

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
INTISARI	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Daerah Penelitian	6
2.1.1 Stratigrafi Regional Daerah Penelitian.....	7
2.1.2 Geomorfologi Regional	8
2.2. Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III Dasar Teori	11
3.1. Prinsip Metode Seismik Refraksi	11
3.1.1 Hukum Snell	11
3.1.2 Prinsip Huygens dalam Seismik Refraksi	12

3.1.3	Prinsip Fermat dalam Seismik Refraksi.....	13
3.1.4	Sudut Kritis dalam Seismik Refraksi.....	15
3.1.5	Bidang Batas Horizontal pada Seismik Refraksi.....	15
3.1.6	Metode Hagiwara	17
3.2.	Prinsip Metode MASW	23
3.2.1	Dispersi Gelombang Rayleigh.....	24
3.2.2	Transformasi f-k	27
3.2.3	Pemodelan MASW	29
3.2.4	Kecepatan gelombang S rata-rata kedalaman 30 meter.....	34
3.3.	Elastisitas.....	34
BAB IV	METODE PENELITIAN	36
4.1.	Lokasi Penelitian	36
4.2.	Peralatan yang digunakan.....	37
4.3.	Akuisisi Data Lapangan	38
4.4.	Diagram Alir Penelitian.....	39
4.5.	Proses Pengolahan Data Seismik	40
4.5.1	Proses Pengolahan Data Seismik Refraksi	40
4.5.2	Proses Pengolahan MASW Aktif	45
4.5.3	Proses perhitungan Elastisitas.....	49
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	51
5.1.	Kecepatan Gelombang Permukaan (V_p).....	51
5.2.	Kecepatan Gelombang Geser (V_s).....	60
5.3.	Analisis V_p dan V_s	77
5.4.	Elastisitas Batuan	79
5.4.1	Hasil Analisis dan Perhitungan Poisson Ratio	79
5.4.2	Hasil Analisis dan Perhitungan Densitas.....	80
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	82
6.1.	Kesimpulan.....	82
6.2.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN A		87
LAMPIRAN B		97



LAMPIRAN C	110
LAMPIRAN D	122
LAMPIRAN E	123
LAMPIRAN F	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Geologi Kecamatan Temon dan Sekitarnya, digambar ulang berdasarkan peta geologi lembar Yogyakarta (Raharjo dkk, 1997)	6
Gambar 2.2	Kolom Stratigrafi Yogyakarta dan sekitarnya, digambar ulang berdasarkan peta stratigrafi (Raharjo dkk, 1997)	7
Gambar 3.1	Pembentukan gelombang pantul dan bias yang disebabkan oleh adanya gelombang P yang mengenai bidang batas antara dua medium yang memiliki kecepatan gelombang yang berbeda (Lowrie, 2007)	12
Gambar 3.2	Ilustrasi ray path gelombang seismik refraksi dan muka muka gelombang baru yang terbentuk pada medium dibawah karena adanya efek getaran partikel disepanjang bidang interface AB (Lowrie, 2007)	13
Gambar 3.3	Geometri penjalaran gelombang seismik refraksi berdasarkan prinsip Fermat (Lowrie, 2007)	14
Gambar 3.4	Grafik waktu tempuh versus jarak tempuh gelombang untuk gelombang langsung, refleksi dan seismik refraksi pada bidang batas antar medium horizontal saat kondisi $V_1 < V_2$ (Lowrie, 2007)	16
Gambar 3.5	Lintasan perambatan gelombang bias untuk struktur dua lapis A ke P (A-A'-C-D) dan dari G ke D (G-F-E-D)	18
Gambar 3.6	Kurva waktu rambat dan kurva waktu rambat-kecepatan.....	21
Gambar 3.7	Profil pengukuran MASW menggunakan 24 geofon dengan spasi dx dan jarak sumber seismik xi (Olafsdottir, 2014)	23
Gambar 3.8	(a) Untuk hasil yang optimal, (b) dan (c) untuk kondisi topografi yang berundulasi dengan $d > 0.1L$ tidak dianjurkan untuk pengukuran, dan d) kemiringan 100 memiliki kualitas data yang signifikan (Olafsdottir, 2014)	24
Gambar 3.9	Perbedaan perambatan gelombang Rayleigh pada medium homogen (kiri) dan pada medium heterogen vertikal (kanan) (Stobbia, 2003)	24
Gambar 3.10	Kurva dispersi dari higher-mode gelombang permukaan untuk frekuensi sama, higher-mode mode merambat lebih cepat dan memiliki kemampuan merambat lebih cepat dari fundamental mode (Pei, 2007)	25

Gambar 3.11	Perbedaan mode dengan panjang gelombang dan kecepatan fase berbeda tetapi frekuensi sama (Pei, 2007)	25
Gambar 3.12	Tipe kurva dispersi dan inversinya untuk kurva normal (atas) Inverse (tengah) dan Irregular (bawah) (Pei, 2007)	26
Gambar 3.13	Perbedaan kecepatan fase (V_R) dan kecepatan grup (V_g) gelombang Rayleigh (Olafsdottir, 2014)	27
Gambar 3.14	Transformasi f-k mengidentifikasi kejadian seismik yang berbeda (Strobbia, 2003)	28
Gambar 3.15	Transformasi f-k mengidentifikasi kejadian seismik yang berbeda (Strobbia, 2003)	28
Gambar 3.16	Contoh skema pemodelan kedepan (dimodifikasi dari www.masw.com)	29
Gambar 3.17	Skema pemodelan kebelakang (a) data lapangan (b) gambar dispersi (c) kurva dispersi dan (d) profil V_s 1D (dimodifikasi dari www.masw.com).....	30
Gambar 3.18	Inversi kurva dispersi untuk menghasilkan model bumi berlapis dengan parameter, kecepatan gelombang S (V_s), kecepatan gelombang P (V_p), densitas (ρ) dan ketebalan (h) (Xia dkk, 1999)	30
Gambar 4.1	Peta desain survei penelitian Seismik Refraksi dan MASW ...	36
Gambar 4.2	Peralatan yang digunakan (a) Geofon (b) Seismogram Doremi (c) Landasan.....	37
Gambar 4.3	Peralatan yang digunakan (d) Kabel Tigger (f) Power Suplay (f) Kabel multichannel (g) Gps (http://www.sara.pg.it/index.php/333-doremi/).....	38
Gambar 4.4	Skema alat akuisis data dilapangan	38
Gambar 4.5	Skema akuisis data metode refraksi dam MASW	38
Gambar 4.6	Diagram alir penelitian secara umum	39
Gambar 4.7	Diagram alir pengolahan data menggunakan metode Hagiwara.	40
Gambar 4.8	Rekaman data gelombang seismik	41
Gambar 4.9	Grafik T (travel time) vs X (jarak)	41
Gambar 4.10	Perhitungan nilai T_{AP} , T_p , T'_{AP} dan V_1	42
Gambar 4.11	Kurva T'_{AP} VS Offset	43
Gambar 4.12	Hasil interpolasi pada kurva jarak geofon vs <i>travel time</i> pada <i>shot</i> awal dan akhir (a) data <i>reserver</i> dan (b) <i>forward</i>	43

Gambar 4.13	Hasil interpolasi linear T'_{AP} , T_{BP} , T_{AB} dan T_p	43
Gambar 4.14	Hasil interpolasi pada kurva jarak geofon vs <i>travel time</i> pada <i>shot</i> tengah (a) data <i>reserver</i> dan (b) <i>forward</i>	44
Gambar 4.15	Model lapisan bawah permukaan setelah koreksi topografi	44
Gambar 4.16	Diagram alir pengolahan MASW aktif	45
Gambar 4.17	Data berupa short gather (T-X)	46
Gambar 4.18	Data berupa short gather sesudah proses muting	46
Gambar 4.19	Plot data kecepatan fase vs frekuensi setelah menggunakan transformasi f-k	47
Gambar 4.20	Proses picking data dari beberapa mode dispersi, mode fundamental ditunjukkan oleh M_0 sedangkan lebih tinggi ditunjukkan mode M_1 dan M_2	47
Gambar 4.21	Kurva dispersi dari hasil picking data kecepatan fase	48
Gambar 4.22	Model V_s 1D hasil inversi	49
Gambar 4.23	Diagram perhitungan elastisitas.....	49
Gambar 4.24	Tabel perhitungan <i>poisson ratio</i>	50
Gambar 4.23	Tabel perhitungan densitas.....	50
Gambar 5.1	Profil lapisan bawah permukaan (a) titik M01, (b) titik M8 dan (c) titik M9	53
Gambar 5.2	Profil lapisan bawah permukaan (d) titik M10, (e) titik M11 dan (f) titik M19	54
Gambar 5.3	Profil lapisan bawah permukaan (g) titik M25, (h) titik M31 dan (i) titik M32	55
Gambar 5.4	Profil lapisan bawah permukaan (j) titik M41	56
Gambar 5.5	Peta persebaran kecepatan gelombang P (V_p) lapisan pertama.	57
Gambar 5.6	Peta persebaran kecepatan gelombang P (V_p) lapisan kedua ...	58
Gambar 5.7	Peta kecepatan gelombang berdasarkan kedalaman (m)	59
Gambar 5.8	Hasil pengolahan data titik M01, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	61
Gambar 5.9	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 1	62
Gambar 5.10	Hasil pengolahan data titik M11, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	63

Gambar 5.11	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 2	64
Gambar 5.12	Hasil pengolahan data titik M41, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	64
Gambar 5.13	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 3	65
Gambar 5.14	Hasil pengolahan data titik M32, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	66
Gambar 5.15	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 4	67
Gambar 5.16	Hasil pengolahan data titik M8, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	67
Gambar 5.17	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 5	68
Gambar 5.18	Hasil pengolahan data titik M9, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	69
Gambar 5.19	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 6	70
Gambar 5.20	Hasil pengolahan data titik M10, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	71
Gambar 5.21	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 7	71
Gambar 5.22	Hasil pengolahan data titik M31, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	72
Gambar 5.23	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 8	73
Gambar 5.24	Hasil pengolahan data titik M25, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	74
Gambar 5.25	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 9	74
Gambar 5.26	Hasil pengolahan data titik M19, (a) raw data MASW aktif, (b) kurva dispersi dan (c) M_0 MASW aktif	75

Gambar 5.27	Profil satu dimensi kecepatan gelombang geser terhadap kedalaman pada lintasan 10.....	76
Gambar 5.28	Peta persebaran kecepatan gelombang P pada kedalaman 30 meter diwilayah runway Kecamatan Temon	76
Gambar 5.29	Model 3D berdasarkan nilai kecepatan gelombang P yang berada dikawasan runway dilihat dari arah NW-SE	78
Gambar 5.30	Model 3D berdasarkan nilai kecepatan gelombang S yang berada dikawasan runway dilihat dari arah NW-SE	78
Gambar 5.31	Peta persebaran <i>poisson's ration</i> diwilayah runway Kecamatan Temon	79
Gambar 5.32	Peta persebaran densitas diwilayah runway Kecamatan Temon.	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Koefisien hubungan kecepatan terhadap densitas dalam bentuk polynomial dan kepangkatan, Castagna, dkk, (1993).....	35
Tabel 4.1	Rincian peralatan yang digunakan dalam survei seismik menggunakan metode seismik refraksi dan MASW	37
Tabel 5.1	Kecepatan gelombang P pada masing-masing lintasan	52

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Hubungan Poisson Ratio dengan Modulus Elastis K, Modulus Geser, Kecepatan Gelombang P (V_p) dan Kecepatan Gelombang S (V_s)	87
LAMPIRAN B	Hasil pengolahan data seismik refraksi.....	97
LAMPIRAN C	Hasil pengolahan data MASW.....	110
LAMPIRAN D	Spesifikasi alat yang digunakan	122
LAMPIRAN E	Parameter akuisisi data lapangan.....	123
LAMPIRAN F	Dokumentasi lapangan di Kecamatan Temon	124

DAFTAR SIMBOL

i = Sinus dari sudut datang i

r = Sinus dari sudut bias r

i_c = Sudut kritis

i_p = Sinus dari sudut datang gelombang P

i_s = Sinus dari sudut pantul gelombang S

r_p = Sinus dari sudut bias gelombang P

r_s = Sinus dari sudut bias gelombang S

c = kecepatan gelombang seismik minimum

α_1 = Kecepatan pada medium pertama untuk gelombang datang

β_1 = Kecepatan pada medium pertama untuk gelombang pantul

α_2 = Kecepatan pada medium kedua untuk gelombang bias dari sumber

β_2 = Kecepatan pada medium kedua untuk gelombang bias dari pantulan

V_1 = Kecepatan gelombang pada lapisan pertama

V_2 = Kecepatan gelombang pada lapisan kedua

V_p = Kecepatan gelombang P

V_s = Kecepatan gelombang S

V_{pi} = Kecepatan gelombang P pada lapisan i

V_{si} = Kecepatan gelombang S pada lapisan i

ω = Frekuensi gelombang

ρ = Densitas

ρ_i = Densitas pada lapisan i

x = Jarak penjalaran gelombang

x_{cr} = *crossover distance*

h = Ketebalan

h_i = Ketebalan pada lapisan ke i

h_A = Ketebaan lapisan titik tembak A

h_P = Ketebaan lapisan titik *receiver* P

t = Waktu penjalaran gelombang

t_i = *intercept time*

T_{AB} = Waktu perambatan gelombang dari titik A ke titik B

T_{AP} = Waktu perambatan gelombang dari titik A ke titik P

T_{BP} = Waktu perambatan gelombang dari titik B ke titik P

T'_{AB} = Waktu koreksi perambatan gelombang dari titik A ke titik B

T'_{AP} = Waktu koreksi perambatan gelombang dari titik A ke titik P

T'_{BP} = Waktu koreksi perambatan gelombang dari titik B ke titik P

AB = Lintasan rambat gelombang dari A ke B

AE = Lintasan rambat gelombang dari A ke E

BC = Lintasan rambat gelombang dari B ke C

BE = Lintasan rambat gelombang dari B ke E

CD = Lintasan rambat gelombang dari C ke D

DG = Lintasan rambat gelombang dari D ke G

SC = Lintasan rambat gelombang dari S ke C

ABC = Segitiga yang terbentuk dari lintasan rambat gelombang dari A ke B ke C

ABE = Segitiga yang terbentuk dari lintasan rambat gelombang dari A ke B ke E

C_{RJ} = Kecepatan fase gelombang rayleigh

$f(x, \omega)$ = Sinyal dari fungsi frekuensi

$f(x, t)$ = Sinyal dalam fungsi waktu

α = Kecepatan gelombang P (m/s)

β = Kecepatan gelombang S (m/s)

σ = Poisson rasio