

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Fisiografi Daerah Penelitian.....	7
2.2 Penelitian Sebelumnya Mengenai Tanah Longsor.....	13
<b>BAB III DASAR TEORI.....</b>	<b>17</b>
3.1 Fotogrametri.....	17
3.2 <i>Drone/UAV</i> .....	21
3.3 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i> .....	22
3.4 Lereng.....	23
3.5 Gelombang Seismik.....	26
3.6 Prinsip Penjalaran Gelombang Seismik.....	27
3.7 Metode Seismik Refraksi.....	33
3.8 Pemodelan <i>Time-term Inversion</i> .....	43
3.8 Tanah Longsor.....	47
<b>BAB IV METODE PENELITIAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Diagram Alir Penelitian.....	51

4.2 Lokasi Penelitian.....	52
4.3 Akuisisi Data.....	52
4.4 Peralatan Akuisisi Data.....	59
4.5 Data Lapangan.....	60
4.6 Pengolahan Data.....	61
4.7 Analisis Data.....	74
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>77</b>
5.1 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i> .....	77
5.2 <i>Peta Digital Elevation Model (DEM)</i> .....	82
5.3 <i>Orthomosaic</i> .....	84
5.4 Peta Penggunaan Lahan.....	84
5.5 Peta Kelerengan.....	86
5.6 Perbandingan Elevasi <i>DTM</i> dengan Klinometer.....	88
5.7 Ketebalan Lapisan Lapuk.....	90
5.8 Klasifikasi Longsor.....	92
5.9 Luas Klasifikasi Longsor.....	94
5.10 Analisis Terintegrasi Kedua Metode.....	96
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>99</b>
6.1 Kesimpulan.....	99
6.2 Saran.....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>107</b>
A. Akuisisi Data.....	107
B. Pengolahan Data.....	109

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Peta jumlah kejadian longsor Di Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2017 (BPBD DIY, 2017) .....	2
<b>Gambar 1.2</b>	Peta Rawan Bencana Longsor Kabupaten Kulon Progo tahun 2020 (BPBD DIY, 2020) .....	3
<b>Gambar 1.3</b>	Foto rumah yang menghadap lereng dengan terasering.....	4
<b>Gambar 1.4</b>	Foto rumah yang membelakangi lereng tanpa terasering.....	4
<b>Gambar 1.5</b>	Keberadaan tanah longsor pada lereng di sekitar permukiman dan fasilitas umum .....	5
<b>Gambar 2.1</b>	Peta geologi regional Daerah Istimewa Yogyakarta (Rahardjo dkk., 1995) .....	9
<b>Gambar 2.2</b>	Stratigrafi regional daerah Kulon Progo (Rahardjo dkk., 1995) .....	10
<b>Gambar 2.3</b>	Peta jenis tanah Kabupaten Kulon Progo (BPBD DIY, 2022) .....	12
<b>Gambar 2.4</b>	Peta kerawanan tanah longsor Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang (Rahmadany dkk., 2010) .....	14
<b>Gambar 2.5</b>	Peta kerentanan tanah longsor Desa Srimartani, Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Azis dkk., 2010).....	15
<b>Gambar 2.6</b>	Model 3D hasil integrasi metode foto udara, seismik refraksi, dan geolistrik resistivitas (Azis dkk., 2010) .....	16
<b>Gambar 3.1</b>	Konstruksi <i>pinhole camera model</i> secara (a) sederhana & (b) formal (modifikasi Hata dan Savarese, 2017).....	19
<b>Gambar 3.2</b>	Konsep sensor pergerakan posisi pada metode <i>SfM</i> (modifikasi Westoby dkk., 2012).....	20

<b>Gambar 3.3</b>	Perbedaan triangulasi satu titik dengan beberapa titik (modifikasi Colica dkk., 2018).....	20
<b>Gambar 3.4</b>	Tumpah tindih ( <i>overlap</i> ) pada fotogrametri (Ali, 2019)....	22
<b>Gambar 3.5</b>	Ilustrasi lereng menggunakan bentuk segitiga (Map Vision Indonesia, 2021).....	24
<b>Gambar 3.6</b>	Surface Scanning Window (ArcGIS Desktop, 2021).....	25
<b>Gambar 3.7</b>	Visualisasi perambatan gelombang P (modifikasi Braile, 2010).....	26
<b>Gambar 3.8</b>	Hubungan antara sudut kritis dan penjalaran gelombang pada saat gelombang (a) dipantulkan, (b) diteruskan & (c) dibiaskan melalui sudut kritis (modifikasi IRIS, 2009)....	28
<b>Gambar 3.9</b>	Hukum Snellius pada penjalaran gelombang (modifikasi Serway, 2008).....	30
<b>Gambar 3.10</b>	Penerapan prinsip Huygens pada Hukum Snellius (modifikasi Serway, 2008).....	32
<b>Gambar 3.11</b>	Asas Fermat pada perambatan gelombang p (Rawlinson dkk., 2006).....	33
<b>Gambar 3.12</b>	Penjalaran gelombang P pada metode seismik refraksi (modifikasi IRIS, 2009).....	35
<b>Gambar 3.13</b>	Tampilan waktu tiba gelombang P pada setiap geofon (modifikasi IRIS, 2009).....	36
<b>Gambar 3.14</b>	Kurva waktu jalar (modifikasi Geometrics Inc. and OYO, Inc., 2009).....	37
<b>Gambar 3.15</b>	Model kecepatan dua lapisan datar (modifikasi Geometrics Inc. and OYO, Inc., 2009).....	38
<b>Gambar 3.16</b>	Penjalaran gelombang seismik pada refraktor datar (modifikasi Geometrics Inc. and OYO, Inc., 2009) .....	44
<b>Gambar 3.17</b>	Penjalaran gelombang seismik pada refraktor yang tidak datar (modifikasi Geometrics Inc. and OYO, Inc., 2009).....	45

<b>Gambar 3.18</b>	Jenis gerakan tanah (a) Rubuhan, (b) Luncuran Translasional, (c) Rayapan, (d) Jatuhan, (e) Luncuran Translasional & (f) Aliran (modifikasi Varnes, 1978).....	49
<b>Gambar 3.19</b>	Jenis bidang gelincir (a) <i>Planar</i> , (b) <i>Multipplanar</i> , (c) <i>Circular</i> & (d) <i>Noncircular</i> (modifikasi Kramer, 1996).....	50
<b>Gambar 4.1</b>	Diagram alir penelitian.....	51
<b>Gambar 4.2</b>	Peta lokasi penelitian UAV Fotogrametri dan seismik refraksi.....	52
<b>Gambar 4.3</b>	Tangkapan layar perangkat lunak <i>Pix4Dcapture</i> .....	53
<b>Gambar 4.4</b>	Peta titik akuisisi data UAV Fotogrametri di lokasi penelitian.....	54
<b>Gambar 4.5</b>	Dokumentasi akuisisi data UAV Fotogrametri di lokasi penelitian.....	54
<b>Gambar 4.6</b>	Konfigurasi alat seismik refraksi.....	55
<b>Gambar 4.7</b>	Peta lintasan akuisisi data seismik refraksi.....	56
<b>Gambar 4.8</b>	Lereng yang tidak aman untuk dilakukan akuisisi seismik refraksi pada sisi selatan lintasan L2.....	58
<b>Gambar 4.9</b>	Lereng yang tidak aman untuk dilakukan akuisisi seismik refraksi pada sisi selatan L1.....	58
<b>Gambar 4.10</b>	Bukti longsoran sedalam 4 meter di antara kedua lintasan akuisisi data seismik refraksi.....	59
<b>Gambar 4.11</b>	Peralatan yang digunakan pada penelitian.....	60
<b>Gambar 4.12</b>	Tampilan <i>shot gather</i> pada perangkat lunak <i>DoReMi</i> .....	61
<b>Gambar 4.13</b>	Proses menghilangkan <i>sparse point cloud</i> dengan ralat tinggi.....	63
<b>Gambar 4.14</b>	<i>Dense point cloud</i> dengan ralat tinggi.....	63
<b>Gambar 4.15</b>	Contoh logsheet akuisisi data seismik refraksi.....	67
<b>Gambar 4.16</b>	Contoh proses <i>edit</i> geometri.....	68
<b>Gambar 4.17</b>	Contoh hasil <i>edit</i> geometri.....	69
<b>Gambar 4.18</b>	Contoh <i>trace</i> yang akan dilakukan <i>stacking</i> .....	69

<b>Gambar 4.19</b>	Contoh <i>trace</i> yang telah dilakukan <i>stacking</i> .....	70
<b>Gambar 4.20</b>	Proses <i>band pass filter</i> .....	70
<b>Gambar 4.21</b>	Contoh data sebelum diterapkan <i>BPF</i> .....	71
<b>Gambar 4.22</b>	Contoh data setelah diterapkan <i>BPF</i> .....	71
<b>Gambar 4.23</b>	Contoh proses <i>picking first break</i> pada lintasan 1.....	72
<b>Gambar 4.24</b>	Contoh proses <i>picking first break</i> pada lintasan 2.....	73
<b>Gambar 4.25</b>	Contoh kurva <i>travel time</i> .....	74
<b>Gambar 5.1</b>	Model elevasi digital (DEM) sebelum dikonversi DSM ke DTM dengan sub-gambar A & B.....	78
<b>Gambar 5.2</b>	Sub-gambar A (hasil pengamatan artefak dari bukit).....	78
<b>Gambar 5.3</b>	Sub-gambar B (hasil pengamatan artefak dari bawah bukit).....	79
<b>Gambar 5.4</b>	Profil perbandingan elevasi data <i>DSM</i> dengan pengukuran klinometer pada (a) lintasan 1 dan (b) lintasan 2.....	79
<b>Gambar 5.5</b>	Hasil konversi <i>DSM</i> ke <i>DTM</i> tahap pertama.....	81
<b>Gambar 5.6</b>	Hasil konversi <i>DSM</i> ke <i>DTM</i> tahap kedua.....	82
<b>Gambar 5.7</b>	Peta model elevasi digital lokasi penelitian.....	83
<b>Gambar 5.8</b>	<i>Orthomosaic</i> hasil pengolahan.....	84
<b>Gambar 5.9</b>	Peta penggunaan lahan lokasi penelitian.....	85
<b>Gambar 5.10</b>	Peta persentase kelerengan lokasi penelitian .....	87
<b>Gambar 5.11</b>	Profil perbandingan elevasi data <i>DTM</i> dengan pengukuran klinometer pada (a) lintasan 1 & (b) lintasan 2.....	89
<b>Gambar 5.12</b>	Ketebalan lapisan lapuk pada lintasan 1 (L1).....	91
<b>Gambar 5.13</b>	Ketebalan lapisan lapuk pada lintasan 2 (L2).....	92
<b>Gambar 5.14</b>	Gerakan longsor pada lintasan 1 (L1).....	93
<b>Gambar 5.15</b>	Gerakan longsor pada lintasan 2 (L2).....	94
<b>Gambar 5.16</b>	Peta luasan area berpotensi ongsor.....	95
<b>Gambar 5.17</b>	Peta hasil integrasi UAV Fotogrametri dan seismik refraksi. (A) Himbauan keberadaan longsor, (B) Bagian lereng tanpa terasering, (C) Terasering alami dan buatan,	

	(D) Bukti longsor, (E) Titik awal lintasan 1, (F) titik akhir lintasan 1, (G) Titik awal lintasan 2 & (H) titik akhir lintasan 2.....	98
<b>Gambar A.1</b>	Hasil Pemeriksaan kondisi lapangan dengan (a) himbauan awas longsor; (b) permukiman dan jalan umum yang menghadap lereng curam dengan terasering serta vegetasi minim; (c) permukiman yang membelakangi lereng curam tanpa terasering; (d) lereng curam yang berada di sebelah jalan umum dan berada dibawah lintasan L2; (e) & (f) bukti longsor sedalam 4 meter di lokasi penelitian.....	107
<b>Gambar A.2</b>	Akuisisi data UAV fotogrametri (a) persiapan <i>take off</i> ; (b) proses <i>take off</i> .....	108
<b>Gambar A.3</b>	Akuisisi data seismik refraksi (a) proses akuisisi data; (b) & (c) proses mengukur kedalaman longsor sedalam 4 meter di lokasi penelitian.....	108
<b>Gambar A.4</b>	<i>Logsheet</i> akuisisi data seismik refraksi.....	109
<b>Gambar B.1.1</b>	Penyejajaran foto udara.....	109
<b>Gambar B.1.2</b>	Hasil Penyejajaran foto udara.....	110
<b>Gambar B.1.3</b>	Pembuatan <i>dense point cloud</i> .....	110
<b>Gambar B.1.4</b>	Pembuatan <i>digital elevation model (DEM)</i> .....	111
<b>Gambar B.1.5</b>	Pembuatan <i>orthomosaic</i> .....	111
<b>Gambar B.1.6</b>	Konversi <i>DSM</i> ke <i>DTM</i> tahap pertama.....	112
<b>Gambar B.1.7</b>	Konversi <i>DSM</i> ke <i>DTM</i> tahap kedua.....	112
<b>Gambar B.2.1</b>	<i>Picking First Break</i> Lintasan 1 (L1).....	113
<b>Gambar B.2.2</b>	<i>Picking First Break</i> Lintasan 2 (L2).....	114
<b>Gambar B.2.3</b>	Kurva <i>Traveltime</i> Lintasan 1 (L1).....	115
<b>Gambar B.2.4</b>	Kurva <i>Traveltime</i> Lintasan 2 (L2).....	116

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Klasifikasi kemiringan lereng (Ike, 2006).....	25
<b>Tabel 3.2</b> Kecepatan gelombang P pada setiap lapisan (Burger, 1992).....	27