



**PENGARUH FAKTOR ANTROPOGENIK, GEOMORFOLOGI DAN
HIDROLOGI TERHADAP TINGKAT KERENTANAN TANAH
LONGSOR DI WILAYAH GUNUNG PASANG
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh
Liya Kholida
NIM 101810201027

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH FAKTOR ANTROPOGENIK, GEOMORFOLOGI
DAN HIDROLOGI TERHADAP TINGKAT KERENTANAN
TANAH LONGSOR DI WILAYAH GUNUNG PASANG
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

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

Oleh
Liya Kholida
NIM 101810201027

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Ayahanda H. Abdul Kholiq dan Ibunda Hj. Khusnul Lailiyah yang mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan selama ini;
2. para pahlawan tanpa tanda jasa yang sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi telah mendidik dengan penuh perhatian dan kesabaran;
3. seluruh keluarga besar PP. Al-azhar yang telah memberikan dukungan, motivasi dan nasehat yang sangat berguna;
4. seluruh keluarga besar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Bacalah dengan (Menyebut) nama Tuhan-mu yang menciptakan

(QS. Al-Alaq:1)^{*)}

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah
kesulitan itu ada kemudahan (QS. Asy-Syarah:5-6)^{*)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2004. *Al-Jumanatul Ali: Al Qur'an dan Terjemah*. Jakarta: J-Art.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Liya Kholida

NIM : 101810201027

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Pengaruh Faktor Antropogenik, Geomorfologi dan Hidrologi Terhadap Tingkat Kerentanan Tanah Longsor di Wilayah Gunung Pasang Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, April 2015

Yang menyatakan,

Liya Kholida

NIM 101810201027

SKRIPSI

**PENGARUH FAKTOR ANTROPOGENIK, GEOMORFOLOGI
DAN HIDROLOGI TERHADAP TINGKAT KERENTANAN
TANAH LONGSOR DI WILAYAH GUNUNG PASANG
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Liya Kholida
NIM 101810201027

Pembimbing:

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Faktor Antropogenik, Geomorfologi dan Hidrologi Terhadap Tingkat Kerentanan Tanah Longsor di Wilayah Gunung Pasang Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat :

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Puguh Hiskiawan S.Si, M.Si
NIP. 197412152002121001

Nurul Priyantari S.Si, M.Si.
NIP.197003271997022001

Anggota I

Anggota II

Supriyadi S.Si, M.Si
NIP. 198204242006041003

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati
NIP. 196109091986012001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Pengaruh Faktor Antropogenik, Geomorfologi dan Hidrologi Terhadap Tingkat Kerentanan Tanah Longsor di Wilayah Gunung Pasang Kabupaten Jember; Liya Kholida, 101810201006; 2015: 81 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan dan runtuhannya yang terjadi secara seketika bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur di atas lapisan tanah. Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering terjadi, terutama selama musim penghujan di kawasan perbukitan serta pegunungan seperti yang terjadi di pegunungan Argopuro wilayah Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember.

Kecamatan Panti berdasarkan Dinas ESDM Jatim (2012) merupakan daerah rawan bencana longsor tingkat menengah hingga tinggi. Untuk menguatkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan tingkat kerentanan tanah longsor di salah satu daerah Kecamatan Panti yaitu wilayah lereng Gunung Pasang Kecamatan Suci.

Penentuan kerentanan tanah longsor ini dapat dilakukan dengan metode skoring dengan melakukan pengharkatan dan pembobotan terhadap faktor pemicu longsor yaitu faktor antropogenik, geomorfologi dan hidrologi untuk menentukan tingkat bahaya tanah longsornya.

Berdasarkan analisa tingkat kerentanan tanah longsor yang dilakukan dengan metode skoring menunjukkan bahwa wilayah lereng barat daya Gunung Pasang memiliki tingkat kerentanan tanah longsor tinggi dengan nilai *hazard score* 4,02. Faktor terbesar dan terendah yang mempengaruhi kerentanan tingkat tanah longsor tersebut yaitu faktor

geomorfologi dan hidrologi. Tingkat kerentanann tanah longsor tinggi ini mengindikasikan bahwa lokasi dapat terjadi tanah longsor.

Hasil penelitian tingkat kerentanan tanah longsor yang diperoleh yaitu lokasi penelitian wilayah Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember tergolong rawan terhadap terjadinya tanah longsor dengan katagori tingkat kerentanan tanah longsor tinggi. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh tingkat kejenuhan air, derajat kemiringan lereng yang curam, lokasi yang berada dikawasan pegunungan Argopuro, sehingga lokasi akan mudah terjadi longsor ketika musim penghujan tiba.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Faktor Antropogenik, Geomorfologi dan Hidrologi Terhadap Tingkat Kerentanan Tanah Longsor di Wilayah Gunung Pasang Kabupaten Jember”. 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 Karya Tulis Ilmiah ini telah mendapatkan bimbingan, pengarahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Puguh Hiskiawan S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Nurul Priyantari S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Supriyadi S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Dra. Arry Yuariatun Nurhayati, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini;
3. teman-teman fisika angkatan 2010 yang telah memberikan dorongan dan semangat;
4. teman-teman PPM At-Thoyibah yang telah memberi motivasi dan dukungan;
5. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat peneliti harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HAALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Area	5
2.2 Tanah Longsor	5
2.3 Kemiringan Lereng	7
2.4 Aspek (Arah Lereng)	9
2.5 Interval Sungai	10

2.6 Interval Jalan	11
2.7 Tataguna Lahan	12
2.8 Analytical Hierarchy Process (AHP)	13
2.9 Total Station	14
BAB 3.METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.1.1 Waktu Penelitian	16
3.1.2 Tempat Penelitian	17
3.2 Peralatan Penelitian	18
3.3 Diagram Kerja Penelitian	20
3.4 Pengambilan Data	20
3.5 Metode Analisis	24
3.5.1 Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i>	24
3.5.2 Penentuan Koordinat 3D	29
3.5.3 Metode Poligon	32
3.6 Pengolahan Data	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Penelitian	38
4.1.1 Faktor Antropogenik	38
4.1.2 Faktor Geomorfologi	39
4.1.3 Faktor Hidrologi	41
4.1.6 Hasil Skoring	41
4.2 Pembahasan	42
BAB 5 PENUTUP	45
4.1 Kesimpulan	45
4.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Bobot 12 parameter penyebab kerentanan tanah longsor.....	6
2.2 Deskripsi kemiringan lereng	8
2.3 Klasifikasi harkat aspek terhadap kerentanan tanah longsor	10
2.4 Klasifikasi harkat interval sungai terhadap kerentanan tanah longsor	11
2.5 Klasifikasi harkat interval jalan terhadap kerentanan tanah longsor.....	12
2.6 Klasifikasi harkat tatguna lahan terhadap kerentanan tanah longsor	13
3.1 Katagori Arah mata angin lereng	21
3.2 Matriks <i>pairwise comparison</i>	25
3.3 Skala Saaty	25
3.4 Nilai bobot tiap parameter	25
3.5 <i>Index Random</i>	29
3.6 Analisa skor pengaharkatan dan pembobotan	34
3.7 Rangkuman pengharkatan tiap parameter	35
3.8 Tingkat kerentanan tanah longsor	36
4.1 Harkat dan bobot faktor antropogenik	38
4.2 Hasil pengukuran kemiringan	40
4.3 Harkat dan pembobotan faktor geomorfologi	41
4.4 Harkat dan pembobotan faktor hidrologi	41
4.5 Hasil skoring terhadap kerentanan tanah longsor	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Faktor kerentanan tanah longsor.....	7
2.2 Skema pengukuran menggunakan <i>total station</i>	15
3.1 Peta lokasi daerah penelitian	16
3.2 Lokasi penelitian lereng di Dusun Gunung Pasang	17
3.3 Peta lokasi penelitian	17
3.4 Alat – Alat Penelitian.....	19
3.5 Diagram kerja penelitian.....	20
3.6 Skema <i>set-up total station</i>	22
3.7 Perhitungan elevasi pada <i>total station</i>	30
3.8 Perhitungan koordinat timur dan utara terhadap reflektor	31
3.9 Sketsa pengukuran poligon terbuka	33
4.1 Kontur pengukuran kemiringan menggunakan <i>total station</i>	49
4.2 Hasil kontur GPS	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. DIGITASI LOKASI PENELITIAN.....	51
B. HASIL PERHITUNGAN <i>TOTAL STATION</i>	52
C. DATA GPS	66
D. ARAH MATA ANGIN LERENG.....	78
E. DOKUMENTASI PENELITIAN	79

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gerakan tanah adalah perpindahan material pembentuk lereng, berupa bahan timbunan, batuan, tanah atau material campuran yang bergerak, kearah bawah dan keluar lereng (Varnes, 1978). Bencana gerakan tanah dapat mengakibatkan korban jiwa, kehancuran lahan dan infrastruktur (Indrayana, 2011). Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi, ditambah dengan keadaan geologi serta tingginya tingkat pelapukan telah menjadi sebab utama terjadinya gerakan tanah. Hal tersebut juga dipengaruhi dengan budaya penebangan hutan yang tidak terkendali serta perlakuan lahan yang tidak ramah lingkungan (Sukandarrumidi, 2010). Terjadinya gerakan tanah menyebabkan bencana tanah longsor (Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik keairan, 2003).

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan dan runtunan yang terjadi secara seketika bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur di atas lapisan tanah (bidang luncur) (Kristianto, 2014). Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia, terutama selama musim penghujan di kawasan perbukitan serta pegunungan. Bencana tersebut tidak hanya menghancurkan lingkungan hidup, sarana dan prasarana namun umumnya juga menimbulkan korban jiwa (Abidin, 2006).

Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang memiliki kerentanan terhadap tanah longsor. Kecamatan Panti Kabupaten Jember termasuk daerah yang berpotensi mengalami tanah longsor dengan intensitas menengah-tinggi (Dinas ESDM Jatim, 2012). Pada tahun 2006, Kecamatan Panti mengalami bencana longsor dan banjir bandang di lereng Gunung Argopuro. Kawasan yang terkena

bencana meliputi Desa Kemiri, Desa Suci dan Desa Serut. Desa Serut dan Desa Suci merupakan areal terparah (BAPPEKAB, 2006).

Menurut Fathoni (2009), kronologis terjadinya bencana longsor dan banjir bandang di lereng pegunungan Argopuro tersebut disebabkan kawasan hutan yang umumnya telah rusak, pengalihan fungsi hutan yang semula hutan lindung menjadi hutan produksi. Tanah yang menutupi lahan ini berupa hamparan lahan lapukan tipis dan batuan vulkanik berupa tanah andosol dan regolith yang mempunyai tekstur kasar, porositas dan permeabilitas rendah. Kondisi sebagian kawasan hutan yang gundul menyebabkan sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Kemiringan lereng Argopuro yang besar serta curam menjadikan air mengalir cepat dengan energi yang tinggi menyebabkan terjadinya longsor.

Pegunungan Argopuro termasuk zona kerentanan longsor menengah sampai tinggi. Karena labilnya daerah tersebut kondisi kelerengan bisa berubah-ubah yang menyebabkan terjadinya gerakan tanah (Naryanto *et al*, 2007). Menurut Pourghasemi *et al* (2012) penyebab terjadinya longsor dapat dipengaruhi oleh faktor hidrologi, antropogenik, dan geomorfologi. Faktor hidrologi diantaranya dipengaruhi oleh interval jarak lokasi bencana terhadap sungai. Menurut Naryanto *et al* (2007) morfologi sungai di bagian hulu lereng Argopuro mempunyai lereng sangat terjal, berbentuk huruf V, cenderung lurus, sementara semakin ke arah hilir (selatan), sungai relatif datar dan berkelok-kelok. Morfologi tebing atau alur sungai sangat curam pada lokasi bencana dengan ketinggian lebih dari 500 m. Faktor antropogenik diantaranya dipengaruhi oleh tataguna lahan dan interval jarak lokasi bencana terhadap penggunaan jalan (Pourghasemi *et al*, 2012). Daerah Pegunungan Argopuro merupakan daerah yang memiliki topografi curam. Pada bagian tengah pegunungan sudah mulai banyak ditanam perkebunan kopi, teh dan juga perkebunan rakyat, sehingga kurang bisa mendukung dalam menstabilkan tanah. Pohon dengan akar yang dangkal masih kurang mampu untuk menahan tanah tersebut supaya tidak bergerak, sehingga mudah longsor dan erosi bila terkena curah hujan tinggi (Naryanto *et al*, 2007). Faktor geomorfologi dipengaruhi oleh kemiringan dan aspek (arah lereng) (Pourghasemi *et al*, 2012).

Topografi lereng di daerah hulu Pegunungan Argopuro sebagai pusat longsor sangat curam serta tingkat kemiringan daerah tersebut lebih dari 60° , sehingga sangat rawan terhadap gerakan tanah (Naryanto *et al*, 2007). Aspek berkaitan dengan penyinaran matahari terhadap arah lereng. Hal tersebut akan mempengaruhi struktur batuan, kandungan organik dan vegetasi pada areal lereng (Pourghasemi *et al*, 2012).

Berdasarkan tiga faktor hidrologi, antropogenik dan geomorfologi maka dapat dilakukan identifikasi tingkat kerentanan tanah longsor dengan menggunakan metode skoring. Metode skoring berkaitan dengan pembobotan dan pengharkatan pada parameter penyebab longsor. Penentuan nilai bobot menggunakan metode *analytical herarcy process* (AHP). AHP adalah teori umum tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio dari perbandingan berpasangan (Suyatno *et al*, 2011).

Pada penelitian ini, akan dilakukan penentuan tingkat kerentanan tanah longsor di Desa Suci Kecamatan Panti dengan menggunakan metode skoring berdasarkan faktor hidrologi, antropogenik dan geomorfologi. Metode skoring ini pernah digunakan oleh Feryandi di Gianyar untuk menentukan penaksiran kerentanan tanah longsor. Sedangkan penelitian yang berkaitan dengan tanah longsor di Kecamatan Panti sudah pernah dilakukan oleh Fatoni (2009) yang hasilnya menunjukkan nilai stabilitas lereng dan pola bidang kelongsoran yang terjadi di Desa Suci. Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin mengidentifikasi tingkat kerentanan tanah longsor dengan menggunakan metode skoring dengan lima parameter yaitu parameter interval sungai (Faktor hidrologi), parameter tataguna lahan dan interval jalan (Faktor antropogenik), parameter kemiringan dan aspek (Faktor geomorfologi) di Desa Suci Kecamatan Panti. Diharapkan dari penelitian ini dapat diketahui tingkat kerentanan tanah longsor Desa Suci di Kecamatan Panti, dengan demikian dapat dilakukan mitigasi bencana tanah longsor yang lebih tepat dan efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat kerentanan tanah longsor di Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan tingkat kerentanan tanah longsor menggunakan metode skoring terhadap 3 faktor dengan menggunakan lima parameter yaitu parameter interval sungai (Faktor hidrologi), parameter tataguna lahan dan interval jalan (Faktor antropogenik), parameter kelerengan lereng dan aspek (Faktor geomorfologi).
2. Daerah yang diteliti adalah wilayah Gunung Pasang Dusun Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan tanah longsor di wilayah Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberi informasi adanya kecendrungan tanah longsor di Desa Suci, yang dapat digunakan untuk melakukan upaya mitigasi bencana. Selain itu Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Area

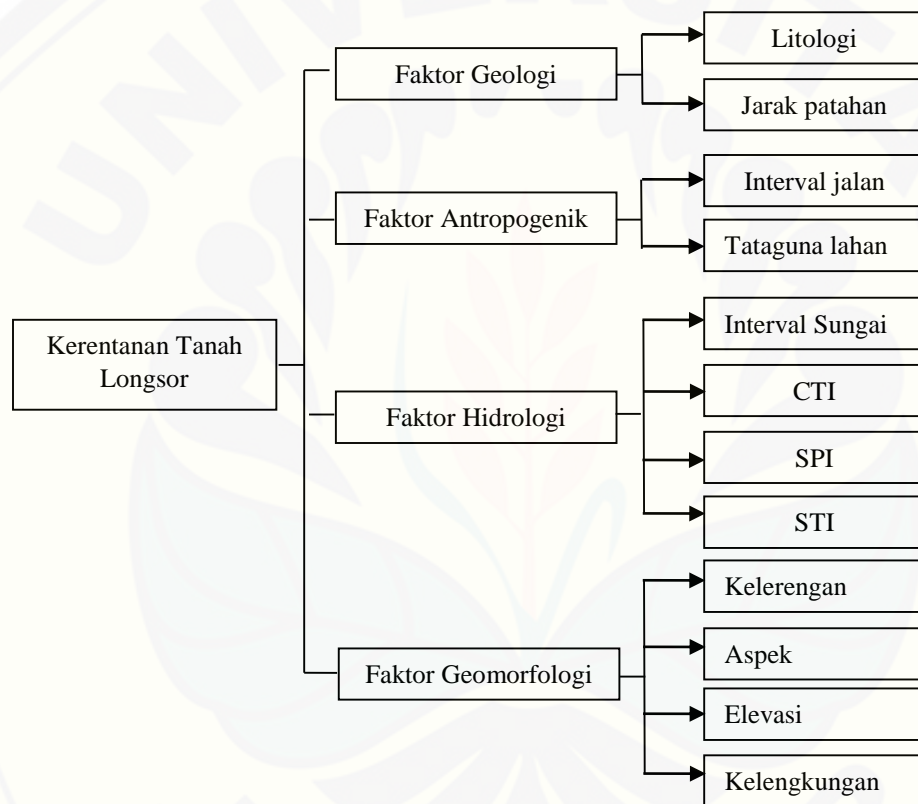
Kabupaten Jember merupakan daerah yang memiliki kerentanan terhadap bencana tanah longsor. Kecamatan Panti Kabupaten Jember termasuk daerah yang berpotensi mengalami tanah longsor dengan intensitas menengah-tinggi (Dinas ESDM Jatim, 2012). Kecamatan Panti pernah mengalami banjir bandang pada tahun 2006 dan desa yang terparah terkena banjir bandang adalah Desa Suci. Menurut Priyantari *et al* (2009), peristiwa banjir bandang tersebut disebabkan oleh kerusakan hutan di Gunung Argopuro yang terletak di bagian utara Jember. Desa Suci memiliki elevasi topografi berkisar 50 meter - 2220 meter di atas permukaan laut, sedangkan kepadatan permukiman warga berada pada elevasi ketinggian 50 meter - 690 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan hasil studi oleh Cahyono dan Sulistiarto (2010), Desa Suci memiliki jenis tanah latosol dan andosol.

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, 2007). 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, 2007).

Gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing dan muncul mata air baru secara tiba-tiba yang biasanya terjadi setelah hujan (Nandi, 2007). Menurut Pourghasemi *et al* (2012a), faktor kerentanan tanah longsor dibagi menjadi 4 faktor yaitu faktor geomorfologi, geologi, hidrologi dan antropogenik (Gambar 2.10).



Gambar 2.1 Faktor kerentanan longsor (Sumber: Pourghasemi *et al*, 2012a)

Gambar 2.1 menunjukkan skema faktor penyebab kerentanan tanah longsor beserta parameter tiap faktor. Faktor geologi dipengaruhi oleh parameter jarak patahan (*Distance to fault*) dan litologi. Faktor antropogenik dipengaruhi oleh parameter interval jalan (*Distance to road*) dan tataguna lahan. Faktor antropogenik dipengaruhi oleh parameter interval jarak sungai, *wetness index* (CTI), *stream power index* (SPI),

dan *stream transport index* (STI). Faktor geomorfologi dipengaruhi oleh parameter kelerengan, aspek, elevasi dan kelengkungan (*curvature*). Parameter pada tiap faktor tersebut memiliki besar pengaruh yang berbeda-beda terhadap kerentanan tanah longsor. Tabel 2.1 menunjukkan besar pengaruh tiap parameter yang ditunjukkan berdasarkan nilai bobotnya. Nilai dengan bobot yang tertinggi menunjukkan parameter tersebut mempengaruhi kerentanan longsor lebih besar dibandingkan dengan parameter lain nya.

Tabel 2.1 Bobot 12 parameter penyebab kerentanan tanah longsor

No	Parameter	Bobot
1	Kemiringan	0,1684
2	Aspek	0,0358
3	Elevasi	0,0255
4	Kelengkungan	0,1738
5	Litologi	0,2309
6	Tataguna lahan	0,0520
7	Interval sungai	0,0264
8	Interval jalan	0,1137
9	Jarak patahan	0,0200
10	TWI	0,0742
11	SPI	0,0339
12	LSI	0,0454

Sumber: Pourghasemi *et al* (2012b)

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 (Kementrian pertanian, 2006).

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap tanah longsor karena unsur tersebut sangat erat kaitanya dengan gaya gravitasi dan gaya geser sepanjang lereng. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat ($^{\circ}$) atau persen (%), 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 2.2 menunjukkan harkat kemiringan menurut Kementrian Kehutanan (2011), harkat terbesar menunjukkan pengaruh terhadap longsor lebih besar.

Tabel 2.2 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 Aspek (Arah Lereng)

Aspek berkaitan dengan arah lereng yang disinari oleh matahari. Aspek /arah lereng memberikan pengaruh secara tidak langsung terhadap besaran erosi. Aspek akan menentukan besarnya jumlah penyinaran matahari yang akan mempengaruhi proses pedogenesis tanah (pelapukan dan pembentukan tanah) (Miardini dan Harjadi, 2011). Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi tanah dan batuan penyusunnya. Pelapukan batuan merupakan salah satu proses geologi yang menjadi penyebab utama terjadinya gerakan tanah. Proses pelapukan batuan yang sangat intensif banyak dijumpai di negara-negara yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia. Tingginya intensitas curah hujan dan penyinaran matahari menjadikan proses pelapukan batuan lebih intensif sehingga dapat menyebabkan tanah longsor (Suranto, 2008). Menurut Feryandi (2011), arah lereng yang menghadap ke selatan memiliki potensi pelapukan yang sangat tinggi sehingga memiliki harkat 5, sedangkan arah lereng yang menghadap ke utara, barat, barat laut memiliki potensi pelapukan tanah lebih rendah. Tabel 2.3 merupakan tabel klasifikasi harkat pada aspek.

Tabel 2.3 Klasifikasi harkat aspek terhadap kerentanan tanah longsor

Jenis variabel	Subtansi	Harkat
Aspek	Utara , barat, barat laut	1
	Timur laut	2
	Timur , barat daya	3
	Tenggara	4
	Selatan	5

Sumber: Feryandi (2011)

2.5 Interval Sungai

Kondisi faktor hidrologis dapat mempengaruhi gerakan massa batuan atau tanah yang berkaitan dengan ketersediaan mata air atau jalur rembesan. Air dalam penghantar umumnya bergerak perlahan-lahan menuju ke permukaan air bebas yang terdekat seperti sungai, tetapi jika ada satu lapisan kedap air yang menghalangi sebuah penghantar dan lapisan itu tersingkap di permukaan, maka air tanah dapat muncul di permukaan pada jalur rembesan atau sebagai mata air. Pemusatan mata air berpengaruh terhadap kerentanan tanah longsor (Sugiharyanto *et al*, 2009). Menurut Hirnawan (1993) daerah yang dekat dekat seungai dapat mengakibatkan naiknya muka air tanah yang dapat menurunkan sifat fisik dan mekanika tanah. Kenaikan muka air tanah meningkatkan tekanan pori yang mempengaruhi ketahanan geser mengecil dari massa lereng terutama dalam material tanah. Di waktu musim penghujan muka air sungai akan naik yang juga mempengaruhi naiknya muka air tanah. Menurut Feryandi (2011), suatu daerah bila terletak dekat sungai maka akan menyebabkan bahaya tanah longsor akan, dikarenakan semakin banyak mata air atau rembesan, berarti menunjukkan banyaknya retakan atau rekahan batuan. Perlapisan batuan yang satu dengan yang lain memiliki perbedaan. Hal ini berpengaruh terhadap rembesan air pada retakan batuan untuk meloloskan air sampai ke dalam (Sugiharyanto *et al*, 2009). Menurut Nandi (2007) rembesan 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. Pada tabel 2.4 menunjukkan pengaruh interval sungai terhadap kerentanan tanah longsor, jika suatu daerah memiliki jarak interval sungai ≥ 50 m maka daerah tersebut memiliki potensi bahaya kerentanan tanah longsor lebih besar. Semakin besar nilai harkat pada interval sungai maka kerentanan bahaya tanah longsor semakin besar.

Tabel 2.4 Klasifikasi harkat interval sungai terhadap kerentanan tanah longsor

Jenis variabel	Subtansi	harkat
Interval sungai	> 200 m	1
	> 150 – 200 m	2
	> 100 – 150 m	3
	> 50 – 100 m	4
	0 – 50 m	5

Sumber: Feryandi (2011)

2.6 Interval Jalan

Menurut Pourghasemi *et al* (2012a), interval jalan termasuk dalam faktor antropogenik yang menyebabkan bahaya tanah longsor. Interval jalan berkaitan dengan jarak jalan terhadap daerah bahaya longsor. Semakin dekat jarak jalan terhadap daerah bahaya longsor, maka kerentanan bahaya longsor akan semakin besar. Salah satu penyebab longsor yaitu pemotongan lereng untuk jalan yang dapat mengakibatkan hilangnya peneguh lereng dari arah lateral (Nursaban, 2008). Hal ini selanjutnya mengakibatkan kekuatan geser lereng untuk melawan pergerakan massa tanah terlampaui oleh tegangan penggerak massa tanah, akhirnya tanah longsor pada lereng akan terjadi (Sugiharyanto *et al*, 2009). Tidak hanya itu getaran yang disebabkan oleh kendaraan juga memicu terjadinya longsor (Rahayu, 2009). Getaran kendaraan dapat menekan dan membuat lereng retak (Nandi, 2010). Getaran memicu longsor dengan cara melemahkan atau memutuskan hubungan antar butir partikel-partikel penyusun tanah/batuan pada lereng. Jadi getaran berperan dalam menambah gaya penggerak dan sekaligus mengurangi gaya penahan (Indrayana, 2011). Menurut Feryandi (2011)

daerah yang dekat jalan dapat berpengaruh terhadap tingkat kerentanan tanah longsor, yang kategorinya klasifikasikan berdasarkan jaraknya dari jalan seperti yang ada pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Klasifikasi harkat interval jalan terhadap kerentanan tanah longsor

Jenis variabel	Subtansi	Harkat
Interval jalan	0 > 1000 m	1
	> 600 – 1000 m	2
	> 300 – 600 m	3
	> 100 – 300 m	4
	0 – 100 m	5

Sumber: Feryandi (2011)

2.7 Tataguna Lahan

Pemanfaatan lahan atau tata guna lahan (*Land use*) adalah pengaturan penggunaan lahan. Tata guna lahan terdiri dari dua unsur yaitu: tataguna yang berarti penataan atau pengaturan penggunaan dan lahan yang berarti ruang (Jayadinata, 1999). Tataguna lahan merupakan wujud tutupan bumi yang baik merupakan bentuk alami buatan manusia (Dwi, 2010). Tataguna lahan merupakan bentuk campur tangan manusia, didalam memanfaatkan sumberdaya alam. Jenis penggunaan lahan juga ber peran penting dalam memicu terjadinya tanah longsor sebab kejadian longsor sering kali berhubungan dengan pengguna lahan yang tidak tepat (Sugiharyanto, 2009).

Tataguna lahan merupakan bagian dari aktivitas manusia, secara umum yang dapat menyebabkan longsor adalah yang berhubungan dengan pembangunan infrastruktur seperti pemotongan lereng yang merubah kelerengan, hal ini juga akan merubah aliran air permukaan dan muka air tanah. Penggundulan hutan maupun penggunaan lahan yang tidak memperhatikan ekosistem dapat pula memicu terjadinya gerakan tanah dan erosi (Suranto, 2008). Tabel 2.6 merupakan table klasifikasi harkat tata guna lahan terhadap kerentanan tanah longsor, harkat 5 menunjukkan pengaruh

interval jalan terhadap kerentanan bahaya longsor paling besar sedangkan harkat 1 menunjukkan kerentanan tanah longsor paling kecil (Parmin *et al*, 2011).

Tabel 2.6 Klasifikasi harkat tata guna lahan terhadap kerentanan tanah longsor

Jenis variabel	Subtansi	Harkat
Tataguna lahan	Hutan alam	1
	Semak / belukar / Rumput	2
	Hutan/ Perkebunan	3
	Tegalan/ pekarangan	4
	Sawah / Permukiman	5

Sumber: Parmin *et al* (2011)

2.8 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan oleh Prof. Thomas Lorie Saaty dari *Wharston Business school* untuk mencari ranking atau urutan prioritas dari berbagai alternatif dalam pemecahan suatu permasalahan. (Purba, 2010). Disini diperlukan penentuan prioritas dan uji konsistensi terhadap pilihan-pilihan yang telah dilakukan. Menurut Suyatno *et al* (2011) metode tahapan AHP dalam buku Thomas L. Saaty yang berjudul *Analytic Hierarchy Process* yang diringkas sebagai berikut:

- a. Mengalikan matriks dengan proritas bersesuaian.
- b. Menjumlahkan hasil perkalian per baris.
- c. Hasil penjumlahan tiap baris dibagi prioritas bersangkutan dan hasilnya dijumlahkan.
- d. Hasil c dibagi jumlah elemen, akan didapat λ maks.
- e. *Consistensi Index (CI)*
- f. *Consistency Ratio* = CI/RI , di mana *RI* adalah indeks random maks konsistensi. Jika rasio konsistensi (CR) ≤ 0.1 , hasil perhitungan dapat dibenarkan.
- g. Menghitung nilai lambda (λ) dan *Consistency Index (CI)* dan *Consistency Ratio (CR)* dengan rumus :

$$\lambda = \frac{\sum CV}{\sum n} \quad (2.1)$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2.2)$$

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (2.3)$$

Keterangan:

λ = Nilai rata-rata *vector consistency*

CV = *Consistency Vector*

n = Jumlah faktor yang sedang dibandingkan

CI = *Consistency Index*

RI = *Random Index*

CR = *Consistency Ratio*

2.9 Total Station

Total station adalah kombinasi dari teodolit elektronik dan meter jarak elektronik (EDM). Kombinasi tersebut memungkinkan untuk menentukan koordinat reflektor sekaligus mengukur sudut vertikal dan horizontal, dan jarak kemiringan. Sebuah mikro-prosesor di dalam instrument *total station* melakukan perekaman, pembacaan dan perhitungan yang diperlukan. Data tersebut mudah ditransfer ke komputer di tempat yang dapat digunakan untuk menghasilkan peta (Punmia *et al*, 2005).

Pengukuran menggunakan *total station* didasarkan pada sudut dan jarak bidikan reflektor. *Total station* terintegrasi dengan theodolite dan EDM (*Electronic distance measurment*). Theodolite berfungsi mengukur sudut optis dan EDM mengukur jarak (Roy, 2010). Theodolite didasarkan pada pengukuran optik (Teleskop optik) yang menghasilkan sudut horisontal dan sudut vertikal (Brinker, 2003).. Pengukuran dasar *total station* mengukur 3 parameter yaitu:

1. Sudut optik rotasi alat dari kedudukan utara alat adalah sudut horisontal (dalam bidang horisontal) adalah sudut horisontal (*Horizontal Angel*).
2. Inklinasi dari sudut optik dari daerah vertikal adalah sudut sudut vertikal (*Vertical Angle*).

3. Jarak antara alat (*Total station*) dan target merupakan jarak miring (*Slope distance* / S_D) (Punmia *et al*, 2005).

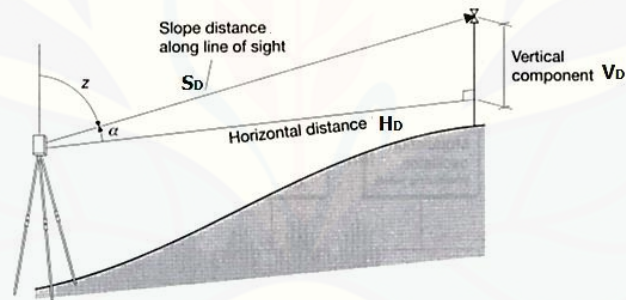
Sudut vertikal dalam total station merupakan sudut zenit seperti yang digambarkan pada gambar 2.2, sedangkan α merupakan sudut miring atau inklinasi. Hubungan keduanya adalah sebagai berikut:

1. Untuk metode langsung (Searah dengan jarum jam) maka, $\alpha = 90^\circ - z$
2. Untuk metode kebalakang (Berlawanan dengan jarum jam) maka, $\alpha = z - 270^\circ$ (Basak, 2014).

Penentuan *vertical component* / jarak vertikal (V_D) dan *horizontal distance* / jarak horisontal (H_D) pada gambar 2.2 dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3 (Broderick, 2014).

$$V_D = S_D \cos \alpha = S_D \sin z \quad (2.2)$$

$$H_D = S_D \sin \alpha = S_D \cos z \quad (2.3)$$



Gambar 2.2 Skema pengukuran menggunakan *total station* (Sumber: Broderick, 2014)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

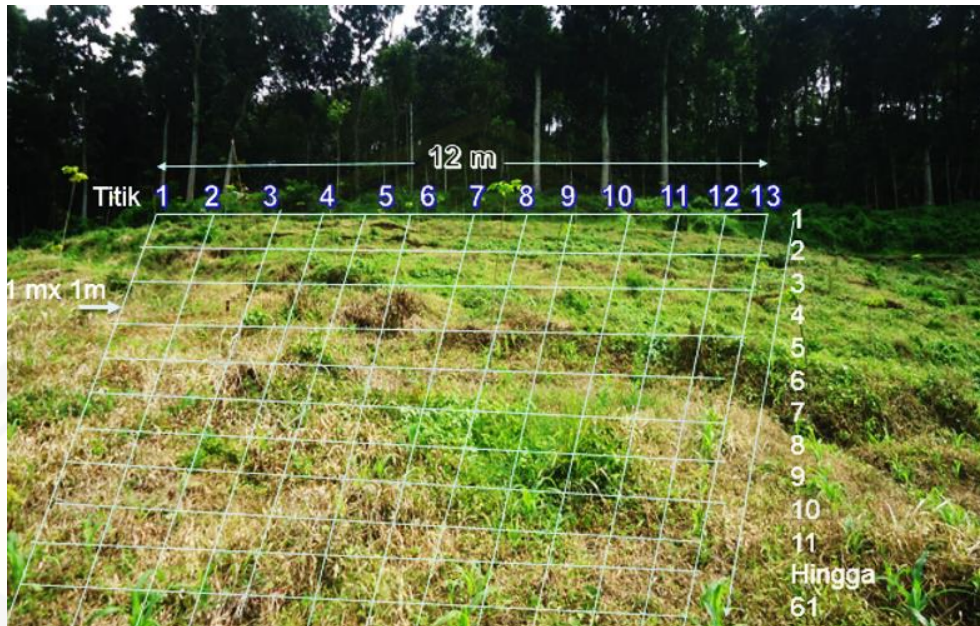
Penelitian dilaksanakan pada 24 Oktober 2014 – 4 Januari 2015.

3.1.2 Tempat Penelitian

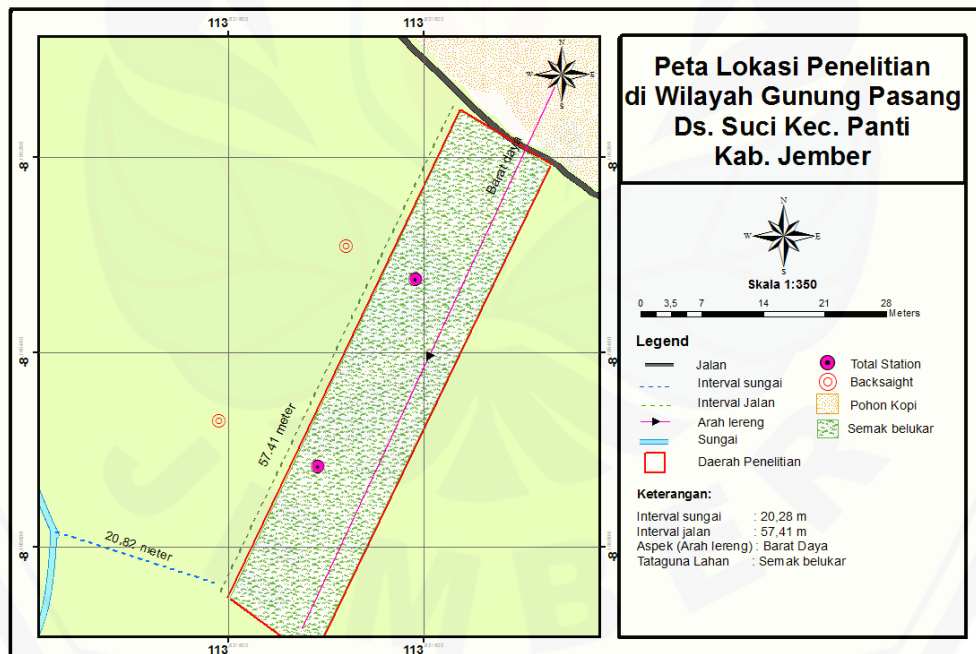
Penelitian dilakukan di salah satu lereng di Dusun Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember yang terletak dibawah kaki Pegunungan Argopuro bagian selatan (Gambar 3.1). Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 merupakan lokasi lereng dan peta penelitian.



Gambar 3.1 Peta lokasi daerah penelitian (Sumber: maps.google.com, 2014)



Gambar 3.2 Lokasi penelitian di wilayah Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti



Gambar 3.3 Peta lokasi penelitian

3.2. Peralatan dan *Software* Penelitian

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian kerentanan tanah longsor ini adalah sebagai berikut:

a. Peralatan

1. *Total Station Nikon DTM 322 series*

Untuk mengukur beda tinggi lereng

2. Prisma Poligon

Sebagai reflektor untuk titik acuan poligon awal

3. Prisma Detail

Sebagai reflektor pada target pengukuran *total Station*

4. Tripod

Penyangga prisma poligon dan *total station*

5. Pita ukur

Untuk mengukur jarak dan tinggi *total station*

6. Kompas

Untuk menentukan arah mata angin dan azimuth

7. GPS Garmin 76x

Untuk menentukan posisi penelitian, *gridding* dan *tracking* area penelitain



(a) Total Station; (b) Prisma Poligon; (c) Prisma detail; (e) GPS

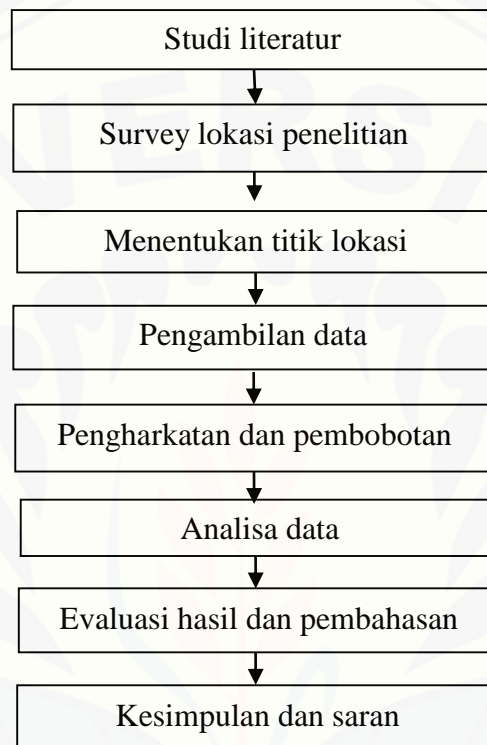
Gambar 3.4 Peralatan penelitian (Sumber: Nikon (2010) dan Lesmana (2010))

b. Software

1. AutoCAD Land Dekstop
2. Surfer 9
3. ArcGIS Explorer Desktop 2012
4. MapSource
5. TransIT

3.3 Diagram Kerja Penelitian

Berikut ini merupakan diagram kerja untuk mempermudah prosedur kerja dalam penelitian yang digambarkan dalam diagram alir pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram kerja penelitian

3.4 Pengambilan Data

Dalam melakukan survei kerentanan tanah longsor, ada lima data yang diperoleh untuk parameter aspek, interval sungai, interval jalan, tataguna lahan dan kelerengan serta data pendukung seperti *gridding* dan *digitasi* lokasi penelitian.

a. Aspek

Aspek berkaitan dengan arah lereng yang bisa diukur dengan kompas. Data yang diperoleh yaitu arah mata angin lereng. Arah mata angin lereng diukur menggunakan kompas. Pengukuran arah mata angin lereng dilakukan di atas puncak lereng penelitian menuju arah kaki lereng. Pengukuran dilakukan setiap satu meter pada daerah lereng

yang lebarnya 12 meter sehingga terdapat 13 data. Pengukuran dilakukan 2 kali. Data yang diperoleh dirata-rata yang kemudian dicari arah mata angin dengan menggunakan tabel pada 3.1.

Tabel 3.1 Katagori arah mata angin lereng

No	Arah mata angina	Nilai
1	Utara	337,5°-360,0° / 0°-22,5°
2	Timur Laut	22,5° - 67,5°
3	Timur	67,5°-112,5°
4	Tenggara	112,5°-157,5°
5	Selatan	157,5°-202,5°
6	Barat Daya	202,5°-247,5°
7	Barat	247,5°-292,5°
8	Barat Laut	292,5°-337,5°

Sumber: Proghasemi *et al* (2012a)

b. Interval sungai

Interval sungai berkaitan dengan jarak sungai terhadap lereng (titik penelitian) yang diukur menggunakan meteran. Titik acuan pengukuran yaitu pada daerah lereng penelitian yang jaraknya paling dekat dengan sungai. Titik yang paling terdekat dengan sungai yaitu bagian barat kaki lereng penelitian.

c. Interval jalan

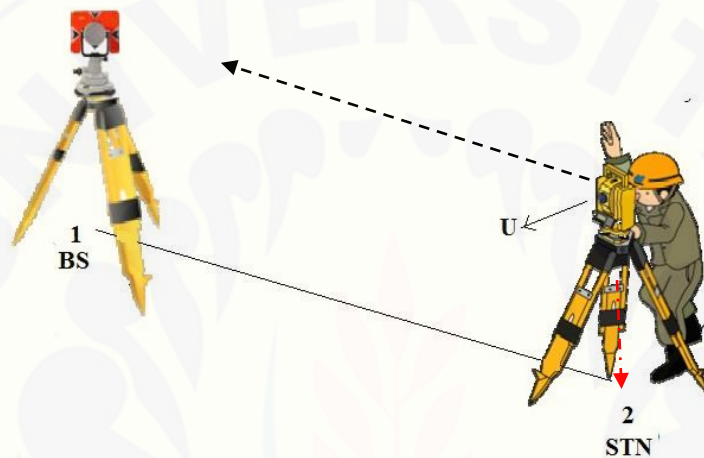
Interval jalan berkaitan dengan jarak jalan dengan lereng yang dapat diukur dengan meteran. Acuan titik pengukuran yaitu dari titik jalan hingga sepanjang daerah lereng penelitian.

d. Tataguna Lahan

Tataguna lahan berkaitan tentang tutupan lahan tersebut. Pengambilan data berupa data pengamatan tutupan lahan lereng. Katagori dari tutupan lahan tersebut yaitu berupa hutan alam, semak / belukar, rumput, hutan, perkebunan, tegalan, pekarangan, sawah/permukiman.

e. Kemiringan

Berikut merupakan cara melakukan pemetaan menggunakan *total station* yang bertujuan mencari nilai tinggi lereng dan panjang kaki lereng yang berfungsi untuk mengetahui nilai kemiringan lereng. sebelum alat diletakan pada lokasi penelitian maka dilakukan pemberian tanda titik yang akan dipetakan dengan menggunakan patok. Berikut cara penggunaan *total station* :



Gambar 3.6 Skema *set-up total station*

1. Set-up Alat

- a. *Total station* didirikan di titik STN (titik tempat berdiri alat, misal titik 2) dan kemudian dilakukan *centering* dengan mengatur nivo kotak dan nivo tabung sampai seimbang (Gambar 3.6).
- b. Prisma poligon diletakkan pada titik satu (untuk *backsight* = BS) kemudian lakukan *centering*. Langkah *centering* sama dengan waktu *centering* dengan alat *Total station* (Gambar 3.6).
- c. *Total station* siap digunakan untuk melakukan pengukuran

2. Membuat *Job*

Job merupakan istilah dari nama tiap pengambilan data pengukuran yang dilaksanakan. Setiap pengukuran dinamai sesuai yang diinginkan. Pada penelitian

ini pengukuran pertama dinamai dengan *Job* satu, pengukuran ke dua dan ke tiga yaitu *Job* dua dan *job* tiga.

3. Mencari sudut azimuth
 - a. *Total station* diputar secara horizontal (ke kanan atau ke kiri) sehingga teropong menghadap ke arah “Utara” yang disesuaikan dengan arah utara pada kompas, kemudian kunci alat.
 - b. Bacaan sudut horizontal di alat dibuat menjadi nol dengan cara menekan tombol “ANG” kemudian dipilih 0 set.
 - c. Setelah bacaan sudut horizontal menjadi nol, teropong diputar ke arah *backsight* serta *backsight* dibidik, kemudian kunci alat. Maka bacaan horizontal yang ditampilkan di alat tersebut itu adalah sudut azimuthnya, kemudian bacaan sudutnya tersebut dicatat.
4. Memasukkan Koordinat Tempat berdiri Alat
 - a. Untuk memulai pengukuran, tinggi alat dan koordinat tempat berdiri alat di-*entry* ke dalam alat.
 - b. Memasukkan nomer titik dan koordinat STN (koordinat X,Y,Z) tempat berdiri alat, serta kode-nya. Koordinat awal X,Y,Z (2000,2000,200).
5. Memasukkan *Backsight* (BS)
 - a. Memasukkan sudut azimuth yang telah dicatat sebelumnya.
 - b. Membidik *Backsight* kemudian menekan MSR yang ada pada *total station*.
 - c. Memasukan titik *backsight*, tinggi prisma poligon dan kode titik.
6. Pindah Alat ke titik selanjutnya (titik 3 dan seterusnya)

Pada langkah ini maka dimulai pemetaan lokasi yang ingin dipetakan dengan membidik titik menggunakan prisma detail.

Hasil dari pengukuran total station diolah menggunakan *software* AutoCAD yang berfungsi menampilkan hasil titik tiap bidikan lokasi dengan koordinat dasar X,Y,Z adalah (2000,2000,200). Besar kemiringan lereng dapat ditentukan yaitu dengan mengetahui perbandingan tinggi lereng dengan panjang lereng yang dikemudian dikalikan dengan 100%.

f. *Gridding*

Gridding dilakukan bertujuan mengetahui nilai bujur, lintang dan elevasi daerah penelitian. *Gridding* menggunakan GPS dengan menyimpan data *waypoint* tiap titik lokasi dengan jarak X dan Y masing-masing 1 meter. Pada penelitian titik X memiliki panjang 12 meter sedangkan Y panjangnya 60 meter. Sehingga total *waypoint* pada lokasi berjumlah 793 titik. *Gridding* menggunakan GPS ini akan menghasilkan informasi tentang bujur, lintang, elevasi yang nantinya diolah menggunakan surfer untuk menampilkan informasi lokasi penelitian berupa data 2D dan 3D.

g. Digitasi lokasi penelitian

Digitasi lokasi penelitian merupakan upaya untuk menampilkan lokasi penelitian secara digital menggunakan *software ArcGIS* agar bisa dilihat lokasi jalan, sungai terhadap lokasi penelitian. Caranya yaitu dengan menggunakan GPS. GPS digunakan untuk *tracking* sungai dan jalan serta menyimpan data *waypoint* titik-titik *total station* dan prisma poligon. Dari data tersebut diolah menggunakan *Mapsource* dan *ArcGIS* untuk menghasilkan peta lokasi penelitian.

3.5 Metode Analisis

3.5.1 Metode *Analytical Herarcy Process*

Metode AHP merupakan metode semi kualitatif dengan menggunakan matrik yang didasari perbandingan berpasangan (*Pair-wise comparison*) faktor yang berbeda untuk kelongsoran (Pourghasemi *et al*, 2012a). Tabel 3.2 merupakan tabel *pair-wise comparison* dengan menggunakan lima faktor penyebab longsor. Penilaian perbandingan tabel 3.2 pada tiap parameter menggunakan skala saaty seperti yang di tunjukkan pada tabel 3.3. Penentuan nilai tingkat kepentingan pada tabel 3.2 diperoleh berdasarkan *hazard Assasment*. *Hazard Assasment* mengevaluasi dan mengklasifikasikan potensi bahaya sesuai tingkatnya dengan frekuensi dan intensitas terjadinya longsor yang telah terjadi (Pourghasemi *et al*, 2012b).

Tabel 3.2 Matriks *pairwise comparison*

Parameter	Kemiringan	Aspek	Tataguna Lahan	Interval sungai	Interval Jalan
Kemiringan	1	6	3	6	3
Aspek		1	1/2	2	1/5
Tataguna Lahan			1	2	1/3
Interval Sungai				1	1/5
Interval Jalan					1

Sumber : Pourghasemi *et al*, (2012b)

Tabel 3.3 Skala Saaty

Tingkat kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya dibanding yang lain
3	Moderat (cukup) pentingnya dibanding yang lain
5	Kuat pentingnya dibanding yang lain
7	Sangat kuat pentingnya dibanding yang lain
9	Ekstrim pentingnya dibanding yang lain
2,4,6,8	Nilai diantara dua nilai yang berdekatan

Sumber : Saaty (1980)

Penentuan besar bobot ditentukan dengan mencari nilai vektor eigen dari tabel 3.3 diubah menjadi matrik *pairwise comparatiao*n seperti persamaan 3.1. Langkah awal yaitu dengan mengkuadratkan matrik *pairwise* seperti pada persamaan 3.2. Hasil dari pengkuadratan dicari nilai eigennya seperti pada persamaan 3.3.

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 3 & 6 & 3 \\ \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{3} & 2 & 1 & 2 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{3} & 5 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$$M^2 = \begin{bmatrix} 5 & 36 & 21 & 45 & 9,40 \\ 0,9 & 5 & 3,1 & 7 & 1,47 \\ 1,44 & 8,67 & 5 & 11,67 & 2,47 \\ 0,65 & 21,75 & 4 & 5 & 1,17 \\ 3,33 & 20,5 & 12 & 28 & 5 \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Dari persamaan 3.3 dicari nilai vektor eigennya dengan cara seperti persamaan 3.4. Vektor eigen diperoleh dari nilai penjumlahan tiap kolom dibagi dengan penjumlahan hasil tiap kolom keseluruhan yaitu 245,11.

$$\begin{bmatrix} 5 & 36 & 21 & 45 & 9,40 \\ 0,9 & 5 & 3,1 & 7 & 1,47 \\ 1,44 & 8,67 & 5 & 11,67 & 2,47 \\ 0,65 & 21,75 & 4 & 5 & 1,17 \\ 3,33 & 20,5 & 12 & 18 & 5 \end{bmatrix} = \begin{matrix} 116,40 \\ 17,47 \\ 29,24 \\ 13,17 \\ 68,83 \end{matrix} \begin{bmatrix} \text{Bobot} \\ 0,48 \\ 0,07 \\ 0,12 \\ 0,05 \\ 0,28 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

SUM 245,11 1

Dengan menggunakan AHP maka dapat diketahui nilai bobot dari lima parameter yaitu aspek, interval lereng, interval jalan, tataguna lahan dan kelerengan. Tabel 3.4 menunjukkan nilai bobot tiap parameter. Kelerengan memiliki bobot terbesar yaitu 0,48, sedangkan tataguna lahan 0,12, Parameter interval jalan dan interval sungai yaitu 0,05 dan 0,28. Parameter aspek memiliki nilai bobot yaitu 0,07. Nilai bobot menunjukkan seberapa besar parameter tersebut mempengaruhi tanah longsor. Dari 5 parameter yang dibandingkan.

Tabel 3.4 Nilai bobot tiap parameter

No	Parameter	Bobot	Prosentase (%)
1	Slope	0,48	48
2	Aspek	0,07	7
3	Tataguna Lahan	0,12	12
4	Interval Sungai	0,05	5
5	Interval Jalan	0,28	28

Untuk menentukan apakah nilai bobot tabel 3.4 memenuhi syarat AHP maka yang harus dilakukan yaitu dengan mencari nilai CR (*Consistency rasio*), bobot akan memenuhi syarat bila $CR \leq 0.1$. Berikut merupakan cara menentukan nilai CR yaitu:

- a. Menentukan vektor tertimbang atau *weighted sum vector* (WSV)

WSV ditentukan dengan cara mengalikan skala saaty pada tabel 3.3 dengan nilai eigen vektor pada persamaan 3.4 seperti pada persamaan 3.5. Nilai WSV terdapat pada persamaan 3.10.

$$WSV = \begin{bmatrix} 1 \times 0,48 & 6 \times 0,07 & 3 \times 0,12 & 6 \times 0,05 & 3 \times 0,28 \\ \frac{1}{6} \times 0,48 & 1 \times 0,07 & \frac{1}{2} \times 0,12 & 2 \times 0,05 & \frac{1}{5} \times 0,28 \\ \frac{1}{3} \times 0,48 & 2 \times 0,07 & 1 \times 0,12 & 2 \times 0,05 & \frac{1}{3} \times 0,28 \\ \frac{1}{6} \times 0,48 & \frac{1}{2} \times 0,07 & \frac{1}{2} \times 0,12 & 1 \times 0,05 & \frac{1}{5} \times 0,28 \\ \frac{1}{3} \times 0,48 & 5 \times 0,07 & 3 \times 0,12 & 3 \times 0,05 & 1 \times 0,28 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

$$WSV = \begin{bmatrix} 2,42 \\ 0,37 \\ 0,62 \\ 0,28 \\ 1,42 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

b. Menghitung *consistency* (CV)

Nilai CV dapat ditentukan dengan membagi vector eigen dengan nilai WSV seperti pada persamaan 3.6.

$$CV = \begin{bmatrix} 0,47/2,42 \\ 0,07/0,37 \\ 0,12/0,62 \\ 0,05/0,28 \\ 0,28/1,42 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

$$CV = \begin{bmatrix} 5,10 \\ 5,24 \\ 5,21 \\ 5,29 \\ 5,06 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

c. Menghitung λ dari indeks konsistensi

Dari persamaan 3.8 maka,

$$\lambda = \frac{a + b + c + d + e}{n}$$

$$\lambda = \frac{5,10 + 5,24 + 5,21 + 5,29 + 5,06}{5}$$

$$\lambda = 5,18 \quad (3.8)$$

Untuk n adalah jumlah faktor yang sedang dibandingkan. Dalam hal ini n = 5.

Hasil kalkulasi CI adalah sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{5,18 - 5}{5 - 1} = 0,046 \quad (3.9)$$

d. Menghitung *consistency ratio* (CR)

Random Index adalah fungsi langsung dari jumlah alternative atau sistem yang sedang diperbandingkan. *Index Random* disajikan pada tabel 3.5

Tabel 3.5 *Index Random*

Ukuran matrik	IR
1	0
2	0
3	0,58
4	1,12
5	1,24
6	1.32
7	1.41
8	1,45
9	1,49

Sumber: Saaty (1980)

Jumlah kriteria random adalah 5, maka RI 1,12, sehingga kensistensi rasio (CR) dapat ditentukan seperti persamaan 3.10.

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

$$CR = \frac{0,046}{1,12} = 0,041 \quad (3.10)$$

Dari hasil persamaan 3.10 diperoleh consistency rasio (CR) 0,046, sehingga dapat disimpulkan eigen vektor yang diperoleh memenuhi syarat karena $CR \leq 0,1$

3.5.2 Penentuan Koordinat 3D

a. *Trigonometrical Heighting*

Semua data yang terukur dalam *total station* adalah sudut horisontal, sudut zenit, dan jarak miring (*Slope distance*). Semuanya terkonversi ke dalam koordinat tiga dimensi (Uren dan Price, 2010). *Trigonometrical heighting* merupakan pengukuran vertikal pada *total station* yang bertujuan untuk menentukan elevasi pada titik reflektor (Gambar 3.7). Pada gambar 3.7 terdapat 2 jarak vertikal yaitu *elevation difference* / beda elevasi (dZ) dan *Vertical difference* / beda vertikal (V_d). Untuk mengetahui beda elevasi maka nilai I_H (Tinggi instrumen) dan R_H (Tinggi reflektor) harus diketahui

seperti persamaan 2.2. persamaan V_D (persamaan 2.1) disubstitusi pada persamaan 3.11. sehingga di peroleh persamaan 3.12 (Punmia dan *et al*, 2005).

$$dZ = V_D + (I_H - R_H) \quad 3.11$$

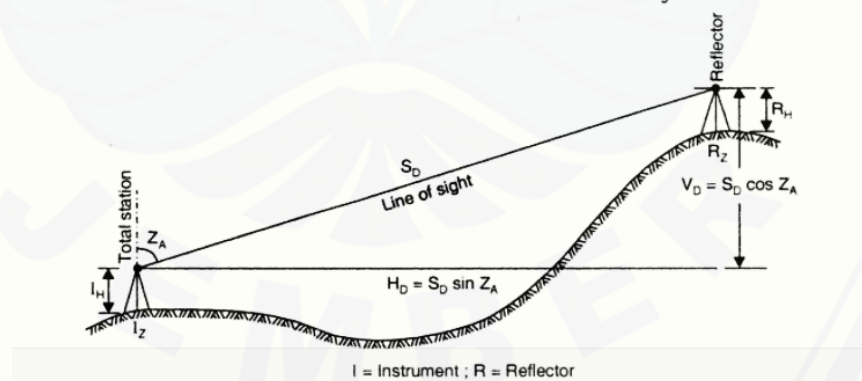
$$dZ = S_D \cos z + (I_H - R_H) \quad 3.12$$

Dimana dZ merupakan elevasi tepat dibawah *total station*. Namun dalam perhitungan menggunakan *total station* harus memasukkan titik elevasi dasar/awal. Jika elevasinya tidak diketahui, maka boleh dimisalkan I_z , sehingga elevasi tepat pada berdirinya reflektor dapat diketahui (Persamaan 3.13). R_z merupakan elevasi pada titik reflektor (Punmia dan *et al*, 2005).

$$R_z = I_z + S_D \cos z + (I_H - R_H) \quad 3.13$$

Keterangan:

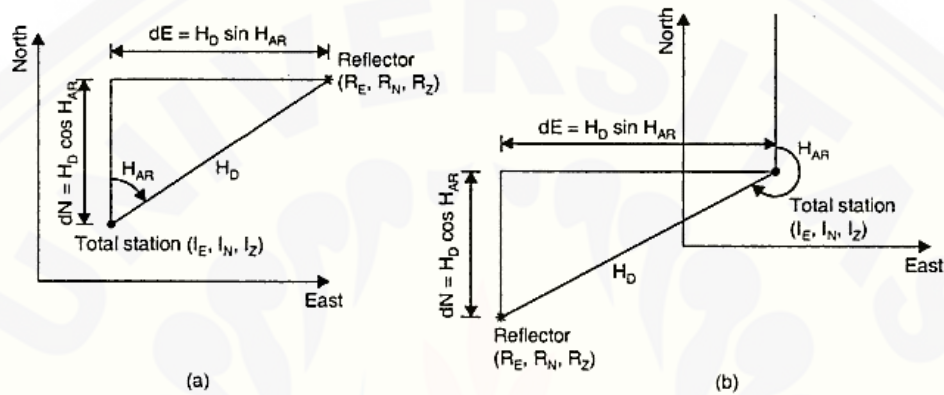
- R_z = elevasi dititik reflektor (meter)
- I_H = elevasi dititik *total station* (meter)
- S_D = *slope distance* / jarak miring (meter)
- I_z = elevasi dititik *total station* (meter)
- z = sudut zenit ($^\circ$)
- I_H = tinggi *total station* (meter)
- I_R = tinggi reflektor (meter)



Gambar 3.7 Perhitungan elevasi pada *total station* (Sumber: Punmia *et al*, 2005)

b. Penentuan Koordinat

Penentuan koordinat pada *total station* dapat digambarkan pada gambar 3.7. Pada *total station* arah utara (*North*) sebagai acuan koordinat sumbu Y sedangkan arah timur (*East*) sebagai acuan sumbu X. Pada gambar 3.8 (a) menunjukkan arah positif sedangkan (b) arah negatif terhadap titik acuan koordinat Utara dan Timur.



(a) arah positif ; (b) Arah Negatif

Gambar 3.8 Perhitungan koordinat timur dan utara terhadap reflektor
(Sumber: Punmia *et al*, 2005)

Berdasarkan gambar 3.8 menunjukkan koordinat letaknya relatif terhadap reflektor sehingga:

$$dE = H_D \sin H_{AR} \tag{3.14}$$

$$dN = H_D \cos H_{AR} \tag{3.15}$$

Dimana dE dan dN merupakan perubahan pada arah timur dan utara, sedangkan H_D dan H_{AR} adalah jarak horisontal (Meter) dan sudut horisontal (Derajat) yang serah dengan arah jarum jam dengan acuan arah utara. Dengan mensubstitusi H_D dari persamaan 2.2 maka :

$$dE = S_D \sin z \sin H_{AR} \tag{3.16}$$

$$dN = S_D \sin z \cos H_{AR} \tag{3.17}$$

Jika koordinat utara dan timur diketahui maka koordinat tersebut dapat di tambahkan dalam alat. Dari persamaan-persamaan di atas maka diperoleh:

$$R_E = I_E + S_D \sin z \sin H_{AR} \tag{3.18}$$

$$R_N = I_E + S_D \sin z \cos H_{AR} \quad (3.19)$$

$$R_Z = I_z + S_D \cos z + (I_H - R_H) \quad (3.20)$$

Keterangan:

R_E = koordinat titik reflektor sebagai sumbu x (meter)

R = koordinat titik reflektor sebagai sumbu y (meter)

R_z = elevasi titik reflektor sebagai sumbu z (meter)

I_E = koordinat titik *total station* sebagai sumbu x (meter)

I_N = koordinat titik *total station* sebagai sumbu y (meter)

I_z = elevasi titik *total station* sebagai sumbu z (meter)

S_D = *slope distance*/ jarak miring (meter)

z = sudut zenit ($^{\circ}$)

H_{AR} = sudut horisontal ($^{\circ}$)

I_H = tinggi *total station* (meter)

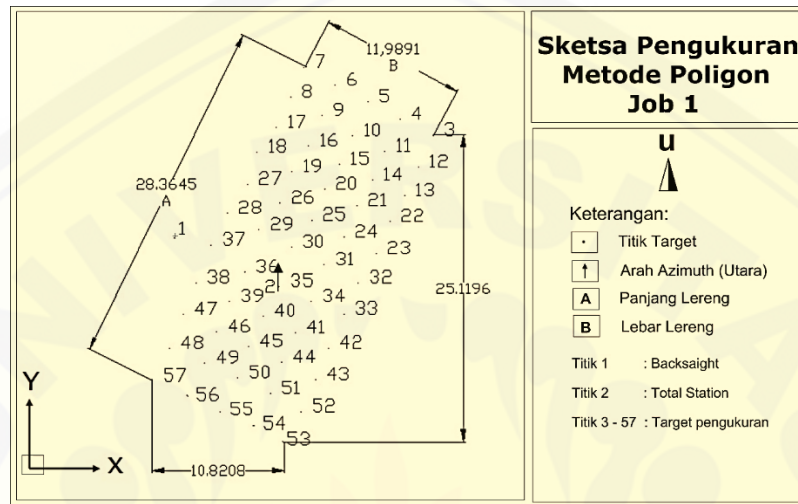
R_H = tinggi reflektor (meter)

3.2.3 Metode Poligon

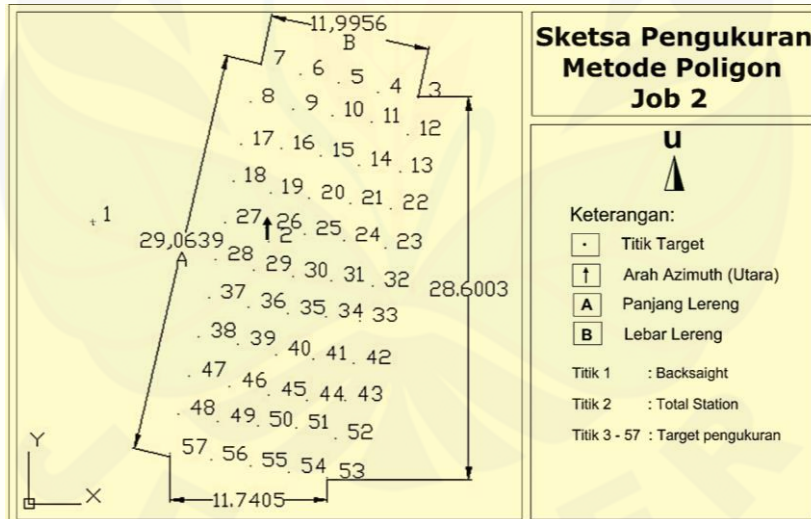
Pengukuran metode poligon yaitu pengukuran sudut dan jarak terhadap titik-titik pada suatu areal tertentu. Untuk penentuan titik pada suatu areal tertentu dapat dilakukan pengukuran sudut dan jarak antara titik-titik atau detail yang telah ditentukan posisinya dengan menggunakan *total station*. Pengukuran poligon dibagi menjadi dua, yaitu pengukuran poligon terbuka dan pengukuran poligon tertutup (Direktorat pengukuran dasar, 2011). Pada penelitian ini menggunakan pengukuran poligon terbuka.

Poligon terbuka terdiri atas serangkaian garis yang berhubungan tetapi tidak kembali ke titik awal atau terikat pada sebuah titik dengan ketelitian sama atau lebih tinggi ordenya. Titik awal pengukuran tidak sama dengan titik terakhir pengukuran. Pengukuran poligon yang digunakan yaitu pengukuran poligon terbuka dengan titik

awal terikat oleh azimuth dan titik akhir terikat dengan koordinat (Muda,2008). Gambar 3.9 merupakan sketsa pengukuran metode poligon yang dibagi menjadi dua bagian yaitu job 1 dan job 2. Jumlah titik detail tiap job yaitu 51 titik.



(a)



(b)

Gambar 3.9 Data sketsa pengukuran poligon terbuka (a) pengukuran poligon *job 1* (b) pengukuran poligon *job 2*

3.6 Pengolahan data

Dalam penelitian ini ada 5 data parameter yang digunakan untuk acuan menganalisis tingkat kerentanan tanah longsor yaitu data parameter kemiringan, penggunaan lahan, aspek, interval sungai, dan interval jalan. Lima parameter tersebut dapat diidentifikasi untuk menentukan tingkat kerentanan tanah longsor dari klasifikasi data tabel 3.8 dengan menggunakan analisa tabuler. Metode yang digunakan analisa tabuer adalah metode skoring. Metode skoring berkaitan dengan pengharkatan dan pembobotan pada parameter yang digunakan. Dalam penelitian Syahroni (2008) setiap parameter diberi skor tertentu (Tabel 3.6), kemudian setiap unit analisa skor tersebut dijumlahkan. Hasil penjumlahan skor selanjutnya diklasifikasikan untuk menentukan tingkat kerawanan longsor. Pada tabel 3.6 menunjukkan analisa skor untuk lima parameter. Dimana nilai 1 pada hasil penjumlahan harkat \times bobot untuk 5 parameter menunjukkan skor terendah atau nilai minimum. Sedangkan skor tertinggi atau nilai maksimum adalah 5. Setelah ditentukan nilai maksimum dan minimum maka untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan tanah longsor dilakukan pengklasifikasian tingkat kerentanan tanah longsor dengan menggunakan persamaan 3.5. Nilai pembobotan telah disajikan pada tabel 2.8 dengan menggunakan metode AHP.

Tabel 3.6 Analisa skor pengharkatan dan pembobotan

No	Faktor jenis	Parameter	Bobot (B)	Harkat		Harkat \times Bobot	
				Min	Maks	Min	Maks
1	Faktor hidrologi	Interval sungai	0,05	1	5	0,05	0,25
2	Faktor geomorfologi	Kmiringan	0,48	1	5	0,48	2,4
3		Aspect	0,07	1	5	0,07	0,35
4	Faktor antropogenik	Tataguna lahan	0,12	1	5	0,12	0,6
5		Interval jalan	0,28	1	5	0,28	1,4
Total						1	5

Pemberian harkat pada masing-masing parameter diklasifikasikan ke dalam lima kelas. Harkat yang paling tinggi adalah 5 menunjukkan pengaruhnya yang paling besar terhadap terjadinya longsor. Harkat yang paling rendah adalah 1. Pada tabel 3.7 disajikan rangkuman pengharkatan penyebab kerentanan tanah longsor berdasarkan Feryandi (2011).

Tabel 3.7 Rangkuman pengharkatan tiap parameter

No	Jenis variable	Subtansi	harkat
1	Kemiringan	0 – 7 %	1
		8 – 14 %	2
		15 – 29 %	3
		30% - 44%	4
		45%	5
2	Aspek	Utara , barat, barat laut	1
		Timur laut	2
		Timur , barat daya	3
		Tenggara	4
		Selatan	5
3	Tataguna lahan	Hutan alam	1
		Semak / belukar / Rumpun	2
		Hutan/ Perkebunan	3
		Tegalan/ pekarangan	4
		Sawah / Permukiman	5
4	Interval jalan	0 > 1000 m	1
		> 600 – 1000 m	2
		> 300 – 600 m	3
		> 100 – 300 m	4
		0 – 100 m	5
5	Interval sungai	> 200 m	1
		> 150 – 200 m	2
		> 100 – 150 m	3
		> 50 – 100 m	4
		0 – 50 m	5

Sumber: Feryandi (2011), Kementerian kehutanan (2013) dan Parmin *et al* (2011)

Menurut Mayangsunda *et al* (2011) untuk menentukan klasifikasi data tingkat bahaya tanah longsor, maka harus dicari kelas intervalnya. Klasifikasi data merupakan

tindakan menggolongkan atau mengelompokan atas kriteria tertentu. Kalsifikasi tingkat kerentanan dibagi menjadi lima. Berdasarkan hasil perhitungan table 3.6, hasil harkat \times bobot minimal 1 dan maksimal 5 dibagi menjadi 5 kelas interval dengan menggunakan persamaan 3.6, sehingga hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.3.

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{K} = \frac{5 - 1}{5} = 0.8 \quad (3.21)$$

Keterangan:

Ki = interval kelas tanah longsor

Xt = jumlah, nilai tertinggi dari harkat (5)

Xr = jumlah nilai terendah dari harkat (1)

K = Jumlah kelas bahaya tanah longsor (5)

Sehingga kelas intervalnya adalah 0.8

Tabel 3.8 Tingkat kerentanan longsor tanah

NO	Tingkat bahaya longsor	Skor Total
1	Sangat rendah	1,0 – 1,8
2	Rendah	1,9 – 2,6
3	Sedang	2,7 – 3,4
4	Tinggi	3,5 – 4,2
5	Sangat tinggi	4,3 – 5,0

Berdasarkan table 3.6 dapat disimpulkan rumus kerentanan tanah longsor yang disebut *hazard score* seperti ditunjukkan pada persamaan 3.22. Nilai *hazard score* dapat mengidentifikasi tingkat kerentanan tanah longsor yang hasilnya di bandingkan berdasarkan tabel 3.6. Berdasarkan tabel 3.6 klasifikasi tingkat kerentanan tanah longsor dibagi menjadi lima yaitu tingkat kerentanan tanah longsor sangat rendah, rendah, menengah, tinggi, dan sangat tinggi.

$$Hazard\ score\ (H) = (0,48S) + (0,12L) + (0,28Ro) + (0,05Ri) + (0,07A) \quad (3.22)$$

Keterangan:

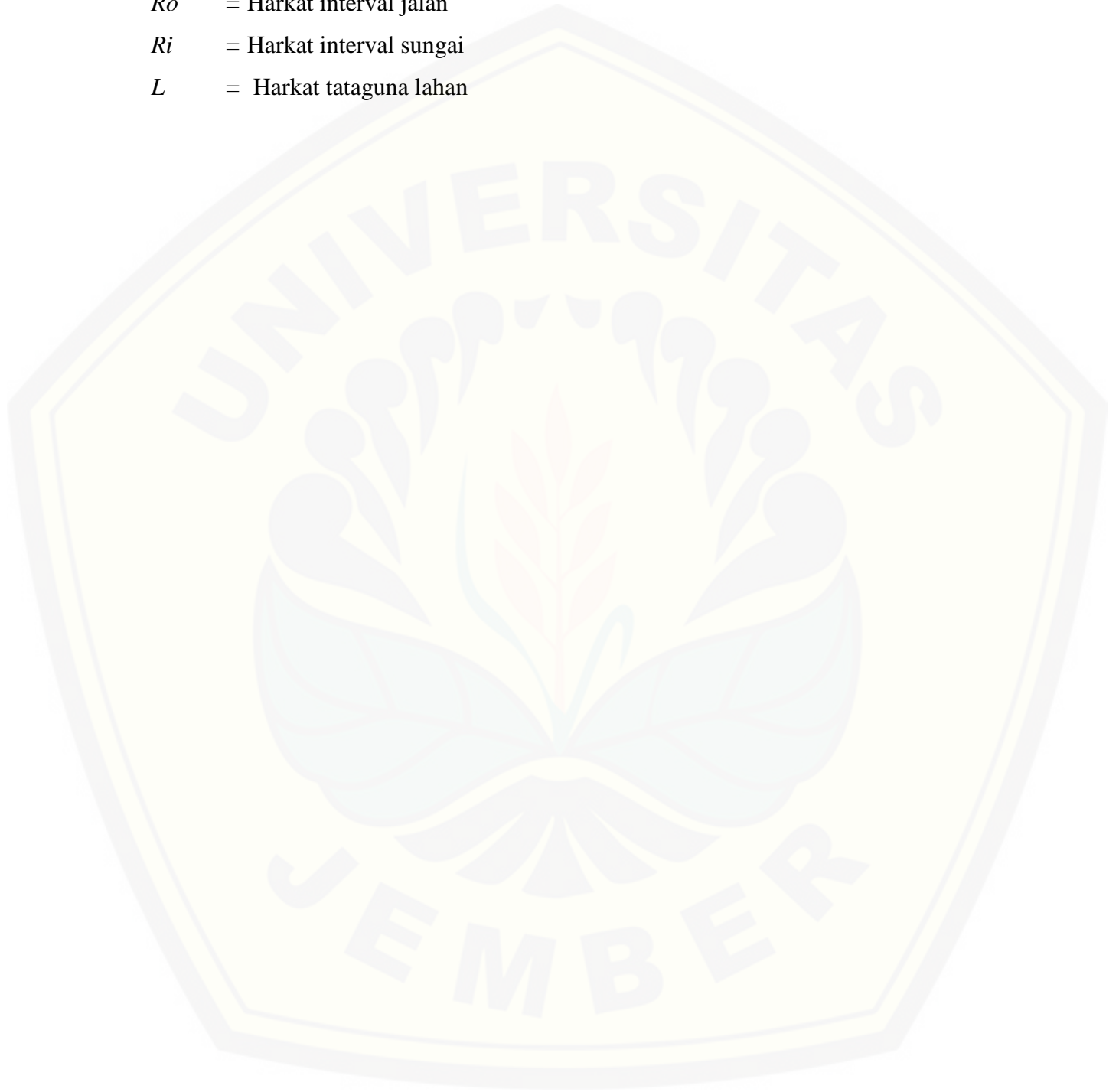
A = Harkat aspek

S = Harkat kemiringan lereng

R_o = Harkat interval jalan

R_i = Harkat interval sungai

L = Harkat tataguna lahan



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Faktor Atropogenik

Faktor antropogenik berkaitan dengan sesuatu hal yang berkaitan dengan aktifitas manusi. Parameter yang diteliti yaitu tataguna lahan dan interval jalan. Hasil penelitian menunjukkan faktor antropogenik memiliki nilai pembobotan dan pengharkatan sebesar 1,64 (Tabel 4. 1).

a. Tataguna Lahan

Daerah penelitian tepat berada di bawah perkebunan kopi yang dipisahkan oleh jalan. Pada lokasi penelitian tutupan lahan berupa semak belukar, lokasinya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Berdasarkan tabel 3.7 tataguna lahan berupa semak belukar masuk dalam kelas harkat 2.

b. Interval Jalan

Parameter Interval jalan menghitung jarak antara jalan dengan lokasi penelitian. Pada gambar 3. 3, menunjukkan bahwa jalan terletak diatas lokasi penelitian. Interval jarak dihitung dari titik dasar lereng menuju jalan yang memiliki jarak 57,41 meter. Berdasarkan tabel 3.7 interval jarak sebesar 57,41 meter termasuk dalam kelas harkat 5.

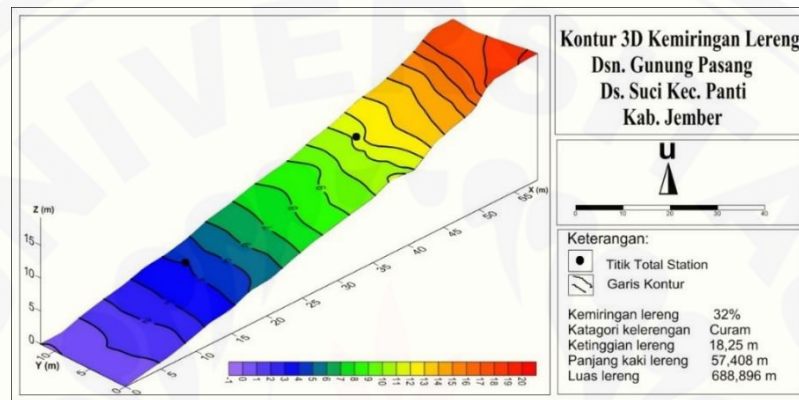
Tabel 4.1 harkat dan pembobotan faktor antropogenik

Faktor	Parameter	Hasil	Harkat	Bobot	Harkat×Bobot
Antropogenik	Tataguna Lahan	Semak belukar	2	0,12	0,24
	Interval Jalan	57,41 meter	5	0,28	1,4
				Jumlah	1,64

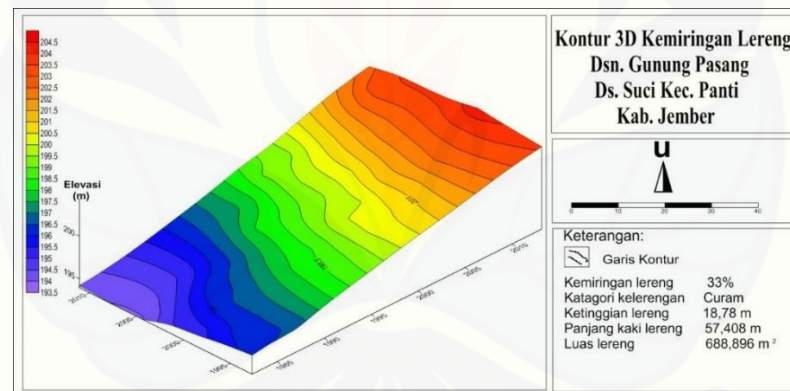
4.1.2 Faktor Geomorfologi

a. Kemiringan

Pengukuran kemiringan menggunakan 2 metode yaitu metode *gridding* dan metode poligon terbuka. Gambar 4.1 merupakan gambar kontur kemiringan lereng dengan metode poligon.



(a)



(b)

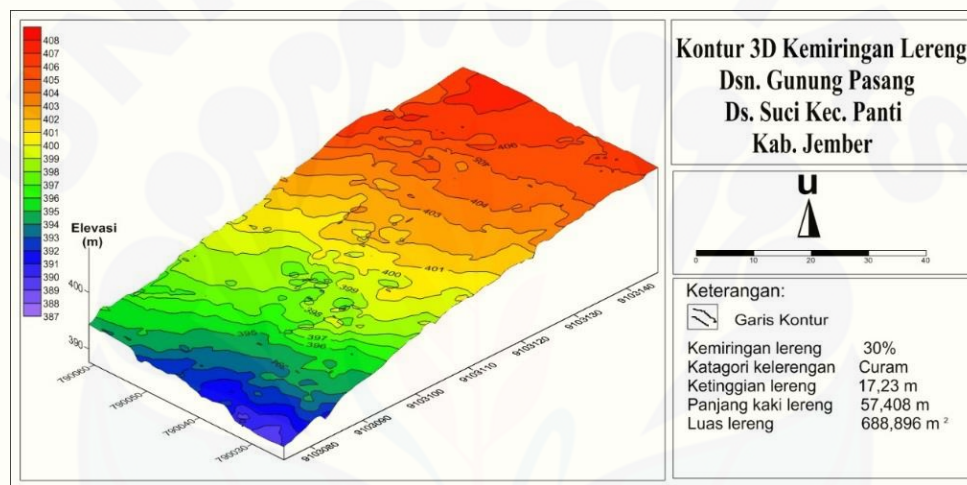
(a) Kontur kemiringan lereng gabungan; (b) Kontur kemiringan lereng *job 3*

Gambar 4.1 Kontur pengukuran kemiringan menggunakan *total station*

Gambar 4.1 (a) adalah kontur hasil gabungan pengukuran *job 1* dan *job 2* dengan titik koordinat terendah X, Y, Z yaitu $(0,0,0)$ meter. Gambar 4.1 (b) adalah kontur hasil pengukuran *job 3* yang datanya terlampir pada lampiran B. Hasil kontur keduanya terlihat berbeda dikarenakan, kontur pada gambar 4.1 (b) memiliki titik elevasi

terendah 195 meter dengan koordinat awal *total station* yaitu (2000,2000,200) meter. Hal tersebut mempengaruhi tampilan kontur. Hasil pengukuran semuanya menunjukkan lereng berada pada kategori curam seperti yang ada pada tabel 4.1.

Gambar 4.2 merupakan kontur hasil pengukuran menggunakan metode *gridding*. Jumlah data yang di peroleh berjumlah 793 data sehingga kontur terlihat memiliki variasi garis/ gradasi warna elevasi yang bervariasi dibandingkan gambar 4.1. Hasil ke tiga kontur tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa, ketiganya masuk dalam katagori lereng curam dengan besar harkat adalah 4.



Gambar 4.3 Hasil kontur GPS

Tabel 4.2 Hasil pengukuran kemiringan

Metode	Pengukuran	Elevasi (meter)	Kemiringan (%)	Katagori	Harkat
Poligon	Gabungan	18,25	32	Curam	4
	<i>Job 3</i>	18,78	33	Curam	4
<i>Gridding</i>	<i>GPS</i>	17,23	30	Curam	4

b. Aspek

Hasil pengukuran arah mata angin menunjukkan bahwa aspek lereng berada pada arah kompas sebesar $204,5^\circ$. Berdasarkan Porghasemi *et al* (2012b) arah pada sudut $202,5^\circ$ - $204,75^\circ$ berada pada arah mata angin barat daya. Hasil digitasi GPS yang ada

pada gambar 3.1 juga menunjukkan lereng berada pada arah barat daya. Menurut Feryandi (2011), aspek barat daya berada pada harkat 3, sehingga nilai pembobotan dan pengharkatan pada parameter aspek yaitu 0,21 seperti yang ada pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil harkat dan pembobotan faktor geomorfologi

Faktor	Parameter	Hasil	Harkat	Bobot	Harkat×Bobot
Geomorfologi	Kemiringan	Curam	4	0,48	1,92
	Aspek	Barat Daya	3	0,07	0,21
				Jumlah	2,13

4.1.3 Faktor Hidrologi

Faktor hidrologi berkaitan dengan sifat, sirkulasi, dan distribusi air dalam bumi. Salah satunya yang diteliti yaitu parameter interval sungai. Gambar 3.3 merupakan gambar digitasi lokasi penelitian yang menunjukkan bahwa sungai berada pada sisi sebelah barat daerah penelitian dengan jarak intervalnya yaitu 20,82 meter. Berdasarkan tabel 3.7 maka interval sungai berada pada katagori harkat 5. Tabel 4.4 menunjukkan bahwa pengharkatan dan pembobotan pada faktor hidrologi menghasilkan nilai sebesar 0,25.

Tabel 4.4 Harkat dan bobot faktor hidrologi

Faktor	Parameter	Pengukuran	Harkat	Bobot	Harkat×Bobot
Hidrologi	Interval sungai	20,82 meter	5	0,05	0,25

4.1.6 Hasil Skoring

Berdasarkan analisa tabuler pada tabel 4.5 diperoleh hasil pembobotan dan pengharkatan parameter bahaya longsor di wilayah lereng Gunung Pasang yang menghasilkan *Hazard Score* sebesar 4.02. Sesuai pada persmaan 3.22 dan tabel 3.8, *Hazard Score* sebesar 4.02 termasuk dalam katagori tingkat kerentanan longsor tinggi.

Dari tiga faktor kerentanan longsor, yang berpengaruh besar dalam tingkat kerentanan longsor yaitu faktor geomorfologi sebesar 2,13, selanjutnya faktor antropogenik 1,64 dan faktor yang terendah yaitu faktor hidrologi sebesar 0,25.

Tabel 4.5 Hasil Skoring parameter terhadap kerentanan tanah longsor

No	Faktor	Parameter	Harkat	Bobot	Harkat × Bobot	Jumlah
1	Hidrologi	Interval sungai	5	0,05	0,25	0,25
2	Geomorfologi	Kemiringan	4	0,48	1,92	2,13
3		Aspect	3	0,07	0,21	
4	Antropogenik	Tataguna lahan	2	0,12	0,24	1,64
5		Interval jalan	5	0,28	1,4	
					<i>Hazard Score</i>	4,02

5.2 Pembahasan

Hasil skoring faktor kerentanan tanah longsor untuk faktor antropogenik, geomorfologi, dan hidrologi mendeskripsikan bahwa daerah lereng penelitian termasuk dalam tingkat bahaya longsor tinggi. Berdasarkan hasil skoring pada tabel 4.5 faktor terbesar mempengaruhi tingkat bahaya longsor adalah faktor geomorfologi dan faktor terbesar kedua adalah faktor antropogenik. Bila dari kedua faktor tersebut memiliki harkat yang tinggi maka lokasi penelitian akan memiliki kerawanan bahaya tanah longsor yang tinggi. Berbeda halnya ketika harkat yang diberikan pada kedua faktor tersebut rendah, maka tingkat bahaya longsor daerah penelitian relatif rendah.

Faktor Antropogenik berkaitan dengan hal-hal yang diakibatkan oleh aktifitas manusi. Dari faktor ini ada dua faktor yang diteliti yaitu parameter tataguna lahan dan interval jalan. Tataguna lahan pada lereng berupa semak belukar, sedangkan posisi jalan berada tepat di puncak lereng. Dua kondisi tersebut dapat mempengaruhi kestabilan lereng. Lereng dengan tutupan lahan berupa semak belukar mudah mengalami pelapukan karena sinar matahari lebih intensif mengenai tanah (Rahayu, 2009). Tutupan lahan berupa semak belukar menyebabkan air hujan mudah meresap dalam tanah sehingga dapat menambah beban lereng. Karena daerah dekat dengan

jalan, maka getaran kendaraan yang mengenai lereng dapat melemahkan hubungan antar butir-butir partikel penyusun lereng. Hal tersebut dapat menimbulkan bidang gelincir pada musim penghujan (Indrayana, 2011). Maka dari itu, pada musim penghujan beratnya beban lereng ditambah adanya bidang gelincir pada lereng, dapat mengangu kestabilan lereng sehingga massa tanah cenderung bergerak ke pusat bumi karena pengaruh gaya gravitasi.

Faktor geomorfologi berhubungan dengan fitur relief bumi. Pada penelitian ini ada dua parameter yang diteliti yaitu kemiringan dan aspek. Kemiringan memiliki pengaruh yang sangat besar pada faktor geomorfologi. Menurut Kuswaji (2006), kemiringan lereng termasuk dalam faktor penyebab terjadinya longsor, sehingga semakin curam suatu daerah maka potensi longsor akan semakin besar. Nilai bobot kemiringan memiliki nilai terbesar dibanding parameter lainnya yaitu 0,48 atau dengan prosentase 48 % (Tabel 3.3). Hal tersebut menyebabkan faktor harkat dan pembobotan pada faktor geomorfologi cenderung lebih besar dibanding yang lain, dikarenakan hasil penelitian menunjukkan lereng berada pada katagori curam. Sedangkan untuk aspek, lereng berada pada arah barat daya (Masuk dalam katagori harkat 4). Bobot pada parameter aspek kecil (Bobot 0,07 atau prosentase 7%), namun aspek berpengaruh pada proses pelapukan (Miardini dan Harjadi, 2011). Dua faktor tersebut saling mempengaruhi satu sama lain. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (2010), daerah aspek barat daya memiliki intensitas erosi tinggi. Hal tersebut dapat mengakibatkan lereng semakin curam. Pada musim penghujan lereng curam dengan tutupan lahan yang lapuk menyebabkan lereng akan mudah mengalami penjuhan.

Tabel 4.5 juga menunjukkan bahwa faktor hidrologi memiliki pengaruh yang relatif kecil pada tingkat kerentanan tanah longsor meskipun harkat pada parameter interval sungai maksimal. Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun daerah dekat dengan sungai tetapi kondisi geomorfologi terutama pada parameter kelerengan stabil, maka dapat dikatakan bahwa daerah tersebut dalam kondisi tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor. Berdasarkan total skor pembobotan dan pengharkatan yang

diperoleh (Tabel 3.8) menunjukkan salah satu lereng pada daerah Dusun Gunung Pasang Kecamatan Panti Kabupaten Jember memiliki tingkat kerentanan tanah longsor yang tinggi dengan total *hazard score* yaitu 4.02. Hasil tersebut dapat mewakili daerah lereng Gunung Pasang yang berada pada arah barat daya memiliki kerentanan tanah longsor tinggi. Tingkat bahaya tanah longsor tersebut mengindikasikan bahwa lokasi penelitian dapat terjadi longsor. Hal ini terbukti dengan peristiwa longsor yang terjadi beberapa kurun waktu pada musim penghujan, dimana tanah longsor sebesar 7 hektare telah terjadi di Perkebunan Sentul Desa Suci pada 5 Januari 2015 (Antaraneews, 2015), selain itu juga telah terjadi longsor translasi dan rotasi di sekitar lereng-lereng Dusun Gunung Pasang.

Hasil penelitian dengan menggunakan metode skoring dapat disimpulkan lokasi penelitian memiliki tingkat bahaya longsor tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa longsor dapat terjadi ketika tingkat kejenuhan air tinggi. Mengingat daerah penelitian merupakan daerah yang terletak di kaki Pegunungan Argopuro dengan ketinggian mencapai 2.200 m membuat kecepatan limpasan air hujan tinggi. Lereng penelitian dekat dengan sungai dan jalan, lereng juga rentan mengalami pelapukan yang mudah mengakibatkan erosi sehingga lereng semakin curam. Pada musim penghujan, air hujan yang meresap kedalam lereng dapat menyebabkan batuan menjadi jenuh, ketika air meresap pada tanah yang tidak resisten maka akan mengakibatkan tanah menjadi lebih berat. Apabila pada lereng terdapat bidang glicir, kemudian gaya penahan lereng tidak mampu menahan gaya geser lereng maka akan mengakibatkan tanah longsor.

Hasil ini menguatkan hasil dari identifikasi dinas ESDM Jatim (2012) yang menyatakan bahwa daerah Kecamatan Panti memiliki tingkat tanah longsor dengan intensitas menengah dan tinggi. Kejadian longsor di daerah penelitian pada umumnya terjadi pada awal musim penghujan hingga pertengahan yaitu bulan Desember hingga Pebruari. Hal tersebut diperkuat dengan terjadinya tanah longsor disekitar daerah penelitian yang terjadi bulan Januari 2015.

BAB 5 PENUTUP

4.1 Kesimpulan

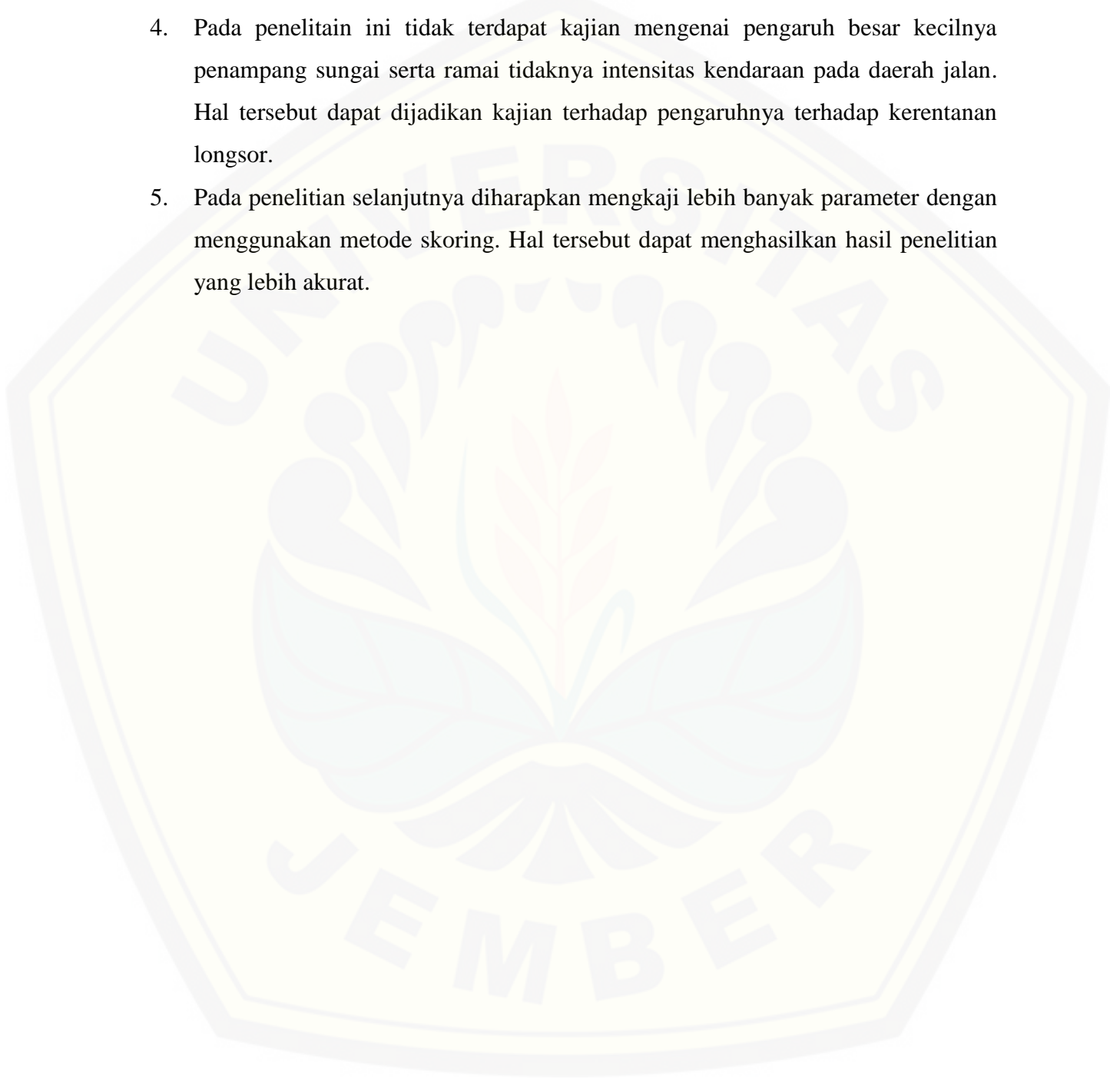
Penelitian yang dilakukan di lereng arah barat daya Gunung Pasang Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember menunjukkan bahwa faktor geomorfologi merupakan faktor tertinggi yang mempengaruhi kerentanan tanah longsor di wilayah lereng tersebut. Faktor antropogenik termasuk dalam faktor kedua yang mempengaruhi tingkat kerentanan tanah longsor, sedangkan faktor hidrologi merupakan faktor yang paling terkecil mempengaruhi tingkat kerentanan tanah longsor. Berdasarkan tiga faktor tersebut menurut hasil perhitungan skoring, wilayah daerah penelitian termasuk dalam daerah rentan rawan longsor dengan tingkat tinggi dengan *hazard score* adalah 4,02. Kondisi ini menunjukkan bahwa longsor dapat terjadi dengan intensitas tinggi apalagi pada musim penghujan. Parameter yang memiliki pengaruh terbesar adalah kemiringan karena kemiringan daerah penelitian termasuk kategori curam. Apabila pada tubuh lereng terdapat bidang gelincir, maka akan menyebabkan pergerakan massa tanah sehingga menimbulkan tanah longsor.

4.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian terhadap kerentanan tanah longsor di wilayah lereng Gunung Pasang adalah sebagai berikut:

1. Daerah penelitian memiliki lereng yang curam, sehingga perlu dibangun terasering untuk menjaga kestabilan lereng.
2. Tutupan lahan daerah penelitian berupa semak belukar, hal tersebut dapat mengakibatkan pelapukan dan pengikisan lereng sehingga perlu ditanami dengan pepohonan perakaran kuat.

3. Sungai berada di bawah lereng penelitian yang dapat mengakibatkan pengikisan lereng, oleh karena itu perlu dibangun drainase agar lereng tidak semakin curam.
4. Pada penelitian ini tidak terdapat kajian mengenai pengaruh besar kecilnya penampang sungai serta ramai tidaknya intensitas kendaraan pada daerah jalan. Hal tersebut dapat dijadikan kajian terhadap pengaruhnya terhadap kerentanan longsor.
5. Pada penelitian selanjutnya diharapkan mengkaji lebih banyak parameter dengan menggunakan metode skoring. Hal tersebut dapat menghasilkan hasil penelitian yang lebih akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2006. *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*. Jakarta: PT. Pradnya pramita.
- Antaraneews. 2015. *Tanah Longsor Ancam 300 Jiwa di Perkebunan Sentul Jember*. [http:// www.anta-rajatim.com/lihat3/berita/148893/tanah-longsor-ancam-300-jiwa-di-perkebunan-sentul-jember](http://www.anta-rajatim.com/lihat3/berita/148893/tanah-longsor-ancam-300-jiwa-di-perkebunan-sentul-jember) [Diakses 25 Maret 2015].
- Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan. 2003. *Masalah dan Penanggulangan Longsoran di Lingkungan Bangunan Keairan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air.
- Basak. 2014. *Surveying And Leveling*. New Delhi : Mc Grawhill.
- BAPPEKAB. 2006. *Bencana Alam Banjir Bandang di Kabupaten*. Jember. Jember: BAPPEKAB.
- Brinker, C.R. 2003. *The Surveying Hand Book*. Norwel : Academic Publisher.
- Broderick, B. 2014. *Total Station*. Dublin : University of Dublin.
- Cahyono, A. B. dan Sulistiarto, B. Tanpa tahun. *Studi Tentang Identifikasi Longsor dengan Menggunakan Citra Lansat dan Aster*. Surabaya: Teknik Geomatika FTSO ITS.
- Dinas ESDM jatim. 2012. *Data Geologi*. <http://esdm.jatimprov.go.id/esdm/attachments/article/38/Data%20Geologi.pdf> [Diakses 04 Oktober 2014].
- Direktorat Pengukuran Dasar. 2011. *Bahan Ajar On the Job Training penggunaan Total Station*. Jakarta : Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia.
- Dwi, Y. Kesesuaian Penggunaan Lahan Berdasarkan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Semarang. Semarang : Universitas Dipenogoro.
- Fatoni, M. 2009. *Evaluasi Stabilitas Lereng Gunung Argopuro Desa Suci Kecamatan Panti Kabupaten Jember*. Jember: Universitas Jember.

- Feryandi, F.T.H. 2011. *Landslide Susceptibility Assessment in Karanganyar*. Jerma: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Garmin. 2015. *GPSMAP 76Csx owner's manual*. Kansas: Garmin international inc.
- Gunandi, S., Sartohadi, J., Handomoko, D.S, Hadiartmo, H.C., dan Giyarsih, S.R. 2004. *Tingkat Bahaya Longsor di Kecamatan Samigaluh dan Daerah Sekitarnya Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Harjadi, B. 2010. *Analisa Sumber Erosi dan Sedimentasi di DTW Kedung Ombo dengan citra satelit dan sistem informasi geografis*. Solo: Balai penelitian Kehutanan solo.
- Indrayana, W. 2011. *Geologi dan Zona kerentanan Gerakan Tanah Ruas Jalan Daerah Palosan dan Sekitarnya*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Jayadinata, J.T. 1999. *Tata Guna Tanah dalam Perencanaan Pedesaan Perkotaan dan Wilayah*. Bandung: Penerbit ITB.
- Kementrian Kehutanan.2013. *Peraturan direktur jendral bina pengelolaan daerah aliran sungai dan perhutanan sosial*. Jakarta: Kementrian Kehutanan.
- Kristianto, P.A. 2014. *Analisa Potensi Longsor dan Banjir Bandang di Lereng Gunung Argupuro*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Miardini, A.M. dan Harjadi, B. Aplikasi Pengindraan dan SIG dalam Penilaian Potensi Erosi Permukaan secara Kualitatif. *Forum Geografi*, Vol. 25, No. 2.
- Mayangsunda, Pertiwi, Adhitama, & Bramayanto.2011.*Analisis Bahaya Longsor*. Yogyakarta: ITS.
- Muda, I.2008. *Teknik Survei dan Pemetaan*.Direktorat Pembinaan sekolah Menengah Kejan.
- Nandi. 2008. *Longsor*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Naryanto, H.S., Wisyanto, dan Warwanta, B. 2007. Potensi Longsor dan Banjir Bandang serta Analisa kejadian 1 januari 2006 di Pegunungan Argopuro, kabupaten jember. *Jurnal Alami*. 12 (2), 2007.

- Nazifa, N. 2011. *Ilmu Ukur Tanah Dasar*. <http://naurahnazifa.blogspot.com/2011/11/ilmu-ukur-tanah-dasar.html> [22 Juni 2014].
- Nursaban. Pemetaan daerah Longsor Lahan dalam upaya Mitigasi Bencana Alam. *Geomedia*. 6 (2) : 83-92.
- Parmin, Sukresno dan Pramonono, I.B. 2011. *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*. Balikpapan : Tropenso International Indonesia Programme:.
- Ponjavic, S. dan Ferhatbegovic, E. 2010. *Multi-Criteria Land Use Classification in GIS for Buildings Construction*. Springer: London.
- Pourghasemi (a), H.R., Pradan, B., dan Moezzi, K.P.I. 2012. *Landslide Susceptibility using spatial Multi Criteria Evaluation Model*. Springer: London.
- Pourghasemi (b), Prhadan, B., Gokceoglu, C. 2012. *Application of fuzzy and analytical hierarchy Process (AHP) to land slide susceptibility mapping at Harraz Watershed*. *Nat Harazh*. 63: 965-996
- Pramuwijoyo, S dan Karnawati, D. 2010. *Penanganan Bencana Gerakan Tanah di Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Priantari, N., Supeno, & Suprianto, A. 2009. *Survai profil muka bumi dan sebaran pemukiman pasca bencana dan banjir di kecamatan panti*. Jember : Universitas Jember.
- Pubmia, B.C., Jain, K. Ashok, Jain, K Arun. 2005. *Higher surveying*. New Delhi : Laxima Publication.
- Purba, J.L. 2010. *Analytical Hierarchy Process*. repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20560/3/Chapter%20II.pdf.
- Respati, Y.S., Putranto, A.M., Swardi, A., Fatkhindari, I. A. & Husein, S. Tanpa tahun. *Analisis GIS Terhadap Gerakan Tanah di Girimulyo, Kulon Progo, D.I. Yogyakarta dan kajian Faktor-faktor Pengontrolnya*. Yogyakarta: Universitas Gadjahmada.
- Saaty, T.L. 1980. *Analytical Hierarchy Process*. McGraww: New York.
- Sugiharyanto, Nursaban M. & Khotimah N. 2009. *Studi Kerentanan Longsor Lahan di Kecamatan Samigaluh dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

- Sukandarrumidi. 2010. *Bencana Alam dan Bencana Antropogenik*. Yogyakarta: Karsius.
- Suranto, D.P. Kajian. 2008. *Pemanfaatan Lahan pada Daerah Rawan Bencana Longsor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Suranto, D.P. 2008. *Pemanfaatan Lahan pada Daerah Rawan Bencana Longsor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Suyatno, Mustafid dan Sugiarto, A. 2011. eprints.undip.ac.id/29577/1/suyatno.pdf
- Syahroni, A. 2008. *Analisa Tingkat Kestabilan Lereng dan bahaya Longsor di Desa Kemuning lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember*. Jember: Universitas Jember.
- Uren, J., dan Price, B. 2010. *Surveying for Engineering*. Britain : Palgrave Macmilan.
- Van Zuidam, R.W. 1983. *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Netherland: The Haque Martinus Nijhoff.
- Varnes, D. J. 1978. *Slope Movement and Typea of Processes in Landslides, Analysis and Control Transportation Research Board*. National Academy of Sciences: Washington D.C.
- Wahono, S. 2002. *Annalisa Kondisi Lereng di Dusun Bulu Desa Giri Purwo Kecamatan Girimulyo*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

LAMPIRAN A

C. DIGITASI LOKASI PENELITIAN

A.1 Tracking Jalan

Longitude	Latitude	elevasi	Leg Course	Longitude	Latitude	elevasi	Leg Course
790083	9103110	410 m	304°	790053	9103120	409 m	184°
790080	9103111	410 m	303°	790053	9103119	409 m	172°
790078	9103113	410 m	298°	790053	9103119	409 m	174°
790076	9103114	410 m	295°	790053	9103118	409 m	163°
790073	9103115	409 m	296°	790053	9103118	409 m	81°
790071	9103116	409 m	292°	790054	9103119	409 m	124°
790068	9103117	409 m	283°	790054	9103119	409 m	132°
790065	9103118	410 m	288°	790055	9103119	409 m	74°
790062	9103118	410 m	284°	790055	9103119	408 m	9°
790060	9103119	410 m	290°	790055	9103119	408 m	217°
790058	9103120	410 m	298°	790055	9103118	409 m	179°
790057	9103121	410 m	296°	790056	9103122	408 m	270°
790055	9103121	410 m	292°	790055	9103122	411 m	306°
790054	9103122	409 m	279°	790056	9103122	411 m	81°
790054	9103122	409 m	287°	790056	9103121	411 m	142°
790053	9103122	410 m	295°	790056	9103121	411 m	107°
790053	9103122	409 m	299°	790050	9103120	411 m	254°
790053	9103122	410 m	297°	790049	9103119	411 m	228°
790053	9103122	410 m	329°	790050	9103119	410 m	103°
790053	9103122	408 m	210°	790050	9103119	410 m	83°
790053	9103122	412 m	300°	790050	9103119	411 m	33°
790053	9103121	409 m	156°	790050	9103120	410 m	36°
790053	9103121	409 m	199°	790051	9103120	411 m	54°
790053	9103120	409 m	184°	790051	9103120	411 m	65°
790053	9103119	409 m	172°	790051	9103120	411 m	33°
790053	9103119	409 m	174°	790054	9103124	412 m	81°
790053	9103118	409 m	163°	790054	9103124	412 m	90°
790053	9103122	408 m	210°	790054	9103124	412 m	301°
790053	9103122	407 m	223°	790054	9103125	412 m	306°
790053	9103122	412 m	300°	790053	9103126	412 m	313°
790053	9103121	409 m	156°	790051	9103127	412 m	314°
790053	9103121	409 m	199°	790048	9103130	413 m	312°

A2. Data Digitasi Sungai dan Areal Penelitian

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
32	790060	9103131	407	252	790053	9103116	403
33	790060	9103127	407	264	790041	9103123	404
34	790058	9103129	408	265	790053	9103118	403
35	790057	9103130	407	277	790042	9103121	402
36	790056	9103131	408	278	790054	9103119	402
37	790056	9103132	407	290	790040	9103120	403
38	790055	9103133	407	291	790051	9103116	401
39	790054	9103134	407	303	790040	9103119	393
40	790053	9103134	407	304	790049	9103112	392
41	790052	9103136	407	316	790042	9103118	392
42	790052	9103136	407	317	790052	9103115	392
43	790052	9103137	407	318	790051	9103115	402
44	790050	9103138	407	319	790050	9103114	401
123	790058	9103124	405	811	790033	9103075	390
135	790047	9103132	405	812	790033	9103076	391
136	790058	9103127	405	813	790032	9103077	390
148	790047	9103131	406	811	790033	9103075	390
149	790057	9103123	404	812	790033	9103076	391
161	790048	9103130	404	813	790032	9103077	390
162	790055	9103123	404	814	790031	9103077	391
174	790047	9103131	405	815	790030	9103077	390
175	790055	9103128	404	816	790029	9103078	390
187	790045	9103132	405	817	790028	9103079	390
188	790057	9103121	403	818	790028	9103079	389
200	790045	9103129	404	819	790027	9103080	389
201	790056	9103120	404	820	790025	9103081	390
213	790044	9103128	404	821	790023	9103082	389
214	790054	9103123	403	822	790024	9103083	390
226	790042	9103126	405	823	790024	9103083	391
227	790055	9103126	405	824	790026	9103082	392
239	790053	9103121	404	825	790000	9103075	399
240	790052	9103122	403	826	790007	9103089	401
251	790042	9103123	404	827	790005	9103090	398

LAMPIRAN B**D. HASIL PERHITUNGAN *TOTAL STATION*****B.1 Hasil Perhitungan *Total Station* Job 1**

Instrumen	: Nikon DTM-322 3D
<i>Zero Azimuth</i>	: Utara
<i>Zero VA (vertical Angle)</i>	: Zenit
HA (Horisontal Angel)	: Azimuth
<i>Base measurment</i>	: 2000.000, 2000.000, 200
Tinggi Alat	: 1,615 meter
Azimut	: 284°50'43''
Tinggi Backsaight	: 1,335 meter
Backsaight SD (Slope Distance):	9,151 meter
VA Backsaight	: 0°00'00''
Backsaight HA	: 90°30'13''
PT (Point Number) Station	: 2
PT backsight	: 1

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	ΔH (Meter)	Kode
3	1,300	20,70	48,883	70,658	2014,71	2014,71	207,17	19,18	D1
4	1,300	19,80	40,306	69,539	2014,15	2012,00	207,24	18,55	D2
5	1,300	19,45	31,023	68,992	2015,56	2009,36	207,29	18,03	D3
6	1,300	19,50	21,583	68,984	2016,92	2006,69	207,31	17,56	D4
7	1,300	20,19	12,614	69,101	2018,40	2004,12	207,52	17,94	D5
8	1,300	17,56	10,750	67,722	2015,97	2003,03	206,97	17,93	D6
9	1,300	16,77	21,167	67,485	2014,45	2005,60	206,73	17,81	D7
10	1,300	16,41	32,383	67,320	2012,78	2008,11	206,64	17,38	D8

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	ΔH (Meter)	Kode
11	1,300	17,07	42,928	67,560	2011,55	2010,74	206,83	18,14	D9
13	1,300	15,44	57,418	71,873	2007,90	2012,36	205,12	17,13	D11
14	1,300	14,27	46,701	69,734	2009,18	2009,74	205,26	16,57	D12
15	1,300	13,54	33,858	68,789	2010,48	2007,03	205,21	15,95	D13
16	1,300	13,70	20,636	68,785	2011,95	2004,50	205,27	15,52	D14
17	1,300	14,59	7,923	68,606	2013,46	2001,87	205,64	16,06	D15
18	1,300	12,15	1,420	71,019	2011,49	2000,29	204,27	14,69	D16
19	1,300	10,93	17,679	71,019	2009,85	2003,14	203,87	14,12	D17
20	1,300	10,86	34,530	70,623	2008,44	2005,81	203,92	14,66	D18
21	1,300	11,50	50,034	73,601	2007,09	2008,46	203,56	14,87	D19
22	1,300	12,97	62,642	75,975	2005,78	2011,18	203,46	15,47	D20
23	1,300	10,77	72,525	78,366	2003,17	2010,06	202,49	14,50	D21
24	1,300	8,97	58,590	74,631	2004,51	2007,38	202,69	14,00	D22
25	1,300	7,98	38,833	71,995	2005,91	2004,76	202,78	13,52	D23
26	1,300	8,05	16,531	71,599	2007,32	2002,17	202,86	13,11	D24
27	1,300	9,28	356,885	72,606	1999,52	1999,52	203,09	13,51	D25
28	1,300	7,12	341,618	72,726	1997,86	1997,86	202,43	12,85	D26
29	1,300	5,54	4,975	67,679	2000,45	2000,45	202,42	12,67	D27
30	1,300	5,15	40,046	70,013	2003,11	2003,11	202,08	12,81	D28
31	1,300	6,34	68,899	78,029	2005,79	2005,79	201,63	12,94	D29
32	1,300	8,67	84,762	82,989	2008,57	2008,57	201,37	13,38	D30
33	1,300	7,65	103,512	96,772	2007,39	2007,39	199,41	10,89	D31
34	1,300	4,82	98,956	97,183	2004,72	2004,72	199,71	11,02	D32
35	1,300	2,15	76,931	87,563	2002,09	2002,09	200,41	11,14	D33
36	1,300	1,79	336,529	85,086	1999,29	1999,29	200,47	10,72	D34
37	1,300	5,26	318,080	81,717	1996,52	1996,52	201,07	11,49	D35
38	1,300	4,80	279,401	95,076	1995,28	1995,28	199,89	10,31	D36
39	1,300	2,18	249,584	103,821	1998,02	1998,02	199,79	10,04	D37

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	ΔH (Meter)	Kode
40	1,300	2,22	157,946	107,438	2000,80	2000,80	199,65	10,39	D38
41	1,300	4,83	134,114	101,411	2003,40	2003,40	199,36	10,67	D39
42	1,300	7,72	126,668	98,073	2006,13	2006,13	199,23	11,24	D40
43	1,300	9,10	144,664	106,151	2005,06	2005,06	197,78	9,79	D41
44	1,300	6,61	158,033	111,241	2002,30	2002,30	197,92	9,23	D42
45	1,300	4,75	185,190	109,151	1999,59	1999,59	198,76	9,49	D43
46	2,000	4,66	223,221	107,901	1996,96	1996,96	198,18	8,43	D44
47	2,000	6,08	252,454	96,841	1994,25	1994,25	198,89	9,31	D45
48	2,000	8,40	236,287	100,068	1995,41	1993,12	198,15	8,57	D46
49	2,000	7,23	214,629	102,911	1994,20	1996,00	198,00	8,25	D47
50	2,000	7,31	190,521	103,789	1993,02	1998,70	197,87	8,61	D48
51	2,000	8,62	170,724	102,377	1991,69	2001,36	197,77	9,08	D49
52	2,000	10,81	158,229	103,491	1990,24	2003,90	197,09	9,10	D50

B.2 Hasil Perhitungan *Total Station* Job 2

Instrumen	: Nikon DTM-322 3D
<i>Zero Azimuth</i>	: Utara
<i>Zero VA (vertical Angle)</i>	: Zenit
HA (Horisontal Angel)	: Azimuth
<i>Base measurment</i>	: 2000.000, 2000.000, 200
Tinggi Alat	: 1,370 meter
Azimut	: 287°41'38''
Tinggi Backsaight	: 1,250 meter
Backsaight SD (Slope Distance):	15,617 meter
VA Backsaight	: 0°00'00''
Backsaight HA	: 84°56'12''
PT (Point Number) Station	: 2
PT backsight	: 1

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	ΔH (Meter)	Kode
3	1,30	15,62	45,696	81,937	2010,80	2011,07	202,26	8,31	D1
4	1,30	14,17	36,23	76,621	2011,12	2008,15	203,35	8,35	D2
5	1,30	13,32	24,103	75,924	2011,79	2005,27	203,31	7,88	D3
6	1,30	13,17	10,989	75,924	2012,46	2002,42	203,59	7,52	D4
7	1,30	13,90	357,83	72,013	2013,21	1999,50	204,36	7,90	D5
8	1,30	10,94	352,516	72,776	2010,36	1998,64	203,31	6,85	D6
9	1,30	10,47	10,716	73,664	2009,87	2001,87	203,02	6,95	D7
10	1,30	10,86	26,958	76,214	2009,40	2004,78	202,66	7,23	D8
11	1,30	12,00	40,818	78,359	2008,89	2007,68	202,49	7,49	D9
12	1,30	13,20	52,467	83,519	2007,99	2010,40	201,56	7,61	D10
13	1,30	11,10	62,046	87,799	2005,20	2009,80	200,50	6,55	D11

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	ΔH (Meter)	Kode
14	1,30	8,89	49,803	83,108	2005,69	2006,74	201,14	6,14	D12
15	1,30	7,66	31,68	76,94	2006,35	2003,92	201,80	6,37	D13
16	1,30	7,27	8,179	73,343	2006,89	2000,99	202,15	6,09	D14
17	1,30	7,90	344,335	71,635	2007,22	1997,98	202,56	6,09	D15
18	1,30	5,36	329,609	76,063	2004,49	1997,37	201,36	4,90	D16
19	1,30	3,79	2,234	73,007	2003,62	2000,14	201,18	5,11	D17
20	1,30	4,43	43,763	85,22	2003,19	2003,05	200,44	5,01	D18
21	1,30	6,69	65,351	89,184	2002,79	2006,08	200,16	5,16	D19
22	1,30	9,49	74,942	94,509	2002,46	2009,13	199,32	5,38	D20
23	1,30	8,76	93,1	96,794	1999,53	2008,69	199,03	5,08	D21
24	1,30	5,63	89,853	96,673	2000,01	2005,60	199,42	4,41	D22
25	1,30	2,77	79,515	100,103	2000,50	2002,68	199,58	4,16	D23
26	1,30	1,04	345,593	94,801	2001,00	1999,74	199,98	3,92	D24
27	1,30	3,56	292,674	82,668	2001,36	1996,75	200,52	4,06	D25
28	1,30	4,15	250,297	88,66	1998,60	1996,10	200,17	3,70	D26
29	1,30	2,39	206,768	93,467	1997,88	1998,93	199,93	3,86	D27
30	1,30	3,31	145,387	106,199	1997,38	2001,81	199,15	3,72	D28
31	1,30	57,48	121,883	106,223	1997,09	2004,69	198,46	3,46	D29
32	1,30	8,77	113,102	106,224	1996,70	2007,75	197,62	3,67	D30
33	1,30	9,51	131,023	107,293	1994,04	2006,85	197,24	3,29	D31
34	1,30	7,39	142,634	106,039	1994,36	2004,31	198,03	3,03	D32
35	1,30	5,89	164,984	107,819	1994,58	2001,45	198,27	2,84	D33
36	1,30	5,35	196,671	106,03	1995,08	1998,53	198,59	2,53	D34
37	1,30	6,21	226,274	98,619	1995,75	1995,56	199,14	2,68	D35
38	1,30	8,98	216,014	100,364	1992,86	1994,81	198,46	1,99	D36
39	1,30	8,26	196,23	103,395	1992,28	1997,75	198,16	2,09	D37
40	1,30	8,84	176,351	106,987	1991,56	2000,54	197,49	2,06	D38
41	1,30	10,05	159,184	110,075	1991,18	2003,35	196,62	1,62	D39
42	1,30	11,81	145,167	109,796	1990,88	2006,35	196,07	2,12	D40

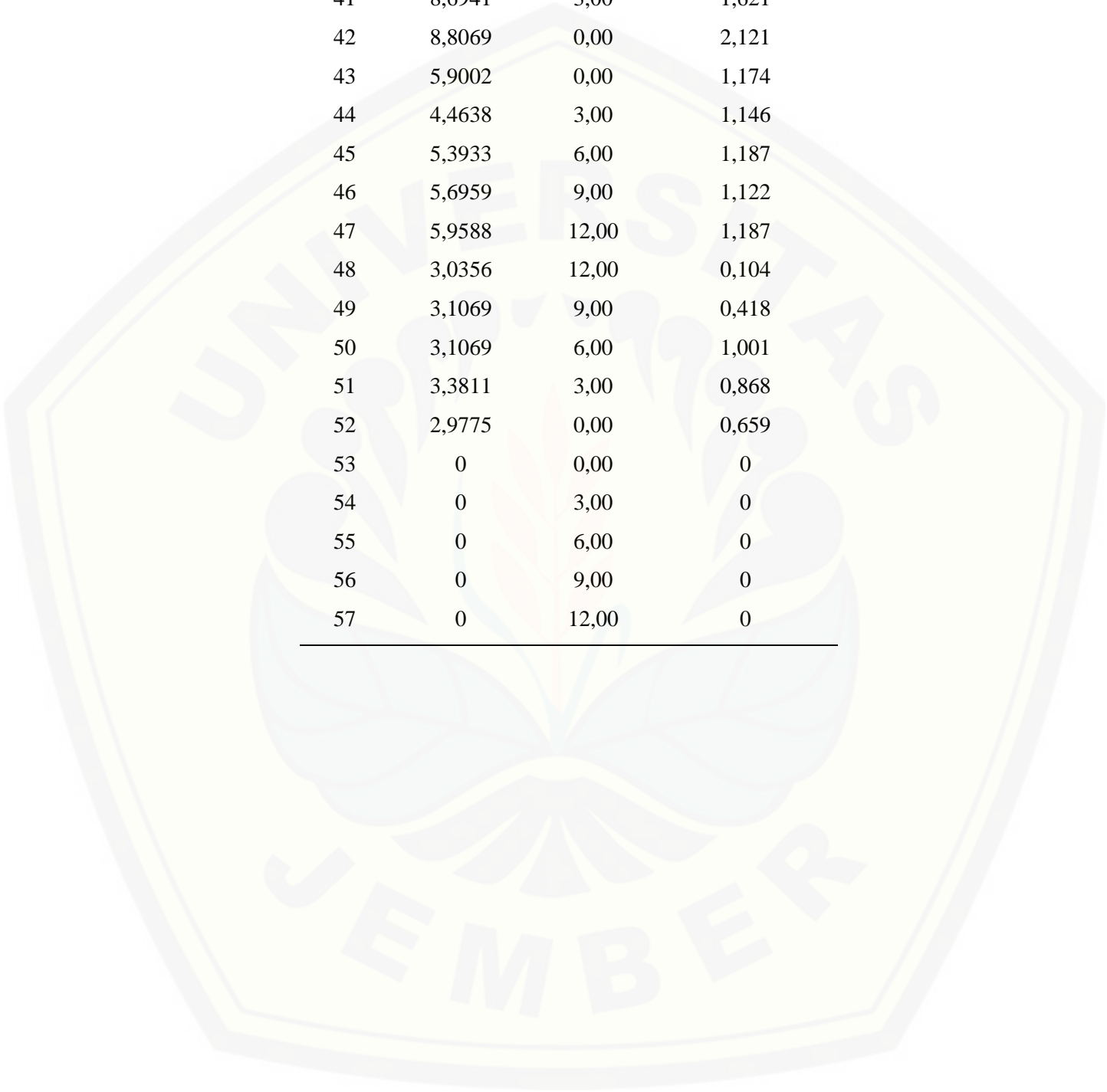
PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	ΔH (Meter)	Kode
43	1,30	14,09	154,22	110,553	1988,12	2005,74	195,12	1,17	D41
44	1,30	12,82	166,333	107,823	1988,14	2002,88	196,15	1,15	D42
45	1,30	12,01	194,903	106,718	1988,50	2000,01	196,62	1,19	D43
46	1,30	11,55	194,903	101,729	1989,19	1997,12	197,19	1,12	D44
47	1,30	11,90	210,579	101,729	1989,97	1994,07	197,65	1,19	D45
48	1,30	14,93	207,639	103,563	1987,14	1993,27	196,57	0,10	D46
49	1,30	14,45	195,534	104,364	1986,51	1996,25	196,49	0,42	D47
50	1,30	14,24	183,329	104,814	1986,26	1999,20	196,43	1,00	D48
51	1,30	14,71	171,565	106,596	1986,05	2002,07	195,87	0,87	D49
52	1,30	16,47	161,251	109,365	1985,28	2005,00	194,61	0,66	D50
53	1,30	19,17	166,132	106,334	1982,36	2004,35	193,95	0,00	D51
54	1,30	19,17	174,907	106,334	1982,77	2001,54	195,00	0,00	D52
55	1,30	17,49	184,648	105,39	1983,20	1998,63	195,43	0,00	D53
56	1,30	17,35	194,711	103,343	1983,68	1995,71	196,07	0,00	D54
57	1,30	17,80	204,809	101,692	1984,18	1992,69	196,46	0,00	D55

B.3 Data Surfer Kelerengan Gabungan Hasil *Job 1* dan *Job 2*

PT	X (Meter)	Y (Meter)	Tinggi (Meter)
3	57,0673	0,00	19,18
4	56,9646	3,00	18,548
5	57,0426	6,00	18,027
6	57,6364	9,00	17,557
7	58,3293	12,00	17,936
8	55,2529	12,00	17,929
9	54,4081	9,00	17,812
10	54,028	6,00	17,379
11	54,3568	3,00	18,14
12	51,5478	0,00	18,605
13	51,5478	0,00	17,128
14	51,5148	3,00	16,565
15	51,4606	6,00	15,952
16	52,2121	9,00	15,522
17	52,9227	12,00	16,059
18	50,4796	12,00	14,688
19	49,7072	9,00	14,12
20	49,0595	6,00	14,655
21	49,06	3,00	14,871
22	49,2402	0,00	15,467
23	46,3662	0,00	14,496
24	46,1958	3,00	14,002
25	46,2738	6,00	13,52
26	46,682	9,00	13,107
27	47,7416	12,00	13,51
28	44,9039	12,00	12,851
29	44,1992	9,00	12,67
30	40,274	6,00	12,814

PT	X (Meter)	Y (Meter)	Tinggi (Meter)
31	43,5176	3,00	12,941
32	43,6539	0,00	13,382
33	40,9099	0,00	10,887
34	40,3312	3,00	11,022
35	40,2202	6,00	11,144
36	40,5502	9,00	10,719
37	41,98	12,00	11,494
38	38,2914	12,00	10,311
39	37,9499	9,00	10,044
40	37,5639	6,00	10,388
41	37,541	3,00	10,67
42	37,6467	0,00	11,24
43	34,958	0,00	9,793
44	34,8963	3,00	9,232
45	34,7659	6,00	9,494
46	35,2712	9,00	8,431
47	35,8762	12,00	9,312
48	32,8791	12,00	8,567
49	32,5376	9,00	8,25
50	32,1294	6,00	8,61
51	32,1836	3,00	9,078
52	32,0982	0,00	9,102
3	29,1704	0,00	8,312
4	29,2438	3,00	8,348
5	29,1896	6,00	7,88
6	29,5978	9,00	7,52
7	29,8539	12,00	7,897
8	26,7439	12,00	6,845
9	26,7073	9,00	6,948
10	26,7764	6,00	7,23

PT	X (Meter)	Y (Meter)	Tinggi (Meter)
11	26,8096	3,00	7,491
12	26,351	0,00	7,611
13	23,4451	0,00	6,547
14	23,5519	3,00	6,136
15	23,5909	6,00	6,372
16	23,7822	9,00	6,087
17	23,5682	12,00	6,092
18	20,884	12,00	4,897
19	20,313	9,00	5,109
20	20,3523	6,00	5,01
21	20,5725	3,00	5,164
22	20,6073	0,00	5,375
23	17,6488	0,00	5,084
24	17,7844	3,00	4,415
25	17,6969	6,00	4,155
26	17,807	9,00	3,916
27	17,6803	12,00	4,06
28	14,7884	12,00	3,703
29	14,5989	9,00	3,859
30	14,3306	6,00	3,717
31	14,6685	3,00	3,464
32	14,8068	0,00	3,671
33	11,9761	0,00	3,293
34	11,9676	3,00	3,028
35	11,6679	6,00	2,838
36	11,6704	9,00	2,526
37	11,8798	12,00	2,675
38	8,9085	12,00	1,991
39	8,7447	9,00	2,089
40	8,9008	6,00	2,058



PT	X (Meter)	Y (Meter)	Tinggi (Meter)
41	8,6941	3,00	1,621
42	8,8069	0,00	2,121
43	5,9002	0,00	1,174
44	4,4638	3,00	1,146
45	5,3933	6,00	1,187
46	5,6959	9,00	1,122
47	5,9588	12,00	1,187
48	3,0356	12,00	0,104
49	3,1069	9,00	0,418
50	3,1069	6,00	1,001
51	3,3811	3,00	0,868
52	2,9775	0,00	0,659
53	0	0,00	0
54	0	3,00	0
55	0	6,00	0
56	0	9,00	0
57	0	12,00	0

B.4 Hasil Perhitungan Total Station Job 3

Instrumen	: Nikon DTM-322 3D
Zero Azimuth	: Utara
Zero VA (vertical Angle)	: Zenit
HA (Horisontal Angel)	: Azimuth
Base measurment	: 2000.000, 2000.000, 200
Tinggi Alat	: 1,370 meter
Azimut	: 287°41'38''
Tinggi Backsaight	: 1,250 meter
Backsaight SD (Slope Distance):	15,617 meter
VA Backsaight	: 0°00'00''
Backsaight HA	: 84°56'12''
PT (Point Number) Station	: 2
PT backsight	: 1

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	Kode
3	1,30	7,1650	35,22	84,20	2.034.074	2.024.053	213.989	D1
4	1,30	44,1970	26,04	70,69	2.036.753	2.017.957	214.083	D2
5	1,30	43,4720	18,36	70,22	2.039.607	2.013.148	214.091	D3
6	1,30	44,2540	18,36	70,57	2.036.763	2.012.203	213.774	D4
7	1,30	41,3280	25,27	69,60	2.034.628	2.016.350	213.486	D5
8	1,30	40,8140	36,19	69,77	2.031.369	2.022.946	213.342	D6
9	1,30	41,3020	37,03	70,23	2.028.991	2.021.868	211.886	D7
10	1,30	38,4110	28,13	70,98	2.030.820	2.016.476	212.053	D8
11	1,30	37,1790	18,14	70,05	2.034.169	2.011.192	212.413	D9
12	1,30	38,2490	17,16	70,06	2.032.179	2.009.939	211.022	D10
13	1,30	35,6390	26,25	70,92	2.029.969	2.014.780	210.791	D11

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	Kode
14	1,30	35,3140	37,64	71,13	2.026.839	2.020.696	210.225	D12
15	1,30	35,5890	39,11	72,24	2.024.223	2.019.692	209.259	D13
16	1,30	32,7470	26,85	72,42	2.026.886	2.013.612	209.504	D14
17	1,30	31,7950	16,99	71,41	2.029.549	2.009.027	209.864	D15
18	1,30	32,6310	15,29	71,24	2.026.967	2.007.371	209.171	D16
19	1,30	29,6250	22,87	70,68	2.025.683	2.010.834	209.336	D17
20	1,30	29,6040	39,20	70,33	2.024.159	2.019.702	209.248	D18
21	1,30	32,7020	39,83	72,42	2.021.873	2.018.242	208.173	D19
22	1,30	29,8120	29,95	72,83	2.023.607	2.013.600	208.418	D20
23	1,30	28,4960	14,18	72,97	2.024.481	2.006.186	207.850	D21
24	1,30	26,4230	13,31	72,88	2.021.380	2.005.059	206.615	D22
25	1,30	22,9250	25,84	73,41	2.019.865	2.009.618	206.686	D23
26	1,30	23,0420	41,79	73,31	2.019.242	2.017.196	206.162	D24
27	1,30	26,6860	44,18	75,25	2.016.483	2.016.017	206.061	D25
28	1,30	23,7520	32,39	75,39	2.017.850	2.011.325	205.928	D26
29	1,30	21,9370	12,93	74,51	2.019.946	2.004.581	206.189	D27
30	1,30	21,3610	12,34	73,35	2.018.752	2.004.103	205.560	D28
31	1,30	19,9660	25,85	74,04	2.017.193	2.008.329	205.180	D29
32	1,30	19,7760	47,49	75,03	2.013.834	2.015.090	204.591	D30
33	1,30	20,9650	51,58	77,55	2.011.119	2.014.017	203.796	D31
34	1,30	18,2760	32,78	78,24	2.013.100	2.008.435	204.512	D32
35	1,30	16,2020	11,07	74,09	2.015.897	2.003.111	204.888	D33
36	1,30	16,9000	8,11	73,44	2.013.077	2.001.864	204.331	D34
37	1,30	13,8800	34,77	72,12	2.010.578	2.007.345	203.318	D35
38	1,30	13,2820	56,56	75,84	2.008.559	2.012.962	202.316	D36
39	1,30	15,6950	63,02	81,77	2.005.947	2.011.682	201.527	D37
40	1,30	13,1900	29,71	83,66	2.008.882	2.005.068	202.846	D38
41	1,30	10,5970	30,50	74,80	2.010.427	2.000.556	203.295	D39
42	1,30	10,9290	354,84	72,84	2.007.515	1.999.321	202.541	D40

PT	T.target (Meter)	SD (Meter)	HA (°)	VA (°)	X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)	Kode
43	1,30	7,9400	42,30	71,87	2.005.555	2.005.055	201.758	D41
44	1,30	7,6980	72,61	77,33	2.003.325	2.010.619	200.526	D42
45	1,30	11,1370	85,23	87,65	2.000.790	2.009.469	199.319	D43
46	1,30	9,5320	54,61	94,52	2.002.551	2.003.590	200.404	D44
47	1,30	4,4170	340,16	85,66	2.004.844	1.998.252	201.324	D45
48	1,30	5,3000	303,88	76,32	2.001.969	1.997.068	200.517	D46
49	1,30	3,5600	89,31	82,79	2.000.033	2.002.740	199.586	D47
50	1,30	2,7830	103,88	100,02	1.997.926	2.008.396	199.022	D48
51	1,30	8,7120	124,04	96,91	1.995.255	2.007.025	197.585	D49
52	1,30	8,8340	155,14	106,34	1.997.119	2.001.334	199.141	D50
53	1,30	3,3080	261,31	106,31	1.999.368	1.995.867	200.118	D51
54	1,30	4,1810	237,84	89,34	1.996.686	1.994.731	199.153	D52
55	1,30	6,2920	176,52	98,38	1.994.406	2.000.340	198.264	D53
56	1,30	5,8880	141,82	107,86	1.992.890	2.005.591	197.262	D54
57	1,30	9,4710	155,53	107,25	1.989.861	2.004.614	196.056	D55
58	1,30	11,8410	186,94	109,82	1.991.598	1.998.977	197.473	D56
59	1,30	8,8540	226,27	107,06	1.993.865	1.993.586	198.444	D57
60	1,30	9,0240	221,25	100,38	1.991.245	1.992.323	197.626	D58
61	1,30	11,8980	190,71	101,85	1.988.658	1.997.855	196.604	D59
62	1,30	12,0530	164,85	106,71	1.987.250	2.003.453	195.144	D60
63	1,30	14,0980	171,72	110,45	1.984.551	2.002.248	194.528	D61
64	1,30	16,5670	192,44	109,54	1.986.638	1.997.052	196.436	D62
65	1,30	14,1580	218,16	104,87	1.988.587	1.991.031	196.583	D63
67	1,30	14,9370	215,39	103,51	1.985.798	1.989.909	196.453	D64

LAMPIRAN C

E. DATA GPS

C1. Data Gridding

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
32	790060	9103131	407	65	790053	9103134	407
33	790060	9103127	407	66	790051	9103135	406
34	790058	9103129	408	67	790050	9103134	407
35	790057	9103130	407	68	790050	9103134	407
36	790056	9103131	408	69	790050	9103134	407
37	790056	9103132	407	70	790050	9103135	406
38	790055	9103133	407	71	790061	9103132	405
39	790054	9103134	407	72	790059	9103132	405
40	790053	9103134	407	73	790058	9103131	406
41	790052	9103136	407	74	790057	9103129	406
42	790052	9103136	407	75	790055	9103129	406
43	790052	9103137	407	76	790053	9103127	406
44	790050	9103138	407	77	790052	9103128	407
45	790059	9103133	407	78	790051	9103128	406
46	790057	9103131	407	79	790051	9103131	407
47	790056	9103131	407	80	790052	9103133	406
48	790055	9103132	407	81	790052	9103133	406
49	790054	9103133	407	82	790053	9103137	406
50	790055	9103135	406	83	790051	9103136	406
51	790056	9103136	406	84	790060	9103122	406
52	790057	9103138	406	85	790058	9103123	406
53	790056	9103138	408	86	790058	9103125	406
54	790056	9103140	407	87	790056	9103126	406
55	790058	9103141	406	88	790053	9103127	406
56	790058	9103143	407	89	790052	9103128	405
57	790058	9103146	407	90	790052	9103131	406
58	790059	9103129	406	91	790051	9103132	406
59	790058	9103128	407	92	790050	9103133	406
60	790057	9103129	406	93	790049	9103132	406
61	790057	9103129	406	94	790047	9103132	406
63	790053	9103133	406	96	790046	9103133	406
64	790054	9103134	406	97	790058	9103124	405

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
98	790056	9103125	406	136	790058	9103127	405
99	790055	9103125	406	137	790058	9103127	404
100	790054	9103126	406	138	790057	9103127	403
101	790052	9103128	405	139	790056	9103127	404
102	790052	9103130	405	140	790055	9103127	403
103	790051	9103131	405	141	790054	9103127	404
104	790049	9103130	405	142	790053	9103128	404
105	790049	9103130	406	143	790052	9103129	404
106	790047	9103130	405	144	790050	9103130	405
107	790047	9103131	405	145	790049	9103130	406
108	790046	9103132	406	146	790049	9103129	405
109	790045	9103133	407	147	790048	9103130	404
110	790057	9103127	405	148	790047	9103131	406
111	790056	9103126	405	149	790057	9103123	404
112	790055	9103127	405	150	790056	9103124	404
113	790054	9103128	405	151	790056	9103124	404
114	790054	9103129	405	152	790056	9103126	406
115	790053	9103130	406	153	790055	9103128	404
116	790051	9103129	405	154	790055	9103129	407
117	790051	9103129	405	155	790055	9103129	403
118	790049	9103130	405	156	790053	9103129	405
119	790048	9103130	405	157	790052	9103129	404
120	790047	9103131	406	158	790051	9103129	404
121	790047	9103132	405	159	790050	9103129	403
122	790049	9103133	407	160	790049	9103130	404
123	790058	9103124	405	161	790048	9103130	404
124	790057	9103126	406	162	790055	9103123	404
125	790056	9103129	406	163	790054	9103123	404
126	790055	9103129	406	164	790054	9103123	404
127	790054	9103130	405	165	790054	9103125	404
128	790052	9103129	406	166	790054	9103127	404
129	790051	9103129	407	167	790053	9103127	404
130	790051	9103130	406	168	790053	9103127	404
131	790051	9103130	405	169	790052	9103127	405
132	790049	9103131	405	170	790051	9103129	405
133	790048	9103132	405	171	790051	9103129	406
135	790047	9103132	405	172	790050	9103130	406

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
173	790048	9103131	405	210	790045	9103126	405
174	790047	9103131	405	211	790045	9103126	404
175	790055	9103128	404	212	790045	9103127	404
176	790055	9103128	404	213	790044	9103128	404
177	790054	9103127	404	214	790054	9103123	403
178	790053	9103127	404	215	790053	9103122	404
179	790053	9103128	404	216	790052	9103124	404
180	790051	9103129	404	217	790051	9103124	404
181	790051	9103129	404	218	790050	9103125	405
182	790051	9103129	404	219	790048	9103125	405
183	790049	9103129	403	220	790047	9103125	404
184	790048	9103129	404	221	790047	9103125	405
185	790046	9103130	403	222	790046	9103125	405
186	790046	9103131	404	223	790044	9103125	405
187	790045	9103132	405	224	790044	9103126	404
188	790057	9103121	403	225	790044	9103126	405
189	790057	9103122	404	226	790042	9103126	405
190	790055	9103123	405	227	790055	9103126	405
191	790054	9103123	404	228	790052	9103124	403
192	790053	9103124	404	229	790051	9103124	403
193	790052	9103124	404	230	790051	9103125	404
194	790051	9103125	404	231	790048	9103125	403
195	790051	9103125	406	232	790045	9103124	403
196	790049	9103126	405	233	790045	9103124	404
197	790049	9103127	405	234	790045	9103124	403
198	790048	9103128	405	235	790045	9103125	403
199	790046	9103129	405	236	790045	9103126	404
200	790045	9103129	404	237	790044	9103126	405
201	790056	9103120	404	238	790043	9103126	405
202	790055	9103121	404	239	790053	9103121	404
203	790054	9103122	404	240	790052	9103122	403
204	790051	9103122	404	241	790051	9103120	402
205	790050	9103123	405	242	790051	9103120	403
206	790050	9103124	405	243	790050	9103120	402
207	790048	9103124	404	244	790049	9103120	402
208	790047	9103125	405	245	790048	9103120	403
209	790046	9103125	406	246	790048	9103121	403

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
247	790047	9103122	403	284	790047	9103118	403
248	790045	9103122	404	285	790046	9103118	402
249	790044	9103123	404	286	790043	9103117	402
250	790043	9103123	404	287	790042	9103118	402
251	790042	9103123	404	288	790042	9103119	403
252	790053	9103116	403	289	790041	9103119	403
253	790054	9103118	403	290	790040	9103120	403
254	790053	9103118	404	291	790051	9103116	401
255	790051	9103119	404	292	790052	9103117	403
256	790050	9103119	403	293	790051	9103116	402
257	790049	9103119	404	294	790049	9103116	403
258	790048	9103120	403	295	790047	9103116	402
259	790047	9103120	404	296	790046	9103116	402
260	790045	9103121	404	297	790045	9103117	403
261	790044	9103121	403	298	790043	9103116	402
262	790044	9103122	404	299	790041	9103117	403
263	790043	9103122	403	300	790041	9103117	402
264	790041	9103123	404	301	790040	9103117	402
265	790053	9103118	403	302	790042	9103117	403
266	790052	9103118	402	303	790040	9103119	403
267	790047	9103117	403	304	790049	9103112	403
268	790047	9103118	403	305	790048	9103113	404
269	790045	9103118	403	306	790047	9103114	403
270	790045	9103119	404	307	790045	9103115	403
271	790045	9103119	405	308	790045	9103115	402
272	790044	9103119	404	309	790045	9103116	403
273	790044	9103120	404	310	790045	9103116	404
274	790043	9103120	404	311	790045	9103116	403
275	790043	9103120	404	312	790046	9103117	403
276	790042	9103121	404	313	790046	9103118	403
277	790042	9103121	402	314	790043	9103117	404
278	790054	9103119	402	315	790043	9103118	403
279	790054	9103116	402	316	790042	9103118	403
280	790053	9103117	403	317	790052	9103115	402
281	790052	9103117	402	318	790051	9103115	402
282	790050	9103117	402	319	790050	9103114	401
283	790049	9103118	402	320	790049	9103114	402

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
321	790048	9103114	403	359	790047	9103111	402
322	790046	9103112	402	360	790046	9103112	402
323	790046	9103113	402	361	790044	9103112	402
324	790045	9103114	403	362	790043	9103112	402
325	790045	9103116	404	363	790042	9103112	401
326	790044	9103115	402	364	790041	9103111	403
327	790044	9103116	400	365	790040	9103114	400
328	790043	9103117	403	366	790039	9103113	402
329	790041	9103117	402	367	790038	9103112	402
330	790051	9103110	401	368	790037	9103113	402
331	790050	9103110	401	369	790048	9103107	402
332	790049	9103109	401	370	790047	9103107	401
333	790047	9103109	402	371	790045	9103108	401
334	790046	9103109	402	372	790045	9103109	402
335	790045	9103110	402	373	790043	9103110	401
336	790044	9103109	402	374	790042	9103110	402
337	790043	9103110	403	375	790042	9103110	402
338	790043	9103112	402	376	790041	9103110	402
339	790042	9103114	402	377	790041	9103111	402
340	790041	9103115	403	378	790041	9103114	402
341	790040	9103116	403	379	790038	9103113	403
342	790038	9103116	403	380	790038	9103113	400
343	790049	9103112	401	381	790036	9103114	402
344	790048	9103113	401	382	790051	9103110	398
345	790047	9103111	401	383	790050	9103112	399
346	790045	9103111	397	384	790047	9103109	399
347	790045	9103111	402	385	790046	9103109	402
348	790043	9103112	402	386	790045	9103109	401
349	790043	9103111	403	387	790044	9103110	401
350	790041	9103111	402	388	790042	9103110	401
351	790040	9103110	402	389	790041	9103109	400
352	790039	9103111	402	390	790040	9103110	401
353	790039	9103113	402	391	790039	9103110	401
354	790038	9103113	402	392	790038	9103110	400
355	790039	9103114	403	393	790038	9103111	402
356	790051	9103112	401	394	790037	9103112	401
357	790049	9103112	401	395	790046	9103107	400

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
396	790046	9103106	400	433	790036	9103109	402
397	790046	9103107	400	434	790046	9103100	399
398	790045	9103105	399	435	790045	9103101	399
399	790046	9103105	400	436	790045	9103103	397
400	790046	9103107	400	437	790045	9103104	400
401	790044	9103108	401	438	790044	9103104	400
402	790043	9103106	401	439	790042	9103105	401
403	790041	9103107	401	440	790043	9103106	400
404	790040	9103108	400	441	790042	9103106	401
405	790038	9103108	401	442	790045	9103108	401
406	790038	9103109	400	443	790045	9103108	401
407	790038	9103109	400	444	790045	9103108	401
408	790048	9103105	399	445	790042	9103106	402
409	790048	9103105	397	446	790039	9103105	401
410	790046	9103103	401	447	790047	9103102	398
411	790046	9103104	401	448	790046	9103104	400
412	790047	9103105	400	449	790045	9103103	398
413	790046	9103107	400	450	790043	9103102	395
414	790045	9103108	400	451	790043	9103103	400
415	790046	9103109	400	452	790043	9103103	398
416	790043	9103109	400	453	790043	9103103	399
417	790041	9103107	401	454	790043	9103104	400
418	790040	9103105	400	455	790041	9103105	400
419	790038	9103105	400	456	790039	9103105	399
420	790038	9103107	401	457	790039	9103106	400
421	790047	9103105	400	458	790038	9103106	399
422	790047	9103105	399	459	790038	9103106	401
423	790045	9103104	400	460	790046	9103100	398
424	790045	9103106	400	461	790045	9103101	397
425	790044	9103106	400	462	790044	9103101	396
426	790044	9103106	401	463	790043	9103102	398
427	790043	9103107	399	464	790042	9103104	398
428	790043	9103107	400	465	790042	9103103	399
429	790041	9103109	400	466	790042	9103103	399
430	790040	9103110	401	467	790041	9103103	399
431	790039	9103110	401	468	790039	9103105	399
432	790037	9103109	401	469	790037	9103106	399

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
470	790035	9103106	397	508	790036	9103102	399
471	790035	9103105	400	509	790035	9103103	400
472	790033	9103105	400	510	790035	9103103	399
473	790049	9103100	398	511	790034	9103104	400
474	790048	9103101	396	512	790043	9103099	397
475	790044	9103098	399	513	790043	9103098	397
476	790045	9103097	399	514	790042	9103098	397
477	790044	9103099	400	515	790040	9103099	398
478	790043	9103100	400	516	790040	9103099	398
479	790042	9103101	400	517	790038	9103099	398
480	790040	9103102	400	518	790037	9103100	396
481	790038	9103103	399	519	790037	9103099	396
482	790039	9103103	400	520	790036	9103099	398
483	790040	9103105	400	521	790035	9103099	399
484	790038	9103106	400	522	790034	9103100	398
485	790038	9103108	400	523	790033	9103101	400
486	790045	9103099	395	524	790032	9103101	400
487	790046	9103101	398	525	790045	9103091	397
488	790046	9103102	398	526	790044	9103090	398
489	790045	9103104	399	527	790042	9103092	397
490	790043	9103101	397	528	790041	9103095	398
491	790041	9103102	398	529	790041	9103097	396
492	790040	9103104	398	530	790041	9103097	398
493	790039	9103105	399	531	790041	9103096	398
494	790039	9103103	400	532	790039	9103095	398
495	790037	9103103	400	533	790039	9103096	398
496	790037	9103104	400	534	790040	9103098	399
497	790035	9103104	399	535	790037	9103099	399
498	790034	9103105	400	536	790035	9103100	399
499	790046	9103099	398	537	790033	9103099	399
500	790045	9103100	398	538	790046	9103094	398
501	790044	9103101	399	539	790046	9103099	397
502	790043	9103100	399	540	790045	9103099	397
503	790041	9103100	398	541	790044	9103099	399
504	790038	9103101	399	542	790042	9103100	398
505	790037	9103101	399	543	790041	9103099	398
506	790037	9103101	400	544	790040	9103097	398

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
545	790038	9103101	399	582	790040	9103095	398
546	790038	9103097	399	583	790040	9103096	397
547	790036	9103096	399	584	790039	9103096	398
548	790035	9103096	400	585	790038	9103097	398
549	790031	9103097	398	586	790036	9103097	398
550	790030	9103098	399	587	790035	9103097	399
551	790046	9103096	398	588	790034	9103098	399
552	790045	9103096	396	589	790033	9103098	399
553	790043	9103096	398	590	790043	9103090	395
554	790041	9103096	397	591	790042	9103090	396
555	790040	9103096	400	592	790041	9103091	396
556	790040	9103096	397	593	790040	9103092	397
557	790039	9103097	399	594	790039	9103093	398
558	790037	9103097	399	595	790039	9103093	396
559	790035	9103097	399	596	790038	9103094	397
560	790033	9103097	397	597	790038	9103095	399
561	790032	9103097	400	598	790038	9103095	397
562	790032	9103098	399	599	790037	9103095	398
563	790032	9103099	399	600	790035	9103096	398
564	790040	9103092	397	601	790034	9103096	397
565	790039	9103093	398	602	790034	9103097	399
566	790039	9103094	398	603	790041	9103091	396
567	790039	9103095	398	604	790040	9103092	396
568	790038	9103096	398	605	790039	9103092	397
569	790038	9103097	398	606	790038	9103092	397
570	790038	9103098	398	607	790037	9103093	396
571	790038	9103097	397	608	790037	9103094	398
572	790038	9103098	399	609	790036	9103094	397
573	790037	9103099	398	610	790034	9103095	398
574	790035	9103099	400	611	790034	9103095	398
575	790034	9103099	399	612	790033	9103095	398
576	790033	9103099	397	613	790031	9103096	398
577	790043	9103092	396	614	790031	9103096	398
578	790043	9103093	396	615	790030	9103096	399
579	790043	9103094	397	616	790041	9103090	395
580	790043	9103095	398	617	790040	9103090	396
581	790041	9103096	397	618	790039	9103090	396

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
619	790038	9103090	397	666	790031	9103091	396
620	790037	9103090	398	667	790029	9103091	396
621	790037	9103090	398	668	790038	9103086	394
622	790036	9103091	399	669	790039	9103087	394
623	790035	9103092	398	670	790039	9103088	394
624	790035	9103093	399	671	790037	9103089	394
625	790034	9103094	400	672	790037	9103089	394
626	790033	9103094	401	673	790035	9103089	395
627	790032	9103095	398	674	790034	9103089	395
628	790030	9103095	400	675	790034	9103089	395
629	790041	9103088	394	676	790032	9103090	395
630	790042	9103090	397	677	790029	9103090	395
631	790041	9103090	396	678	790028	9103090	396
632	790040	9103091	397	679	790028	9103090	396
633	790040	9103091	398	680	790027	9103091	395
634	790038	9103090	397	681	790038	9103083	393
635	790036	9103092	398	682	790037	9103083	394
636	790035	9103092	399	683	790036	9103084	393
637	790033	9103093	398	684	790036	9103086	394
638	790032	9103093	400	685	790035	9103086	394
639	790030	9103094	394	686	790034	9103088	394
640	790030	9103094	397	687	790033	9103089	395
641	790028	9103095	397	688	790033	9103090	395
642	790039	9103087	395	689	790031	9103090	395
643	790040	9103089	396	690	790030	9103090	394
644	790041	9103090	395	691	790029	9103091	396
645	790039	9103091	395	692	790028	9103091	395
646	790038	9103091	396	693	790026	9103091	395
647	790038	9103092	397	694	790037	9103081	393
648	790038	9103093	396	695	790036	9103081	394
649	790037	9103093	397	696	790036	9103082	394
650	790034	9103091	397	697	790035	9103084	394
651	790032	9103092	396	698	790035	9103085	394
652	790030	9103092	395	699	790035	9103086	394
653	790030	9103093	396	700	790036	9103087	395
654	790030	9103093	396	701	790034	9103087	395
655	790042	9103088	394	702	790032	9103088	395

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
703	790031	9103088	396	740	790029	9103083	394
704	790030	9103089	395	741	790028	9103084	395
705	790028	9103089	395	742	790029	9103085	394
706	790027	9103090	395	743	790028	9103085	395
707	790039	9103082	394	744	790026	9103085	395
708	790038	9103083	394	745	790026	9103086	395
709	790038	9103083	395	746	790035	9103079	392
710	790036	9103084	394	747	790035	9103079	393
711	790035	9103084	394	748	790036	9103081	392
712	790034	9103085	393	749	790035	9103082	394
713	790032	9103085	395	750	790035	9103082	393
714	790031	9103085	395	751	790034	9103083	395
715	790030	9103086	394	752	790031	9103083	394
716	790028	9103087	395	753	790032	9103084	394
717	790028	9103087	396	754	790032	9103085	394
718	790027	9103087	395	755	790031	9103085	395
719	790028	9103088	395	756	790031	9103085	394
720	790038	9103082	392	757	790028	9103084	395
721	790037	9103083	393	758	790028	9103086	392
722	790037	9103083	394	759	790037	9103080	392
723	790035	9103084	393	760	790037	9103081	391
724	790034	9103084	393	761	790036	9103081	391
725	790033	9103084	394	762	790036	9103081	392
726	790031	9103085	393	763	790034	9103081	393
727	790030	9103085	393	764	790033	9103082	392
728	790028	9103085	394	765	790032	9103082	393
729	790028	9103086	394	766	790031	9103082	393
730	790028	9103087	392	767	790030	9103083	395
731	790028	9103087	393	768	790029	9103083	395
732	790027	9103088	395	769	790028	9103083	394
733	790038	9103082	392	770	790027	9103084	393
734	790037	9103082	392	771	790026	9103084	393
735	790035	9103082	394	772	790038	9103080	391
736	790034	9103082	395	773	790039	9103080	391
737	790033	9103083	394	740	790029	9103083	394
738	790032	9103083	394	741	790028	9103084	395
739	790030	9103083	394	742	790029	9103085	394

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (Meter)
774	790038	9103081	392	810	790024	9103083	391
775	790035	9103080	392	811	790033	9103075	390
776	790033	9103081	392	812	790033	9103076	391
777	790033	9103081	392	813	790032	9103077	390
778	790032	9103081	392	814	790031	9103077	391
779	790031	9103081	393	815	790030	9103077	390
780	790030	9103082	393	816	790029	9103078	390
781	790029	9103083	392	808	790025	9103082	394
782	790028	9103083	392	809	790025	9103082	394
783	790028	9103083	392	810	790024	9103083	391
784	790027	9103084	393	811	790033	9103075	390
785	790036	9103076	392	812	790033	9103076	391
786	790035	9103076	393	813	790032	9103077	390
787	790035	9103077	391	814	790031	9103077	391
788	790035	9103077	391	815	790030	9103077	390
789	790034	9103079	393	816	790029	9103078	390
790	790033	9103079	394	817	790028	9103079	390
791	790033	9103081	393	818	790028	9103079	389
792	790032	9103081	393	819	790027	9103080	389
793	790032	9103082	394	820	790025	9103081	390
794	790031	9103083	395	821	790023	9103082	389
795	790030	9103083	394	822	790024	9103083	390
796	790028	9103084	394	823	790024	9103083	391
797	790026	9103084	395	817	790028	9103079	390
798	790034	9103077	387	818	790028	9103079	389
803	790032	9103080	393	819	790027	9103080	389
804	790031	9103081	392	820	790025	9103081	390
805	790030	9103081	392	821	790023	9103082	389
806	790028	9103082	392	822	790024	9103083	390
808	790025	9103082	394	823	790024	9103083	391
809	790025	9103082	394				

C.2 Penentuan Elevasi Menggunakan GPS

Puncak Lereng				Dasar Lereng				Beda
Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi	Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi	Tinggi
32	790060	9103131	407	811	790033	9103075	390	17
33	790060	9103127	407	812	790033	9103076	391	16
34	790058	9103129	408	813	790032	9103077	390	18
35	790057	9103130	407	814	790031	9103077	391	16
36	790056	9103131	408	815	790030	9103077	390	18
37	790056	9103132	407	816	790029	9103078	390	17
38	790055	9103133	407	817	790028	9103079	390	17
39	790054	9103134	407	818	790028	9103079	389	18
40	790053	9103134	407	819	790027	9103080	389	18
41	790052	9103136	407	820	790025	9103081	390	17
42	790052	9103136	407	821	790023	9103082	389	18
43	790052	9103137	407	822	790024	9103083	390	17
44	790050	9103138	407	823	790024	9103083	391	16
Elevasi Lereng								17,15

LAMPIRAN D**D. ARAH MATA ANGIN LERENG**

No	Arah mata angin	
	Job1	Job 2
1	201°	200°
2	205°	205°
3	197,5°	200°
4	200°	205°
5	205°	205°
6	200°	208°
7	205°	205°
8	205°	206°
9	200°	205°
10	205°	205°
11	200°	205°
12	205°	205°
13	215°	205°
Rata-rata	203°	205°
Rata keseluruhan		204°

LAMPIRAN E

E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar E.1 Pembidikan target titik pengukuran



Gambar E.2 *Set up centering prisma poligon*



Gambar E.3 Posisi target pengukuran menggunakan prisma detail