

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
INTISARI .....	xii
ABSTRACT .....	xiii

### I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pemantauan Deformasi Gunungapi.....	4
1.2.1 GPS.....	5
1.2.2 EDM .....	7
1.2.3 <i>Tiltmeter</i> .....	7
1.2.4 Pengindraan jauh .....	8
1.3 Rumusan Masalah Penelitian .....	9
1.4 Tujuan Penelitian .....	11
1.5 Batasan Masalah.....	11
1.6 Manfaat Penelitian .....	12
1.7 Keterbatasan Sistem Akuisisi dan Metode Analisis Data .....	12
1.8 Kelebihan Sistem Akuisisi dan Metode Analisis Data .....	12
1.9 Daerah Penelitian .....	13

### II. TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	14
2.2 Pemantauan Deformasi G. Merapi Saat Letusan G. Merapi 2006....	16

### III. LANDASAN TEORI

3.1 Konsep <i>Fotogrametri</i> .....	20
3.2 Pemantauan Gunungapi Dengan <i>Fotogrametri</i> Terestrial .....	22
3.3 Konsep Dasar Sistem Akuisisi Data .....	23
3.3.1 Sistem akuisisi data lapangan .....	23
3.3.2 Sistem transmisi Data.....	26
3.3.3 Sistem penerima Data.....	30
3.4 Pengolahan Citra Digital .....	34
3.4.1 Intensitas warna pada citra digital .....	36
3.5 PIV ( <i>Particle Image Velocimetry</i> ) .....	37

### IV. METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Metode Penelitian.....	44
4.2 Tahapan Persiapan Penelitian .....	46
4.3 Metode Pembuatan <i>Instrumen</i> Penelitian.....	46
4.3.1 Pembuatan perangkat keras sistem akuisisi.....	46

4.3.2 Pembuatan jaringan transmisi data.....	48
4.4 Metode Pengambilan Data .....	51
4.5 Metode Pengolahan dan Analisis Data .....	52
<b>V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Pembuatan Perangkat Keras Sistem Akuisisi .....	53
5.2 Pembuatan Jaringan Transmisi Data .....	58
5.3 Pengujian Metode <i>Fotogrametri</i> Menggunakan Model.....	62
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	75
6.2 Saran.....	75
<b>LAMPIRAN A</b> .....	76
<b>LAMPIRAN B</b> .....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	82

## DAFTAR GAMBAR

1.1	Grafik statistik letusan G. Merapi sejak abad ke-18 dan ke-19, letusan G. Merapi umumnya relatif besar dibanding letusan pada abad ke-20, sedangkan masa istirahatnya lebih panjang. (vsi.esdm.go.id).	1
1.2	Gambaran aliran piroklastik G. Merapi saat erupsi tahun 2010 (vsi.esdm.go.id).	2
1.3	Peta sebaran awanpanas G. Merapi yang terjadi sejak tahun 1911 - 2006 (sumber: BPPTKG).	3
1.4	Kiri: Gambaran pertumbuhan kubah lava Merapi 2006 pada tanggal 3-14 Mei 2006. Kanan: Delineasi pertumbuhankubah lava dari 5 Mei s/d 18 Juni 2006 ( garis solid menggambarkan kondisi kubah sebelum runtuh sedangkan garis putus-putus menggambarkan kondisi kubah setelah runtuh).	4
1.5	Grafik pemantauan deformasi G. Merapi menggunakan <i>tiltmeter</i> , EDM dan GPS (sumber: BPPTKG).	5
1.6	Pemodelan sumber tekanan G. Merapi menggunakan GPS <i>Online</i> (www. <a href="http://merapi.bgl.esdm.go.id">http://merapi.bgl.esdm.go.id</a> ).	6
1.7	Proses instalasi <i>reflector</i> EDM <i>sektor</i> utara G. Merapi (www. <a href="http://merapi.bgl.esdm.go.id">http://merapi.bgl.esdm.go.id</a> ).	7
1.8	Skema platform <i>tiltmeter</i> model 701-2 dual-axis buatan Geomechanics USA, output sensor berupa analog dengan sensitivitas tinggi, dilihat dari samping (gambar kiri) dan gambaran instalasi di puncak G. Merapi (gambar kanan) (sumber: BPPTKG).	8
1.9	Hasil pemodelan 3 dimensi kubah lava menggunakan data LiDAR pada tahun 2012 (www. <a href="http://merapi.bgl.esdm.go.id">http://merapi.bgl.esdm.go.id</a> ).	9
1.10	Peta lokasi penelitian	13
2.1	Foto sebelum dan sesudah runtuhnya geger buaya pada 4 Juni 2006 (sumber: BPPTKG).	17
2.2	Grafik seismisitas, deformasi dan kimia gas menjelang erupsi G. Merapi tahun 2006 (Ratdomopurbo et all, 2006).	18
2.3	Overlay grafik deformasi <i>tiltmeter</i> dan EDM (Ratdomopurbo et all, 2006).	19
2.4	Kronologi erupsi G. Merapi tahun 2006 secara visual (Ratdomopurbo et all, 2006).	19
3.1	Gambaran pengambilan data foto udara menggunakan Drone.	21
3.2	Salah satu perangkat SBC yang beredar dipasaran ( <a href="http://www.orangepi.org">http://www.orangepi.org</a> ).	24
3.3	Fasilitas <i>module</i> yang dapat digunakan dalam perangkat Raspberry Pi ( <a href="http://www.waveshare.com">http://www.waveshare.com</a> ).	26
3.4	Ilustrasi beberapa jenis kondisi LOS pada transmisi broadband	30
3.5	Derajat keabuan dan piksel dari suatu gambar (Rohde, 2008)	34
3.6	Ilustrasi perbandingan gambar berdasarkan tingkat kecerahan (Gonzalez, 2008).	35
3.7	Ilustrasi biner pada gambar hitam putih (Gonzalez, 2008).	37



3.8	Aplikasi transformasi Fourier untuk mengurangi noise pada gambar (Gonzalez, 2008).....	40
3.9	Aplikasi filter high-pass dan low-pass pada gambar (Gonzalez, 2008).....	40
3.10	Ilustrasi perhitungan korelasi .....	42
3.11	Prinsip korelasi silang yang diilustrasikan menggunakan kernel 3x3 pada matriks gambar 6x6 .....	43
4.1	Diagram alir penelitian secara umum .....	44
4.2	Diagram alir sistem akuisisi data, transmisi, penerima data dan pengolahan data .....	45
4.3	Diagram instalasi perangkat sistem akuisisi fotogrametri .....	48
4.4	Perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem akuisisi data fotogrametri.....	48
4.5	Diagram instalasi untuk transmisi data .....	50
4.6	Perhitungan parameter lapangan untuk penentuan lokasi pengirim dan repeater jaringan transmisi .....	50
4.7	Diagram metode pengambilan data dan visualisasi data .....	51
4.8	Diagram metode pengolahan data.....	52
5.1	Perangkat keras pengendali utama Raspberry Pi seri 3 Model B+ .....	53
5.2	Diagram urutan pin pada port GPIO Raspberry Pi Seri 3 B+.....	54
5.3	Module RTC DS3231 (kiri) , module RTC pada GPIO Raspberry (kanan) .....	55
5.4	Module relay 4 channel (kiri), diagram module relay 4 channel (kanan) .....	55
5.5	Pemasangan sensor suhu dan kelembapan udara pada GPIO Raspberry Pi.....	56
5.6	Module webcam USB Lenovo H301(kiri), module kamera Raspberry Pi (kanan) .....	56
5.7	Modifikasi power kamera DSLR Canon D1100.....	57
5.8	Diagram Instalasi perangkat keras sistem fotogrametri.....	57
5.9	Foto perangkat keras sistem akuisisi data fotogrametri .....	58
5.10	Foto instalasi lapangan perangkat keras sistem akuisisi data fotogrametri.....	58
5.11	Sinyal dan throughput data yang didapatkan pada koneksi repeater Babadan dan Jarak .....	59
5.12	Peta jaringan transmisi stasiun fotogrametri puncak G. Merapi (kiri), gambaran LOS (Line of Sight) beserta konfigurasi lapangan yang digunakan antar stasiun(kanan).....	60
5.13	Konfigurasi wireless yang digunakan pada stasiun repeater Jarak .....	61
5.14	(a)Objek sintetik berupa papan catur yang digeser sejauh 10 cm ke kanan dengan ROI berupa garis putus-putus, (b) Vektor pergeseran yang terdeteksi mengarah ke kanan, (c) Peta kontur pergeseran pada arah horizontal, (d) Peta kontur pergeseran pada arah vertical.....	62
5.15	Deformasi kubah lava G. Merapi pada saat peningkatan aktivitas tahun 2006 periode 13 Oktober 2006 (kiri atas) dan 15 Oktober 2006 (kanan atas), pergerakan pixel pada komponen horizontal (kiri bawah) dan komponen vertical (kanan bawah). .....	64



5.16	Grafik seismisitas yang terekam pada stasiun monitoring gempa G. Merapi pada tahun 2006.....	64
5.17	Pengujian pada data kamera kawah bulan Juli 2015 (kiri atas) dengan bulan Agustus 2016 (kanan atas), pergerakan pixel terdeteksi pada komponen horizontal (kiri bawah) dan pada komponen vertical (kanan bawah).....	65
5.18	Grafik seismisitas yang terekam pada stasiun monitoring gempa G. Merapi pada tahun 2015 - 2016. ....	65
5.19	Grafik deformasi yang tercatat dari tahun 2015 – 2016 belum menunjukkan adanya tren perubahan yang signifikan.....	66
5.20	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	67
5.21	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	68
5.22	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	69
5.23	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	70
5.24	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	71
5.25	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	72
5.26	Penampakan objek papan catur pada gambar utuh (atas), perbesaran gambar dan penentuan ROI (garis putus-putus) untuk analisa (kiri atas), vektor pergeseran yang terdeteksi (kanan atas), kontur pergeseran yang terdeteksi pada arah horizontal (bawah), pergeseran yang terdeteksi pada arah vertikal (tengah) .....	73
A.1	Foto rangkaian sistem akuisisi data dilihat dari samping kanan .....	76



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**RANCANGAN DAN PENERAPAN SISTEM PEMANTAUAN DEFORMASI GUNUNG MERAPI DENGAN  
MENGUNAKAN TEKNIK  
FOTOGRAMETRI**

ILHAM NURDIEN, Dr. Budi Eka Nurcahya, M.Si

Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

A.2	Foto rangkaian sistem akuisisi data dilihat dari depan .....	76
A.3	Foto rangkaian sistem akuisisi data dilihat dari atas .....	77
A.4	Foto rangkaian sistem akuisisi data dilihat dari samping kiri .....	77
A.5	Foto rangkaian sistem akuisisi data dilihat dari belakang .....	78
A.6	Foto rangkaian sistem akuisisi data dilihat dari atas belakang .....	78
B.1	Foto installasi stasiun fotogrametri 3 di puncak G. Merapi .....	79
B.2	Foto box pelindung sistem akuisisi beserta antenna transmisi .....	79
B.3	Foto installasi stasiun fotogrametri 1 di puncak G. Merapi .....	80
B.4	Foto stasiun fotogrametri 3 di puncak G. Merapi .....	80
B.5	Foto proses perakitan alat di stasiun fotogrametri .....	81
B.6	Foto proses perakitan alat di stasiun fotogrametri .....	81

