

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Segala puji beserta syukur tercurahkan kepada Allah SWT sehingga dengan rahmat, hidayahnya serta pertolongan-Nyalah penulis dapat melewati segala proses perjuangan serta pembelajaran dalam menuntut ilmu dalam mencapai sebuah tujuan.

Shalawat beserta salam penulis haturkan kepada tauladan perjuangan Rasulullah Muhammad SAW yang membawa ilmu-ilmu kalamiyah dengan ilmiah sehingga dapat membimbing perjuangan manusia untuk terus berproses dalam pembelajaran terutama dalam mencari ilmu.

Penulisan proposal penelitian ini disusun untuk melengkapi tugas guna memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Sains pada Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati. Adapun judul dari penulisan skripsi ini ialah **“Identifikasi Bawah Permukaan Tanah Berdasarkan Sifat Perambatan Gelombang Menggunakan Metode *Downhole* Seismik dan Uji SPT (*Standard Penetrating Test*) di Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta”**

Dalam penulisan proposal penelitian ini tidak luput dari kesalahan serta kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Namun, penulis berusaha sebaik mungkin dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, apabila terdapat kekurangan di dalam penulisan proposal penelitian ini, penulis dengan senang hati siap menerima saran dan kritik dari para pembaca.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini :

1. Kepada Allah SWT atas takdir yang telah ditentukan-Nya sehingga menjadi alasan untuk tetap bertahan dan terus belajar menjadi lebih baik di Jurusan Fisika ini. Dan Nabi Muhammad SAW yang menjadi tauladan dalam segala pembelajaran.

2. Kedua orang tua, Ummi Yulianti dan Abi Adri Harzan serta Abang Rausan Fikri dan adik-adikku Abdul Jabbar Rahman, Ibnu Azmi, almh.Fatimah Azzahra dan almh.Siti Hajar Khansa Muti'ah yang selalu menjadi penyemangat di kala sedang dalam titik termalas dalam menjalani perkuliahan.
3. Ketua Jurusan Fisika serta bapak dan Ibu dosen jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati yang selama ini membantu memberikan bekal ilmu bagi penulis.
4. Dosen Pembimbing, bapak Ihsan Imadudin.Msi dan Ibu Hasniah Aliah yang telah banyak memberikan petunjuk dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Barbie yaitu Nopi, Salma, Uni, Asiah dan Raras yang menjadi penghibur dan penyemangat dalam menjalani hari-hari menjalanin perkuliahan.
6. Serta teman-teman seperjuangan Yosi Dinar, Fisika angkatan 2014 beserta kakak-adik jurusan Fisika Fakultas Sains Teknologi Universitas Islam Negri Bandung yang telah memotivasi agar terus berjuang. Terimakasih.

Dalam penyusunan Tugas akhir ini, penulis berusaha untuk menyusunnya dengan sebaik mungkin. Untuk itu, jika terdapat suatu kesalahan dan kekurangan dalam skripsi ini penulis mohon maaf. Saran dan kritik dari para pembaca akan sangat membantu untuk kemajuan dimasa datang . Akhir kata mudah-mudahan Tugas akhir ini dapat mencapai tujuan yang dimaksudkan dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian. Aamin.

Bandung, Agustus 2018

Penulis

ABSTRAK

Nama : Qurrota A'yuni
Program Studi : Fisika
Judul : **Identifikasi bawah permukaan tanah berdasarkan Sifat perambatan gelombang menggunakan Metode *Downhole* Seismik dan Uji SPT (*Standard Penetrating Test*) di pantai selatan Daerah Istimewa Yogyakarta**

Identifikasi bawah permukaan tanah berdasarkan sifat rambat gelombang menggunakan metode *downhole* seismik sebagai parameter geofisika dengan memanfaatkan analisis gelombang S untuk mendapatkan kecepatan gelombang geser V_s serta uji SPT (*Standard Penetrating Test*) sebagai parameter geologi. Penelitian ini dilakukan di pantai selatan daerah istimewa (DI) Yogyakarta untuk menguji kekerasan tanah sebagai awal desain struktur bangunan. Akuisisi metode *downhole* seismik menggunakan palu, *seismograph*, *geophone triaxial*, *geophone trigger* dan alat bor dengan pengolahan data gelombang P dan S dari data seismik, sedangkan dalam uji SPT menggunakan tabung penetrasi dengan parameter banyaknya pukulan pada setiap kedalaman. Pengambilan data dilakukan pada tiga lubang bor (*borhole*/BH) yang kemudian dikorelasikan antara nilai V_s dan SPT. Hasil yang didapatkan dari tiap lubang bor $V_{s \text{ rata-rata}}$ dan $SPT_{\text{rata-rata}}$, masing-masing BH16 sebesar 336,144 m/s dan 23,43, BH20 sebesar 341,864 m/s dan 43,49 serta BH28 sebesar 349,999 m/s dan sebesar 47,86 dengan jenis tanah rata-rata lapisan berupa pasir halus menuju kasar berwarna coklat hingga hitam yang bersifat sedang atau keras. Dari kedua metode ini, didapatkan klasifikasi tanah sedang (SD) dengan faktor keutamaan gempa dari respon *spectra* kegempaan sebesar 1,495 yang termasuk dalam kategori empat. Kategori ini dapat mendirikan infrastruktur penting seperti sekolah, rumah sakit dan lainnya pada wilayah penelitian dengan probabilitas keruntuhan bangunan 2% dalam 50 tahun.

Kata Kunci: gelombang P, gelombang S, uji SPT, metode *downhole*, klasifikasi tanah

ABSTRACT

Name : Qurrota A'yuni
Study Program : Physics
Title : **Subsurface identification based on wave propagation properties using Seismic Downhole Method and Standard Penetrating Test (SPT) on the south coast of Yogyakarta Special Region**

The subsurface identification based on wave propagation properties using the downhole seismic method as a geophysical parameter by utilizing S wave analysis to obtain V_s shear wave velocity and the Standard Penetrating Test SPT as a geological parameter. This research was carried out on the southern coast of the Special Region of Yogyakarta to test soil hardness as the beginning of the building structure design. The acquisition of the downhole seismic method uses hammers, seismographs, triaxial geophones, trigger geophone and drill tools by processing P and S wave data from identical data, while the SPT test uses penetration tubes with a number of punch parameters at each depth. Data retrieval is done on three drill borhole (BH) which are then correlated between V_s and SPT values. The results obtained from each drill hole $V_{s\text{average}}$ and SPT_{average} , respectively BH16 by 336.144 m / s and 23.43, BH20 by 341.864 m / s and 43.49 and BH28 by 349.999 m / s and by 47 , 86 with an average type of soil layer in the form of fine sand to rough brown to black which is medium or hard. From these two methods, it was found that the soil (SD) classification was based on the earthquake priority factor of seismic response spectra of 1.495 which was included in category four. This category can establish important infrastructure such as schools, hospitals and others in the study area with a probability of building collapse of 2% in 50 years

Keywords: P wave, S wave, SPT test, downhole method, soil classification

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kondisi Geologi Pantai Selatan DI Yogyakarta.....	5
2.2 Gelombang	7
2.2.1 Konsep Penjalaran Gelombang.....	7
2.3.2 Gelombang Berdasarkan Arah Rambat Gelombang.....	10
2.3.3 Gelombang Berdasarkan Medium Perambatan	11
2.3 Metode Seismik.....	11
2.3.1 Seismik Refraksi dan Seismik Refleksi.....	12
2.3.2 Jenis Gelombang Seismik.....	13

2.3.3 Metode <i>Downhole</i> Seismik.....	16
2.3.4 Kecepatan Gelombang Geser VS , Modulus Shear G , Rasio Poisson σ dan Modulus Young E	18
2.4 Uji SPT (<i>Standard Penetrating Test</i>)	21
2.5 Desain <i>Spectra</i> Kegempaan Indonesia	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3 Diagram Alir.....	28
3.4 Prosedur Penelitian.....	29
3.4.1 Metode <i>Downhole</i> Seismik.....	29
3.4.2 Uji SPT	32
3.4.3 Korelasi Grafik V_s dengan Nilai SPT Berdasarkan Respon Gempa	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Analisis Kedalaman dan V_s <i>Downhole</i> Seismik	34
4.2 Analisis Rasio <i>Poisson</i> , Modulus Geser dan Modulus <i>Young</i>	38
4.3 Analisis Kedalaman dengan Nilai SPT	40
4.4 Korelasi Nilai SPT dengan V_s <i>Downhole</i> Seismik	45
4.5 Analisis Desain <i>Spectra</i> pada Selatan DI Yogyakarta	49
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Fisiografis Jawa Tengah (Buntoro, 2013).....	5
Gambar 2. 2	Daerah penelitian pada selatan DI Yogyakarta	6
Gambar 2. 3	Ilustrasi gelombang (Tipler, 1998).....	7
Gambar 2.4	Ilustrasi penjalaran gelombang pemantulan dan pembiasan antara dua medium (Sunarto, 2004).....	8
Gambar 2. 5	Prinsip Huygens (Fadillah,2015)	9
Gambar 2.6	Ilustrasi penjalaran gelombang berdasarkan Prinsip Fermat (Fadilla, 2015).....	9
Gambar 2. 7	Gelombang Longitudinal (Sukardi, 2009)	10
Gambar 2. 8	Gelombang Transversal (Sunarto, 2004)	10
Gambar 2. 9	Ilustrasi gelombang refleksi dan refraksi (Abdullah, 2010).....	12
Gambar 2. 10	Ilustrasi gelombang P (Bolt, 2002)	13
Gambar 2. 11	Ilustrasi gelombang S (Bolt, 2002)	14
Gambar 2. 12	Ilustrasi perambatan gelombang P dan S dalam tanah (Russell, dkk., 2009)	14
Gambar 2. 13	Gelombang <i>love</i> (Sunarto, 2004)	15
Gambar 2. 14	Pergerakan gelombang <i>Rayleigh</i> (Lowrie, 2007).....	16
Gambar 2. 15	Arah gerak gelombang komponen x, y dan z pada pemukulan P P vertikal, S1 horizontal dan S2 vertikal (Woude, 2014)	17
Gambar 2.16	Ilustrasi perambatan gelombang ke <i>geophone</i> (Hendriyanto, 2015)	19
Gambar 2. 17	Ilustrasi pergeseran tanah akibat gelombang S dan P (Goodway, 2001)	20
Gambar 2. 18	Ilustrasi elastisitas medium (Reynolds, 1998).....	21
Gambar 2. 19	Ilustrasi akuisisi uji penetrasi dengan SPT (SNI 4153, 2008)....	22
Gambar 3. 1	Alat yang digunakan akuisisi <i>downhole</i> seismik (a) <i>Geophone triaxial</i> (b) <i>Geophone trigger</i> (c) <i>Seismograph</i> Oyo Mcseis-170 (Dokumentasi pribadi).....	27
Gambar 3. 2	Akuisisi data uji SPT (, 2016)	27
Gambar 3. 3	Diagram Alir	28
Gambar 3. 4	Proses akuisisi data menggunakan metode <i>downhole</i> seismik	30
Gambar 3. 5	Tampilan <i>picking firstbreak</i> gelombang pada <i>software</i> SeisImager BH16	31
Gambar 3. 6	Ilustrasi uji SPT	32
Gambar 4.1(a)	Grafik <i>traveltime</i> terhadap kedalaman (b)Grafik kecepatan gelombang terhadap kedalaman BH16.....	35
Gambar 4.2(a)	Grafik <i>traveltime</i> terhadap kedalaman (b) Grafik kecepatan gelombang terhadap kedalaman BH20	36

Gambar 4.3(a) Grafik <i>traveltime</i> terhadap kedalaman (b) Grafik kecepatan gelombang terhadap kedalaman BH28	37
Gambar 4. 4 Grafik modulus <i>shear</i> pada tiga titik lubang bor.....	38
Gambar 4. 5 Grafik nilai rasio <i>Poisson</i> pada tiga titik bor.....	39
Gambar 4. 6 Grafik nilai modulus <i>Young</i> pada tiga titik lubang bor	40
Gambar 4. 7 Grafik korelasi <i>Vs</i> dan nilai SPT BH16	46
Gambar 4. 8 Grafik korelasi <i>Vs</i> dan nilai SPT BH20	47
Gambar 4. 9 Grafik korelasi <i>Vs</i> dan SPT BH28.....	48
Gambar 4. 10 Penampang dari tiga lubang berdasarkan jenis tanah.....	49
Gambar 4. 11 Desain <i>spectra</i> kegempaan selatan DI Yogyakarta.....	49
Gambar 4. 12 <i>Spectra</i> analisis SD (tanah sedang)	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi jenis tanah atau batuan berdasarkan ASCE 2010 dan SNI 1726:2012.....	23
Tabel 2. 2 Faktor Keutamaan Gempa (Nasution, 2016)	24
Tabel 2. 3 Tingkat kategori risiko bangunan (Nasution, 2016)	25
Tabel 4. 1 Hasil <i>downhole</i> seismik yang dikorelasikan dengan Klasifikasi <i>Site</i> jenis tanah ASCE 2010 dan SNI 1726:2012	38
Tabel 4. 2 Hasil uji SPT BH16	41
Tabel 4. 3 Hasil uji SPT BH20	42
Tabel 4. 4 Hasil uji SPT BH28	43
Tabel 4. 5 Hasil uji SPT yang dikorelasikan dengan Klasifikasi <i>Site</i> jenis tanah ASCE 2010 dan SNI 1726:2012	45
Tabel 4. 6 Keterangan identifikasi jenis tanah pada lapisan bawah permukaan tanah	46
Tabel 4. 7 Hasil korelasi V_s dengan Uji SPT berdasarkan nilai <i>spectra</i> kegempaan	48
Tabel 4. 8 Analisis spektra untuk mengamati nilai S_{DS} dan S_{D1}	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil <i>Picking first break</i> pada tiap komponen gelombang.....	55
Lampiran 2 Pengolahan Data V_p , V_s , Modulus <i>Shear</i> , Rasio <i>Poisson</i> dan Modulus <i>Young</i> pada Metode <i>Downhole</i> Seismik	63
Lampiran 3. Pengolahan data berdasarkan uji SPT	68



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu geofisika dewasa ini sangat diminati sebagai parameter penting pembangunan infrastruktur masyarakat, oleh karena itu banyak metode geofisika yang digunakan sebagai survei lapangan lapisan bawah permukaan tanah. Salah satu metode dalam mengevaluasi respon tanah terhadap guncangan ialah profil kekakuan tanah pada daerah tertentu dengan memanfaatkan kecepatan gelombang geser V_s di bawah permukaan tanah. Metode yang sering digunakan dalam mengukur nilai kecepatan gelombang geser V_s ialah metode seismik. Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode *downhole* seismik yang memanfaatkan gelombang seismik sebagai sinyal yang diterima. Kemudian diolah sebagai parameter bawah permukaan tanah. Analisis ini berdasarkan gelombang S (*shear*) yang menjalar di dalam permukaan bumi dengan *output* pembacaan sifat material tanah (Hendriyanto, 2015). Pengambilan data ini dibarengi dengan studi geologi menggunakan uji SPT (*Standard Penetrating Test*) sebagai parameter kekerasan tanah.

Penelitian ini dilakukan di pantai selatan Daerah Istimewa (DI) Yogyakarta wilayah yang dikelilingi oleh tiga lempeng tektonik, yaitu: lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia serta dekat dengan pantai selatan yang berada pada zona suduksi lempeng. Artinya, ada lempeng yang masuk ke dalam lempeng lainnya yang menyebabkan pergeseran lempeng akibat getaran.

Oleh karena itu, studi geofisika sangat diperlukan sebagai parameter desain struktur bangunan. Variasi jenis tanah akan mempengaruhi desain substruktur bangunan sehingga diperlukan evaluasi teknik geofisika untuk mengamati besar nilai kekerasan tanah dari evaluasi guncangan. Respon *spectra* percepatan gempa Indonesia dapat menjadi faktor pendukung penentuan karakteristik tanah dengan memperhitungkan probabilitas keruntuhan bangunan akibat gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai kecepatan gelombang geser V_s pada daerah penelitian?
2. Berapa nilai kekakuan tanah serta elastisitas tanah pada daerah penelitian?
3. Berapa nilai tingkat kekerasan tanah pada daerah penelitian?
4. Berapa nilai respon *spectra* kegempaan Indonesia daerah penelitian?
5. Apa jenis tanah yang didapatkan pada daerah penelitian?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan pada pantai selatan DI Yogyakarta menggunakan metode *downhole* seismik serta uji SPT untuk mengidentifikasi bawah permukaan berdasarkan sifat perambatan gelombang yang memanfaatkan korelasi kecepatan gelombang geser V_s dengan nilai SPT. Penelitian ini selanjutnya akan dievaluasi berdasarkan respon *spectra* kegempaan Indonesia.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai kecepatan gelombang geser V_s terhadap kedalaman menggunakan metode *downhole* seismik
2. Menentukan modulus *shear* (geser), rasio *Poisson* dan modulus *Young* (elastisitas) dari data *downhole* seismik
3. Menentukan nilai SPT sebagai parameter kekerasan tanah
4. Mengorelasikan hasil dari metode *downhole* seismik dan uji SPT berdasarkan respon *spectra* kegempaan Indonesia

1.5 Metode Penelitian

Dalam Penelitian ini digunakan beberapa metode pengumpulan data yaitu:

1. Studi literatur, merupakan langkah pertama penelitian dengan mengumpulkan dan menyatukan materi yang berhubungan dengan penelitian dari beberapa jurnal, skripsi, buku dan *paper* digunakan sebagai referensi yang kemudian akan dipelajari. Dalam mempelajari Metode

downhole seismik dan Uji SPT didapatkan bahwasannya kedua hasil gelombang tersebut dapat dikorelasikan dengan respon *spectra* Indonesia untuk mengklasifikasikan jenis tanah.

2. Pengolahan data dari metode *downhole* seismik dan uji SPT
3. Korelasi jenis tanah antara hasil metode *downhole* seismik dan uji SPT berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) mengenai respon *spectra* Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan Pokok dari penelitian ini untuk setiap bab diuraikan secara singkat:

- BAB I Pendahuluan mendeskripsikan mengenai latar belakang penelitian dalam identifikasi struktur lapisan bawah permukaan tanah menggunakan metode *downhole* seismik dan uji SPT yang kemudian akan dikorelasikan dengan respon *spectra* kegempaan Indonesia berdasarkan SNI, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode pengumpulan data serta sistematika penulisan.
- BAB II Tinjau pustaka berisikan teori-teori yang mendasari tentang kondisi geologi daerah penelitian, metode *downhole* seismik, uji SPT, respon spektra kegempaan Indonesia sebagai probabilitas kerusakan suatu bangunan serta perhitungan yang mendasari metode yang digunakan dalam penelitian ini.
- BAB III Metode penelitian berisikan tentang proses penelitian secara lengkap berisi tentang proses penelitian mulai dari waktu dan tempat, diagram alir penelitian, peralatan yang digunakan, akuisisi data menggunakan metode *downhole* seismik dan uji SPT, pengolahan data dan grafik sebagai evaluasi respon *spectra* kegempaan Indonesia.
- BAB IV Hasil dan pembahasan berisikan tentang hasil dan analisis nilai kecepatan gelombang geser V_s serta nilai SPT yang kemudian akan dikorelasikan dengan respon *spectra* kegempaan Indonesia.

BAB V Penutup berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang mendasari tujuan penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

