



**STUDI LAPISAN TANAH DI DESA KEMUNING LOR  
KECAMATAN ARJASA KABUPATEN JEMBER DENGAN  
MENGUNAKAN METODE SEISMIK REFLEKSI**

**SKRIPSI**

<b>Asal:</b>	Hadiah	<b>Klasifikasi</b>	S
	Pembelian	631.43	
<b>Terima Tel:</b>	12 JUL 2001	Lis	
<b>No. Induk:</b>		A	
<b>Oleh:</b>	SFS		
<b>SR / PENYALIN:</b>			e.1

**Listyorini**  
**NIM 031810201019**

**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**2007**



**STUDI LAPISAN TANAH DI DESA KEMUNING LOR  
KECAMATAN ARJASA KABUPATEN JEMBER DENGAN  
MENGUNAKAN METODE SEISMIK REFLEKSI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (SI)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

**Oleh :**

**Listyorini**  
**NIM 031810201019**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

**HALAMAN PERSEMBAHAN**

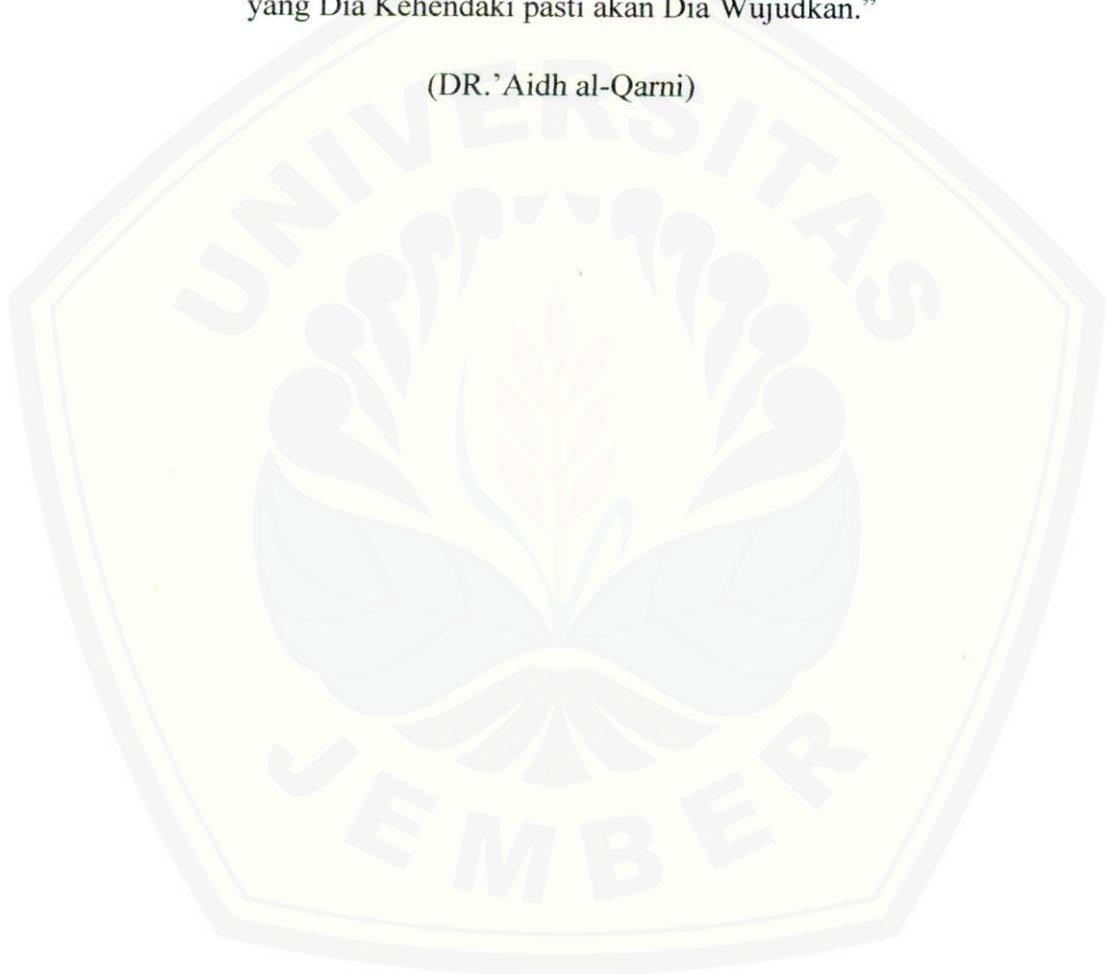
Kupersembahkan Skripsi ini untuk :

1. Ibunda tercinta Wiasih dan Ayahanda Hariyanto, yang telah memberikan doa, motivasi, kasih sayang dan pengorbanannya dengan penuh rasa tulus ikhlas tanpa mengharapkan balas jasa apapun.
2. Kakakku Yunanik dan Anwar, atas segala dorongan dan nasehatnya yang telah diberikan kepadaku selama ini.
3. Adik-adikku Sigit dan Dina, atas senyum, canda dan tawa kalian yang telah memberikan keindahan dalam hidupku.
4. Keluarga Bapak/Ibu Wiharto yang telah memberikan tempat perlindungan selama studi dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Almamater FMIPA Universitas Jember.

**HALAMAN MOTTO**

” Kejarlah apa yang bermanfaat untukmu, dan mintalah pertolongan kepada Allah. Jangan mudah menyerah dan jangan pernah berkata, ‘ Kalau saja aku melakukan yang begini pasti akan jadi begini.’ Tapi katakanlah, Allah telah menakdirkan dan apa yang Dia Kehendaki pasti akan Dia Wujudkan.”

(DR. Aidh al-Qarni)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Listyorini

NIM : 031810201019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul ” Studi lapisan Tanah Di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember Dengan Menggunakan Metode Seismik Refleksi ” adalah benar-benar hasil karya sendiri. Kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2007

Yang menyatakan



Listyorini

NIM. 031810201019

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari : RABU

Tanggal : 11 JUL 2007

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua ( Dosen Pembimbing Utama),



Agus Suprianto, S.Si, MT  
NIP. 132 162 507

Sekretaris(Dosen Pembimbing Anggota),



Nurul Priyantari, S.Si, M.Si  
NIP. 132 162 506

Anggota I,



Artoto Arkundato, S.Si, M.Si  
NIP. 132 236 059

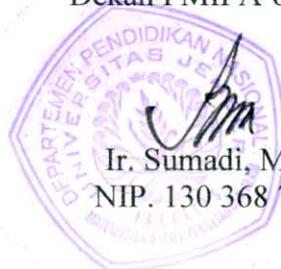
Anggota II,



Lutfi Rohman, S.Si, M.Si  
NIP. 132 206 037

Mengesahkan,

Dekan FMIPA UNEJ



Ir. Sumadi, M.S  
NIP. 130 368 784

## ABSTRAK

Telah dilakukan studi lapisan tanah pada daerah batuan andesit di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember untuk mengetahui gambaran lapisan tanah di bawah permukaan bumi dengan menggunakan metode seismik *refleksi*. Survei seismik ini dikerjakan dengan menggunakan *receiver* seismik McSEIS-SX Model 1125E, konfigurasi yang digunakan adalah secara end-on dan menggunakan *source* berupa beban jatuh (*weightdrop*) seberat 50 kg. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan urutan *processing* secara konvensional, yang ditekankan pada proses *filtering*, analisa kecepatan, koreksi NMO, dan *stacking* dengan menggunakan *software* Reflex-Win versi 3.5.7. Hasil dari survei seismik refleksi berupa kontur warna yang menggambarkan model kecepatan rambat gelombang seismik pada tiap lapisan tanah. Pemodelan menunjukkan semakin tinggi kecepatan maka lapisan tanah makin kompak. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan interval yaitu komposisi litologi dari batuan diantaranya adalah bentuk pori, kejenuhan, pengikatan partikel tanah dan temperatur. Data seismik menunjukkan adanya empat lapisan tanah di daerah tersebut untuk kedalaman yang mampu dicapai alat yaitu 63 meter.

**Kata kunci:** *seismik refleksi, lapisan tanah.*

RINGKASAN

**Studi Lapisan Tanah di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan Menggunakan Metode Seismik Refleksi, Listyorini, 031810201019, 2007, 50 hlm.**

Aplikasi metode seismik refleksi untuk mitigasi bencana gerakan tanah belum banyak dilakukan di Indonesia. Metode ini dapat menggambarkan keadaan dari struktur yang ada di bawah permukaan bumi dan dimungkinkan untuk menentukan sifat-sifat batuan yang ada di bawah permukaan. Untuk mendapatkan gambaran kondisi di bawah permukaan, secara ideal energi yang dihasilkan sumber getar dari permukaan bumi akan dirambatkan ke dalam bumi dan akan direfleksikan kembali ke permukaan bumi. Tujuan penelitian tugas akhir ini untuk mengetahui gambaran lapisan tanah di bawah permukaan bumi pada salah satu lokasi daerah rawan longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan menggunakan metode seismik *refleksi*.

Pada penelitian ini diambil 2 buah lintasan, yaitu lintasan 1 dengan arah barat-timur tepatnya dimulai dari ujung jalan sampai bagian tebing yang sangat curam (jurang). Lintasan 2 dengan arah utara-selatan. Survei seismik ini dikerjakan dengan menggunakan *receiver* seismik McSEIS-SX Model 1125E, konfigurasi yang digunakan adalah secara *end-on* dan menggunakan source berupa beban jatuh (*weightdrop*) seberat 50 kg. Pada lintasan 1 dilakukan perekaman dengan 27 kali pergeseran *shot* dengan 12 *geophone* sedangkan untuk lintasan 2 hanya diambil 5 kali pergeseran *shot* dengan 12 *geophone*. Pengolahan data menggunakan *software* Reflex-Win versi 3.5.7. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan urutan *processing* secara konvensional, yang ditekankan pada proses *filtering*, analisa kecepatan, koreksi NMO, dan *stacking*. Data seismik yang diperoleh dari eksperimen, harus diubah dahulu ke dalam format reflex (SEG-Y). Proses *reformatting* ini dalam *software* Reflex-Win disebut dengan *Data Import*. Dalam pengolahan data seismik

hasil refleksi pada bidang-bidang pantul dibawah permukaan direkam dalam bentuk *trace* seismik. Untuk titik pantul yang sama dalam *trace-trace* seismik akan memberikan informasi refleksi yang sama. Dari data import dihasilkan total *trace* seismik sebanyak 324 *trace* untuk lintasan 1 sedangkan total *trace* seismik yang dihasilkan oleh lintasan 2 sebanyak 60 *trace*. Untuk menghilangkan *noise* dari data seismik pada saat *processing* data yaitu dengan melakukan *filtering*.

Proses pengolahan data selanjutnya adalah analisa kecepatan dan koreksi NMO. Pada penelitian ini digunakan analisa kecepatan *semblance*. *Picking* kecepatan seismik pada analisa kecepatan *semblance* dilakukan dengan melihat kontur kecepatan *semblance* dan garis hiperbola yang berwarna hitam yang terlihat pada CMP *gather*. Kecepatan interval yang dihasilkan dari proses *picking* analisa *semblance* pada lintasan 1, berkisar antara 368,60 m/s sampai dengan 820,50 m/s pada kedalaman 0 meter sampai 63,10 meter. Sedangkan kecepatan interval yang dihasilkan dari proses *picking* analisa *semblance* pada lintasan 2 berkisar antara 410,05 m/s sampai dengan 825,13 m/s pada kedalaman 0 meter sampai 63,15 meter. Dari proses *picking* analisa kecepatan *semblance* beberapa CMP *gather*, dapat dibuat model kecepatan yang untuk selanjutnya digunakan dalam *stacking*. Hasil dari pemodelan kecepatan seismik berupa kontur warna yang menggambarkan model kecepatan seismik pada tiap lapisannya. Hasil menunjukkan adanya empat lapisan yang menyatakan bahwa tiap lapisan memiliki kecepatan yang berbeda dan nilai kecepatan semakin bertambah besar sesuai dengan kedalaman lapisan. Tanah bertekstur dan berstruktur kompak memiliki tahanan yang kuat terhadap geseran tanah atau pergerakan tanah. Sebaliknya tanah yang kurang kompak yaitu pada lapisan pertama karena nilai kecepatan seismiknya relatif rendah. Maka kemungkinan terjadi geseran tanah yang dapat menyebabkan terjadi longsor. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh tekanan dan kompaksi, semakin dalam lapisan tanah, tekanan yang bekerja semakin tinggi dan kompaksi juga semakin tinggi pula, sehingga densitas semakin besar.

Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat yang diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI) dengan judul: “STUDI LAPISAN TANAH DI DESA KEMUNING LOR KECAMATAN ARJASA KABUPATEN JEMBER DENGAN MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFLEKSI”.

Penyusunan ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Selain itu penulis juga mencoba untuk menyumbangkan pikiran dalam usaha mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang geofisika.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian tulisan ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Ir. Sumadi, M.S selaku Dekan FMIPA Universitas Jember;
2. Bowo Eko Cahyono, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember;
3. Bapak Agus Suprianto, M.T selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan pikirannya serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Ibu Nurul Priyantari, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota atas bimbingan beliau;
5. Bapak Artoto Arkundato, SSi, M.Si selaku Dosen Penguji I dan Bapak Lutfi Rohman S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran serta bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga terselesaikan dengan baik;

6. Bapak Puguh Hiskiawan S.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan beliau;
7. Seluruh Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember;
8. Seluruh Dosen Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama di bangku kuliah;
9. Ima, Arik, Susti, Anas, Galih, Wulan, Alfi, Dani, Kafid, Risa dan Yoga yang telah memberikan semangat dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
10. Wawan, Roni, Widya, Farid, Fram, Supri, Antok, Arif, Erik, Futu, Probo dan rekan-rekan geofisika UNEJ maupun ITS yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini;
11. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan “Fisika 2003” dan semua pihak yang tidak disebutkan satu per satu, terima kasih untuk kalian semua.

Walaupun penulis telah menerima banyak bantuan, namun segala kesalahan dalam penulisan ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab penulis. Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pihak-pihak yang membacanya.

Jember, Juli 2007

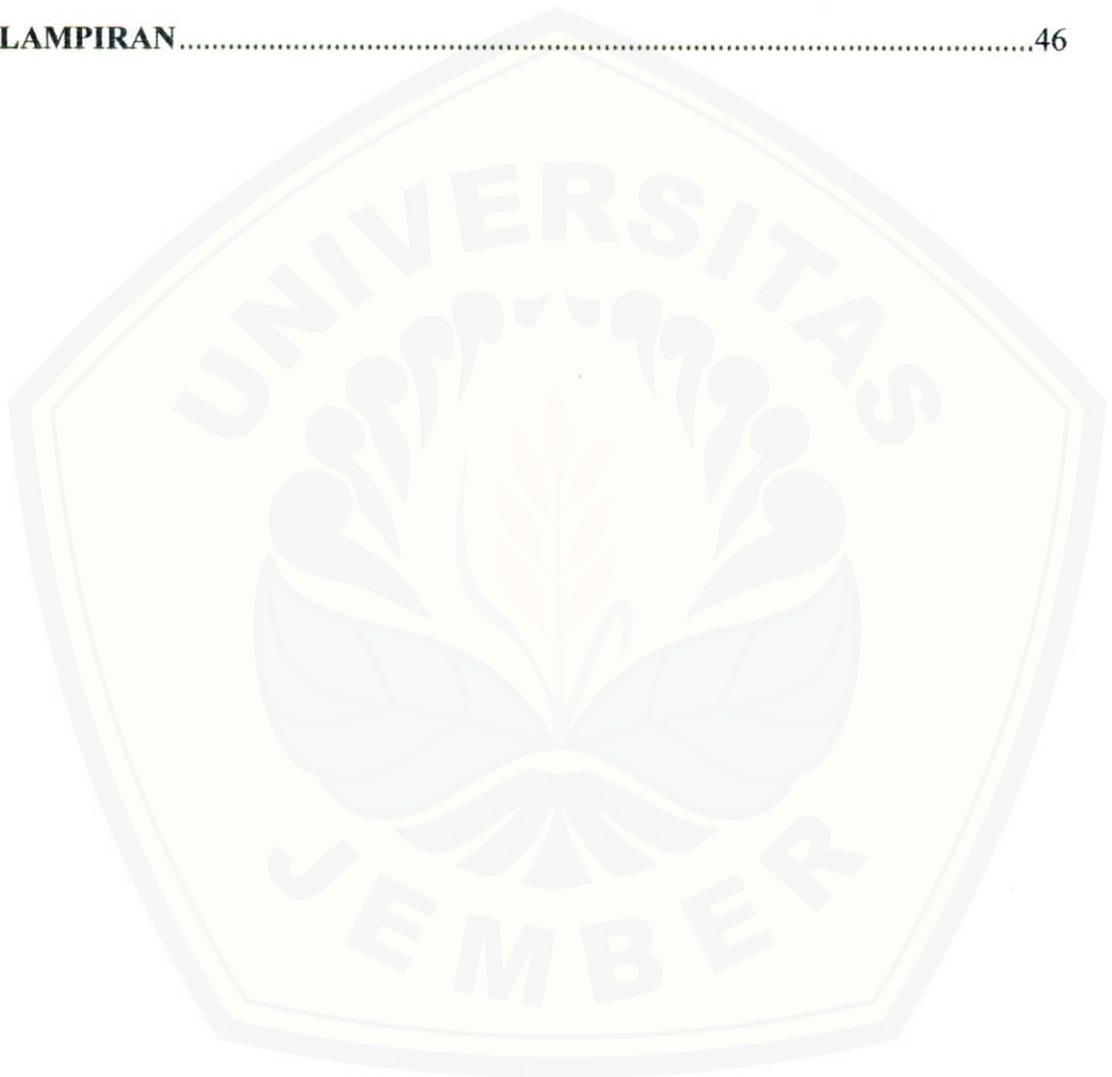
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Tanah</b> .....	5
2.1.1 Pembentukan Tanah .....	5
2.1.2 Batuan.....	6
2.1.3 Tekstur Tanah.....	6
2.1.4 Jenis Tanah.....	7

<b>2.2 Teori Gelombang Elastik</b> .....	8
2.2.1 Konsep stress dan strain .....	8
2.2.2 Parameter Elastisitas .....	9
<b>2.3 Gelombang Seismik</b> .....	9
2.3.1 Gelombang P .....	10
2.3.2 Gelombang S .....	11
<b>2.4 Konsep Dasar Seismik Refleksi</b> .....	12
2.4.1 Koefisien Refleksi dan Transmisi .....	13
2.4.2 Penentuan Kedalaman dan Kecepatan secara Empiris.....	14
<b>2.5 Koreksi Data Seismik</b> .....	16
2.5.1 Koreksi Statik Lapangan .....	16
2.5.2 Koreksi Normal Moveout (NMO).....	16
<b>2.6 Analisa Kecepatan</b> .....	17
<b>2.7 Stacking</b> .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	19
<b>3.2 Akuisisi Data Seismik Refleksi</b> .....	20
3.2.1 Jenis Data .....	20
3.2.2 Peralatan .....	21
3.2.3 Desain Survei .....	22
3.2.4 Akuisisi Data dengan McSEIS-SX Model 1125E.....	23
<b>3.3 Pengolahan Data</b> .....	24
<b>3.4 Interpretasi Data</b> .....	25
<b>3.5 Diagram Penelitian</b> .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN ANALISA DATA</b>	
<b>4.1 Hasil</b> .....	27
<b>4.2 Analisa Data</b> .....	33
<b>BAB 5. PEMBAHASAN</b> .....	38

<b>BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
<b>6.1 Kesimpulan</b> .....	43
<b>6.2 Saran</b> .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	44
<b>LAMPIRAN</b> .....	46



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Jenis Tanah dan Luasnya di Kabupaten Jember .....	7
4.1.1 Parameter-parameter kecepatan seismik waktu <i>picking</i> kecepatan <i>semblance</i> pada lintasan 1 .....	30
4.1.2 Parameter-parameter kecepatan seismik waktu <i>picking</i> kecepatan <i>semblance</i> pada lintasan 2 .....	37
4.2.1 Parameter-parameter akuisisi data Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember Lintasan 1.....	27
4.2.2 Parameter-parameter akuisisi data Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember Lintasan 2.....	28
5.1 Lapisan tanah bawah permukaan di Desa Kemuning Lor yang terbaca oleh seismik refleksi pada lintasan 1 .....	39
5.2 Lapisan tanah bawah permukaan di Desa Kemuning Lor yang terbaca oleh seismik refleksi pada lintasan 2 .....	39

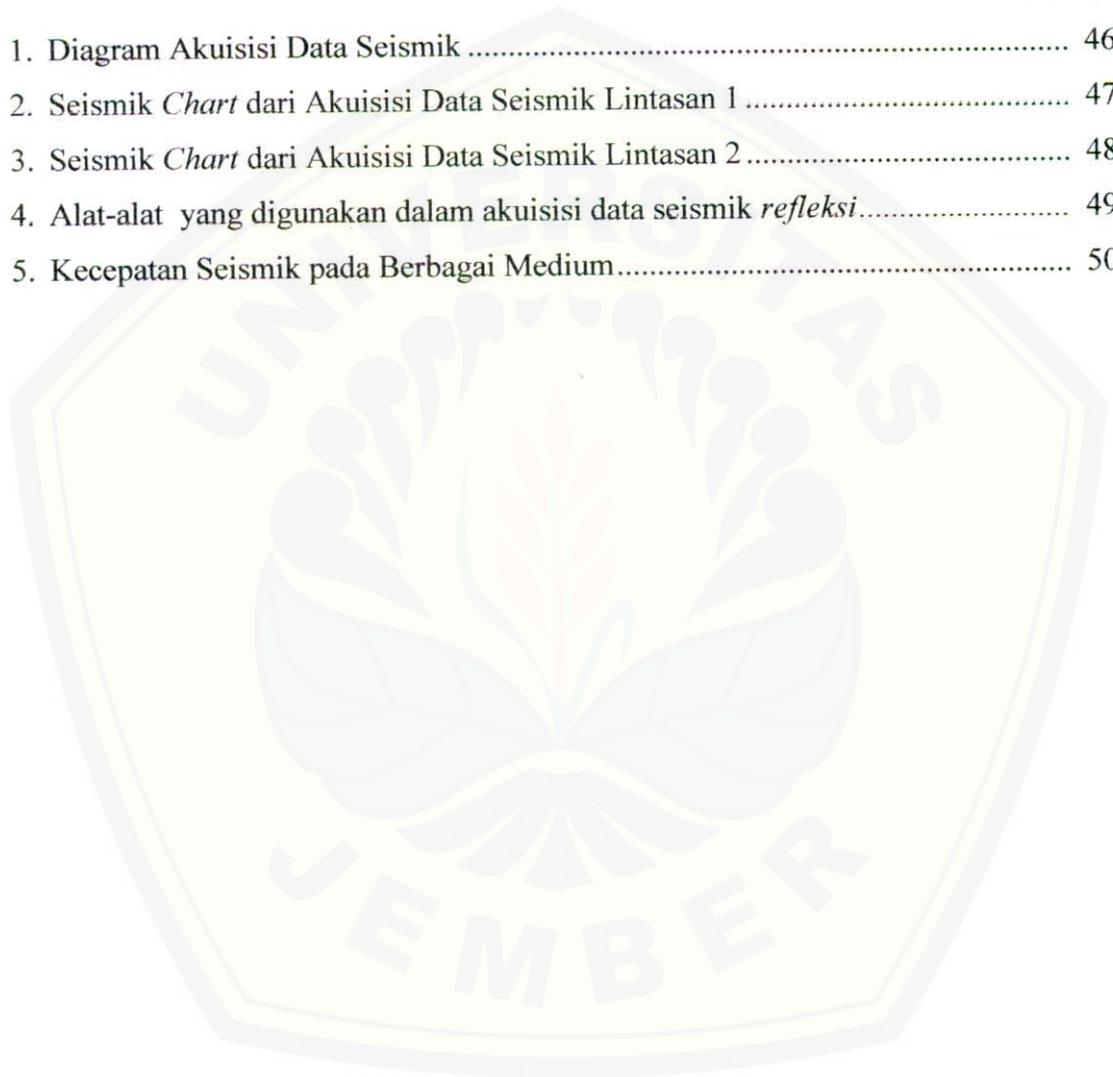
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Deformasi batuan 2D, (a) compression, (b) tension, (c) shear .....	8
2.2 Perubahan bentuk elastis dan pergerakan partikel tanah yang ditunjukkan oleh perjalanan dari gelombang tubuh. (A) gelombang P dan (B) gelombang S .....	12
2.3 Perambatan sinar pada bidang batas (a) Satu reflektor dan (b) Dua reflektor .....	13
2.4 Pembagian energi dari gelombang datang normal dengan amplitudo $A_0$ serta gelombang refleksi dan transmisi dengan Amplitudo $A_1$ dan $A_2$ , $Z_1$ dan $Z_2$ adalah impedansi akustik dari dua lapisan .....	14
2.5 Prinsip seismik refleksi untuk lapisan mendatar dengan kecepatan tetap .....	15
2.6 Koreksi NMO: (a) belum dikoreksi (b) kecepatan yang sesuai (c) kecepatan yang lebih rendah (d) kecepatan yang lebih tinggi .....	17
2.7 Analisa kecepatan .....	17
2.8 Proses penjumlahan trace-trace dalam satu CDP (stacking) .....	18
3.1 Peta lokasi penelitian di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember .....	19
3.2 Denah lokasi lintasan dalam proses pengambilan data.....	20
3.3 Desain Akuisisi data seismik refleksi .....	22
3.4 Prosedur dan mekanisme weightdrop yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu .....	22
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
4.1 Hasil <i>data import</i> dari <i>software</i> Reflex-Win versi 3.5.7 pada lintasan 1 .....	27
4.2 Hasil <i>data import</i> dari <i>software</i> Reflex-Win versi 3.5.7 pada lintasan 2 .....	28
4.3 Proses analisa kecepatan <i>semblance</i> lintasan 1 .....	29
4.4 Proses analisa kecepatan <i>semblance</i> lintasan 2 .....	29

4.5	Model kecepatan seismik yang dihasilkan dari proses analisa kecepatan semblance pada data lintasan 1 .....	31
4.6	Model kecepatan seismik yang dihasilkan dari proses analisa kecepatan <i>semblance</i> pada data lintasan 2.....	31
4.7	Data seismik setelah dilakukan CMP <i>stacking</i> (a) lintasan 1 dan (b) lintasan 2.....	32
5.	Diagram akuisisi data seismik di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan cara <i>end-on</i> .....	46
6.	Seismik <i>chart</i> dari akuisisi data seismik lintasan 1 di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember.....	47
7.	Seismik <i>chart</i> dari akuisisi data seismik lintasan 2 di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember.....	48
8.	Alat-alat yang digunakan dalam akuisisi data seismik <i>refleksi</i> diantaranya: (a) <i>weightdrop</i> (b) kabel <i>geophone</i> (c) <i>geophone</i> (d) ACCU 12 V (e) Seismograf McSEIS-SX model 1125E .....	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram Akuisisi Data Seismik .....	46
2. Seismik <i>Chart</i> dari Akuisisi Data Seismik Lintasan 1 .....	47
3. Seismik <i>Chart</i> dari Akuisisi Data Seismik Lintasan 2 .....	48
4. Alat-alat yang digunakan dalam akuisisi data seismik <i>refleksi</i> .....	49
5. Kecepatan Seismik pada Berbagai Medium.....	50



## DAFTAR ISTILAH

### A

**Alluvial** adalah tanah yang berasal dari endapan batu, berlapis-lapis, bahan organik jumlahnya berubah tidak teratur dengan kedalaman. Hanya terdapat epipedon ochrik, histik atau sulfurik, kandungan pasir kurang dari 60%.

**Andosol** adalah tanah-tanah yang umumnya berwarna hitam (epipedon mollik atau umbrik) dan mempunyai horizon kambik, bulk density (kerapatan limbak) kurang dari  $0,85 \text{ g/cm}^3$ ; banyak mengandung bahan amorf, atau lebih dari 60% terdiri dari abu vulkanik *vitrik*, *cinders* atau bahan *pyroklastik* lain.

### C

**CDP (Common Depth Point)** adalah kondisi titik pantul gelombang sesimik yang sama dalam suatu kemiringan medium.

**Clay** adalah tanah bertekstur halus yang biasanya membentuk gumpalan-gumpalan keras yang kering, jika basah liat dan melekat di jari, dipijat membentuk gulungan-gulungan panjang dan fleksibel.

**Clay loam** adalah tanah bertekstur halus yang dapat pecah menjadi gumpalan-gumpalan yang keras jika kering, dalam keadaan basah dipijat membentuk batang-batang tipis yang sukar pecah dan liat.

**CMP (Common Mid Point)** adalah suatu kondisi dimana gelombang-gelombang seismik dari sumber dipantulkan dalam satu titik refleksi pada bidang horizontal.

### D

**Data Import** adalah data yang sudah siap untuk diolah.

**Delay** adalah penundaan

**Density (Kerapatan)** adalah massa per unit volume.

### E

**Elastisitas** adalah sifat-sifat beberapa bahan yang memungkinkan bahan tersebut kembali ke ukuran semula setelah tegangan yang diberikan di tiadakan.

**F**

**Far offset** adalah jarak dari sumber ke geophone terakhir.

**Formasi** adalah kumpulan dari satu jenis atau lebih jenis batuan.

**G**

**Geophone** adalah Alat penerima gelombang seismik.

**K**

**Konsistensi tanah** adalah derajat kohesi dan adhesi diantara partikel-partikel tanah dan ketahanan (resistansi) massa tanah terhadap perubahan bentuk oleh tekanan dan berbagai kekuatan yang mempengaruhi bentuk tanah.

**L**

**Latosol** adalah tanah dengan kadar liat lebih dari 60 %, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam dengan batas-batas horison yang kabur, solum dalam (lebih dari 150 cm), kejenuhan basa kurang dari 50 %, umumnya mempunyai epipedon umbrik dan horizon kambik.

**Loam** adalah tanah yang relatif mengandung sama banyak pasir, liat dan lempung, sehingga terasa agak ngeres, licin dan agak liat, dipijat, basah menggumpal sangat liat.

**M**

**Mediteran** adalah seperti tanah podsolik (tanah dengan horison penimbunan liat (horison agrilik)), tetapi kejenuhan basa lebih dari 50 %.

**Mineral** adalah bahan alam homogen dari senyawa anorganik asli, mempunyai susunan kimia tetap dan susunan molekul tertentu dalam bentuk geometrik.

**Mitigasi** adalah upaya yang dilakukan untuk menekan timbulnya dampak bencana, baik secara fisik struktural melalui pembuatan bangunan-bangunan fisik, maupun non-fisik struktural melalui perundang-undangan dan pelatihan.

**Modulus Bulk** ( $\kappa$ ) adalah rasio dari stress volumetrik dengan strain volumetrik.

**Modulus elastis** adalah perubahan tegangan yang bekerja pada sebuah benda dengan regangan yang dihasilkan.

**Modulus Shear ( $\mu$ )** adalah perbandingan antara shear stress dengan shear strain (untuk gelombang transversal dalam benda padat).

**Modulus Young** adalah perbandingan antara stress dengan strain (untuk gelombang longitudinal dalam benda padat).

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

**Morfologi** adalah ciri-ciri yang dapat dilihat dari bentuk (bulat, kotak,...) berdasarkan pengamatan.

## N

**Near offset** adalah jarak dari sumber ke geophone pertama.

**Noise** adalah bentuk gelombang pada data seismik yang tidak sesuai dengan model data secara konsep, yaitu refleksi seismik yang bersih.

**Noise Inkoheren** adalah noise yang polanya tidak terlihat dari trace ke trace dan amplitudonya tidak dapat diprediksi.

**Noise Koheren** adalah noise yang polanya menampilkan keteraturan dari trace ke trace yang mempunyai kontinuitas untuk sejumlah besar trace seismik.

## P

**Pelapukan** adalah hancurnya batuan akibat gaya mekanik (berupa gerakan bumi, gempa bumi, lipatan, patahan), tekanan akibat temperatur.

**Porositas** adalah perbandingan antara volume semua ruang (pori, celah, lubang) terhadap volume total suatu massa batuan.

## R

**Receiver** adalah penerima gelombang.

**Reformatting** adalah perubahan menuju arah perbaikan.

**Regangan (strain)** adalah deformasi yang terjadi akibat stress atau Perbandingan antara perubahan panjang dengan panjang mula-mula.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

**Regosol** adalah tanah berstruktur kasar dengan kadar pasir lebih dari 60%, hanya mempunyai horizon penciri ochrik, histik atau sulfurik.

## S

**Samples** adalah contoh

**Sampling rate** adalah angka penarikan contoh dari sinyal seismik.

**Sand** adalah tanah lepas-lepas dan berbutir tunggal yang mudah dilihat dan dirasakan, jika dipijak kering berderai, basah tergumpal meremah.

**Seismik Chart** adalah gambaran grafik yang sesuai dari kedudukan *source* dan *geophone* dari geometri *trace* pada survei seismik.

**Semblance** adalah kesamaan, kemiripan, bentuk spektrum yang ditampilkan dalam perubahan kecepatan terhadap waktu, merupakan rasio perbandingan energi output ke input yang telah dinormalisasikan.

**Shot** adalah tembakan yang dilakukan oleh *source*.

**Software** adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data.

**Source** adalah sumber yang digunakan untuk menghasilkan gelombang.

**Spacing** adalah jarak antara satu geophone dengan geophone yang lain.

**Struktur tanah** adalah susunan saling mengikat partikel-partikel tanah.

## T

**Tegangan (stress)** adalah gaya yang diberikan pada benda persatuan luas.

$$\sigma = \frac{F}{A} \left( \frac{N}{m^2} \right)$$

**Tekstur tanah** adalah perbandingan relatif tiga golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi lempung (clay), liat (silt), dan pasir (sand).

**Trace** adalah bentuk sinyal hasil perekaman dari data seismik.

**Trigger** adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi first break.

**W**

**Weightdrop** adalah sumber energi yang digunakan.





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Metode seismik merupakan salah satu metode yang sangat penting dan banyak dipakai di dalam teknik geofisika sejak tahun 1930-an. Biasanya metode ini digunakan pada eksplorasi bahan hidrokarbon dan penelitian struktur lapisan kulit bumi dengan kedalaman mencapai beberapa kilometer. Namun sejak tahun 1980 penggunaan metode ini makin dikembangkan pada geoteknik dan manajemen lingkungan, dengan kedalaman kurang dari 200 m (Reynolds, J. M, 1997). Hal ini disebabkan metode seismik mempunyai ketepatan serta resolusi yang tinggi di dalam memodelkan struktur geologi di bawah permukaan bumi. Secara umum, tujuan utama dari pengukuran seismik adalah untuk memperoleh rekaman yang berkualitas baik dan akurat. Kualitas rekaman seismik dapat dinilai dari perbandingan sinyal refleksi terhadap sinyal noise, yaitu perbandingan antara banyaknya sinyal refleksi yang direkam dibandingkan dengan sinyal noise dan keakuratan pengukuran waktu tempuh (*travel time*) (Hassanudin, M, 2002).

Eksperimen seismik aktif pertama kali dilakukan pada tahun 1845 oleh Robert Mallet yang oleh kebanyakan orang dikenal sebagai bapak seismologi instrumentasi. Mallet mengukur waktu transmisi gelombang seismik, dikenal sebagai gelombang permukaan, yang dibangkitkan oleh sebuah ledakan. Pada tahun 1909, Adrija Mohorovicic menggunakan waktu jalar dari sumber gempa bumi untuk eksperimennya dan menemukan keberadaan bidang batas antara mantel dan kerak bumi (Hartantyo, E, 2004).

Aplikasi metode seismik *refleksi* untuk mitigasi bencana gerakan tanah belum banyak dilakukan di Indonesia. Metode ini bertujuan untuk menggambarkan keadaan dari struktur yang ada di bawah permukaan bumi dan dimungkinkan untuk

menentukan sifat-sifat batuan yang ada di bawah permukaan. Untuk mendapatkan gambaran kondisi di bawah permukaan, secara ideal energi yang dihasilkan sumber getar dari permukaan bumi akan dirambatkan ke dalam bumi dan akan direfleksikan kembali ke permukaan bumi. Pencatatan perjalanan waktu dan amplitudo gelombang refleksi digunakan untuk membuat model kecepatan dan model kedalaman lapisan.

Jika dilihat dari cara kerjanya metode ini termasuk sebagai metode aktif, artinya kita harus memasukkan sinyal fisis ke dalam bumi dan direkam kembali di permukaan untuk diproses dan diinterpretasikan (Santoso, D, 2002). Metode ini dapat menyajikan informasi tentang ketebalan lapisan tanah. Kelebihan metode ini tidak merusak medium yang akan diteliti karena menggunakan prinsip penjalaran gelombang refleksi atau gelombang getar. Sumber energi yang digunakan yaitu *weightdrop*, sumber energi ini bersifat tidak merusak sedangkan alat penerima gelombang adalah *geophone* yang ditancapkan di atas permukaan tanah.

Secara umum, metode seismik *refleksi* terbagi atas tiga bagian penting. Pertama adalah akuisisi data seismik merupakan kegiatan untuk memperoleh data dari lapangan yang disurvei. Kedua adalah pemrosesan data seismik sehingga dihasilkan penampang seismik yang mewakili daerah bawah permukaan yang siap untuk diinterpretasi. Ketiga adalah interpretasi data seismik untuk memperkirakan keadaan geologi di bawah permukaan dan bahkan juga untuk memperkirakan material batuan di bawah permukaan.

Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah rawan longsor yang ada di daerah Jember. Dengan kondisi geologi yang merupakan daerah breksi argopuro, terdiri dari breksi gunung api bersusunan andesit. Breksi andesit berwarna abu-abu dengan massa dasar tuf. (Utami, T.E, dkk, 2000). Batuan andesit pada umumnya menghasilkan tanah yang kaya mineral dan subur, karena batumannya banyak mengandung unsur basa dan mudah mengalami proses pelapukan, sehingga masih membentuk tanah yang teksturnya halus. Batuan ini menempati kedudukan penting diantara batuan vulkanis yang tersebar luas di Pulau Jawa (Darmawijaya, M. I, 1997). Batuan di daerah ini sudah sangat lapuk sehingga

membentuk tanah laterit yang cukup tebal berwarna merah bata (Utami, T.E, dkk, 2000), selain itu curah hujan di daerah Arjasa sangat tinggi yaitu sekitar 2003 mm/th (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab Jember, 2002). Curah hujan akan mengisi ruang pori sehingga porositas akan berubah dan porositas banyak mempengaruhi sifat-sifat fisis batuan, seperti kecepatan gelombang elastis. Dengan latar belakang kondisi daerah tersebut maka dilakukan penelitian di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan menggunakan metode seismik *refleksi*.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Metode seismik *refleksi* ini sudah biasa digunakan pada eksplorasi bahan hidrokarbon dan kerak bumi, sedangkan untuk manajemen lingkungan dan geoteknik ataupun studi lapisan pada kedalaman dangkal masih sangat jarang sehingga berdasarkan uraian latar belakang di atas maka permasalahan yang muncul adalah: Bagaimana gambaran lapisan tanah di bawah permukaan bumi pada salah satu lokasi yaitu daerah rawan longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan menggunakan metode seismik *refleksi* ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar masalah disini lebih jelas maka penulis mengambil batasan masalah sebagai berikut:

- 1 Profil tanah yang diteliti berdasarkan atas kedalaman dan kecepatan gelombang sesimik.
2. Jenis tanah tidak diperhitungkan.

#### 1.4 Tujuan

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui gambaran lapisan tanah di bawah permukaan bumi pada salah satu lokasi yaitu daerah rawan longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan menggunakan metode seismik *refleksi*.

#### 1.5 Manfaat

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi baru serta melengkapi data yang sudah ada mengenai gambaran lapisan tanah di bawah permukaan bumi pada salah satu lokasi yaitu daerah rawan longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. Dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor, diharapkan bisa menjadi salah satu referensi bagi pemerintah setempat untuk melakukan kebijakan demi mengantisipasi terjadinya bencana agar kehidupan sosial ekonomi masyarakat tidak terganggu.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah

Joffe (1949) seorang pakar tanah Amerika Serikat yang terkenal memberikan definisi tanah sebagai berikut. “ Tanah adalah bangunan alam tersusun atas horizon-horizon yang terdiri atas bahan mineral dan bahan organik, biasanya tak-padu mempunyai tebal yang berbeda-beda dan berbeda pula dengan bahan induk yang ada di bawahnya dalam hal morfologi, sifat dan susunan fisik, sifat dan susunan kimia serta sifat-sifat biologi ”.

#### 2.1.1 Pembentukan Tanah

Syarat utama terbentuknya tanah yaitu tersedianya bahan asal (bahan induk) dan adanya faktor yang mempengaruhi bahan asal. Bahan induk berwujud batuan, mineral-mineral dan zat organik. Adanya korelasi antara zone iklim dan zone jenis tanah mudah dimengerti bahwa pada permulaan yang paling berpengaruh adalah bahan induk. Tanah terbentuk oleh hasil kerja interaksi antara iklim, jasad hidup, bahan induk, relief tempatnya terbentuk (topografi) dan waktu.

Proses pembentukan tanah dalam garis besarnya dibedakan atas:

##### 1. Proses Pelapukan

Proses pelapukan adalah berubahnya bahan penyusun tanah dari bahan penyusun batuan. Contoh dari proses pelapukan yaitu proses hancurnya batuan secara fisik.

##### 2. Proses Perkembangan

Proses perkembangan tanah adalah terbentuknya lapisan tanah yang menjadi ciri, sifat dan kemampuan khas bagi masing-masing jenis tanah, yang termasuk proses ini yaitu terbentuknya horizon tanah.

### 2.1.2 Batuan

Batuan dapat didefinisikan sebagai bahan padat yang terjadi di alam membentuk kerak bumi. Berdasarkan terbentuknya batuan dapat dibedakan atas:

#### 1. Batuan Beku (*igneous rocks*)

Batuan beku terbentuk oleh pembekuan magma (suatu masa membara yang terdapat dalam bumi). Yang termasuk batuan beku yaitu batu vulkanik (Andesit), granit, basalt dan lain-lain.

#### 2. Batuan Endapan (*sedimentary rocks*)

Batuan ini terjadi karena proses pengendapan bahan yang diangkut oleh air ataupun udara. Yang termasuk batuan endapan yaitu batu pasir (*sandstone*), lempung (*clay*), serpih (*shale*) atau batu lempung, batu sabak (*slate*), batu gamping (*limestone*), Napal (*Marl*) batu kapur yang tercampur dengan lempung, batuan karbon dan batu belirang.

#### 3. Batuan Malihan (*metamorphic rocks*)

Batuan ini terbentuk dari batuan beku atau batuan endapan atau juga batuan malihan lainnya yang mengalami proses perubahan susunan dan bentuk akibat pengaruh panas, tekanan atau daya kimia. Yang termasuk batuan malihan yaitu batu pualam, batuan serpentin dan lain-lain.

### 2.1.3 Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif tiga golongan besar partikel tanah dalam suatu massa tanah, terutama perbandingan antara fraksi-fraksi lempung (*clay*), liat (*silt*) dan pasir (*sand*). Butir tunggal tanah diberi istilah partikel tanah, dan golongan partikel tanah diberi istilah fraksi tanah.

Tekstur suatu horizontal tanah merupakan sifat yang hampir tidak berubah, berlainan dengan struktur dan konsistensi. Memang kadang-kadang didapati perubahan dalam lapisan itu sendiri karena dipindahkannya lapisan permukaan atau berkembangnya lapisan permukaan yang baru. Pemandahan dapat disebabkan oleh erosi tanah. Karena sifatnya yang relatif tetap dalam jangka waktu tertentu maka

tekstur tanah sudah lama menjadi dasar klasifikasi fisika tanah. Tekstur tanah turut menentukan tata-air dalam tanah, berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah.

Penggolongan tekstur tanah didasarkan atas perbandingan kandungan lempung, debu, dan pasir penyusun tanah. Tekstur tanah secara garis besar dapat digolongkan atas:

1. Tanah bertekstur kasar ialah pasir (*sand*) dan pasir geluhan (*loamy sandy*).
2. Tanah bertekstur agak kasar ialah geluh pasir (*sandy loam*) geluh pasir halus (*fine sandy loam*).
3. Tanah bertekstur sedang ialah geluh pasir sangat halus (*very fine sandy loam*), geluh (*loam*), geluh debu (*silt loam*) dan debu (*silt*).
4. Tanah bertekstur agak halus ialah geluh lempung (*clay loam*), geluh lempung pasir (*sandy clay loam*) dan geluh lempung debu (*silty clay loam*).
5. Tanah bertekstur halus ialah lempung pasir (*sandy clay*), lempung debu (*silt clay*) dan lempung (*clay*) (Darmawijaya, M. I, 1997).

#### 2.1.4 Jenis Tanah

Menurut penelitian jenis peta tanah Jawa dan Madura hasil survei Lembaga Penelitian Tanah Bogor (1966), ada 6 jenis tanah di Kabupaten Jember seperti dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis Tanah dan Luasnya di Kabupaten Jember

No	Jenis Tanah	Luas	
		Ha	%
1	Latosol	170.427,09	51,75
2	Regosol	59.612,29	18,10
3	Gley	40.184,19	12,12
4	Alluvial	25.432,07	7,72
5	Andosol	20.522,80	6,23
6	Mediterran	13.155,50	4,00
		329.333,94	100,00

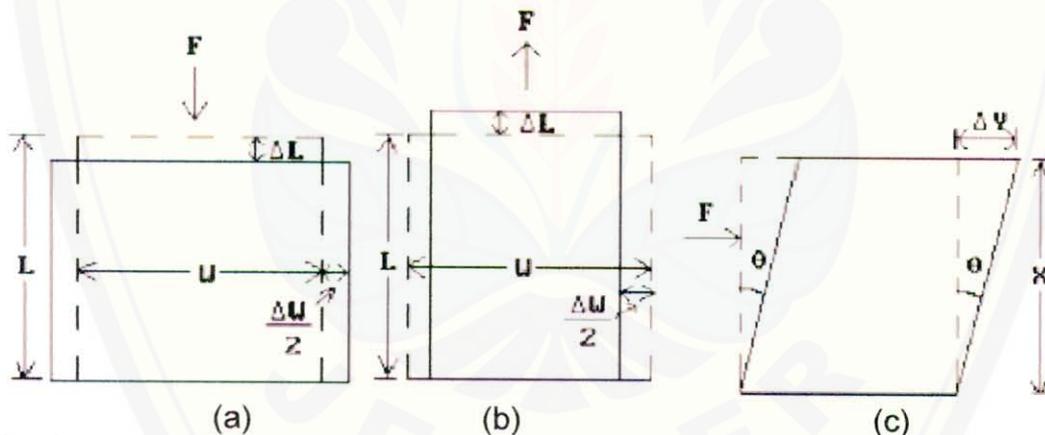
Sumber: Data Bappeda, 1999.

Tanah alluvial, regosol, latosol, andosol dan mediteran sebagaimana tanah-tanah tersebut berada pada ketinggian kurang dari 500 m dekat permukaan laut (Hakim, dkk, 1986).

## 2.2 Teori Gelombang Elastik

Secara umum metode seismik memanfaatkan perambatan dari gelombang yang merambat pada medium bumi. Perambatan gelombang disini tergantung pada elastisitas dari bahan batuan yang ada di bumi. Teori dari elastisitas berhubungan dengan gaya, jika pada permukaan elastis dikenakan gaya maka akan menghasilkan perubahan batuan baik dalam ukuran volume maupun bentuknya. Hubungan antara penggunaan gaya dan deformasi ditunjukkan dalam bentuk *stress* dan *strain*.

### 2.2.1 Konsep stress dan strain



Gambar 2.1 Deformasi batuan 2D, (a) compression, (b) tension, (c) shear (Tifani, 2006).

Gambar di atas menjelaskan deformasi batuan jika dikenakan suatu gaya  $F$ . Tegangan (*stress*) adalah gaya yang diberikan pada benda persatuan luas. Regangan (*strain*) adalah deformasi yang terjadi akibat *stress* yang terjadi.

$$eL = \frac{\Delta L}{L} \quad eW = \frac{\Delta W}{W} \quad es = \frac{\Delta Y}{X} = \tan \theta \quad (2.1)$$

### 2.2.2 Parameter Elastisitas

Dari hubungan tegangan dan regangan maka dihasilkan beberapa modulus atau parameter elastis yang berpengaruh pada penjalaran gelombang seismik, antara lain:

#### 1. Modulus Young (E)

$$E = \frac{\text{stress}}{\text{strain}} = \frac{F/A}{\Delta L/L} \quad (2.2)$$

dimana, E = Modulus young (N/m<sup>2</sup>)

#### 2. Modulus Shear ( $\mu$ )

$$\mu = \frac{ps}{es} \quad (2.3)$$

dimana,  $ps = \text{shear stress}$

$\mu = \text{modulus shear}$

$es = \text{shear strain}$

#### 3. Modulus Bulk

$$\kappa = \frac{pH}{\Delta V/V} \quad (2.4)$$

dimana,  $pH = \text{volumetric stress}$

$\frac{\Delta V}{V} = \text{volumetric strain}$

$\kappa = \text{modulus bulk}$

### 2.3 Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan gelombang elastis atau mekanik yang merambat ke dalam bumi, dan timbul sebagai akibat adanya regangan medium elastis. Regangan ini bekerja saling berkaitan melewati medium tersebut berupa pemampatan, peregangan, serta pergeseran dimana pada prinsipnya terjadi pemindahan energi dari sumber melalui medium penjalaran bumi. Metode seismik

sangat bergantung pada perambatan gelombang dalam medium elastis. Penjelasan secara matematis diperlukan untuk menurunkan persamaan gelombang elastis, namun persamaan gelombang yang merambat dalam medium heterogen cukup sulit. Sehingga untuk menyederhanakan penyelesaian secara matematis dapat diasumsikan bahwa medium yang dilalui gelombang seismik memiliki sifat ideal yaitu homogen isotropis. Hal ini diperlukan untuk mempermudah pembahasan tentang perambatan gelombang seismik dalam pelapisan bumi (Budiman, 2003).

Perjalanan kecepatan gelombang yang berasal dari sumbernya tergantung pada modulus elatis dan densitas dari medium yang dilalui. Dalam perambatannya ke bawah permukaan bumi, gelombang seismik dapat dibedakan secara fisis menjadi dua jenis yaitu gelombang badan dan gelombang permukaan. Ada dua tipe gelombang badan yaitu gelombang P dan gelombang S.

### 2.3.1 Gelombang P

Gelombang P dapat dicirikan sebagai gelombang yang mempunyai waktu tiba paling awal jika tercatat pada seismogram. Gelombang P menyebabkan volume batuan akan berubah tetapi bentuk batuan tidak berubah. Gelombang P adalah gelombang yang bersifat rapat dan renggang sehingga merupakan gelombang longitudinal dimana arah pergerakan partikel yang dilewati energi gempa bergerak searah dengan arah rambat gelombang. Persamaan kecepatan gelombang P adalah sebagai berikut:

$$\alpha = V_p = \sqrt{\frac{\kappa + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \quad (2.5)$$

dimana : -  $\kappa$  adalah modulus bulk medium yang dilewati gelombang seismik

-  $\mu$  adalah modulus shear medium yang dilewati gelombang seismik

-  $\rho$  adalah densitas medium yang dilewati gelombang seismik.

### 2.3.2 Gelombang S

Gelombang S adalah gelombang yang tiba setelah gelombang P jika terekam dalam seismogram. Hal ini karena kecepatan gelombang S lebih lambat. Perjalanan gelombang S mengakibatkan bentuk batuan akan berubah tetapi volume tetap. Gelombang S merupakan gelombang transversal dimana arah pergerakan partikelnya tegak lurus terhadap arah penjalaran gelombang. Berikut adalah persamaan kecepatan gelombang S :

$$\beta = V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (2.6)$$

dimana : -  $\mu$  adalah modulus shear medium yang dilewati gelombang seismik

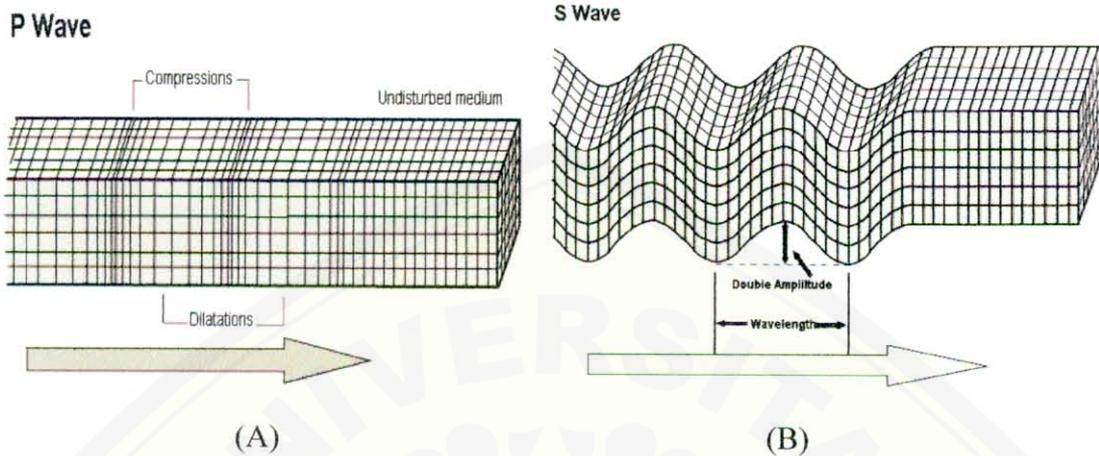
-  $\rho$  adalah densitas medium yang dilewati gelombang seismik.

Dari persamaan kecepatan gelombang P dan kecepatan gelombang S di atas maka terlihat kecepatan gelombang seismik dipengaruhi oleh karakteristik dari medium yang dilewati oleh gelombang seismik tersebut. Faktor yang mempengaruhi kecepatan gelombang seismik secara fisik adalah :

1. Tekanan dalam medium yaitu jika nilai tekanan dalam medium tinggi maka nilai kecepatan gelombang seismik akan meningkat hal ini berhubungan dengan nilai modulus bulk dalam medium tersebut.
2. Temperatur dalam medium yaitu jika temperatur dalam medium tinggi maka nilai kecepatan gelombang seismik akan menurun.
3. Keberadaan fluida (gas, cair), dan mineral leleh akan mengakibatkan kecepatan gelombang P menurun dan membuat nilai gelombang S mendekati nol. Hal ini berhubungan dengan nilai modulus shear dari medium yang menurun atau kecil.

Di dalam metode seismik, digunakan asumsi-asumsi medium bawah permukaan dari bumi adalah sebagai berikut :

1. Medium bumi dianggap berlapis-lapis dan tiap lapisan menjalarkan gelombang seismik dengan kecepatan yang berbeda.
2. Makin bertambahnya kedalaman, maka lapisan bumi semakin kompak.



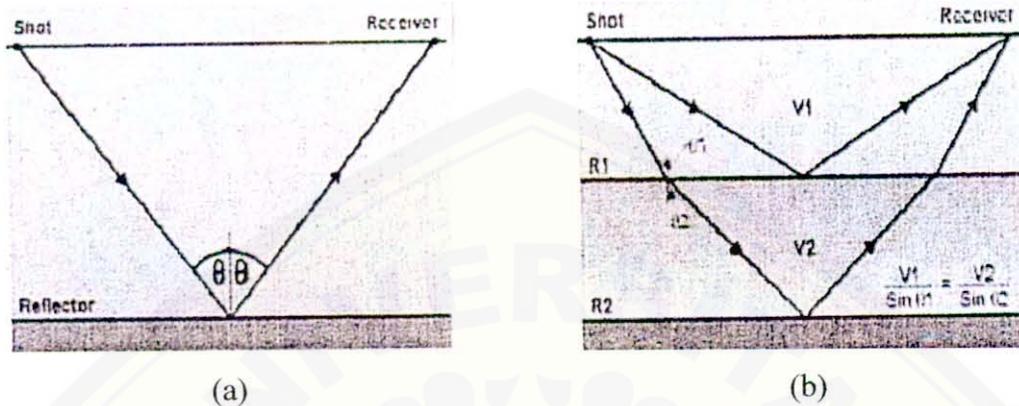
Gambar 2.2 Perubahan bentuk elastis dan pergerakan partikel tanah yang ditunjukkan oleh perjalanan dari gelombang badan, (A) gelombang P dan (B) gelombang S (Bolt, 1982).

#### 2.4 Konsep Dasar Seismik Refleksi

Bila gelombang elastis yang menjalar dalam medium bumi menemui bidang batas pelapisan dengan elastisitas dan densitas yang berbeda, maka akan terjadi pemantulan yang terlihat pada gambar 2.3. Selain itu gelombang refleksi terjadi jika ada minimal dua lapisan yang memiliki kecepatan gelombang seismik berbeda. Sudut sinar gelombang refleksi akan memenuhi hukum Snellius, yaitu "Sudut sinar gelombang datang sama dengan sudut sinar gelombang refleksi".

Hasil perkalian antara densitas ( $\rho$ ) dan kecepatan gelombang seismik ( $V$ ) untuk masing-masing lapisan akan menghasilkan impedansi akustik ( $Z$ ). Impedansi akustik merupakan parameter batuan yang dipengaruhi oleh: litologi, porositas, kandungan fluida, tekanan dan temperatur. Pada keadaan normal energi datang yang terjadi dapat digambarkan dengan amplitudo yaitu  $A_0$  dan energi dari refleksi serta transmisi dinyatakan dengan  $A_1$  dan  $A_2$  secara berturut-turut (gambar 2.4), dari sini diasumsikan bahwa tidak boleh ada kerugian energi sehingga energi dari gelombang

yang datang harus sama dengan jumlah energi dari gelombang refleksi dan transmisi (yaitu  $A_0 = A_1 + A_2$ ).



Gambar 2.3 Perambatan sinar pada bidang batas (a) Satu reflektor dan (b) Dua reflektor (Ginanjar & Latief, A., 2006).

#### 2.4.1 Koefisien Refleksi dan Transmisi

Koefisien *refleksi* tergantung pada harga impedansi akustik antara dua lapisan batuan. Nilai *impedansi akustik* yang diberikan oleh masing-masing lapisan ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut :

$$Z = V\rho \quad (2.7)$$

dimana :  $V$  = kecepatan gelombang seismik pada masing-masing lapisan  
 $\rho$  = densitas untuk masing-masing lapisan

Koefisien *refleksi*

$$R = \frac{A_1}{A_0} = \frac{(Z_2 - Z_1)}{(Z_2 + Z_1)} \quad (2.8)$$

$$R \leq \pm 1$$

Koefisien *refleksi* menghasilkan tiga harga yaitu, akan berharga positif (+) jika  $Z_2 > Z_1$ , berharga nol (0) jika  $Z_2 = Z_1$  dan berharga negatif (-) jika  $Z_2 < Z_1$ .

Koefisien *transmisi*

$$T = \frac{A_2}{A_0} = \frac{2Z_1}{(Z_2 + Z_1)} \quad (2.9)$$

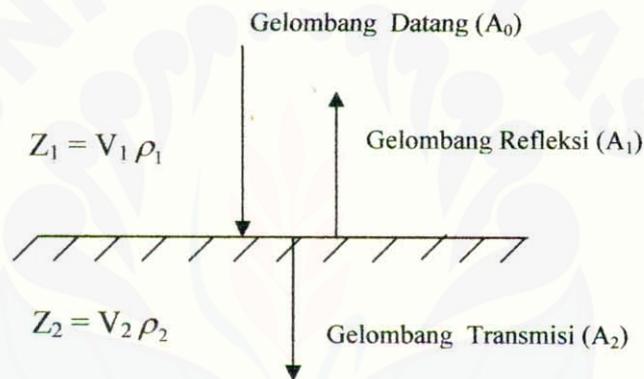
dimana :  $Z_1$  = Impedansi akustik dari lapisan pertama

$Z_2$  = Impedansi akustik dari lapisan kedua

$A_0$  = Amplitudo gelombang datang

$A_1$  = Amplitudo gelombang refleksi

$A_2$  = Amplitudo gelombang transmisi



Gambar 2.4 Pembagian energi dari gelombang datang normal dengan amplitudo  $A_0$  serta gelombang refleksi dan transmisi dengan Amplitudo  $A_1$  dan  $A_2$ ,  $Z_1$  dan  $Z_2$  adalah *impedansi akustik* dari dua lapisan (Reynold, 1997).

#### 2.4.2 Penentuan Kedalaman dan Kecepatan secara Empiris

Metode seismik *refleksi* menggunakan sumber gelombang buatan. Dengan menggunakan selang waktu rambat gelombang yang direfleksikan kembali dan tergambar sebagai perubahan amplitudo akan diperoleh gambaran keadaan di bawah permukaan bumi. Refleksi gelombang seismik tersebut direkam dengan alat dan menunjukkan berbagai variasi amplitudo sebagai respon dari berbagai perlapisan di bawah permukaan bumi, sehingga lapisan-lapisan tersebut akan muncul sebagai *horizon reflektor*. Jika kecepatan masing-masing lapisan dapat dihitung dari waktu pantul yang direkam dengan mengingat hubungan antara jarak dan waktu maka

kedalaman dari masing-masing lapisan dapat dihitung. Pengertian secara sederhana yang ditunjukkan oleh gambar 2.5 dapat dinyatakan dalam sebuah persamaan sebagai berikut :

$$2h = VT_0 \quad (2.10)$$

$$2 \left( h^2 + \frac{X^2}{4} \right)^{1/2} = VT_x \quad (2.11)$$

$$\left. \begin{aligned} V^2 T_x^2 &= 4h^2 + X^2 \\ T_x^2 &= T_0^2 + \frac{X^2}{V^2} \end{aligned} \right\} \text{Hyperbola dalam } T_x \text{ dan } X \quad (2.12)$$

$$V = \frac{X}{(T_x^2 - T_0^2)^{1/2}} \quad (2.13)$$

$$h = \frac{X T_0}{2(T_x^2 - T_0^2)^{1/2}} \quad (2.14)$$

Keterangan :

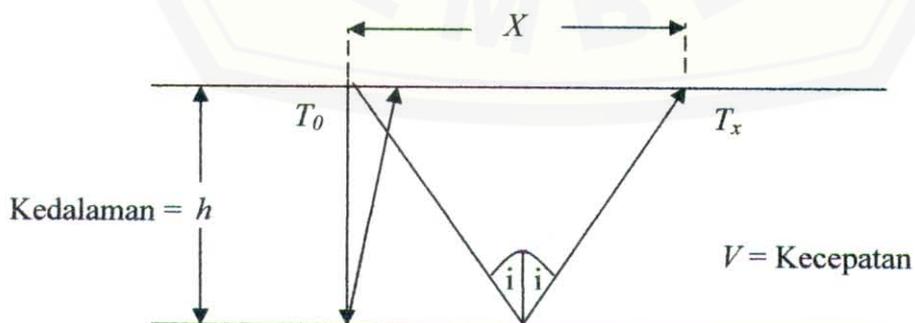
$V$  = kecepatan gelombang

$h$  = kedalaman tiap-tiap lapisan

$T_0$  = waktu pada *trace zero-offset*

$T_x$  = waktu pada *trace* dengan jarak  $x$

$X$  = jarak *trace* dari *zero-offset*



Gambar 2.5. Prinsip seismik *refleksi* untuk lapisan mendatar dengan kecepatan tetap (Santono, 2002).

## 2.5 Koreksi Data Seismik

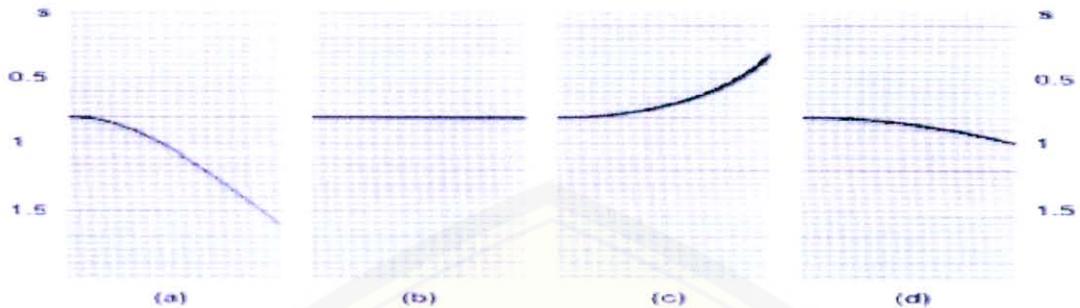
### 2.5.1 Koreksi Statik Lapangan

Salah satu tahap dalam pengolahan data seismik di darat adalah perhitungan koreksi statik. Koreksi ini dilakukan pada daerah pengukuran yang mempunyai kondisi topografi yang tidak teratur dan mempunyai kecepatan daerah dekat permukaan (*near surface*) yang bervariasi. Koreksi ini dilakukan untuk membuang pengaruh topografi (elevasi shot dan geophone), ketebalan LVL (*Low Velocity Layer*) atau lapisan lapuk (*Weathering Zone*) dan variasi kecepatan pada lapisan lapuk. Secara garis besar koreksi statik dapat dibagi menjadi dua bagian koreksi, yaitu koreksi lapisan lapuk dan koreksi elevasi (Budiman, 2003).

### 2.5.2 Koreksi Normal Moveout (NMO)

Semakin besar offset antara sumber dan penerima akan menyebabkan waktu penjalaran akan semakin besar sehingga menyebabkan kenaikan waktu refleksi yang dikenal sebagai *normal moveout*. Hal ini dikarenakan energi gelombang yang menempuh jarak lebih panjang membutuhkan waktu yang lebih lama untuk diterima oleh *geophone* sesuai dengan penambahan offset.

Pada koreksi NMO akan membuang sejumlah harga waktu dari waktu refleksi sehingga terjadi pergeseran waktu selalu bernilai negatif. Oleh sebab itu, koreksi ini disebut juga koreksi dinamik. Setelah dikoreksi maka kejadian (*event*) refleksi yang tampak pada *gather* akan terlihat lurus. Nilai kecepatan yang digunakan pada koreksi NMO adalah kecepatan yang didapat pada tahap analisa kecepatan (Sinlae, 2003).



Gambar 2.6 Koreksi NMO: (a) belum dikoreksi (b) kecepatan yang sesuai (c) kecepatan yang lebih rendah (d) kecepatan yang lebih tinggi (Van Der Kruk, 2001).

## 2.6 Analisa Kecepatan

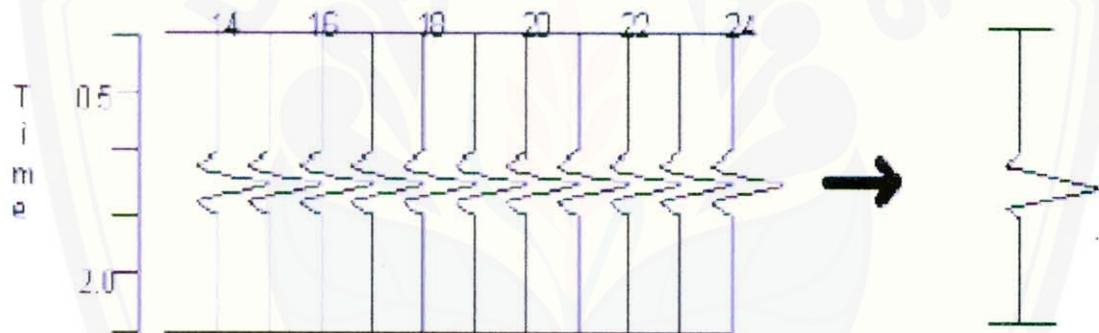
Tujuan dari analisis kecepatan adalah untuk menentukan kecepatan yang sesuai untuk memperoleh *stacking* yang terbaik. Pada grup *trace* dari suatu titik pantul, sinyal refleksi yang dihasilkan akan mengikuti bentuk pola hiperbola. Prinsip dasar analisa kecepatan pada proses *stacking* adalah mencari persamaan hiperbola yang tepat sehingga memberikan *stack* yang maksimum.



Gambar 2.7 Analisa kecepatan

## 2.7 Stacking

Setelah semua *trace* dikoreksi statik dan dinamik maka di dalam setiap rekaman CDP *gather* semua refleksi akan terlihat horisontal sedangkan semua jenis noise tidak dalam bentuk horisontal karena fungsi kecepatan untuk koreksi dinamik hanya berlaku untuk sinyal refleksi tetapi tidak untuk semua jenis *noise*. Kemudian tiap-tiap *trace* dijumlahkan dalam setiap rekaman CDP *gather* sehingga pada sinyal refleksi akan saling memperkuat sedangkan untuk noise meredam atau saling melemahkan (Sinlae, 2003). *Stacking* merupakan tahapan yang bukan *fundamental* tetapi merupakan prosedur normal untuk meningkatkan rasio sinyal seismik terhadap *noise*.



Gambar 2.8 Proses penjumlahan trace-trace dalam satu CDP (stacking).

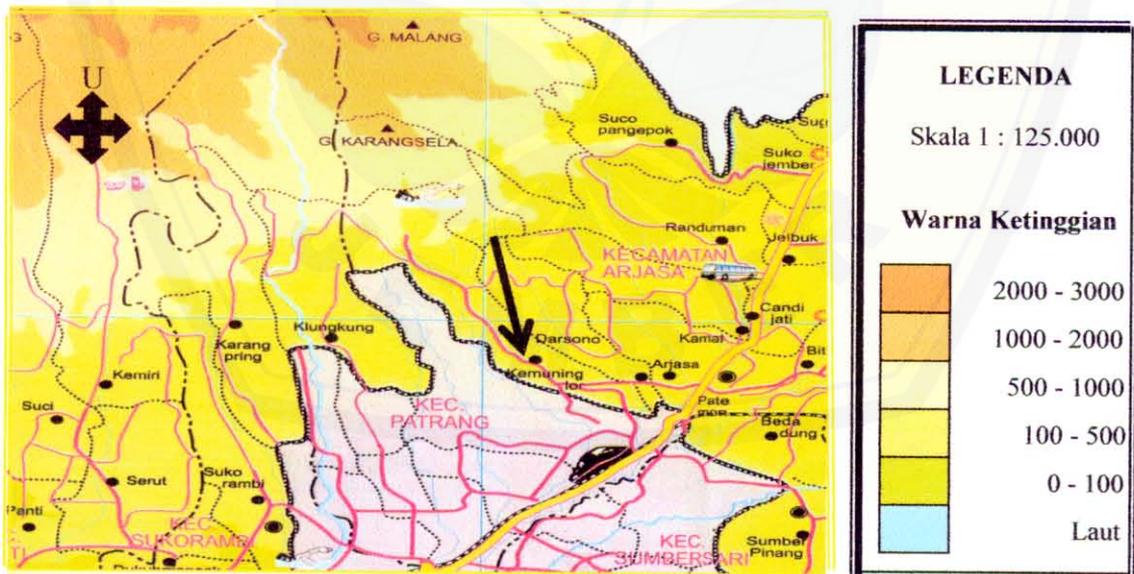


### BAB 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian skala lapangan untuk mengetahui gambaran perlapisan tanah di bawah permukaan bumi yang berupa lapisan-lapisan tanah. Penelitian ini dilakukan pada salah satu lokasi yaitu daerah rawan longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan menggunakan metode seismik *refleksi*. Hasil yang diinginkan adalah gambaran model lapisan bawah permukaan dengan kedalaman tertentu yang dihasilkan dari kecepatan gelombang seismik untuk masing-masing lapisan.

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Peta daerah lokasi penelitian ditunjukkan oleh tanda anak panah pada gambar 3.1 di bawah ini:



Sumber: PT. Karya Pembina Swajaya Surabaya Tahun 2003.

Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2007 sampai dengan bulan Juli 2007.

### 3.2 Akuisisi Data Seismik Refleksi

#### 3.2.1 Jenis Data

Akuisisi data yang dilakukan di lapangan pada penelitian ini dengan menggunakan teknik sampling, yaitu pada lokasi penelitian diambil beberapa daerah yang dijadikan sebagai sampel berupa lintasan. Pada penelitian ini diambil dua buah lintasan, yaitu lintasan 1 dengan arah barat-timur tepatnya dimulai dari ujung jalan sampai bagian tebing yang sangat curam (jurang). Lintasan 2 dengan arah utara-selatan.

Denah lokasi pengambilan data yang berupa lintasan-lintasan ditunjukkan oleh gambar 3.2, sebagai berikut:



Gambar 3.2 Denah lokasi lintasan dalam proses pengambilan data

Keterangan :

- |   |   |
|---|---|
| Jalan Raya                              | Kebun                                   |
| Pemukiman Penduduk                      | Ladang                                  |
| Makam                                   | Selokan                                 |
| Sawah                                   | Jalan Menuju Jurang                     |
| Lintasan 1 pengambilan data dari A ke B | Lintasan 2 pengambilan data dari C ke D |

### 3.2.2 Peralatan

Setelah melakukan penentuan lokasi pengukuran maka dilakukan akuisisi data yang memerlukan beberapa peralatan yaitu :

#### 1. Peralatan Pokok

Peralatan pokok yang digunakan antara lain :

1. Sumber getar (*weightdrop*);
2. *Geophone*;
3. Kabel *geophone*;
4. Seismograf McSEIS-SX model 1125E;
5. Sumber energi (ACCU 12 V);
6. Komputer (alat pemrosesan data).

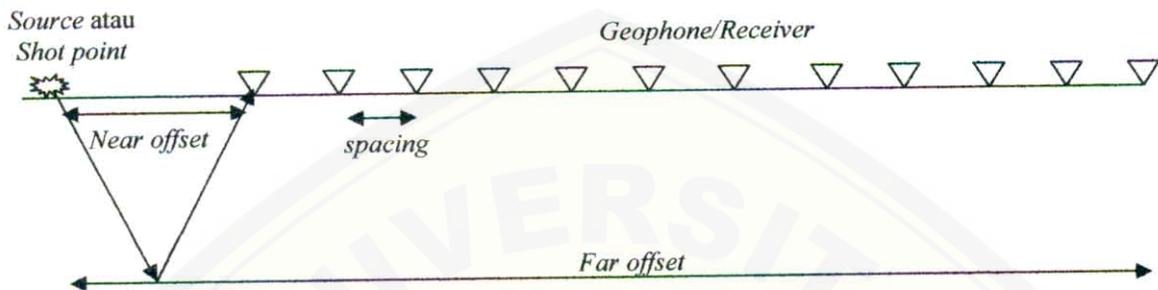
#### 2. Peralatan Penunjang

Peralatan penunjang yang digunakan antara lain:

1. Kompas;
2. Palu geologi;
3. Alat komunikasi (*Handy-Talky*);
4. Peta Topografi;
5. GPS;
6. Pasak;
7. Payung;
8. Kertas dan pensil;
9. Disket;
10. Peralatan kecil lain, seperti selotif, dll.

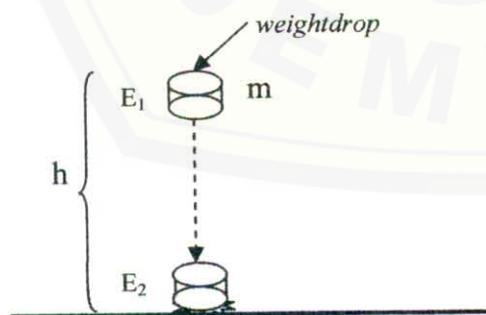
### 3.2.3 Desain Survei

Konfigurasi peralatan akuisisi data seismik refleksi disusun seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.3 Desain akuisisi data seismik refleksi

Tujuan utama akuisisi data seismik adalah untuk memperoleh pengukuran *travel time* dari sumber energi ke penerima. Keberhasilan akuisisi data bergantung pada jenis energi yang dipilih. Sumber energi yang digunakan pada penelitian ini adalah sumber energi *impact* yaitu berupa *weightdrop* dengan berat beban sebesar 50 kilogram, kedalaman penembusan yang diberikan oleh sumber energi *weightdrop* tergantung pada momentum dari massa yang menumbuk tanah. Sesuai dengan hukum kekekalan energi, maka energi potensial dari *weightdrop* ini akan berubah menjadi energi kinetik terhadap beban yang dijatuhkan. Prosedur dan mekanisme *weightdrop* dapat dilihat pada gambar 3.4, berikut ini.



Keterangan :

$m$  = massa *weightdrop* (kg)

$h$  = ketinggian *weightdrop* (m)

$E_1$  = Energi total pada ketinggian  $h$   
(joule)

$E_2$  = Energi total saat tepat jatuh ke  
tanah (joule)

Gambar 3.4 Prosedur dan mekanisme *weightdrop* yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu.

Perekaman data seismik melibatkan detektor dan amplifier yang sangat sensitif serta *magnetic tape recorder*. Sensor yang digunakan adalah seismometer darat yaitu kita menggunakan *geophone*. *Geophone* bekerja dengan mengukur pergerakan dari magnet relatif terhadap koil, dimana *geophone* ini ditanam di tanah. *Geophone* dan sumber gelombang ditempatkan pada satu garis lurus (*Line Seismic*). *Near offset* yaitu jarak dari sumber ke *geophone* pertama dibuat sepanjang 10 meter atau 5 spasi. Masing-masing spasi dibuat jarak 2 meter yaitu jarak antara satu *geophone* dengan *geophone* yang lain, disini digunakan 12 buah *geophone* yang tersusun seperti pada gambar 3.3. Penempatan sumber gelombang dilakukan untuk mendapatkan informasi struktur bawah permukaan secara detail. *Geophone* terdekat dengan sumber diharapkan dapat mendeteksi lapisan paling atas, sedangkan *geophone* paling jauh diharapkan dapat mendeteksi lapisan paling bawah.

#### 3.2.4 Akuisisi Data dengan McSEIS-SX Model 1125E

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan pada akuisisi ini adalah:

1. Menyiapkan sumber gelombang (*weightdrop*) ditempatkan pada posisi *shot-point* yang telah ditentukan. Karena disini menggunakan *weightdrop* maka perlu digunakan *trigger* dan diletakkan pada posisi yang baik dan aman, yaitu pada posisi dimana *trigger* dapat mendeteksi *first break* tetapi tidak sampai merusak *trigger*. Kemudian *take-out cable* dihubungkan dengan komputer McSEIS.
2. Memasang *geophone* pada posisi sesuai dengan desain survei. Menghubungkan masing-masing *geophone* pada *line cable* sesuai dengan nomor urut yang tertera pada *line cable*. Kemudian menghubungkan *line cable* ke komputer McSEIS.
3. Menghubungkan kabel ACCU 12 Volt ke komputer McSEIS dan menyalakan McSEIS dengan memindahkan saklar power pada posisi ON. Peralatan telah siap digunakan.
4. Perekaman data.

- a. Menekan tombol **ARM**, ditunggu sebentar sampai muncul pesan **..ready for trigger** dan pada monitor akan muncul tampilan background noise. Mengaktifkan sumber gelombang, McSEIS akan merekam data ditandai dengan berhentinya tampilan gambar background noise. Bila pengaktifan sumber gelombang masih muncul tampilan background noise, perekaman tidak sempurna. Cek kabel dan ulangi shooting.
- b. Jika proses perekaman sempurna maka akan muncul pesan tawaran untuk melakukan **stacking**. Menekan **enter** untuk melakukan stacking atau cancel. jika tidak. Selanjutnya muncul pilihan shooting lagi atau tidak. Tekan enter untuk melakukan shooting dan jika dianggap data sudah cukup baik maka pilih **cancel** diikuti dengan **fast** untuk menyimpan data dalam harddisk.

### 3.3 Pengolahan Data (Processing)

Pengolahan data dapat dilakukan melalui beberapa proses yaitu diantaranya:

#### 1. Filtering

Filtering frekuensi dilakukan untuk menghilangkan frekuensi tertentu (noise) dari data seismik dan untuk meloloskan data sisanya. Sebagai contoh adalah gelombang permukaan (*ground roll*), biasanya merupakan gelombang dengan frekuensi rendah dan amplitudo yang besar dan dapat difilter dengan menggunakan filter frekuensi ini.

#### 2. Analisa Kecepatan dan Koreksi NMO

Tujuan dari analisa kecepatan adalah untuk memperoleh model kecepatan yang tepat agar mendapatkan sinyal *stack* dengan kualitas yang terbaik, yaitu koherensi sinyal yang paling baik sepanjang trayektori hiperbola di sepanjang sebaran dari *CMP gather*. Analisa kecepatan sering dilakukan adalah dengan perkiraan dari data *stack* dengan range kecepatan konstan pada *event* amplitudo dan kontinuitas *stack*.

NMO merupakan koreksi dinamik yang diterapkan untuk mengoreksi efek adanya jarak offset antara *shot point* dan *geophone* pada *trace* berasal dari satu CDP *gather*. Koreksi ini menghilangkan pengaruh offset sehingga seolah-olah gelombang pantul datang dalam arah vertikal (*normal incident*).

### 3. *Stacking*

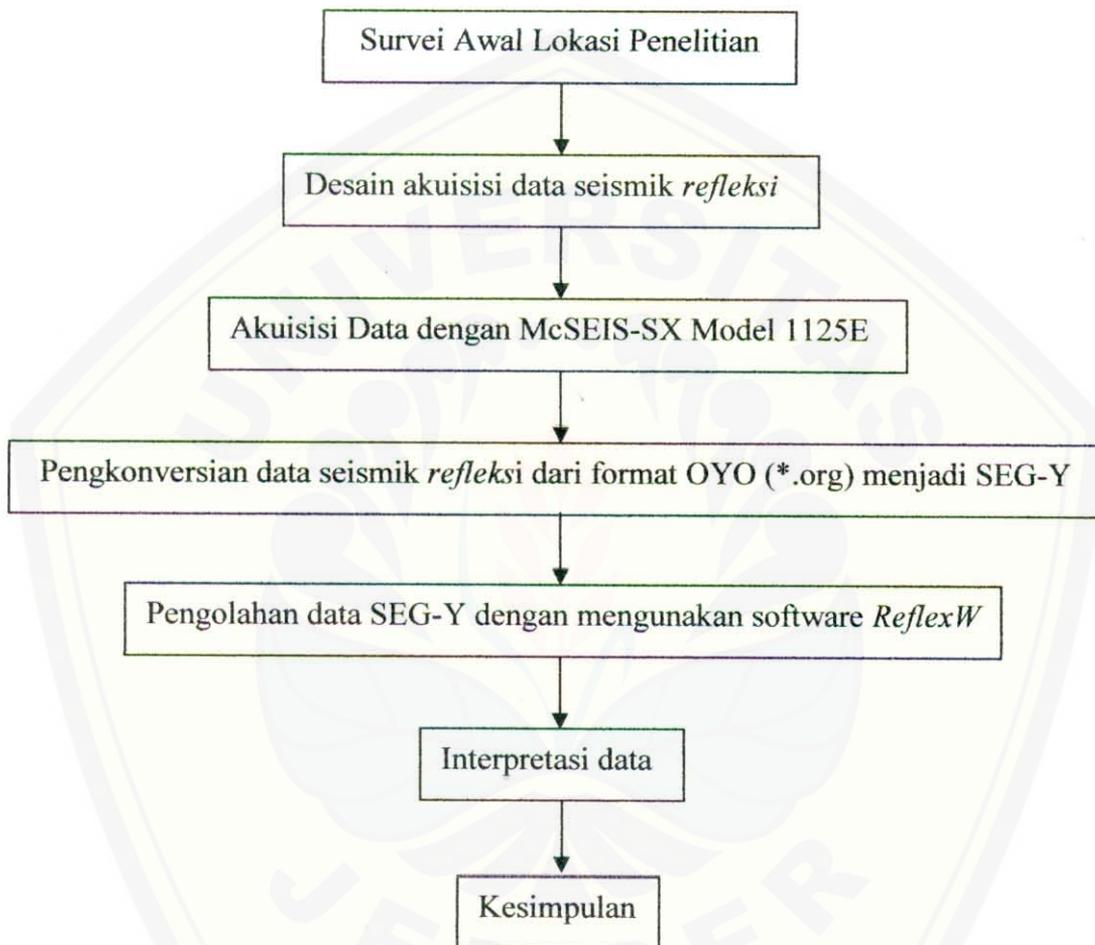
*Stacking* adalah proses penjumlahan *trace-trace* dalam satu *gather* data yang bertujuan untuk mempertinggi rasio sinyal terhadap noise, karena sinyal yang koheren akan saling memperkuat dan noise yang inkoheren akan saling menghilangkan. Biasanya proses *stack* dilakukan berdasarkan CDP dimana *trace-trace* yang tergabung pada satu CDP dan telah dikoreksi NMO dijumlahkan untuk mendapatkan satu *trace* yang lebih tajam dan bebas dari noise yang inkoheren.

### 3.4 Interpretasi Data

Tujuan dari interpretasi seismik secara umum menurut Anderson & Atinuke (1999) adalah "Untuk mentransformasikan profil seismik refleksi *stack* menjadi suatu struktur kontinu/model geologi secara lateral dari *subsurface*". Sedangkan menurut Van Der Kruk (2001) tujuannya adalah "Untuk memperoleh profil geologi dan untuk memperoleh kedalaman horizontal masing-masing lapisan tanah".

### 3.5 Diagram Penelitian

Secara umum prosedur pelaksanaan penelitian di atas dapat digambarkan melalui diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian



## BAB 5. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data yang diambil dengan menggunakan dua belas buah *geophone* yang diletakkan dalam satu garis lurus dengan sumber impuls. Ketika sumber impuls tepat menyentuh tanah maka sumber akan menyalurkan energi ke dalam tanah. Energi yang dihasilkan oleh *weightdrop* akan membuat kesetimbangan batuan yang elastis terganggu. Gangguan pada kesetimbangan akan menyebabkan regangan pada batuan sebagai medium elastis. Kemudian regangan ini bekerja saling berkaitan melewati medium yang berupa pemampatan, peregangan, dan pergeseran dimana pada prinsipnya terjadi pemindahan energi dari sumber melalui penjaralan gelombang yang melewati medium bumi.

Berdasarkan hasil dan analisa data dari proses pengolahan data dengan menggunakan *software* Reflex-Win versi 3.5.7. Pencatatan perjalanan waktu dan amplitudo gelombang refleksi dari proses *picking* mampu menghasilkan model kecepatan serta model kedalaman. Kecepatan interval yang dihasilkan dari proses *picking* analisa *semblance* pada lintasan 1, berkisar antara 368,60 m/s sampai dengan 820,50 m/s pada kedalaman 0 meter sampai 63,10 meter. Sedangkan kecepatan interval yang dihasilkan dari proses *picking* analisa *semblance* pada lintasan 2 berkisar antara 410,05 m/s sampai dengan 825,13 m/s pada kedalaman 0 meter sampai 63,15 meter

Kecepatan seismik yang didapatkan dari hubungan jarak dan waktu ditunjukkan oleh kontur warna dari harga kecepatan seismik tiap lapisannya. Kontur warna yang terlihat pada gambar 4.5 dan 4.6 tersebut memperlihatkan adanya empat lapisan tanah yang memiliki kecepatan berbeda. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh

adanya perbedaan warna. Nilai kecepatan yang dihasilkan dari kontur warna tersebut identik dengan nilai kecepatan interval yaitu kecepatan rata-rata dari dua reflektor atau lapisan tanah yang dihasilkan saat proses *picking*. Hasil yang didapatkan pada lintasan 1 dengan lintasan 2 hampir sama dan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar. Sama-sama memperlihatkan adanya empat lapisan tanah di bawah permukaan pada salah satu lokasi rawan longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. Lapisan tanah pada lokasi penelitian ditunjukkan pada tabel 5.1 dan 5.2.

**Tabel 5.1** Lapisan tanah bawah permukaan di Desa Kemuning Lor yang terbaca oleh seismik refleksi pada lintasan 1.

Lapisan	Warna kontur	Kecepatan (meter per sekon)	Kedalaman (meter)
I	Biru	368,60	0-26
II	Hijau	410,02	26-42
III	Kuning	637,63	42-56
IV	Merah	820,50	56-63

**Tabel 5.2** Lapisan tanah bawah permukaan di Desa Kemuning Lor yang terbaca oleh seismik refleksi pada lintasan 2.

Lapisan	Warna kontur	Kecepatan (meter per sekon)	Kedalaman (meter)
I	Biru	410,02	0-20
II	Hijau	535,06	20-32
III	Kuning	647,20	32-43
IV	Merah	825,13	43-63

Kecepatan seismik yang dihasilkan cukup kecil yaitu kurang dari 1000 m/s. Pada kontur warna tersebut terlihat nilai kecepatan dari gelombang seismik meningkat sesuai dengan penambahan kedalaman lapisan tanah. Hal itu sesuai dengan asumsi dasar bahwa makin bertambahnya kedalaman maka lapisan bumi juga semakin kompak. Tanah bertekstur dan berstruktur kompak memiliki tahanan yang kuat terhadap geseran tanah atau pergerakan tanah. Sebaliknya tanah yang kurang kompak yaitu pada lapisan pertama karena nilai kecepatan seismiknya relatif rendah.

Maka kemungkinan terjadi geseran tanah yang dapat menyebabkan terjadi longsor. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh tekanan dan kompaksi, semakin dalam lapisan tanah, tekanan yang bekerja semakin tinggi dan kompaksi juga semakin tinggi pula, sehingga densitas semakin besar. Semakin besar densitas maka kecepatan gelombang yang melalui medium semakin tinggi. Sehingga wajar pada batuan yang sama kecepatan seismik lebih besar pada kedalaman yang lebih dalam. Setiap lapisan tanah memiliki densitas dan kecepatan yang berbeda. Hasil perkalian dari kecepatan dan densitas akan menunjukkan nilai impedansi akustik, sehingga nilai impedansi akustik yang dihasilkan sebanding dengan nilai kecepatan dari gelombang seismik. Semakin bertambahnya kedalaman maka nilai impedansi akustik juga semakin bertambah besar maka koefisien refleksi yang dihasilkan dari survei ini berharga positif seperti yang terlihat pada gambar 4.3 dan 4.4 (kiri) berbentuk tangga berundak. Selain itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan interval, yaitu komposisi dari batuan diantaranya bentuk pori, kejenuhan, pengikatan partikel tanah dan temperatur.

Jika hasil kecepatan yang diperoleh dicocokkan dengan tabel kecepatan seismik dari Griffin (1995), lapisan pertama, kedua dan ketiga dengan kecepatan seismik 300-700 m/s material yang dilalui oleh gelombang seismik merupakan pencampuran antara *dry sand* dan *damp loam*. *Damp loam* adalah tanah yang relatif mengandung sama banyak pasir, liat dan lempung, sehingga terasa agak ngeres, licin dan agak liat, dipijat, basah menggumpal sangat liat serta agak lembab (Darmawijaya, M. I, 1997). Lapisan keempat dengan kecepatan 800-1800 m/s material yang dilalui merupakan pencampuran antara *dry sand* dan lempung (*Clay*). *Clay* adalah tanah bertekstur halus yang biasanya membentuk gumpalan-gumpalan keras yang kering, jika basah liat dan melekat di jari, dipijat membentuk gulungan-gulungan panjang dan fleksibel (Darmawijaya, M. I, 1997).

Apabila dibandingkan dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode geolistrik maka hasil yang diperoleh hampir sama. Wahyuningtias (2006) menyatakan bahwa pada lokasi penelitian yang sama tekstur tanah didominasi oleh tanah lanauan, pasir (harga resistivitasnya 15-33,2  $\Omega$  meter) dan berupa tanah

lempung lanauan, lanauan basah lembek (harga resistivitasnya 12,9-15  $\Omega$  meter). Sedangkan hasil dari seismik refleksi menunjukkan tekstur tanah merupakan tanah pasiran dan lempung. Hanya saja di sini lapisan tanah dapat terlihat berdasarkan kecepatan yang dihasilkan dari penjalaran gelombang seismik pada material yang berbeda.

Sifat-sifat fisis batuan secara signifikan dipengaruhi oleh permeabilitas. Begitu juga cepat rambat gelombang juga dipengaruhi oleh permeabilitas dari medium yang dilalui oleh gelombang seismik. Permeabilitas merupakan sifat batuan berpori yang mengalirkan fluida melalui ruang-ruang pori. Permeabilitas bergantung pada porositas. Secara umum, jika batuan magmatik yang mengandung pori, retakan atau rekahan, ia akan mempunyai kecepatan yang lebih rendah daripada batuan yang sama dalam keadaan utuh. Terisinya ruang pori oleh fluida (air hujan) akan mempengaruhi kecepatan gelombang elastik yang efeknya berbeda. Pertama akan memberikan efek perubahan sifat-sifat elastisitas seperti, modulus bulk dan densitas pori pada seluruh sistem batuan. Kedua akan memberikan perubahan mikro pada kondisi kontak partikel butiran dan efek interaksi phase gas-fluid-padatan (misal, tegangan kapilaritas) dan efek antarmuka padatan-fluida. Pada umumnya kecepatan gelombang kompresi akan bertambah dengan terisinya ruang pori oleh fluida.

Gambar 4.5 merupakan lintasan pertama yang memiliki kemiringan kurang lebih 3,8 derajat. Dari gambar tersebut apabila dibandingkan dengan lintasan 2 terlihat lapisan yang dihasilkan tidak teratur atau tidak benar-benar horizon melainkan naik turun, kemungkinan hal tersebut dikarenakan gelombang seismik yang menjalar di bawah permukaan mengenai batuan keras sehingga struktur lapisan tanah lebih stabil. Kemungkinan karena adanya batuan yang mengurangi terjadinya longsoran.

Menurut hasil penelitian (Priyandoko, D, 2006) dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 3-Dimensi pada daerah penelitian yang sama tidak ditemukannya bidang gelincir. Sehingga hasil yang diperoleh dari seismik memperkuat hasil dari geolistrik. Dengan tidak ditemukannya bidang gelincir oleh

Priyandoko dan hasil seismik yang menunjukkan bahwa struktur lapisan tanah juga lebih stabil maka dapat dikatakan bahwa daerah penelitian kecil kemungkinan terjadi tanah longsor. Hal tersebut terbukti bahwa sejak tahun 2003 sudah tidak terjadi longsor di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember.



## **BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 Kesimpulan**

Hasil dari survei seismik refleksi menunjukkan bahwa gelombang seismik yang merambat melalui medium bumi dapat memberikan penggambaran tentang struktur bawah permukaan hingga kedalaman 63 meter. Survei seismik yang dihasilkan berupa kontur warna yang dapat menggambarkan nilai kecepatan gelombang seismik yang merambat melalui tiap-tiap kedalaman lapisan tanah. Kecepatan gelombang akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman lapisan tanah yang mampu dilalui oleh gelombang seismik. Lapisan yang mampu ditembus oleh gelombang seismik pada daerah rawan longsor yaitu di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember terlihat ada empat lapisan tanah.

### **6.2 Saran**

Perlu adanya penelitian lanjutan yaitu dengan dilakukan pengambilan sampel tanah sehingga antara data pengeboran dengan data seismik dapat dikorelasikan sehingga diketahui jenis-jenis tanah pada tiap-tiap lapisan. Pengeboran dimaksud untuk mendapatkan contoh dan penampang tanah/batuan. Perlu juga adanya uji laboratorium sehingga dari contoh yang diperoleh akan dapat diketahui jenis tanah/batuan bawah permukaan secara pasti

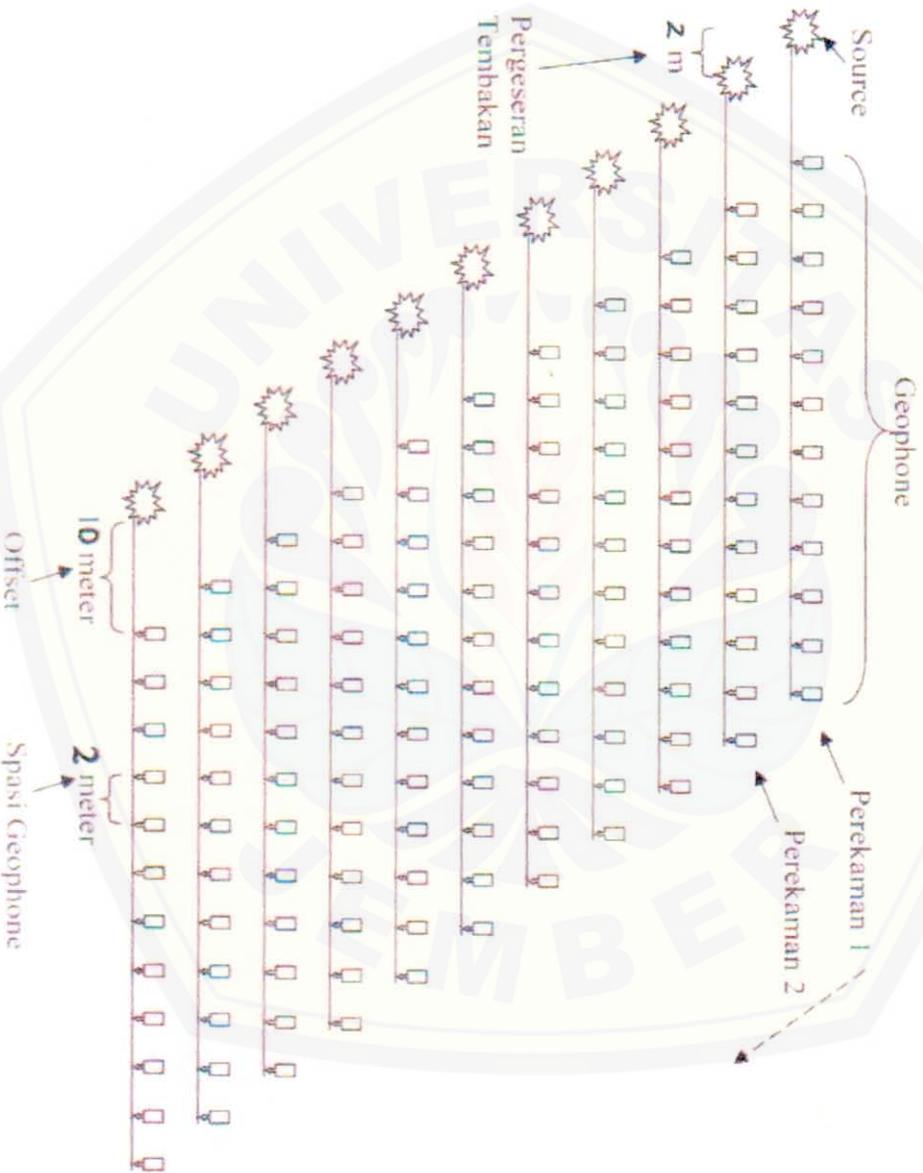


DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, N and Atinuke, A. 1999. *Overview of the Shallow Seismic Reflection Technique*. Missouri: University of Missouri-Rolla.
- Bolt, B. A. 1982. *Inside the Earth*. San Fransisco : W. H. Freeman.
- Budiman, A. 2003. *Analisa Kuantitatif dan Kualitatif Migrasi Pre-Stack dan Post-Stack dalam Domain Waktu dan Kedalaman*. Tugas Akhir S-1 Jurusan Fisika FMIPA Surabaya: ITS.
- Darmawijaya, M. I. 1997. *KLASIFIKASI TANAH Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Jember. 2002. *Laporan Akhir Pengkajian Unsur Hara Dan Tanah Sawah Kabupaten Jember*. Kerjasama Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Jember dan Fakultas Pertanian Jember.
- Griffin, Robert H. 1995. *Engineering and Design, Geophysical Exploration for Engineering and Environment Investigations*. US Army Corps of Engineers. Washington, DC.S
- Ginanjar dan Latief, A. 2005. *Seismic Reflection*. Jakarta: Chevron Indonesia Company.
- Hakim, N., dkk. 1986. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hartantyo, E. 2004. *Metode seismik : Bias dan Pantul*. Jogjakarta: UGM.
- Hassanudin, M. 2002. *TEKNOLOGI SEISMIK REFLEKSI UNTUK EKSPLOKASI MINYAK DAN GAS BUMI. Bidang Dinamika Laut*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Joffe, J. S. 1949. *Pedology*. Ped. Pub., New Jersey.
- Priyandoko, D. 2006. *Penggunaan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 3-Dimensi Untuk Menentukan Bidang Gelincir Daerah Rawan Longsor Di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember*. Tugas Akhir S-1 Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember: UNEJ.

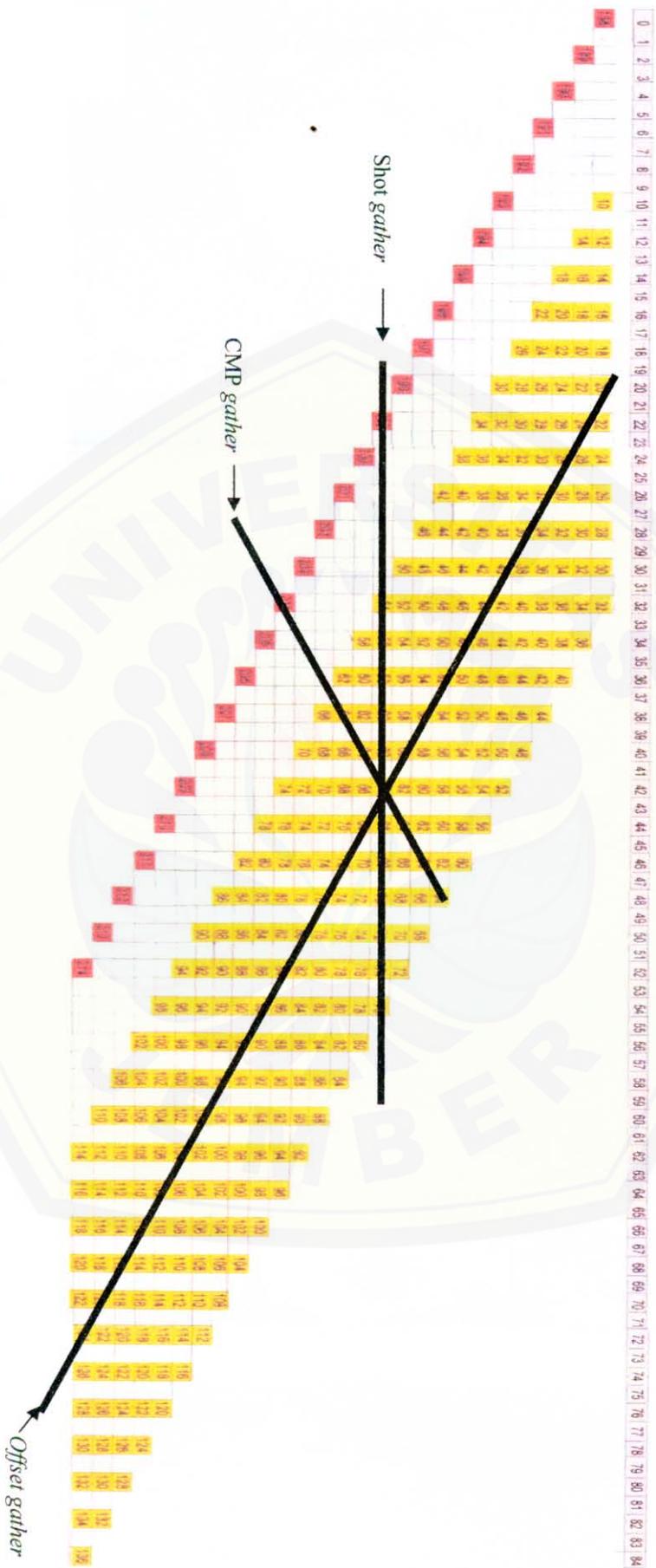
- Reynold, J. M. 1997. *An Introduction To Applied And Enviromental Geophysics*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Sandmeier, Karl-Josef. 2005. *REFLEXW Version 3.5 Windows<sup>TM</sup> 9x/NT/2000/XP-Program for The Processing of Seismic, Acoustic or Electromagnetic Reflection, Refraction and Transmission Data*. Sandmeier Software. Karlsruhe.
- Santono, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB.
- Sinlae, Esterlinda RM. 2003. *Aplikasi Migrasi Integral Kirchhoff Domain Kedalaman untuk Analisa Reservoir*. Tugas Akhir Fisika Surabaya: ITS.
- Tifani, D. 2006. *Karakteristik Reservoir Menggunakan Atribut Lambda –Mu-Rho Pada Data Seismik 3D Melalui Beberapa Teknik Inversi*. Tugas Akhir Program Studi Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral. Bandung: ITB.
- Utami, T. E, Chandana, A., Hermawan. 2000. *Pemetaan Geologi Teknik Daerah Jember dan Sekitarnya, Jawa Timur*.  
[http://www.dgtl.esdm.go.id/peta\\_web/GT\\_Jember2.html](http://www.dgtl.esdm.go.id/peta_web/GT_Jember2.html). (4 Januari 2007)
- Utami, T. E, Chandana, A., Hermawan. 2000. *Pemetaan Geologi Teknik Kabupaten Jember, Jawa Timur*.  
[http://www.dgtl.esdm.go.id/peta\\_web/GT\\_Jember.html](http://www.dgtl.esdm.go.id/peta_web/GT_Jember.html). (4 Januari 2007)
- Van Der Kruk. 2001. *Reflection Seismik 1*. Zurich: Institut Fiir Geophysik ETH.
- Wahyuningtias, E. 2006. *Pemetaan Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Data Resistivitas 2-D dan GPS (Studi Kasus di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember)*. Tugas Akhir S-1 Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember: UNEJ.
- Yilmaz, Özdoğan. 1994. *Seismic Data Processing, Investigations in Geophysics no 1&2*. Society Of Exploration Geophysicists (SEG). Tulsa.

Lampiran I. Diagram Akuisisi Data Seismik



Gambar 5. Diagram akuisisi data seismik di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dengan cara *end-on*

Lampiran 2. Seismik *Chart* dari Akuisisi Data Seismik Lintasan 1



Gambar 6. Seismik *chart* dari akuisisi data seismik lintasan 1 di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember.

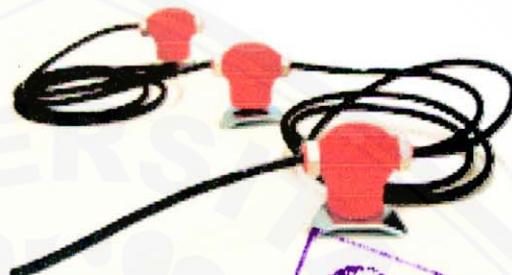
Keterangan :

- = *offset*
- = *source*
- = *geophone*



Lampiran 4. Alat-alat yang digunakan dalam akuisisi data seismik *refleksi*

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 8. Alat-alat yang digunakan dalam akuisisi data seismik *refleksi* diantaranya:  
(a) *weightdrop* (b) kabel *geophone* (c) *geophone* (d) ACCU 12 V  
(e) Seismograf McSEIS-SX model 1125E.

## Lampiran 5. Kecepatan Seismik pada Berbagai Medium

Typical/Representative Field Values of  $V$ ,  $P_b$  and  $\nu$  for Various Materials

Material	$V$ (m/s)	$P_{b,dry}$ $mg/m^3$	$\nu$
Air	330		
Damp loam	300 – 750		
Dry sand	450 – 900	1.6 – 2.0	0.3 – 0.35
Clay	800 – 1,800	1.3 – 1.8	~ 0.5
Fresh, shallow water	1,430 – 1,490	1.0	
Saturated, loose sand	1,500		
Basal/lodgement till	1,700 – 2,300	2.3	
Rock			0.15 – 0.25
Weathered igneous and metamorphic rock	450 – 3,700		
Weathered sedimentary rock	600 – 3,000		
Shale	800 – 3,700		
Sandstone	2,200 – 4,000	1.9 – 2.7	
Metamorphic rock	2,400 – 6,000		
Unweathered basalt	2,600 – 4,300	2.2 – 3.0	
Dolostone and limestone	4,300 – 6,700	2.5 – 3.0	
Unweathered granite	4,800 – 6,700	2.6 – 3.1	
Steel	6,000		

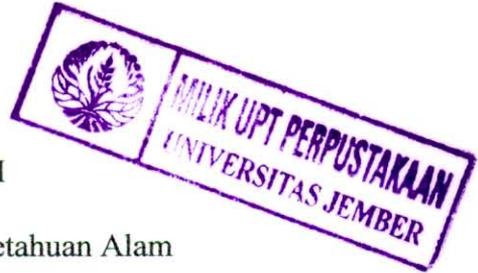
Sumber: Griffin, 1995

## Keterangan:

 $V$  = kecepatan seismik $P_b$  = densitas media $\nu$  = rasio poisson



Departemen Pendidikan Nasional RI  
Universitas Jember  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



**SURAT KETERANGAN SELESAI PERBAIKAN SKRIPSI**

Kami selaku Tim Penguji Ujian Tugas Akhir dari mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Listyorini  
Nim : 031810201019  
Jurusan : Fisika  
Semester : VIII  
Judul Tugas Akhir : Studi Lapisan Tanah Di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember Dengan Menggunakan Metode Seismik Refleksi.

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa yang bersangkutan betul-betul telah melaksanakan perbaikan Tugas Akhir sebelum berakhirnya batas waktu yang telah ditentukan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, Juli 2007

Mengetahui,  
Tim Penguji Skripsi

Ketua,

Agus Suprianto, S.Si, MT  
NIP. 132 162 507

Sekretaris,

Nurul Priyantari, S.Si, M.Si  
NIP. 132 162 506

Dosen Penguji I,

Artoto Arkundato, S.Si, M.Si  
NIP. 132 236 059

Dosen Penguji II,

Lutfi Rohman, S.Si, M.Si  
NIP. 132 206 037