

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL LUAR	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Regional Gunungapi Soputan.....	4
2.2 Sejarah Erupsi Gunungapi Soputan	7
2.3 Penelitian Sebelumnya	9
BAB III DASAR TEORI	12
3.1 Gelombang Seismik	12
3.2 Seismologi Gunungapi	13
3.3 Penentuan Hiposenter dengan Metode <i>Geiger Adaptive Damping</i> (GAD)	14
3.4 <i>Fault Plane Solution</i> (FPS)	17
3.4.1 Geometri Patahan	18
3.4.2 Distribusi Polaritas	18

3.4.3	Proyeksi Polaritas dalam Penentuan Bidang Nodal	19
3.4.4	Mekanisme Fokal <i>Double Couple</i>	21
BAB IV METODE PENELITIAN		23
4.1	Penentuan dan Pemodelan Sumber Gempa.....	25
4.2	Penentuan <i>Fault Plane Solution</i> (FPS)	29
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
5.1	Aktivitas G. Soputan Sebelum Letusan 4 Januari 2016.....	31
5.2	Identifikasi Pergerakan Magma berdasarkan Posisi Sumber Gempa	32
5.3	Analisis Hiposenter berdasarkan Fungsi Waktu dan Kedalaman	35
5.4	Model <i>Fault Plane Solution</i> (FPS).....	37
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		41
6.1	Kesimpulan	41
6.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN A.....		45
LAMPIRAN B		50
LAMPIRAN C		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Zona cincin api Indonesia (<i>Volcano Discovery</i> , 2016)	1
Gambar 1.2 Peta lokasi G. Soputan, Sulawesi Utara (modifikasi dari <i>Google earth</i> , 2016)	3
Gambar 2. 1 Ilustrasi zona subduksi yang mempengaruhi wilayah Sulawesi Utara (modifikasi dari Lecuyer, 1997)	4
Gambar 2. 2 Ilustrasi kondisi tektonik yang mempengaruhi Sulawesi Utara pada zaman Miosen pertengahan (modifikasi dari Siahaan, 2005)	5
Gambar 2. 3 Ilustrasi kondisi tektonik yang mempengaruhi Sulawesi Utara pada zaman Plio Pleistosen (modifikasi dari Siahaan, 2005)	6
Gambar 2. 4 Ilustrasi sesar geser sinistral yang memotong G. Soputan dan kaldera Tondano (modifikasi dari Lecuyer, 1997 dalam Dam, 2001)	6
Gambar 2. 5 Ilustrasi kondisi tektonik yang mempengaruhi Sulawesi Utara hingga saat ini (modifikasi dari Siahaan, 2005)	6
Gambar 3.1 Ilustrasi spektogram (A, C, E, dan G) dan seismogram (B, D, F, dan H) G. Redoubt, Alaska. Gempa vulkano-tektonik dalam (G dan H) dan dangkal (A dan B) berkaitan dengan pergerakan magma, vulkanik hybrid (C dan D) berkaitan dengan pertumbuhan kubah lava, dan gempa long-period atau gempa low frequency (E dan F) berkaitan dengan pergerakan gas atau uap air (modifikasi dari Lahr et al., 1994 dalam Zobin, 2012)	13
Gambar 3.2 Ilustrasi posisi hiposenter dan stasiun pengamatan (modifikasi dari Nishimura dan Iguchi, 2011)	16
Gambar 3.3 Geometri bidang patahan. Sudut <i>strike</i> ($0^{\circ} \leq \phi \leq 360^{\circ}$) adalah sudut jurus dari arah utara, sudut <i>dip</i> ($0^{\circ} \leq \delta \leq 90^{\circ}$) adalah sudut antara bidang sesar dengan bidang datar, dan sudut <i>rake</i> ($-180^{\circ} \leq \lambda \leq 180^{\circ}$) adalah sudut antara arah pergerakan bidang patahan dengan jurus (modifikasi dari Shearer, 2009)	18
Gambar 3.4 Polaritas gelombang P pada suatu sesar diagonal menunjukkan adanya perbedaan arah gerakan awal (modifikasi dari Stein dan Wyssession, 2003)	19
Gambar 3.5 Model bola fokal dengan pusat bola adalah pusat gempa yang menjalarkan gelombang P dan S ke suatu titik di permukaan (a). Pusat gempa digambarkan pada model bumi dengan arah muka gelombang tertentu menuju ke permukaan (b) (modifikasi dari Wallace dan Lay, 1995)	19

Gambar 3.6 Proyeksi stereografis untuk menentukan posisi bidang patahan pada suatu beachball. Model bola (a) diproyeksikan di bidang ekuatornya (b). ϕ_s adalah <i>azimuth</i> , i_h adalah <i>insident angle</i> , A' adalah titik di bidang ekuator yang menjadi pertemuan antara puncak bola fokal dengan suatu titik amat di permukaan bola fokal (modifikasi dari Wallace dan Lay, 1995)	20
Gambar 3.7 Ilustrasi perhitungan sudut <i>azimuth</i> (ϕ_1) dan <i>back azimuth</i> (ϕ_2) dengan AN adalah selisih antara posisi Y stasiun dengan posisi Y hiposenter dan AE adalah selisih antara posisi X stasiun dengan posisi X hiposenter (modifikasi dari Havskov dan Ottemoller, 2010)	21
Gambar 3.8 Gaya <i>double couple</i> yang bekerja pada suatu bidang patahan (modifikasi dari Stein dan Wysession, 2003)	21
Gambar 3.9 Gambaran bola fokal pada sesar geser disertai dengan pola radiasi gelombang P (atas) dan gelombang S (bawah). Area dilatasi digambarkan dengan warna putih dan area kompresi digambarkan dengan warna abu-abu (modifikasi dari Shearer, 2009)	22
Gambar 4.1 Stasiun pengamatan seismik yang dianalisis (modifikasi dari Google earth, 2016)	23
Gambar 4.2 Diagram alir penelitian	24
Gambar 4.3 Sinyal gempa yang terekam di stasiun SLN ditampilkan dalam helicorder (a) dan spektrogram (b). Diurutkan dari atas gempa berjenis VT, HYB, dan LF	25
Gambar 4.4 Contoh proses pengambilan data waktu tiba gelombang P dan S dari sinyal gempa VT	26
Gambar 4.5 Contoh dokumen 'arrival.dat' yang siap diolah dalam <i>software</i> GAD	27
Gambar 4.6 Contoh dokumen 'station.dat' yang siap diolah dalam <i>software</i> GAD	27
Gambar 4.7 Contoh dokumen 'velocity.dat' yang siap diolah dalam <i>software</i> GAD	28
Gambar 4.8 Contoh dokumen 'result.dat' yang menjadi hasil olahan dari <i>software</i> GAD	28
Gambar 4.9 Model kecepatan G. Soputan mengacu pada G. Lokon (modifikasi dari Ardiani, 2016)	29
Gambar 4.10 Contoh distribusi polaritas melalui <i>software</i> Origin 7.0 dari gempa vulkano-tektonik tipe A (VTA) pada periode 6 – 20 Desember 2015	30

Gambar 4.11 Contoh penggambaran bidang nodal secara manual pada distribusi polaritas gempa VTA periode 6 – 20 Desember 2015.....	30
Gambar 5.1 Catatan Kegempaan G. Soputan Januari 2015 – Januari 2016 (PVMBG, 2015-2016)	31
Gambar 5.2 Penggambaran episenter (a) hiposenter utara – selatan (b) dan hiposenter gempa barat – timur (c) periode 6 – 20 Desember 2015. Lingkaran merah menunjukkan gempa VT	33
Gambar 5.3 Penggambaran episenter (a) hiposenter utara – selatan (b) dan hiposenter gempa barat – timur (c) periode 21 - 30 Desember 2015. Lingkaran merah adalah gempa VT dan lingkaran kuning adalah gempa LF.....	34
Gambar 5.4 Penggambaran episenter (a) hiposenter utara – selatan (b) dan hiposenter gempa barat – timur (c) periode 30 Desember 2015 – 4 Januari 2016. Lingkaran merah adalah gempa VT, lingkaran hitam adalah vulkanik HYB, dan lingkaran kuning adalah gempa LF	35
Gambar 5.5 Grafik kedalaman hiposenter berdasarkan fungsi waktu. Lingkaran merah adalah gempa VT, lingkaran kuning adalah gempa LF, dan lingkaran hitam adalah vulkanik HYB (diurutkan dari bawah).....	36
Gambar 5.6 Model <i>Fault Plane Solution</i> (FPS) sesuai dengan jenis gempa vulkanik dan periodenya	38
Gambar 5.7 Struktur geologi cekungan Tondano (modifikasi dari Lecuyer dkk., 1997 dalam Dam dkk., 2001).....	39
Gambar 5.8 Contoh penggambaran bidang sesar pada <i>beachball</i> gempa vulkano-tekonik periode 21 – 30 Desember 2015	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Koordinat stasiun pengamatan seismik yang dianalisis.....	23
Tabel 4.2 Kecepatan gelombang P dan S sesuai kedalaman (Ardiani, 2016).....	29