

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Geologi Regional Daerah Penelitian	5
2.2. Stratigrafi Daerah Penelitian	6
2.3. Penelitian Sebelumnya di Daerah Penelitian.....	7
2.3.1. Penelitian geologi	7
2.3.2. Penelitian geokimia	9
2.3.3. Penelitian geofisika	11
2.4. Penelitian Sebelumnya Mengenai <i>Tipper</i>	12
BAB III DASAR TEORI	
3.1. Hukum Maxwell pada Gelombang Elektromagnetik	15
3.2. Prinsip Dasar VLF	17
3.3. <i>Tipper</i>	19

3.4. Impedansi	20
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Pengambilan Data	22
4.2. Analisis Data	25
4.2.1. <i>Tipper</i>	25
4.2.2. Impedansi	25
4.3. Analisis Hasil Pemodelan	26
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Analisis <i>Tipper</i>	27
5.1.1. NWC – Australia (19800 Hz)	27
5.1.2. VTX-3 – India (18200 Hz)	30
5.1.3. <i>Induction arrows</i> (Arah panah induksi)	33
5.2. Analisis Impedansi	34
5.3. Analisis Hasil Pemodelan	38
5.4. Pembahasan	40
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	42
6.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN A	46
LAMPIRAN B	47
LAMPIRAN C	48
LAMPIRAN D	49
LAMPIRAN E	50
LAMPIRAN F	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi penelitian Candi Umbul-Telomoyo, dimana Candi Umbul terletak di sebelah barat Gunung Telomoyo (diakses dari http://www.maps.google.com/ , pada 28 Desember 2016).....4
Gambar 2.1	Peta geologi daerah penelitian. Lokasi Candi Umbul dan Telomoyo ditandai dengan bendera dan segitiga berwarna hijau. Secara stratigrafis dari tua ke muda, daerah penelitian disusun oleh Formasi Kaligetas (<i>Qpkg</i>), Batuan Gunungapi Gilipetung (<i>Qg</i>), Batuan Gunungapi Andong dan Kendil (<i>Qak</i>), Batuan Gunungapi Telomoyo (<i>Qte</i>) dan Batuan Gunungapi Merbabu (<i>Qvu</i>) (Thaden dkk., 1975)6
Gambar 2.2	Peta kelurusan daerah panasbumi Candi Umbul-Telomoyo. Garis-garis berwarna biru menunjukkan kelurusan struktur berdasarkan citra landsat yang dilakukan di Candi Umbul-Telomoyo. Kotak berwarna hitam merupakan lokasi Gunung Telomoyo. Sedangkan lokasi Candi Umbul ditandai dengan kotak berwarna merah dan berada di sebelah barat Gunung Telomoyo (Hermawan dan Rezky, 2011)8
Gambar 2.3	Peta geologi daerah panasbumi Candi Umbul-Telomoyo. Hasil analisis geokimia menunjukkan bahwa mata air panas yang ditemukan di Candi Umbul dan Pakis Dadu bertipe air klorida bikarbonat dengan suhu 35,6 ⁰ C. Sedangkan mata air panas yang ditemukan di Candi Dukuh bertipe air bikarbonat dengan suhu 35,7 ⁰ C (Hermawan, 2012)10
Gambar 2.4	Peta anomali konsentrasi gas udara tanah CO ₂ , Hg tanah, dan suhu udara tanah daerah Gunungapi Telomoyo. Anomali Hg yang ditemukan di area penelitian berpusat pada daerah barat daya Gunungapi Telomoyo. Sedangkan anomali yang muncul pada pengukuran suhu udara tanah terutama berada pada daerah sekitar manifestasi mata air panas Candi Umbul, Pakis Dadu, dan Candi Dukuh (Ramadhan dkk., 2014)11
Gambar 2.5	Grafik magnitudo dan fase <i>tipper</i> yang berasal dari data VLF di Ontario. Keberadaan konduktor yang berupa kontak vertikal ditandai dengan kenaikan nilai magnitudo <i>tipper</i> dan turunnya fase <i>tipper</i> (Labson dan Becker, 1987)13
Gambar 2.6	Perbandingan model inversi data VLF dengan grafik <i>real</i> dan imajiner <i>tipper</i> . (a) Model inversi 2D data VLF, struktur konduktif ditandai dengan warna merah. (b) Grafik <i>real</i> (biru) dan imajiner (merah) <i>tipper</i> . Keberadaan struktur konduktif diidentifikasi oleh kenaikan nilai <i>real tipper</i> dan persilangan antara nilai <i>real</i> dan imajiner <i>tipper</i> (Oskooi dan Pedersen, 2005)14

- Gambar 3.1 Prinsip dasar penjalaran gelombang pada metode VLF-EM. Medan magnetik primer H_{x1} (garis hijau) yang berasal dari *transmitter* VLF menginduksikan arus Eddy dan menghasilkan komponen medan magnetik sekunder H_{x2} dan H_{z2} (lingkaran yang diarsir). Garis biru menunjukkan bagian *real* dari *tipper* A (Bosch dan Müller, 2005; Eröss dkk., 2013 dalam Eröss, 2015)17
- Gambar 3.2 Konduktor yang letaknya tegak lurus terhadap arah bidang penjalaran *ground wave* elektromagnetik VLF akan menghasilkan polarisasi H. Komponen medan listrik sekunder hasil induksi memiliki arah yang berlawanan dengan medan listrik primer (E_{ix}). Keberadaan konduktor diidentifikasi dari kecilnya nilai resistivitas semu yang terukur (Parasnis, 1986) ..
.....18
- Gambar 4.1 Diagram alir penelitian. Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan desain survei berdasarkan informasi geologi dan diakhiri dengan analisis peta konduktivitas (RAE) dan resistivitas (inversi 2 lapisan)23
- Gambar 4.2 Peta desain survei akuisisi VLF-EM & VLF-R yang berjumlah 54 titik. Titik pengukuran VLF ditandai dengan titik berwarna biru, sedangkan lokasi Candi Umbul dan Telomoyo ditandai dengan bendera dan segitiga berwarna hijau. Jarak antar titik disesuaikan dengan dugaan lokasi struktur geologi yang menjadi target penelitian (ditandai dengan garis putus-putus) (peta dasar dimodifikasi dari Thaden dkk., 1975)24
- Gambar 5.1 Grafik nilai *tipper* A (sebelum disortir *tipper*) versus jarak pada frekuensi 19800 Hz. Nilai *tipper* A tampak *scattered* yang mengindikasikan keberadaan *noise* pada sebagian data29
- Gambar 5.2 Grafik hasil sortir nilai *tipper* A (pada kelompok data $>-0,5$) versus jarak pada frekuensi 19800 Hz. Perkiraan lokasi anomali konduktif yang ditunjukkan oleh panah merah berada pada jarak 1200 m, 3200 m, 4200 m, 5900 m dan 8250 m29
- Gambar 5.3 Grafik *tilt* dan elips versus jarak dari data hasil sortir nilai *tipper* A pada frekuensi 19800 Hz. Grafik *tilt* ditunjukkan oleh garis berwarna biru, grafik elips ditunjukkan oleh garis berwarna oranye. Persilangan antara nilai *tilt* dan elips yang menunjukkan keberadaan anomali (ditandai dengan panah merah) berada pada jarak 1200 m, 2200 m, 3200 m, 4200 m, 4600 m dan 8250 m.. 30
- Gambar 5.4 Grafik *tipper* B (sebelum disortir *tipper*) versus jarak pada frekuensi 18200 Hz. Nilai *tipper* B tampak *scattered* yang mengindikasikan keberadaan *noise* pada sebagian data32
- Gambar 5.5 Grafik hasil sortir nilai *tipper* B (pada kelompok data $\leq 0,6$) versus jarak pada frekuensi 18200 Hz. Perkiraan lokasi anomali

- konduktif yang ditunjukkan oleh panah merah berada pada jarak 700 m, 1200 m, 2600 m, 3800 m dan 4800 m32
- Gambar 5.6 Grafik *tilt* dan elips versus jarak dari data hasil sortir nilai *tipper* B pada frekuensi 18200 Hz. Grafik *tilt* ditunjukkan oleh garis berwarna biru, grafik elips ditunjukkan oleh garis berwarna oranye. Persilangan antara nilai *tilt* dan elips yang menunjukkan keberadaan anomali (ditandai dengan panah merah) berada pada jarak 1200 m, 2600 m dan 4800 m33
- Gambar 5.7 Peta arah panah induksi menggunakan konvensi Parkinson pada data *tipper* A dan B hasil sortiran dengan jumlah titik yang sama sebanyak 8 data, dimana arah panah menunjukkan anomali konsentrasi arus berada. Arah panah induksi ditunjukkan oleh simbol panah berwarna hijau (peta dasar litologi dimodifikasi dari Thaden dkk., 1975)34
- Gambar 5.8 Grafik nilai *log* impedansi (sebelum disortir impedansi) versus jarak pada frekuensi 18200 Hz. Nilai *log* impedansi tampak *scattered* yang mengindikasikan keberadaan *noise* pada sebagian data.....36
- Gambar 5.9 Grafik hasil sortir nilai *log* impedansi (pada kelompok data >0,5) versus jarak pada frekuensi 18200 Hz. Perkiraan lokasi anomali konduktif yang ditunjukkan oleh panah merah berada pada jarak 1000 m, 5200 m dan 8750 m37
- Gambar 5.10 Grafik *log rho apparent* dan fase versus jarak dari data hasil sortir nilai *log* impedansi pada frekuensi 18200 Hz. Grafik *log rho apparent* ditunjukkan oleh garis berwarna biru, grafik fase ditunjukkan oleh garis berwarna oranye. Persilangan antara nilai *log rho apparent* dan fase yang menunjukkan keberadaan anomali berdimensionalitas 2 dimensi (ditandai dengan panah merah) berada pada jarak 8000 m.....37
- Gambar 5.11 Peta RAE (Rapat Arus Ekuivalen) dari data hasil akuisisi VLF-EM pada lintasan pengukuran yang sama. Anomali konduktif yang ditunjukkan oleh nilai RAE tinggi (berwarna merah) berada pada jarak 4000 m hingga 5600 m (Affanti, 2017)39
- Gambar 5.12 Model inversi 2 lapisan dari data hasil akuisisi VLF-R. Anomali konduktif yang ditunjukkan oleh nilai *true rho* yang kecil (berwarna merah) berada pada jarak 1000-2400 m dan 3200-5000 m (Affanti, 2017)39
- Gambar B.1 Peta desain survei akuisisi VLF-EM & VLF-R yang berjumlah 54 titik. Titik pengukuran VLF ditandai dengan titik berwarna biru, sedangkan lokasi Candi Umbul dan Telomoyo ditandai dengan bendera dan segitiga berwarna coklat. Tampak bahwa kontur yang berada di sebelah timur daerah penelitian (Telomoyo) sangat rapat dibandingkan kontur yang berada di sebelah barat

daerah penelitian (Candi Umbul). Selain itu, akses jalan umum menuju Telomoyo sangat terbatas (peta dasar dimodifikasi dari BIG, 2006)47

Gambar F.1 Peta arah panah induksi menggunakan konvensi Parkinson pada data *tipper* A dan B sebelum proses sortir, dimana arah panah menunjukkan anomali konsentrasi arus berada. Arah panah induksi ditunjukkan oleh simbol panah berwarna hijau. Seluruh anak panah menunjuk ke arah timur laut sampai timur daerah penelitian (peta dasar litologi dimodifikasi dari Thaden dkk., 1975)57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Definisi arah panas induksi menurut konvensi Parkinson dan Wiese (Ritter, 2005).....	20
Tabel A.1	Daftar <i>transmitter</i> di seluruh dunia (McNeill dan Labson, 1991)	46
Tabel E.1	Data VLF-EM (NWC-Australia, 19800 Hz)	50
Tabel E.2	Data VLF-EM (VTX-3 – India, 18200 Hz).....	51
Tabel E.3	Data VLF-R (VTX-3 – India, 18200 Hz)	53
Tabel F.1	Hasil sortiran data dari <i>transmitter</i> NWC – Australia berdasarkan kelompok data <i>tipper</i> $>0,5$ (<i>quality bar</i> 50-100% dengan arah sinyal pada jam 02:00-03:00)	55
Tabel F.2	Hasil sortiran data dari <i>transmitter</i> VTX-3 - India berdasarkan kelompok data <i>tipper</i> $\leq 0,6$ (<i>quality bar</i> 60-100% dengan arah sinyal pada jam 02:00-03:00)	56
Tabel F.3	Hasil sortiran data dari <i>transmitter</i> VTX-3 - India berdasarkan kelompok data <i>log impedansi</i> $>0,5$ (<i>quality bar</i> 45-95% dengan arah sinyal pada jam 01:30-03:00)	57