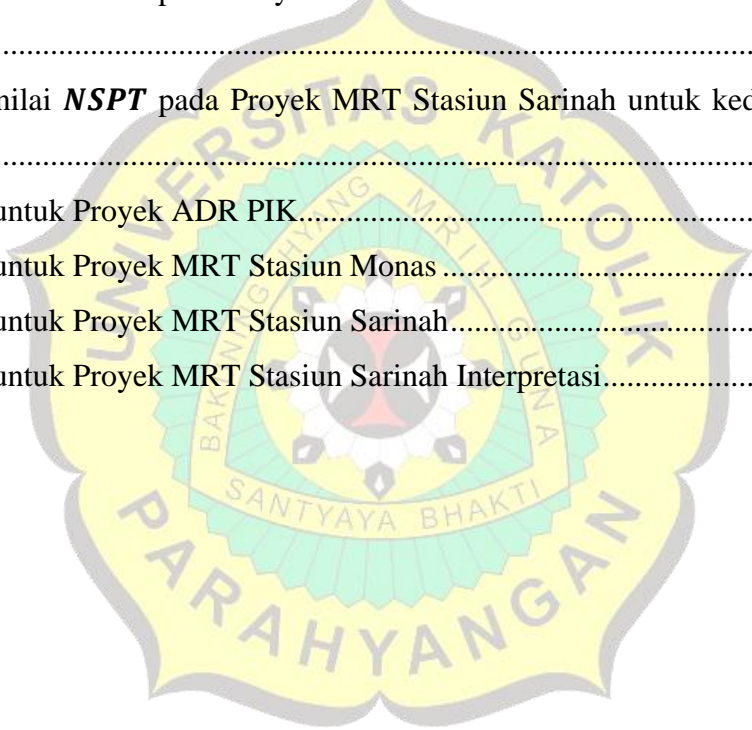
Tabel 2.1 Klasifikasi Situs (SNI 8460:2017).....	2-11
Tabel 2.2 Intensitas, Frekuensi, dan Redaman Tanah pada Kondisi yang Berbeda (Elghadamsi et al., 1988)	2-17
Tabel 2.3 Nilai v_{max}/a_{max} (Seed dan Idris, 1982)	2-17
Tabel 2.4 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	2-37
Tabel 2.5 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x (SNI 1726:2019).....	2-38
Tabel 2.6 Perkiraan Periode untuk Rangka Beton Pemikul Momen dengan N Lantai berdasarkan SNI 1726:2019.....	2-39
Tabel 2.7 Perkiraan Periode untuk Rangka Baja Pemikul Momen dengan N Lantai berdasarkan SNI 1726:2019.....	2-39
Tabel 3.1 Jenis Tanah Berdasarkan Nilai N_{SPT} (Terzaghi et.al., 1996).....	3-1
Tabel 3.2 Tabel Korelasi Berat Isi Tanah (Look, 2007)	3-2
Tabel 3.3 <i>Recorded Ground Motion</i> yang Dipilih Berdasarkan Hasil Deagregasi untuk Periode Ulang 2475 Tahun	3-3
Tabel 3.4 <i>Worksheets</i> pada NERA dan Isinya (Bardet dan Tobita, 2001).....	3-12
Tabel 3.5 <i>Worksheet</i> “Earthquake” dan <i>Input</i> yang Dibutuhkan (Bardet dan Tobita, 2001)	3-12
Tabel 3.7 <i>Worksheet</i> “Mat ...” dan <i>Input</i> yang Dibutuhkan (Bardet dan Tobita, 2001)	3-16
Tabel 3.8 <i>Worksheet</i> “Iteration” dan <i>Input</i> yang Dibutuhkan (Bardet dan Tobita, 2001)	3-17
Tabel 3.9 <i>Worksheet</i> “Ampli” dan <i>Input</i> yang Dibutuhkan (Bardet dan Tobita, 2001)	3-19
Tabel 3.10 <i>Worksheet</i> “Spectra” dan <i>Input</i> yang Dibutuhkan (Bardet dan Tobita, 2001)	3-19
Tabel 4.1 Perhitungan Nilai NSPT untuk Proyek ADR PIK di Jakarta Utara.....	4-2
Tabel 4.2 Resume Parameter Input dan Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> yang Digunakan dalam Analisis	4-8

Tabel 4.3 Perhitungan Nilai NSPT untuk Proyek Rusunawa Nagrak di Jakarta Utara	4-11
Tabel 4.4 Resume Parameter Input dan Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> yang Digunakan dalam Analisis.....	4-16
Tabel 4.5 Perhitungan Nilai NSPT untuk Proyek Astra Bari Tower di Jakarta Selatan	4-20
Tabel 4.6 Resume Parameter Input dan Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> yang Digunakan dalam Analisis.....	4-26
Tabel 4.7 Perhitungan Nilai NSPT untuk Proyek MRT Stasiun Monas di Jakarta Pusat	4-29
Tabel 4.8 Resume Parameter Input dan Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> yang Digunakan dalam Analisis.....	4-35
Tabel 4.9 Perhitungan Nilai NSPT untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah di Jakarta Pusat	4-38
Tabel 4.10 Resume Parameter Input dan Kurva <i>Modulus Reduction</i> dan <i>Damping Ratio</i> yang Digunakan dalam Analisis.....	4-44
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai NSPT pada Lima Lokasi untuk Beberapa Variasi Kedalaman.....	4-50
Tabel 4.12 Variasi Nilai v_s (m/s) untuk <i>Sensitivity Study</i>	4-51
Tabel 4.13 Koefisien F_a (SNI 1726:2012).....	4-56
Tabel 4.14 Koefisien F_v (SNI 1726:2012).....	4-56
Tabel 4.15 Koefisien F_a (SNI 1726:2019).....	4-57
Tabel 4.16 Koefisien F_v (SNI 1726:2019).....	4-57
Tabel 4.17 Perbandingan antara <i>Amplification Factor</i> Hasil Analisis dengan SNI 4-60	
Tabel 4.18 Perbandingan Nilai T_L Setiap Lokasi dengan SNI 1726:2019.....	4-63
Tabel 4.19 Hasil Analisis Data <i>Downhole Seismic Test</i>	4-65
Tabel 4.20 Resume Nilai Percepatan Maksimum <i>Ground Motion</i> di Permukaan Tanah	4-76

DAFTAR LAMPIRAN

Data Borehole BM-01 untuk Proyek ADR PIK	L1-1
Lanjutan Data Borehole BM-01 untuk Proyek ADR PIK	L1-2
Data <i>Downhole Seismic Test</i> DB-01 untuk Proyek ADR PIK.....	L1-3
Data Borehole DB-01 untuk Proyek ADR PIK	L1-4
Lanjutan Data Borehole DB-01 untuk Proyek ADR PIK	L1-5
Lanjutan Data Borehole DB-01 untuk Proyek ADR PIK.....	L1-6
Lanjutan Data Borehole DB-01 untuk Proyek ADR PIK.....	L1-7
Data Borehole DB.1 untuk Proyek Rusunawa Nagrak	L1-8
Lanjutan Data Borehole DB.1 untuk Proyek Rusunawa Nagrak.....	L1-9
Data Borehole BH-01 untuk Proyek Astra Bari Tower	L1-10
Lanjutan Data Borehole BH-01 untuk Proyek Astra Bari Tower.....	L1-11
Lanjutan Data Borehole BH-01 untuk Proyek Astra Bari Tower.....	L1-12
Lanjutan Data Borehole BH-01 untuk Proyek Astra Bari Tower.....	L1-13
Data Borehole S-03 untuk Proyek MRT Stasiun Monas	L1-14
Lanjutan Data Borehole S-03 untuk Proyek MRT Stasiun Monas.....	L1-15
Lanjutan Data Borehole S-03 untuk Proyek MRT Stasiun Monas.....	L1-16
Data <i>Downhole Seismic</i> BH-Monas untuk Proyek MRT Stasiun Monas.....	L1-17
Data Borehole S-01 untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah.....	L1-18
Lanjutan Data Borehole S-01 untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah.....	L1-19
Lanjutan Data Borehole S-01 untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah.....	L1-20
Data <i>Downhole Seismic</i> BH-Sarinah-S01 untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah... L1-21	
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek ADR PIK untuk kedalaman 35 m	L2-1
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek ADR PIK untuk kedalaman 40 m	L2-2
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek ADR PIK untuk kedalaman 50 m	L2-3
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek ADR PIK untuk kedalaman 60 m	L2-4
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Rusunawa Nagrak untuk kedalaman 35 m. L2-5	
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Rusunawa Nagrak untuk kedalaman 40 m. L2-6	
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Rusunawa Nagrak untuk kedalaman 50 m. L2-7	

Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Astra Bari Tower untuk kedalaman 35 m...	L2-8
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Astra Bari Tower untuk kedalaman 40 m...	L2-9
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Astra Bari Tower untuk kedalaman 50 m.	L2-10
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek Astra Bari Tower untuk kedalaman 60 m.	L2-11
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek MRT Stasiun Monas untuk kedalaman 35 m	L2-12
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek MRT Stasiun Monas untuk kedalaman 40 m	L2-13
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek MRT Stasiun Sarinah untuk kedalaman 35 m	L2-14
Perhitungan nilai NSPT pada Proyek MRT Stasiun Sarinah untuk kedalaman 40 m	L2-15
Perhitungan untuk Proyek ADR PIK.....	L3-1
Perhitungan untuk Proyek MRT Stasiun Monas	L3-2
Perhitungan untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah.....	L3-3
Perhitungan untuk Proyek MRT Stasiun Sarinah Interpretasi.....	L3-4



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanah lunak memberikan efek amplifikasi pada saat gelombang gempa merambat, sehingga jika suatu gelombang gempa merambat pada lapisan tanah lunak, getaran yang terjadi pada permukaan akan lebih besar daripada getaran di batuan dasar yang berpotensi mengakibatkan peningkatan gaya lateral pada struktur di atas tanah tersebut. Indonesia yang berada di pertemuan antar lempeng sering mengalami gempa, sehingga struktur di Indonesia dirancang sebagai struktur gedung tahan gempa. Beban gempa pada struktur direpresentasikan dalam bentuk respons spektra. Respons spektra (*response spectrum*) merupakan suatu respon SDOF atau *Single Degree of Freedom* maksimum suatu sistem *motion* yang dijabarkan sebagai fungsi dari frekuensi natural dan rasio redaman sistem SDOF tersebut (Kramer, 1996).

Indonesia telah memiliki respons spektra desain yang dapat digunakan untuk berbagai jenis infrastruktur di seluruh wilayah. Respons spektra desain tersebut berlaku untuk tanah yang memiliki situs kelas SC, SD, dan SE berdasarkan ketentuan SNI. Meskipun terdapat dua lokasi yang berbeda dengan situs kelas yang sama, besarnya akselerasi gempa yang akan terjadi berbeda jika parameternya (seperti \bar{N}_{SPT}) berbeda.

Kondisi tanah dan jarak dari sumber gempa pada suatu lokasi dapat mempengaruhi parameter – parameter yang akan digunakan untuk membuat respons spektra, seperti amplitudo, frekuensi, dan durasi. Perbedaan parameter tersebut akan menghasilkan respons spektra yang berbeda antara suatu lokasi dengan lokasi yang lainnya, sehingga diperlukan analisis tersendiri agar respons spektra yang dihasilkan sesuai untuk pembebanan pada kondisi lapangan.

1.2 Inti Permasalahan

Tanah di Jakarta didominasi oleh tanah lunak yang dapat menimbulkan efek amplifikasi pada gelombang gempa. Apabila kondisi tanah lunak cukup tebal,

sebaiknya perlu dilakukan analisis dalam pembuatan respons spektra yang sesuai dengan kondisi tanah dan potensi kegempaan pada lokasi tinjauan. Pada penentuan kelas situs diketahui bahwa jika nilai \bar{N}_{SPT} di bawah 15, maka tanah tersebut termasuk dalam situs SE berdasarkan SNI. Akan tetapi, belum diketahui apakah terdapat pengaruh terhadap respons spektra hasil analisis jika tanah memiliki nilai \bar{N}_{SPT} yang berbeda – beda di bawah 15. Oleh karena itu, skripsi ini akan membahas mengenai perbandingan respons spektra hasil analisis dan respons spektra desain situs SE berdasarkan ketentuan SNI.

1.3 Maksud dan Tujuan

Skripsi ini memiliki maksud sebagai berikut:

- Memperoleh pelapisan tanah dan parameter dinamik berdasarkan hasil uji lapangan (*in-situ testing*) pada lima (5) lokasi tinjauan di Jakarta.
- Memperoleh perambatan gelombang gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah pada lima (5) lokasi tinjauan di Jakarta.
- Memperoleh spektral percepatan pada lokasi tinjauan.
- Melakukan perbandingan antara respons spektra hasil analisis dengan respons spektra untuk situs SE di lima (5) lokasi tinjauan di Jakarta.
- Mendapatkan ragam/variasi respons spektra pada tanah dengan situs SE.
- Memperoleh nilai \bar{N}_{SPT} dengan variasi kedalaman pada lima (5) lokasi tinjauan di Jakarta
- Memperoleh *tripartite plots* pada lokasi tinjauan.

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk membandingkan respons spektra di beberapa lokasi tinjauan dengan ketentuan SNI (Standar Nasional Indonesia).

1.4 Ruang Lingkup

Berikut merupakan ruang lingkup yang terdapat dalam pembuatan skripsi ini:

1. Lokasi tinjauan berada pada 5 lokasi, yaitu 2 lokasi di Jakarta Utara, 2 lokasi di Jakarta Pusat, dan 1 lokasi di Jakarta Selatan.

2. Data sumber gempa yang digunakan dari gelombang terpilih yang telah diperoleh melalui PSHA.
3. Analisis perambatan gelombang dari batuan dasar ke permukaan tanah dilakukan menggunakan analisis satu dimensi dengan Program NERA.
4. Uji lapangan dilakukan dengan pengeboran teknis, *Standard Penetration Test*, dan *Downhole Seismic Test*.
5. Kriteria penentuan situs kelas dan analisis perambatan gelombang dilakukan berdasarkan SNI 8460:2017.

1.5 Metode Penelitian

Berikut merupakan metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi:

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan melalui media buku referensi, jurnal, dan artikel lainnya.
2. Pengumpulan Data Sekunder
Data sekunder akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis respons spektra. Data sekunder yang digunakan adalah gelombang gempa di batuan dasar dan data hasil penyelidikan tanah di lapangan.
3. Analisis Data
Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan Program NERA (*Nonlinear Earthquake Site Response Analyses of Layered Soil Deposits*). Output yang diperoleh berupa spektral percepatan dan faktor amplifikasi gempa pada setiap lokasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulis yang digunakan dalam penyusunan skripsi:

BAB 1: Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian yang akan digunakan.

BAB 2: Tinjauan Pustaka

Bab ini akan membahas mengenai dasar teori yang digunakan untuk menunjang pembuatan skripsi.

BAB 3: Metodologi Penelitian

Bab ini akan membahas mengenai metode penelitian yang digunakan untuk melakukan analisis respons spektra.

BAB 4: Data dan Hasil Analisis

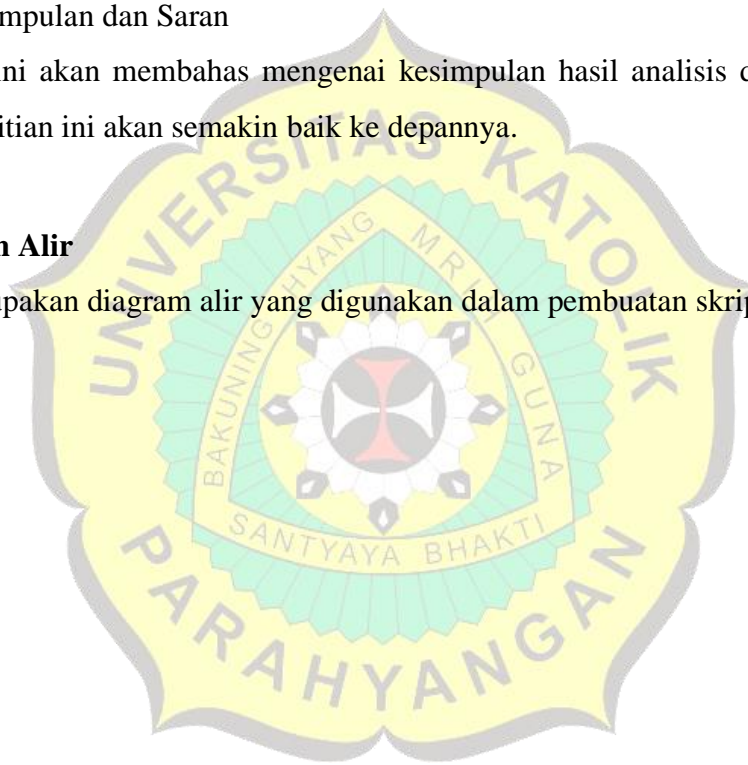
Bab ini akan membahas mengenai data sekunder yang digunakan dan hasil analisis respons spektra.

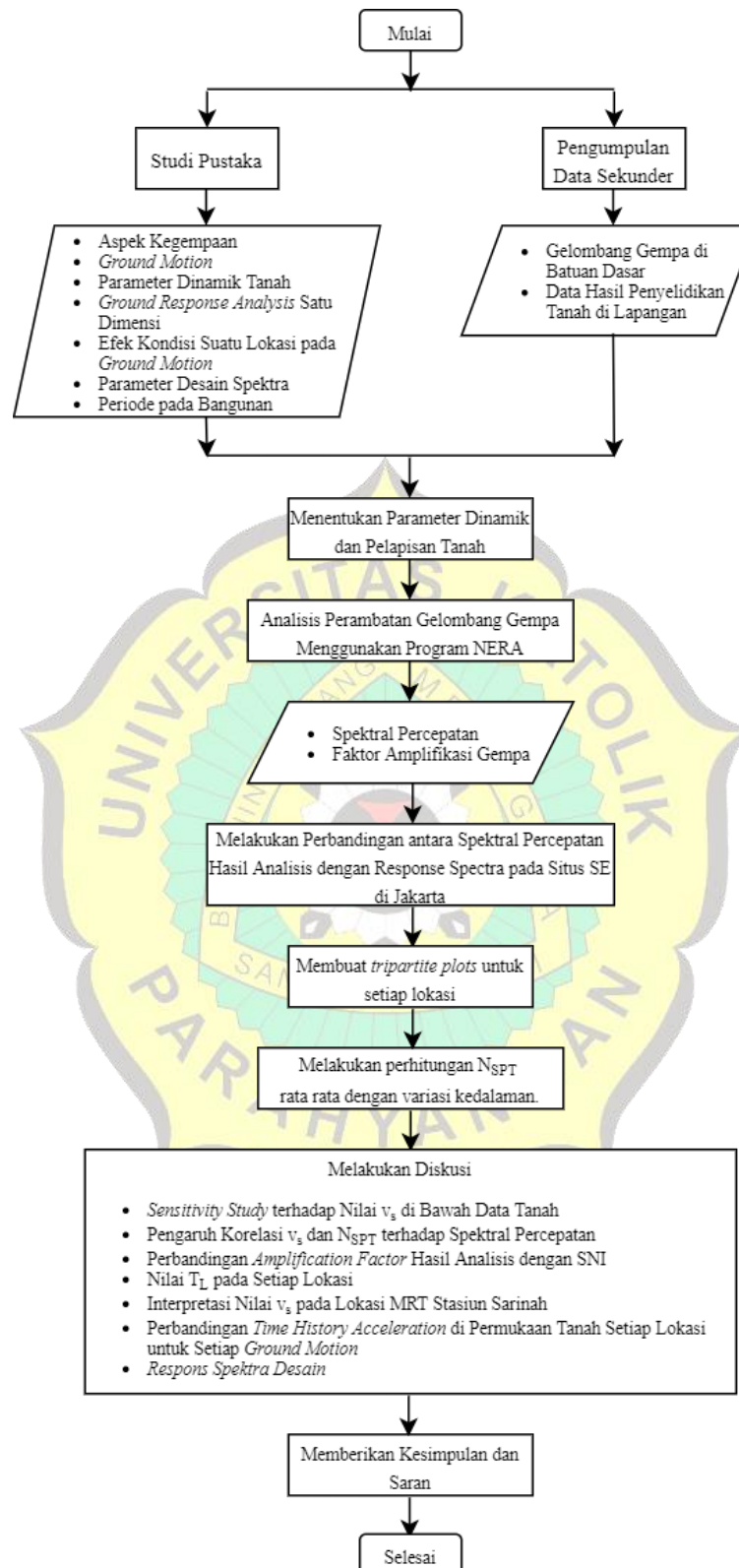
BAB 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan membahas mengenai kesimpulan hasil analisis dan saran agar penelitian ini akan semakin baik ke depannya.

1.7 Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir yang digunakan dalam pembuatan skripsi:





Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

