



**IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN VARIASI  
SUDUT KEMIRINGAN DAN KELEMBABAN TANAH  
SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Zazuli  
101810201037**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN VARIASI  
SUDUT KEMIRINGAN DAN KELEMBABAN TANAH  
SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Ahmad Zazuli**  
**NIM 101810201037**

**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2017**

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang serta shalawat senantiasa terhaturkan kepada Nabi Muhammad SAW dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur mengucapkan Alhamdulillah, Tugas Akhir/ Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Darojatin dan Ayahanda Adi Sucipto tercinta yang selalu memberikan motivasi, doa serta restunya kepada ananda dengan segenap rasa cinta, sayang dan sejuta kesabaran dalam mendidik ananda selama ini;
2. ketiga kakak tercinta, Eva Zuliana, Nining Novianti dan Faris Megawati yang sudah memberikan semangat, do'a, dan kasih sayangnya;
3. Almamater Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.

## MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(terjemah Surat Al-Mujadalah ayat 11)\*)

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(terjemah Surat Al-Baqarah ayat 153)\*)

---

\*Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al Qur'an dan terjemahannya. Semarang: PT. Kumudamoro Grafindo.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Zazuli

NIM : 101810201037

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Variasi Sudut Kemiringan, Gangguan Beban dan Kelembaban Tanah Skala Laboratorium” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

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

Jember, Maret 2017

Yang menyatakan,

Ahmad Zazuli

NIM 101810201037

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN VARIASI  
SUDUT KEMIRINGAN, GANGGUAN BEBAN DAN  
KELEMBABAN TANAH SKALA LABORATORIUM**

Oleh

Ahmad Zazuli  
NIM 101810201037

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nurul Priyantari, S.Si., M.Si  
Dosen Pembimbing Anggota : Supriyadi, S.Si., M.Si

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul "Identifikasi Bidang Gelincir dengan Variasi Sudut Kemiringan, Gangguan Beban dan Kelembaban Tanah Skala Laboratorium" telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Jum'at, 5 Mei 2017

Tempat : Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si  
NIP 19700327 199702 2 001

Anggota II,

Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.  
NIP. 196812191994021001

Anggota I,

Supriyadi, S.Si., M.Si  
NIP 19820424 200604 1 003

Anggota III,

Ir. Misto M.Si  
NIP 19591121 199103 1 002

Mengesahkan  
Dekan

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Identifikasi Bidang Gelincir dengan Variasi Sudut Kemiringan, Gangguan Beban dan Kelembaban Tanah Skala Laboratorium;** Ahmad Zazuli, 101810201037: 48 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Bencana alam merupakan suatu peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan diakibatkan oleh faktor alam atau faktor manusia sehingga menyebabkan munculnya korban jiwa, rusaknya lingkungan, kerugian serta efek psikologis yang tidak dapat dicegah atau dihentikan oleh manusia, namun dapat diminimalisir. Salah satu bencana alam adalah tanah longsor. Tanah longsor merupakan bencana alam yang seringkali terjadi pada daerah dengan kemiringan lereng yang terjal/curam dan memiliki curah hujan tinggi.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh sudut kemiringan, gangguan beban dan gangguan kadar air pada tanah terhadap bidang gelincir dan telah dilaksanakan di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Penelitian dilakukan dengan memberikan 4 perlakuan berbeda pada media objek pasir sebagai model tanah longsor menggunakan potensiometer *multyturn* sebagai sensor deteksi gerakan tanah dan *soil moisture FC-28* sebagai sensor deteksi kadar air. Perlakuan pertama pada penelitian ini dilakukan dengan memvariasi sudut kemiringan sebesar 17 % - 25 % dengan interval 2 %. Perlakuan kedua dengan memvariasi sudut kemiringan sebesar 17 % - 25 % dengan interval 2 % dan penambahan beban sebesar 1,5 kg, 2,5 kg dan 4 kg. Perlakuan ketiga dengan memvariasi sudut kemiringan sebesar 17 % - 25 % dengan interval 2 % dan penambahan kadar air sebesar 10 %, 15 %, dan 20 %. Untuk perlakuan keempat diberikan perlakuan dengan memvariasi sudut kemiringan sebesar 17 % - 25 % dengan interval 2 % dengan penambahan beban sebesar 1,5 kg, 2,5 kg dan 4 kg dan kadar air sebesar 10 %, 15 %, dan 20 %.



Data penelitian diolah dengan menggunakan *spreadsheet* yang menghasilkan grafik berupa hubungan tegangan keluaran dari potensiometer *multyturn* terhadap variasi sudut kemiringan. Hasil penelitian dari variasi sudut kemiringan dari bak kaca yang berperan sebagai bidang gelincir, serta gangguan beban yang diberikan pada perlakuan kedua dan keempat menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan dan gangguan beban yang diberikan maka semakin besar terjadinya gerakan tanah. Namun pada perlakuan ketiga yang diberi perlakuan penambahan kadar air, cenderung gerakan tanah yang terjadi relatif kecil, hal ini disebabkan karena pasir memadat pada saat ditambahkan air sehingga sulit terjadi gerakan tanah.

Dari semua penelitian yang dilakukan dengan cara pemberian perlakuan yang berbeda-beda, hasil analisa menunjukkan bahwa rentan tidaknya terjadinya longsor pada medium tanah tergantung pada besar kemiringan lereng, kestabilan lereng, beban pada tanah, dan bidang gelincir. Bidang gelincir merupakan salah satu penyebab longsor yang paling berpengaruh.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Variasi Sudut Kemiringan, Penambahan Beban dan Kelembaban Tanah Skala Laboratorium”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Nurul Priyantari, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Supriyadi, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) atas segala waktu, perhatian, dan kesabaran dalam membimbing penulis sampai terselesaikannya skripsi ini;
2. Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D. dan Ir. Misto M.Si selaku Dosen penguji I dan II atas segala masukan, kritik, dan saran yang telah diberikan bagi kesempurnaan penulis skripsi ini;
3. seluruh staf pengajar Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
4. teman-teman Geofisika FMIPA Universitas Jember yang telah membantu dalam penelitian ini;
5. Evi Rulistiya S.Tr. Keb., Winda Eka Sari S.Si., Riska Dwi Agustin S.Si., Najibur Rohim, dan Koko Anggoro yang selalu membantu dan memberi motivasi di setiap kondisi yang terjadi;
6. teman-teman semua angkatan di Jurusan Fisika, khususnya angkatan 2010 yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas keceriaan, kekompakan dan motivasinya

7. teman-teman satu kos Gang Kelinci No. 18 Jl. Kalimantan, terima kasih atas kebersamaan, keceriaan, bantuan, dan motivasinya;
8. Seluruh staf di Jurusan Fisika yang telah membantu yaitu Ji, Narto, Budi, Edy, Taufik, Hadi, dan Ansori;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 22 Maret 2017

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Tanah.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Tanah Longsor .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Kemiringan Lereng.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Curah Hujan.....</b>	<b>10</b>
2.4.1 Aliran Air Tanah Jenuh ( <i>Saturated</i> ) dan Tidak Jenuh ( <i>Unsaturated</i> ) .....	11
2.4.2 Infiltrasi Hujan .....	12
<b>2.5 Potensiometer .....</b>	<b>13</b>
<b>2.6 Sensor Kelembaban <i>Soil Moisture</i> FC-28 .....</b>	<b>14</b>

**BAB 3. METODE PENELITIAN**

<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	15
<b>3.3 Rancangan Kegiatan.....</b>	<b>16</b>
3.3.1 Tahapan Penelitian .....	16
3.3.2 Observasi.....	16
3.3.3 Menyusun Alat dan Stimulasi Kelongsoran.....	20
3.3.4 Pengambilan Data .....	22
<b>3.4 Analisa Data.....</b>	<b>23</b>

**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

<b>4.1 Hasil.....</b>	<b>24</b>
4.1.1 Variasi Sudut Kemiringan Bidang Gelincir Tanpa Gangguan....	25
4.1.2 Variasi Sudut Kemiringan Bidang Gelincir dengan Pembebanan .....	26
4.1.3 Variasi Sudut Kemiringan Bidang Gelincir dengan Kelembaban Tanah.....	28
4.1.4 Hasil Variasi Sudut Kemiringan Bidang Gelincir dengan Kelembaban Tanah dan Gangguan Beban .....	30
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>36</b>

**BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>44</b>

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

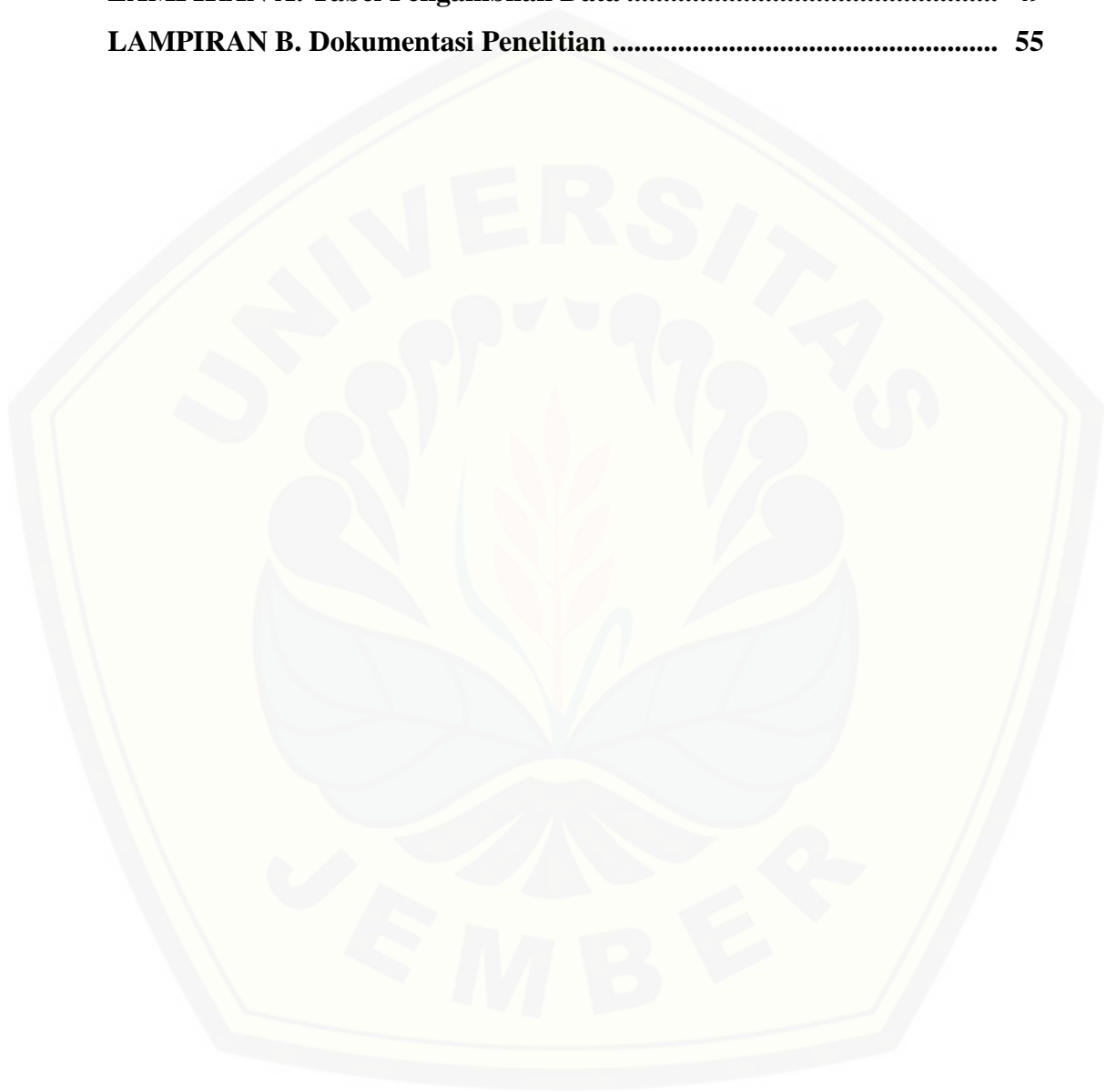
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Longsoran Translasi .....	5
Gambar 2.2 Longsoran Rotasi .....	5
Gambar 2.3 Pergerakan Blok .....	6
Gambar 2.4 Runtuhan Batu.....	6
Gambar 2.5 Rayapan Tanah.....	6
Gambar 2.6 Aliran Bahan Rombakan .....	7
Gambar 2.7 Curah Hujan Parameter dalam Hubungan dengan Inisiasi Tanah Longsor Meliputi Curah Hujan Kumulatif, Curah Hujan Sebelumnya, Intensitas Curah Hujan dan Furasi Curah Hujan .....	11
Gambar 2.8 (a) Potensiometer Multiturn (b) Konstruksi Dan Potensiometer Gulungan .....	14
Gambar 2.9 <i>Soil Moisture</i> FC-28.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian .....	16
Gambar 3.2 Bak Kaca .....	17
Gambar 3.3 Proses Penjemuran Pasir .....	17
Gambar 3.4 Proses Penyangraian.....	18
Gambar 3.5 Proses Pengayakan Pasir .....	18
Gambar 3.6 Sensor Deteksi Gerakan Tanah .....	19
Gambar 3.7 Rangkaian Potensiometer Sebagai Pembagi Tegangan .....	20
Gambar 3.8 Sensor Deteksi Kelembaban .....	20
Gambar 3.9 Skema Alat Penelitian .....	21
Gambar 4.1 Desain <i>Physical Modelling</i> Bidang Gelincir.....	25
Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) tanpa gangguan .....	25
Gambar 4.3 Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan beban 1,5 kg .....	26
Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan beban 2,5 kg .....	27
Gambar 4.5 Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan beban 4 kg .....	27
Gambar 4.6 Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan kelembaban tanah 10% .....	29
Gambar 4.7 Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan kelembaban tanah 15% .....	29

Gambar 4.8	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan kelembaban tanah 20% .....	30
Gambar 4.9	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 1,5 kg dan kadar air 10% .....	31
Gambar 4.10	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 1,5 kg dan kadar air 15% .....	31
Gambar 4.11	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 1,5 kg dan kadar air 20% .....	32
Gambar 4.12	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 2,5 kg dan kadar air 10% .....	33
Gambar 4.13	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 2,5 kg dan kadar air 15% .....	33
Gambar 4.14	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 2,5 kg dan kadar air 20% .....	34
Gambar 4.15	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 4 kg dan kadar air 10% .....	35
Gambar 4.16	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 4 kg dan kadar air 15% .....	35
Gambar 4.17	Grafik hubungan variasi susut kemiringan dan $v$ potensiometer (mv) dengan gangguan beban 4 kg dan kadar air 20% .....	36

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
<b>LAMPIRAN A. Tabel Pengambilan Data .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN B. Dokumentasi Penelitian .....</b>	<b>55</b>





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Pendahuluan

Bencana tanah longsor sering dikaitkan dengan datangnya musim penghujan. Bencana tanah longsor (*landslides*) menjadi masalah yang umum pada daerah yang mempunyai kemiringan yang curam. Indonesia berpotensi besar terjadi tanah longsor, sebagai contoh area atau daerah yang banyak memiliki kemiringan terjal seperti di daerah Cilacap, Purworejo, Kulonprogo, Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Timur, Sumatera dan lokasi lainnya di tanah air. Peristiwa tanah longsor adalah gerakan massa tanah, atau dapat didefinisikan perpindahan material pembentuk lereng, dapat berupa batuan asli, tanah pelapukan, bahan timbunan atau kombinasi dari material-material tersebut yang bergerak ke arah bawah dan keluar lereng (Varnes, 1978).

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau ke luar lereng (Iswanto dan Raharjo, 2010). Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

Tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shears surface*) merupakan salah satu faktor penyebab longsor yang sangat berpengaruh (Priyantari, 2005). Pada umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut. Faktor-faktor penyebab tanah longsor antara lain curah hujan, lereng yang terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang kurang kuat, jenis tata lahan, getaran, susut

muka air danau atau bendungan, adanya beban tambahan, pengikisan atau erosi, adanya material timbunan pada tebing, bekas longsor lama, adanya bidang diskontinuitas (bidang yang tidak sinambung), penggundulan hutan, daerah pembuangan sampah dan sebagainya.

Mengacu dari latar belakang yang telah diuraikan diatas kondisi tanah, sudut kemiringan, bidang gelincir dan kelembaban tanah merupakan beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya tanah longsor, sehingga penulis berkeinginan melakukan penelitian secara *physical modelling* yang meneliti tentang bidang gelincir dengan variasi sudut kemiringan dan kelembaban tanah untuk mewakili curah hujan. Untuk kelembaban tanah menggunakan *soil moisture FC-28* dan untuk kuat geser tanah menggunakan potensiometer *multyturn*. Secara teknis, karakteristik variabel-variabel kelongsoran di lapangan sangat sulit untuk dilakukan dan diteliti serta memerlukan biaya yang sangat mahal, sehingga salah satu cara yaitu melakukan penelitian laboratorium (*physical modelling*) terskala dengan memantau variabel secara simultan. Dengan demikian diharapkan dapat diketahui tingkat kelongsoran pada media pasir dengan variasi kelembaban tanah, variasi beban dan variasi sudut kemiringan dalam skala laboratorium dengan mengkondisikan seperti di lapangan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas didapatkan rumusan masalahnya yaitu bagaimana variabel kelongsoran yang terjadi pada media objek pasir dengan menggunakan variasi beban, variasi kelembaban tanah dan variasi sudut kemiringan?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Interpretasi dilakukan berdasarkan kondisi media objek pasir dalam skala laboratorium.
2. Interpretasi penentuan praduga bidang gelincir hanya dilihat dari bidang kontak pasir dengan bak kaca.

3. Tidak menentukan jenis longsoran.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik variabel kelongsoran yang terjadi pada media objek pasir dengan menggunakan variasi kelembaban, variasi beban dan sudut kemiringan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah mendeteksi secara dini terjadinya longsor dengan variasi sudut kemiringan, gangguan beban dan kelembaban tertentu. Selain itu juga bisa dijadikan literatur untuk penelitian berikutnya yang berkaitan dengan tanah longsor.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah

Tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara bagian-bagian tersebut berisi udara dan air (Verhoef, 1994). Tanah didefinisikan oleh Das (1995) sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Sedangkan pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a) Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
- b) Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c) Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm serta bahan halus yang berukuran  $< 1$  mm.
- d) Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e) Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f) Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

## 2.2 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material, yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara geologi tanah longsor merupakan suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya batuan atau gumpalan besar tanah. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi jika gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan (Nandi, 2008). Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan luar lereng sehingga terjadi tanah longsor (Nandi, 2008).

Ada 6 jenis tanah longsor (Rahmawati, 2009), yakni:

### 1. Longsoran translasi



Gambar 2.1 Longsoran translasi (Rahmawati, 2009)

Longsoran translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

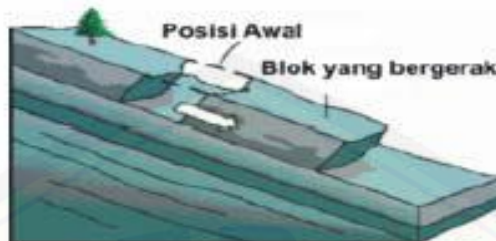
### 2. Longsoran rotasi



Gambar 2.2 Longsoran rotasi (Rahmawati, 2009)

Longsor rotasi adalah bergerakna massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

### 3. Pergerakan blok



Gambar 2.3 Pergerakan blok (Rahmawati, 2009)

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor blok batu.

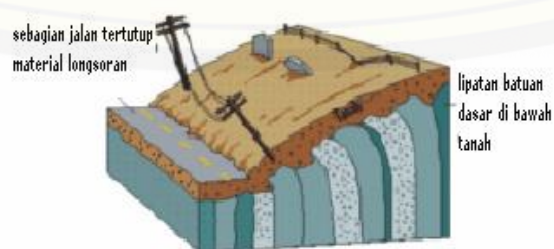
### 4. Runtuhan batu



Gambar 2.4 Runtuhan batu (Rahmawati, 2009)

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

### 5. Rayapan tanah



Gambar 2.5 Rayapan tanah (Rahmawati, 2009)

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

#### 6. Aliran bahan rombakan



Gambar 2.6 Aliran bahan rombakan (Rahmawati, 2009)

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.

Tanah longsor merupakan gejala dari gerak tanah yaitu Bergeraknya massa regolith ke tempat yang lebih rendah akibat gaya tarik gravitasi. Hal ini akibat hilangnya keseimbangan awal, dan untuk mencapai keseimbangan baru terjadilah longsor. Faktor-faktor geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah adalah morfologi, litologi, stratigrafi dan struktur geologi. Struktur geologi yang mempengaruhi gerak tanah adalah seperti komposisi lapisan, dan formasi susunan batuan. Adanya pengaruh dari beberapa faktor lain seperti curah hujan, kandungan air di dalam batuan, vegetasi, beban batuan, gempa bumi dan lain sebagainya (Ristianto, 2007).

Proses gerak tanah meliputi (Ristianto, 2007):

##### 1. Kegagalan lereng

Gaya gravitasi yang selalu menarik ke bawah membuat lereng bukit dan gawir pegunungan rawan untuk runtuh. *Slum* adalah keruntuhan lereng

dimana batuan atau regolith bergerak turun dan maju disertai gerak rotasional yang bergerak berlawanan dengan arah massa yang bergerak. Kegagalan lereng secara mendadak yang mengakibatkan berpindahnya massa batuan yang relatif koheren dengan *slumping*, jatuh (*falling*), atau meluncur(*sliding*).

## 2. *Falls* dan *Slides*

Gerak pecahan batuan besar atau kecil yang terlepas dari batuan dasar dan jatuh bebas dinamakan *rockfall*. Biasanya terjadi pada tebing-tebing yang terjal, dimana material yang lepas tidak dapat tetap di tempatnya. Jika material yang bergerak masih agak koheren dan bergerak di atas permukaan suatu bidang disebut *rock slides*. Bidang luncurnya dapat berupa bidang rekahan, kekar atau bidang pelapisan yang sejajar dengan lereng.

## 3. Aliran (*flow*)

Aliran terjadi apabila material bergerak turun lereng sebagai cairan kental dengan cepat. Biasanya materialnya jenuh air. Yang sering terjadi adalah *mudflow*, aliran debris dengan banyak air dan partikel utamanya adalah partikel halus. Tipe gerak tanah ini terjadi di daerah dengan curah hujan tinggi seperti di Indonesia. Aliran (*flow*) campuran sedimen, air, dan udara, dengan memperhatikan kecepatan dan konsentrasi sedimen yang mengalir.

## 4. Patahan

Patahan yaitu gerakan pada lapisan bumi yang sangat besar dan berlangsung yang dalam waktu yang sangat cepat, sehingga menyebabkan lapisan kulit bumi retak atau patah. Bagian muka bumi yang mengalami patahan seperti *graben* dan *horst*. *Horst* adalah tanah naik, terjadi bila terjadi pengangkatan. *Graben* adalah tanah turun, terjadi bila blok batuan mengalami penurunan.

Ada beberapa jejak yang ditimbulkan oleh gesekan pada batuan diantaranya adalah gores garis atau *slickensides*, gesekan antara batuan yang keras, permukaannya menjadi halus dan licin disertai goresan-goresan pada bidang sesar. Kebanyakan gerak sesar menghancurkan batuan yang bergesekan menjadi berbagai ukuran tidak beraturan, membentuk breksi sesar atau *fault breccia* (Ristianto, 2007).



### 2.3 Kemiringan Lereng

Sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan wilayah perbukitan dan pegunungan, sehingga banyak dijumpai lahan yang miring. Lereng atau lahan yang miring ini berpotensi untuk mengalami gerakan tanah. Semakin besar kemiringan suatu lereng dapat mengakibatkan semakin besarnya gaya penggerak massa tanah atau batuan penyusun lereng (Indrayana, 2011). Lereng yang semakin curam, makin besar pula volume dan kecepatan aliran permukaan yang berpotensi menyebabkan erosi. Selain kecuraman, panjang lereng juga menentukan besarnya longsor dan erosi. Makin panjang lereng, erosi yang terjadi makin besar. Pada lereng  $>40\%$  longsor sering terjadi, terutama disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi.

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap tanah longsor karena unsur tersebut sangat erat kaitannya dengan gaya gravitasi dan gaya geser sepanjang lereng. Lereng dinyatakan mempunyai kemiringan 10% jika perbandingan panjang kaki dan tinggi adalah 10:1. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap gaya tarik bumi serta gaya geser sepanjang lereng. Semakin datar lereng, gaya gravitasi tidak dapat bekerja sepenuhnya, sehingga material lapuk lepas tidak akan terjadi pergeseran horizontal, akan tetapi pada lereng yang miring hingga terjal akan terjadi resultan gaya akibat adanya dua gaya yakni gaya gravitasi dan gaya geser. Kemiringan lereng juga berpengaruh terhadap kelembaban tanah akibat perbedaan tingkat kelulusan air, dan gerakan air tanah yang berbeda. Dengan material lapuk pada lereng datar gerakan air tanah lebih lambat, dibanding lereng yang miring. Dengan demikian tanah longsor akan sangat efektif pada lereng miring hingga terjal dibanding lereng datar (Sugiharyanto *et al*, 2009).

Terjadinya longsor akan meningkat seiring dengan semakin meningkatnya kemiringan lereng. Kemiringan lereng akan mempengaruhi kecepatan aliran air permukaan. Pada lahan yang datar atau landai, kecepatan aliran air lebih kecil dibandingkan dengan tanah yang miring (curam) (Dwi, 2010). Tabel 2.1 menunjukkan harkat kemiringan menurut Kementrian Kehutanan (2011), harkat terbesar menunjukkan pengaruh terhadap longsor lebih besar.

Tabel 2.1 Deskripsi kemiringan lereng

Harkat	Kemiringan (%)	Deskripsi
1	0 – 7	Datar
2	8 – 14	Landai
3	15 – 24	Agak Curam
4	25 – 45	Curam
5	> 45	Sangat Curam

Sumber: Parmin *et al* (2011)

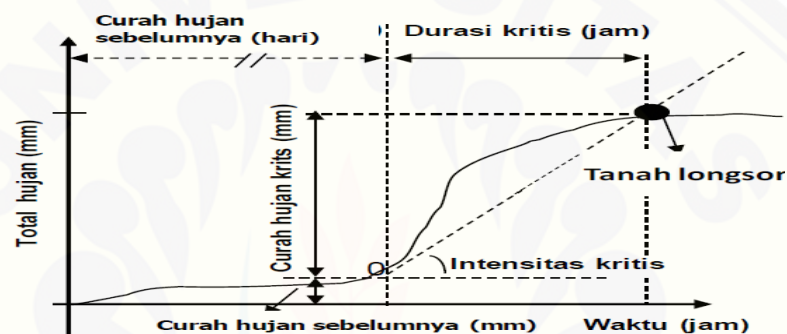
## 2.4 Curah Hujan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (PMPU) No.22/PRT/M/2007 menjelaskan pengaruh curah hujan terhadap stabilitas lereng. Curah hujan mempunyai pengaruh atau bobot sebesar 15% dalam terjadinya longsor. Curah hujan mempunyai pengaruh yang besar/tinggi pada longsor apabila curah hujan rata-rata sebesar 2500 mm/tahun atau >70 mm/jam dan berlangsung terus menerus selama lebih dari 2 jam hingga beberapa hari. Curah hujan mempunyai pengaruh sedang apabila curah hujan berkisar antara 30-70 mm/jam berlangsung tidak lebih dari 2 jam dan hujan tidak setiap hari atau curah hujan rata-rata tahunan antara 1000-2500 mm/tahun. Curah hujan mempunyai pengaruh yang rendah apabila curah hujan rata-rata <1000 mm/tahun atau curah hujan <30mm/jam dan berlangsung tidak lebih dari 1 jam dan hujan tidak terjadi setiap hari.

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada musim penghujan yaitu pada bulan November-April karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kemarau yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya permukaan tanah. Ketika hujan, air akan dengan cepat menyusup ke bagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim penghujan, intensitas curah hujan yang tinggi biasanya sering terjadi, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat. Curah hujan tinggi pada awal musim penghujan akan dapat menimbulkan longsor, karena melalui tanah yang retak air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan

gerakan lateral. Bila ada pepohonan di permukaannya, tanah longsor dapat dicegah karena air akan terserap oleh tumbuhan, akar tumbuhan juga akan berfungsi sebagai pengikat tanah.

Hubungan parameter curah hujan dengan tanah longsor dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah ini. Gambar 2.7 ini menjelaskan secara sederhana proses terjadinya tanah longsor dimana curah hujan kritis menunjukkan jumlah curah hujan dari waktu (“titik nol”) akan meningkat tajam dalam intensitas curah hujan yang diamati memicu tanah longsor.



Gambar 2.7 Curah hujan parameter dalam hubungannya dengan inisiasi tanah longsor meliputi curah hujan kumulatif, curah hujan sebelumnya, intensitas curah hujan, dan durasi curah hujan (Aleotti, 2004).

#### 2.4.1 Aliran Air Tanah Jenuh (*Saturated*) dan Tidak Jenuh (*Unsaturated*)

Tiga tipe pergerakan air yang terjadi dalam tanah adalah aliran jenuh (*saturated flow*), aliran tidak jenuh (*unsaturated flow*), dan pergerakan uap (*vapour*). Aliran air tanah merupakan gambaran gradien total potensial air dari satu zona tanah ke zona tanah lainnya. Aliran air tanah jenuh terjadi bila seluruh pori-pori tanah terisi oleh air, dan terjadi pada arah horisontal, vertikal ke atas dan ke bawah bila ada gradien tekanan. Pada kondisi ini tekanan potensialnya adalah positif. Daerah jenuh biasanya terletak pada daerah yang mempunyai drainase jelek dan berada pada tempat yang rendah, pada daerah dengan drainase yang baik namun berada di atas lapisan lempung, serta pada tanah-tanah bagian atas saat atau setelah hujan deras (Gardner, 1958).

Aliran air tidak jenuh adalah kondisi normal yang terjadi pada hampir semua tanah di alam sepanjang waktu. Ciri dari kondisi ini adalah tidak ada gradien hidraulik, tidak ada air dalam pori-pori tanah yang berukuran besar, tetapi air hanya terdapat pada pori-pori tanah yang berukuran kecil. Hal ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi sehingga air yang ada merupakan air serapan dan gaya kapiler. Dalam tanah tidak jenuh gradien matrik potensial dari satu zona ke zona yang lainnya merupakan pendorong terjadinya pergerakan air. Air mengalir melalui lapisan-lapisan air serapan dan pori-pori kapiler, air cenderung untuk seimbang dan bergerak dari zona potensial tinggi ke zona potensial rendah dan prosesnya sangat lambat. Koefisien permeabilitas pada kondisi tidak jenuh akan berubah-ubah seiring dengan perubahan tingkat kejenuhan terjadi. Perubahan dari kondisi jenuh ke tidak jenuh umumnya memerlukan penurunan koefisien permeabilitas. Pada saat *suction* tinggi atau nilai pembahasan akan menjadi sangat rendah (Brook dan Corey, 1964).

#### 2.4.2 Infiltrasi Hujan

Infiltrasi dapat didefinisikan sebagai proses masuknya air ke dalam tanah. Kapasitas infiltrasi (*infiltration capacity*) adalah volume maksimum air yang masuk dari permukaan tanah (dalam satuan kecepatan). Laju infiltrasi (*infiltration rate*) adalah volume dari air yang melewati permukaan tanah dan mengalir dalam profil tanah. Laju infiltrasi ditentukan oleh banyaknya air yang tersedia pada permukaan tanah, sifat dari permukaan tanah, kemampuan tanah untuk mengalirkan infiltrasi air dari permukaan. Kemampuan tanah untuk melewatkan air tergantung pada ukuran, jumlah dan hubungan antar pori serta perubahan dalam ukuran akibat sifat kembang susut mineral lempung pada saat pembasahan. Tanah yang mendekati kering mempunyai kapasitas infiltrasi awal yang lebih tinggi dibanding dengan tanah-tanah yang mempunyai kadar air tinggi (Mein dan Larson, 1973).

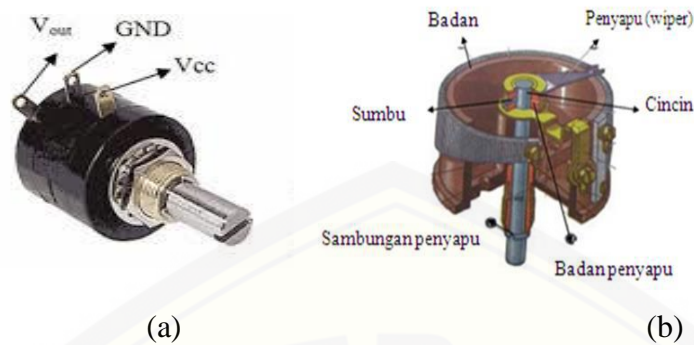
Efek dari laju infiltrasi hujan adalah hilangnya *suction* dalam zona tidak jenuh, perubahan tekanan air pori serta menurunnya kekuatan geser tanah. Kapasitas infiltrasi biasanya berkurang apabila kondisi;

- a. Permukaan tanah yang jenuh disebabkan oleh penurunan gradien hidraulik dekat permukaan tanah. Hal ini dapat terjadi setelah periode hujan yang panjang, dan kondisi lapisan tanah yang berada di bawah permukaan mempunyai permeabilitas yang rendah. Juga aliran air yang berasal dari lereng bagian atas.
- b. Permukaan tanah berubah. Mineral lempung mengurangi ukuran pori bila mengembang, terutama yang dekat dengan permukaan karena tekanan *overburden* pada tanah relatif ringan. Penghilangan tanaman penutup, pekerjaan-pekerjaan manusia, binatang dan mesin dapat merubah struktur permukaan (Mein dan Larson, 1973).

## 2.5 Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan yang dapat diatur. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau rheostat (Chandra dan Arifianto, 2010). Dalam potensiometer terdapat elemen tahanan yang dihubungkan dengan kontak geser yang dapat bergerak. Gerakan kontak geser menghasilkan perubahan tahanan yang linier atau putar. Elemen tahanan yang digunakan berupa komposisi karbon atau lilitan kawat (Novrian, 2008). Potensiometer terdiri atas sebuah kontak yang dapat menyapu pada hambatan lilitan kawat. Pergeseran kontak inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan hambatan pada terminal-terminal kontak. Jika pada potensiometer dihubungkan dengan sebuah sumber tegangan maka perubahan hambatan tersebut menghasilkan perubahan tegangan keluaran (Tompkins dan Webster, 1992).

Dalam penelitian ini potensiometer yang digunakan adalah potensiometer *multiturn*. Potensiometer *multiturn* merupakan komponen resistor tiga terminal yang tidak memiliki batas putaran pada kedua arahnya. Jika ketiga terminal digunakan, multiturn berfungsi sebagai pembagi tegangan. Namun jika dua terminal (terminal tengah dan salah satu terminal bagian tepi) yang digunakan, maka multiturn berfungsi *variable resistor* (Chandra dan Arifianto, 2010).

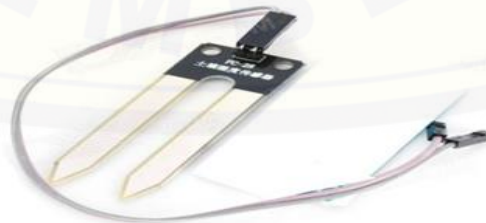


Gambar 2.8 (a) Potensiometer multiturn (b) konstruksi dari potensiometer gulungan (sumber: Chandra dan Arifianto, 2010).

## 2.6 Sensor Kelembaban *Soil Moisture FC-28*

*Soil moisture sensor* adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini membantu memantau kadar air atau kelembaban tanah pada tanaman. Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar) (Gani, 2014). Adapun spesifikasi dari sensor yaitu:

1. Tegangan masukan: 3.3 Volt atau 5 Volt
2. Tegangan keluaran: 0-4.2 Volt
3. Arus: 35mA



Gambar 2.9 *Soil moisture FC-28* (sumber: Gani, 2014)

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Proses penelitian ini dilakukan pada bulan November 2016 hingga Januari 2017 di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Penelitian ini berskala laboratorium dengan obyek yang diteliti berupa bidang gelincir dari longoran untuk media objek tanah pasir dengan variasi kelembaban tanah, variasi beban dan variasi sudut kemiringan.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Bak kaca persegi panjang dengan dimensi ( 2 x 1 x 0,5 ) m<sup>3</sup>
2. Dongkrak
3. Multimeter digital
4. Catu daya DC 5
5. Kabel penghubung
6. *Shower*
7. Potensiometer *multytturn* 10 K $\Omega$
8. Tali
9. Sensor *soil moisture FC-28*
10. Rangkaian pembagi tegangan
11. Pembeban

#### 3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

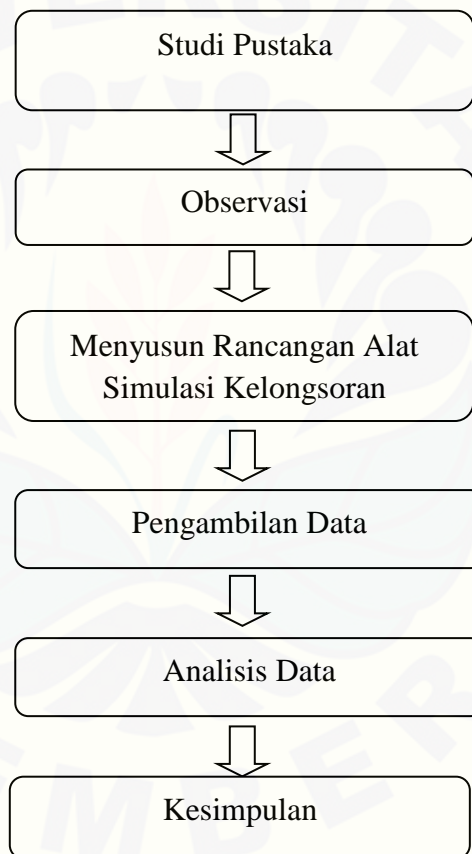
1. Pasir
2. Air

### 3.3 Rancangan Kegiatan

Pada penelitian ini, alat yang digunakan yaitu potensiometer *multyiturn* yang digunakan sebagai pendeteksi gerakan tanah dan sensor *soil moisture FC-28* sebagai pengukur kelembaban dengan catu daya arus DC. Penulis akan mengukur tegangan yang dihasilkan dari gerakan tanah melalui potensiometer yang akan dirancang sedemikian rupa dengan variasi sudut dan kelembaban tanah.

#### 3.3.1 Tahapan Penelitian

Secara garis besar proses penelitian keseluruhan seperti pada diagram dalam gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

#### 3.3.2 Observasi

Pada penelitian ini dilakukan observasi guna mengetahui kondisi dan kasus yang terjadi di lapangan. Pada observasi awal yang akan dilakukan meliputi persiapan alat, observasi tanah pasir yang akan digunakan pada penelitian, serta



pengujian alat yang digunakan untuk simulasi longsor agar diketahui alat masih berfungsi dengan baik.

a. Bak kaca

Bak terbuat bahan kaca untuk menampung media objek pasir yang digunakan sebagai bidang gelincir dan berdimensi ( 2 x 1 x 0,5 ) m<sup>3</sup>.



Gambar 3.2 Bak kaca

b. Perlakuan

Terdapat 2 bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pasir dan air. Pada langkah awal pasir yang akan digunakan untuk penelitian ini pasir dikeringkan melalui proses penjemuran dan sangrai, setelah proses penjemuran dan sangrai selesai kemudian pasir diayak. Untuk dapat menentukan kadar air ( $W_w$ ) maka massa pasir dan massa air harus diketahui, sehingga massa total pasir ditentukan sebesar 180 Kg dengan kondisi pasir yang telah melalui proses penjemuran sangrai dan ayakan.



Gambar 3.3 Proses penjemuran pasir



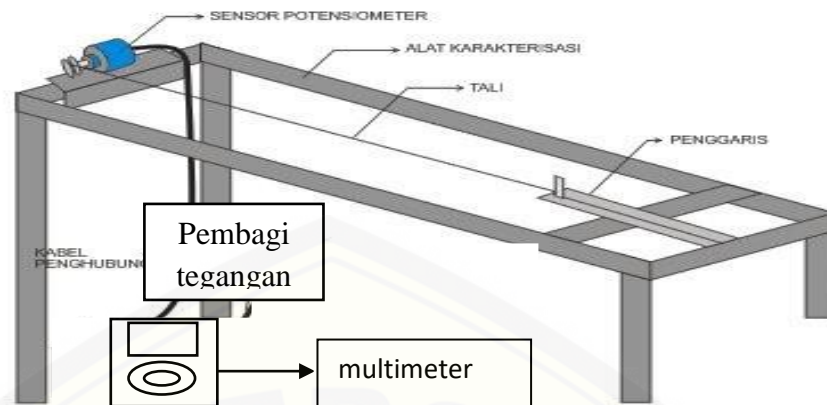
Gambar 3.4 Proses penyangraian



Gambar 3.5 Proses pengayakan pasir

c. Potensiometer *multyturn*

Untuk langkah selanjutnya potensiometer akan dirancang sedemikian rupa menyesuaikan dengan bak kaca yang digunakan sebagai wadah media objek pasir. Berikut adalah ilustrasi gambar dari sensor deteksi gerak tanah longsor.

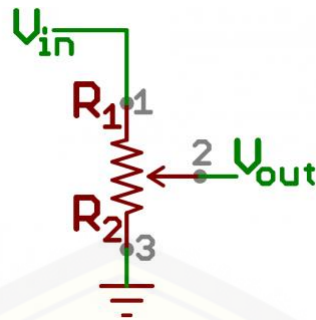


Gambar 3.6 Sensor deteksi gerakan tanah

Alat pengujian sensor deteksi gerakan tanah pada penelitian ini terdiri atas tali, kabel penghubung, potensiometer *multiturn*, alat karakterisasi sensor dan penggaris. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah potensiometer *multiturn* 10 k $\Omega$  dengan jumlah putaran 10 kali putaran. Pengujian sensor ini dilakukan dengan menggeser tali yang dikaitkan ke penggaris, pergeseran potensiometer atau pergeseran tali menyebabkan perubahan hambatan dan ketika dihubungkan ke tegangan, maka pergeseran potensiometer menghasilkan perubahan tegangan. Pengujian alat dilakukan dengan menghubungkan rangkaian sensor dengan tegangan 5 V DC dan keluarannya dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan yang berperan sebagai pembagi tegangan untuk ditampilkan ke multimeter.

d. Rangkaian pembagi tegangan

*Voltage divider* atau pembagi tegangan adalah suatu rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi dari pembagi tegangan ini di rangkaian elektronika adalah untuk membagi tegangan input menjadi satu atau beberapa tegangan output yang diperlukan oleh komponen lainnya di dalam rangkaian.

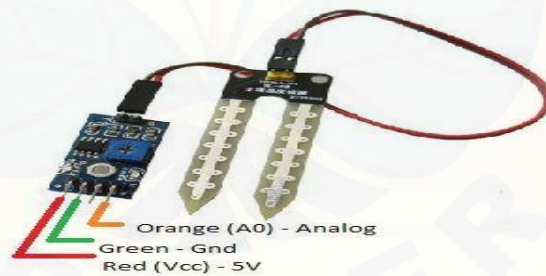


Gambar 3.7 Rangkaian Potensiometer sebagai pembagi tegangan

Dalam penelitian ini rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk membagi tegangan dari potensiometer *multiturn* dan sebagai masukan ( $V_{in}$ ) untuk *soil moisture* dan diteruskan ke multimeter.

e. *Soil moisture FC-28*

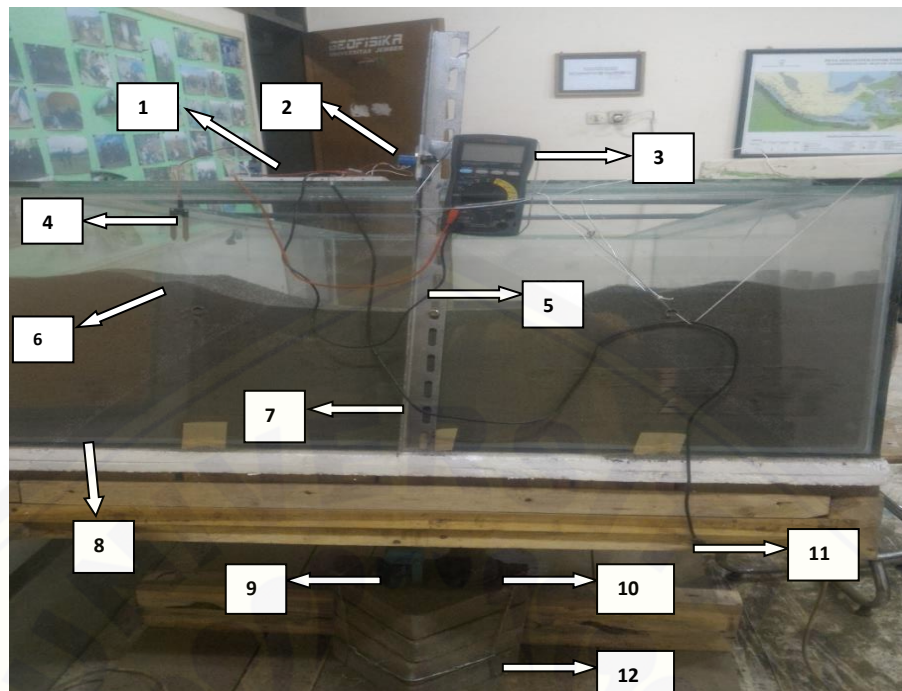
Untuk mengetahui tingkat kelembaban tanah dalam penelitian ini digunakan sensor *soil moisture FC-28*. Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistensinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban.



Gambar 3.8 Sensor deteksi kelembaban

### 3.3.3 Menyusun Rancangan Alat dan Simulasi Kelongsoran

Setelah tahap observasi dilakukan, tahap selanjutnya adalah menyusun rancangan alat dan melakukan simulasi kelongsoran. Tahapan ini meliputi persiapan stabilitas alat, konstruksi alat untuk pengambilan data bidang gelincir tanah longsor dengan variasi sudut bak kaca. Desain alat penelitian ditunjukkan pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Skema alat penelitian

Keterangan :

1. Rangkaian pembagi tegangan
2. Potensiometer *multytturn*
3. Multimeter digital *Sanwa CD 771*
4. Sensor *soil moisture FC-28*
5. Kabel penghubung
6. Media pasir
7. Holder
8. Bidang gelincir bak kaca
9. Dongkrak 1 ( pemompa )
10. Dongrak 2 ( penahan )
11. Sumber arus
12. Penyangga

### 3.3.4 Pengambilan Data

Peralatan disusun seperti pada gambar 3.8, dongkrak diletakkan di bawah bak kaca untuk mengatur sudut kemiringan, sudut diatur pada titik awal 17 % dan

titik akhir 25 % dengan interval 2 %, pergerakan tanah yang terjadi akan diukur menggunakan potensiometer dicatat sebagai tegangan keluaran ( $mV$ ). *Shower* digunakan sebagai simulator hujan dengan deteksi kelembaban tanah menggunakan sensor *soil moisture FC-28* dicatat sebagai tegangan ( $mV$ ). Pengambilan data dilakukan dengan memberikan 4 perlakuan berbeda pada objek pasir yaitu: 1. Variasi sudut kemiringan bidang gelincir tanpa gangguan; 2. Variasi sudut kemiringan bidang gelincir dengan pembebanan sebesar 1,5 kg, 2,5 kg dan 4 kg; 3. Variasi sudut kemiringan dengan bidang gelincir dengan kadar air berbeda sebesar 10 %, 15 %, 20%; 4. Variasi sudut kemiringan bidang gelincir dengan kondisi pemberian perlakuan kadar air dan pembebanan. Untuk setiap kondisi pengujian dilakukan sebanyak 3 kali.

### 3.4 Analisa Data

Dalam penelitian ini didapatkan data pengamatan berupa tegangan yang terbaca dari potensiometer. Nilai tegangan tersebut kemudian digunakan untuk mengukur jarak pergeseran tanah yang terjadi berdasarkan sudut bidang miring yang ditentukan menurut harkat tabel 2.1

Kemiringan dapat dicari dengan persamaan :

$$\text{kemiringan} = \frac{dv}{dh} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

$dv$  = jarak vertikal (cm)

$dh$  = jarak horizontal (cm)

(Rahmawati, 2009)

Hasil penelitian dibandingkan dengan referensi potensi longsor pada kemiringan berapa potensi longsor lebih besar, sehingga kita dapat membandingkan nilai kemiringan yang potensi longsor lebih besar antara hasil penelitian dengan referensi.

Pada hasil sensor kelembaban akan terdeteksi pengaruh kondisi kandungan air dari tanah tersebut terhadap potensi longsor pada bidang gelincir tanah lempung. Standar atau acuan dalam mengukur kelembaban tanah, yaitu

*American Standard Method* (ASM). Prinsip dari metode ini adalah dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering), yang ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$Rh = \frac{ma}{mt} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

Rh = Kelembaban Tanah (%)

ma = Massa Air (Gram)

mt = Massa Tanah (Gram)

(Gani, 2014).

Pada penelitian ini untuk menentukan kadar air dalam tanah (kelembaban tanah) adalah dengan menggunakan *soil moisture* sensor. Dari tiga kondisi tanah yang kita ambil (kering, basah dan lembab) dengan sudut kemiringan yang diambil mengikuti harkat tabel 2.1. Secara teori tanah longsor merupakan suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya batuan atau gumpalan besar tanah. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi jika gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan (Nandi, 2008). Pada teori ini kita dapat membandingkan hasil penelitian dengan referensi tersebut.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa dari hasil 4 perlakuan yang dilakukan yaitu tanpa beban, penambahan beban, penambahan air dan penambahan beban dan air memiliki pengaruh berbeda terhadap gerakan tanah yang terjadi. Hal ini dapat dilihat dari data tanpa beban yang berfungsi sebagai data awal yaitu nilai persamaan  $y = 10,88x - 181,1$  dengan adanya faktor-faktor lain yang ditambahkan. Dalam penelitian dengan penambahan beban, kadar air dan variasi sudut bidang gelincir menunjukkan bahwa, semakin besar sudut yang diberikan pada bidang gelincir maka potensi terjadinya gerakan tanah akan semakin tinggi, hal ini ditunjukkan oleh nilai persamaan  $y$ . Untuk nilai  $y$  pada penambahan beban perubahan yang terjadi sangat signifikan yaitu beban 1,5 Kg persamaan  $y = 19,68x - 308,9$ , 2,5 Kg persamaan  $y = 17,99x - 249,8$ , dan 4 Kg persamaan  $y = 29,67x - 344,2$ . Pada penambahan beban air 10 % memiliki kelinearan garis  $y = 11,48x - 192$ , 15 % memiliki kelinearan garis  $y = 11,33x - 189,1$ , dan 20 % memiliki kelinearan garis  $y = 11,16x - 188,2$ . Sedangkan pada penambahan beban dan air pada media pasir 1,5 Kg dan kadar air 10 % memiliki kelinearan garis  $y = 19,03x - 286,1$ , beban 1,5 Kg dan kadar air 15 % memiliki kelinearan garis  $y = 18,80x - 267,5$ , dan beban 1,5 Kg dan kadar air 20 % memiliki kelinearan garis  $y = 17,01x - 234,8$ . Untuk beban 2,5 Kg dan kadar air 10 % memiliki kelinearan garis  $y = 20,03x - 278,8$ , beban 2,5 Kg dan kadar 15 % memiliki kelinearan garis  $y = 19,45x - 270,7$ , dan beban 2,5 Kg dan kadar air 20 % memiliki kelinearan garis  $y = 14,99x - 179,9$ . Sedangkan untuk beban 4 Kg dan beban air 10 % memiliki kelinearan garis  $y = 22,92x - 227,4$ , beban 4 Kg dan 15 % memiliki kelinearan garis  $y = 23,38x - 221,7$ , dan beban 4 Kg dan kadar air 20 % memiliki kelinearan garis  $y = 25,56x - 249,1$ . Semakin besar nilai kelinearan garis  $y$  maka gerakan tanah yang terjadi semakin besar. Perlakuan pada medium pasir yang bervariasi memberikan



perubahan gaya-gaya dalam maupun kehadiran faktor eksternal yang mengganggu kestabilan lereng.

## 5.2 Saran

Adapun beberapa saran pada penelitian tentang identifikasi bidang gelincir ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu rekonstruksi ulang untuk penahan bak kaca dengan menggunakan 4 pilar pengaman di masing – masing sudut bak kaca guna menjaga kestabilan bak kaca tersebut.
2. Desain untuk pemberian perlakuan dengan curah hujan sebaiknya menggunakan pipa pvc dengan pompa air yang dapat diatur kekuatannya, sehingga derasnya air dari pompa tidak menyebabkan tergerusnya tanah sebelum meresap.
3. Untuk penelitian selanjutnya tentang bidang gelincir skala laboratorium sebaiknya diberi perlakuan tambahan, misalnya perlakuan getaran, sehingga informasi yang didapatkan untuk identifikasi bidang gelincir lebih detail.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aleotti, P., 2004. A warning system of rainfall-induced shallow failure, *Engineering Geology*, Vol. 73, pp. 247–265.
- Bowles, J. E. 1991. *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Brooks, R.H., dan A.T. Corey. 1964. *Hydraulic properties of porous media*. Colorado State University, Hydrological paper No. 3.
- Chandra, Franky dan Arifianto, Deni. 2010. *Jago Elektronika Rangkaian Sistem Otomatis*. PT Kawan Pustaka. Jakarta.
- Craig, R. F. dan Susilo, S. B. 1994. *Mekanika Tanah*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Das, Braja M. 1999. *Principles of Foundation Engineering*, Fourth Edition, PWS Publishing. USA
- Depertemen Pekerjaan Umum. 2007. *Pedoman penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor*. Jakarta: Depertemen Pekerjaan Umum.
- Dwi, Y. 2010. *Kesesuaian Penggunaan Lahan Berdasarkan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Semarang*. *Skripsi*. Semarang: Universitas Dipenogoro.
- Gardner W.R. 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science*, 85, No. 4, 228-232

- Hardiyatmo, H.C. 1999. "*Mekanika Tanah P*", PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Indrayana, W. 2011. *Geologi dan Zona kerentanan Gerakan Tanah Ruas Jalan Daerah Palosan dan Sekitarnya. Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Iswanto, Nia Maharani, dan Raharja. 2010. *Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Tanah Longsor*. Simposium Nasional RAPI IX 2010. ISSN: 1412-1912.
- Kristianto, P.A. 2014. *Analisa Potensi Longsor dan Bnajir Bandang di Lereng Gunung Argupuro. Skripsi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Lisnawati. 2012. *Rancang Bangun Sensor Extensometer Elektris Sebagai Pendeteksi Pergeseran Permukaan Tanah Dan Sistem Akuisisi Data Pada Komputer. Skripsi*. Bandar Lampung : Fakultas MIPA Universitas Lampung
- Mein R.G. dan C.L. Larson. 1973. Modeling Infiltration During A Steady Rain. *Water Resour. Res.* 9(2): 384-394.
- Nandi. 2008. *Longsor*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Novrian, A. 2008. Alat pengukur Tinggi Muka Air Sungai Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Teknik Elektro*. Universitas Diponegoro.
- Parmin, Sukresno dan Pramonono, I.B. 2011. *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Lonsor*. Balikpapan: Tropenso International indonesia Progame:.

- Priyantari, N. dan C. Wahyono. 2005. *Penentuan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi (Determination Of Slip Surface Based On Geoelectricity Properties)*. [www.mipa.unej.ac.id/data/vol6no2/nurul-pdf](http://www.mipa.unej.ac.id/data/vol6no2/nurul-pdf). (diakses pada 10 Mei 2016 pukul 23.44 WIB)
- Rahmawati, A. 2009. *Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Di Daerah Karangsembung Dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen)*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Ristiano, D. 2007. Skripsi (*Penentuan Resistivitas Tanah Pada Zona Labil Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Desa Bambankerep, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah)*). Skripsi. Semarang: Unnes (tidak dipublikasikan).
- Sugiharyanto, Nursa'ban M. dan Khotimah N. 2009. *Studi Kerentanan Longsor Lahan di Kecamatan Samigaluh dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Terzaghi, Karl. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Edisi Kedua Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Tompkins, W.J and Webster, J.G. 1982. *Interfacing Sensors to The IBM PC*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Varnes D.J. 1978. "Slope Movement and Type and Processes, Landslide Analysis and control." *Transportation Research Board, special Report 176*, Washington D.C. : National Research Council.

Verhoef, PNW. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga. Jakarta.

