



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**STUDI *FAULT FRACTURE DENSITY* DAN GEOKIMIA
FLUIDA PADA LAPANGAN PANASBUMI BARRU,
KABUPATEN BARRU, PROVINSI SULAWESI SELATAN**

TUGAS AKHIR

**NASHIR IDZHARUL HUDA
21100113130090**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
APRIL 2018**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**STUDI *FAULT FRACTURE DENSITY* DAN GEOKIMIA
FLUIDA PADA LAPANGAN PANASBUMI BARRU,
KABUPATEN BARRU, PROVINSI SULAWESI SELATAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1

**NASHIR IDZHARUL HUDA
21100113130090**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
UNIVERSITAS DIPONEGORO

**STUDI *FAULT FRACTURE DENSITY* DAN GEOKIMIA FLUIDA PADA
LAPANGAN PANASBUMI BARRU, KABUPATEN BARRU, PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Pendidikan Sarjana Strata-1 Pada Fakultas Teknik
Departemen Teknik Geologi
Universitas Diponegoro

Oleh :
Nashir Idzharul Huda
21100113130090

Telah disetujui dan disahkan pada
Hari/Tanggal : **31 MAY 2018**

Menyetujui,

Pembimbing I



Yoga Aribowo, S.T., M.T.
NIP. 197906172005011003

Pembimbing II



Ahmad Syauqi Hidayatillah, S.T., M.T.
NIK. 199011180115081081

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Geologi

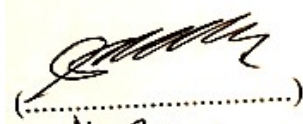

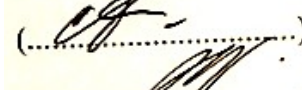
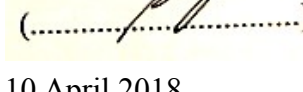


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Nashir Idzharul Huda
NIM : 21100113130090
Jurusan/Program Studi : Teknik Geologi
Judul Skripsi : Studi *Fault Fracture Density* Dan Geokimia Fluida Pada Lapangan Panasbumi Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan/ Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I	: Yoga Aribowo, S.T., M.T.	
Pembimbing II	: Ahmad Syauqi Hidayatillah, S.T., M.T.	
Penguji I	: Anis Kurniasih, S.T., M.T.	
Penguji II	: Reddy Setyawan, S.T., M.T.	

Semarang, 10 April 2018

Ketua Departemen Teknik Geologi


Najib, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197710202005011001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Nashir Idzharul Huda

NIM : 21100113130090

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 April 2018

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nashir Idzharul Huda
NIM : 21100113130090
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Studi *Fault Fracture Density* Dan Geokimia Fluida Pada Lapangan
Panasbumi Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 10 April 2018

Yang menyatakan

Nashir Idzharul Huda

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis penjatkan atas kehadiran Allah S.W.T *Rab, Malik, Illah* yang atas izinnya penulis dapat mencapai titik akhir dalam perjalanan kuliah S-1 di Teknik Geologi Universeitas Diponegoro dengan diterbitkannya Laporan Tugas Akhir dengan judul “Studi *Fault Fracture Density* dan Geokimia Fluida pada Lapangan Panasbumi Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan” dapat terselesaikan dengan baik.

Kebutuhan energi akan semakin meningkat seiring dengan kemajuan zaman. Energi fosil sebagai pemasok utama kebutuhan energi akan terus menipis. Untuk itu, energi alternatif perlu dikembangkan untuk dapat memenuhi kebutuhan energi. Indonesia memiliki potensi energi panasbumi sebanyak 27.000 MW atau sekitar 40% dari jumlah potensi panasbumi dunia. Metode eksplorasi panasbumi dengan citra satelit semakin berkembang. *Fault Fracture Density* merupakan metode eksplorasi panasbumi dengan menggunakan citra satelit untuk memprediksi zona *reservoir* panasbumi yang dapat diindikasikan dengan nilai densitas kelurusan yang tinggi. Kelurusan dengan skala makro dapat dijadikan sebagai asosiasi dari keberadaan rekahan di bawah permukaan hingga ke permukaan, sehingga rekahan tersebut dapat menjadi jalan keluarnya fluida panas dan muncul sebagai manifestasi panasbumi.

Informasi data Dinas Pertambangan Provinsi, Kabupaten Barru pada tahun 2015 menyatakan adanya manifestasi panasbumi berupa mata air panas di Desa Galung. Penelitian mengenai geokimia fluida dapat menjadi studi lanjut dari keberadaan manifestasi air panas di Kabupaten Barru, Kecamatan Barru, Sulawesi Selatan.

Semarang, 9 April 2018

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang besar kepada yang terhormat:

1. Orang tua penulis Mahmud Imrona dan Dini Handayani, yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materil dan selalu berdoa untuk keselamatan anak-anaknya di dunia dan akhirat.
2. Kakak kandung penulis Fathiyyah Nur Azizah, adik kandung penulis Ahshonat Izzatul Haq, Ilmi Diena Aliyya, Ayyida Aini Rahma, dan Umar Al-Faruq yang selalu memberi dukungan dan sebagai penyemangat bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Najib, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
4. Bapak Yoga Aribowo S.T., M.T. selaku dosen wali dan dosen pembimbing ke-1 dan Bapak Ahmad Syauqi Hidayatillah S.T., M.T selaku dosen pembimbing ke-2 yang mengajarkan berbagai ilmu yang bermanfaat dan kesabaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Mochamad Nur Hadi, Ibu Anna Yushantarti yang banyak memfasilitasi penulis untuk melakukan kegiatan lapangan.
6. Teman-teman Geologi Universitas Deponegoro angkatan 2013 yang menjadi keluarga dari awal bangku perkuliahan.
7. Teman-teman Geocurhat yang menjadi wadah dalam berbagi ilmu, pengalaman, dan wawasan.
8. Kakak-kakak Teknik Geologi Universitas Diponegoro yang menjadi tempat berbagi pengalaman dan ilmu.
9. Seluruh rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi MAGMADIPA yang tidak bisa disebutkan satu-satu karena keterbatasan ruang.
10. Annisa Zahra Faza yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir baik langsung maupun tidak langsung.
11. dan berbagai pihak yang tidak bisa dituliskan satu persatu karena keterbatasan ruang dalam penulisan ucapan terima kasih.

Semarang, 9 April 2018
Penulis

SARI

Direktorat Panas Bumi menyebutkan bahwa Indonesia memiliki potensi energi panasbumi sebanyak 27.000 MW atau sekitar 40% dari jumlah potensi panasbumi dunia. Dengan jumlah potensi tersebut, eksplorasi panasbumi di Indonesia harus terus ditingkatkan. Berdasarkan informasi melalui data dari Dinas Pertambangan Provinsi Sulawesi Selatan, Kabupaten Barru pada tahun 2015 menyebutkan adanya manifestasi berupa mata air panas di Desa Galung, Kecamatan Barru. Untuk menindaklanjuti informasi tersebut, kegiatan eksplorasi lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui potensi energi panasbumi di Kecamatan Barru.

Dalam eksplorasi lanjut, metode geokimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari air panas yang muncul sebagai manifestasi permukaan. Metode geokimia menggunakan hasil dari analisis kimia unsur untuk mendapatkan gambaran mengenai proses yang dialami fluida sebelum keluar sebagai manifestasi permukaan. Manifestasi air panas itu sendiri dapat muncul ke permukaan melalui zona-zona permeabel seperti sesar yang menjadi jalur keluarnya fluida panasbumi. Dalam mengidentifikasi zona permeabel ini, metode *Fault Fracture Density* (FFD) dilakukan dengan menginterpretasikan kelurusan-kelurusan berskala makro yang menjadi jalur keluarnya fluida panasbumi tersebut.

Dari metode FFD didapatkan nilai kerapatan densitas kelurusan tinggi berada di timur laut dan selatan lokasi penelitian. Pola kelurusan pada daerah penelitian memiliki kecenderungan *trend* berarah barat laut tenggara dan utara selatan. *Trend* kelurusan tersebut sesuai dengan *trend* struktur regional pada Peta Geologi Regional lembar Pangkajene dan Watampone. Dari ketiga manifestasi mata air hangat didapatkan hasil bahwa mata air Kalompie, Pongisorenge, dan Kaerange tergolong tipe air bikarbonat. Keterkaitan metode FFD dengan kemunculan ketiga manifestasi mata air hangat berkorelasi positif di mana ketiga mata air hangat ini muncul pada zona FFD yang tinggi-sedang.

Kata kunci: Sistem Panasbumi, *Fault Fracture Density*, Geokimia Fluida, Lapangan Panasbumi Barru

ABSTRACT

Based on data from Directorate of Geothermal, Indonesia has the potential of geothermal energy as much as 27,000 MW or about 40% of the total world geothermal potential. With this amount of potential, geothermal exploration in Indonesia should be improved. Based on information through data from Mining Service of South Sulawesi Province, Barru Regency in 2015 mention the existence of manifestation in the form of spring water in Galung Village, District Barru. To follow up the information, further exploration activities need to be determine of geothermal energy potential in Barru District.

In further explorations, geochemical methods are conducted to determine the characteristics of hot water that appear as surface manifestations. The geochemical method uses the result of chemical analysis to obtain an overview of the fluid process prior to discharge as a surface manifestation. The manifestation of the hot water itself can appear to the surface through permeable zones such as faults that serve as the pathway of geothermal heat fluid. In identifying these permeable zones, the Fault Fracture Density (FFD) method is performed by interpreting the macro-scale linaments of which the geothermal fluid passes out.

From the FFD method, high density values were found in the northeast and south of the study sites. The pattern of lineaments in the research area has north-east and south-south direction. The trends is in accordance with regional structural trends on the Regional Geological Pangkajene and Watampone. Three manifestations of warm springs obtained results that the springs Kalompie, Pongisorenge, and Kaerange are classified as bicarbonate water. The relation between FFD method and these three manifestations of warm-springs positively correlated which they are appear in the medium-high FFD zone.

Keywords: *Geothermal System, Fault Fracture Density, Geochemistry Fluid, Geothermal Field Barru*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah Penelitian	2
1.3 Maksud Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.6 Penelitian Terdahulu.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Geologi Regional	6
2.2 Penginderaan Jauh dalam Eksplorasi Panasbumi	9
2.2.1 Macam-macam Citra Penginderaan Jauh	10
2.2.1 Unsur Dasar Interpretasi Citra	12
2.2.2 <i>Fault Fracture Density</i>	16
2.3 Sistem Panas Bumi.....	18
2.4 Manifestasi Panasbumi.....	20
2.4.1 Tanah Hangat	20
2.4.2 Permukaan Tanah Beruap	21
2.4.3 Mata Air Panas atau Hangat	22
2.4.4 Endapan Silika Sinter	23
2.4.5 <i>Travertine</i>	23
2.4.6 Alterasi Hidrotermal	24
2.4.7 Kolam Air Panas	25
2.4.8 Telaga Air Panas	25
2.4.9 Kubangan Lumpur	26
2.4.10 <i>Fumarole</i>	26
2.4.11 <i>Geyser</i>	27
2.5 Fluida Panasbumi.....	27
2.5.1 Air Klorida	28
2.5.2 Air Sulfat	29
2.5.3 Air Bikarbonat	30

2.5.4 Air Sulfida Klorida	30
2.5.5 Air Klorida Bikarbonat	30
2.6 Geotermometer Fluida.....	32
2.6.1 Geotermometer Silika	32
2.6.2 Geotermometer Na/K	34
2.6.3 Geotermometer Na-K-Ca	35
2.7 Hipotesis Penelitian.....	36
BAB III METODOLOGI	37
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	37
3.1.1 Alat	37
3.1.2 Bahan	37
3.2 Metode Penelitian	37
3.2.1 Interpretasi Citra Satelit	37
3.2.2 Metode Survei dan Pengambilan Data	38
3.2.3 Analisis Geokimia	38
3.2.3 Analisis Keterkaitan FFD dengan Kemunculan Manifestasi	39
3.2.3 Penyajian Data	40
3.3 Diagram Alir Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Analisis <i>Fault Fracture Density</i>	41
4.2 Manifestasi Mata Air Hangat Daerah Penelitian.....	49
4.3 Geokimia Fluida Panasbumi	52
4.3.1 Tipe Fluida	54
4.3.2 Keseimbangan Fluida	55
4.3.3 Keterkaitan Tipe Air Panas dengan Kondisi Geologi	57
4.4 Keterkaitan antara FFD dengan Manifestasi Mata Air Hangat.....	59
BAB V PENUTUP.....	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian Barru, Kabupten Barru, Sulawesi Selatan (Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, 2017)	3
Gambar 2.1	Peta Geologi Regional Daerah Barru, Kecamatan Barru, Sulawesi Selatan Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi (Sukamto, 1982)	8
Gambar 2.2	Stratigrafi Regional Sulawesi Selatan (Sompotan, 2012).....	9
Gambar 2.3	Peta DEM daerah Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia	13
Gambar 2.4	Peta DEM Gunung Kidul, DIY (kiri) dan Peta DEM Kendal (kanan)	13
Gambar 2.5	Peta DEM Gunung Merapi yang sudah dilakukan analisis <i>hillshade</i>	14
Gambar 2.6	Peta DEM yang sudah dilakukan <i>hillshade</i> memperlihatkan bentuk yang berbeda-beda.....	15
Gambar 2.7	Pola pengaliran multibasinal pada morfologi karst.....	15
Gambar 2.8	Peta DEM Kali Progo, Yogyakarta.....	16
Gambar 2.9	Contoh peta FFD di Daerah Suwawa, Sulawesi (Suryantini dan Wibowo, 2010)	18
Gambar 2.10	Model konseptual sistem panasbumi non-vulkanik (Tamanyu dan Sakaguchi, 2000)	20
Gambar 2.11	Manifestasi tanah hangat di barat daya Islandia (Openei,2017) ...	21
Gambar 2.12	Manifestasi <i>steaming ground</i> di Yellowstone National Park, USA (Anonim, 1967)	22
Gambar 2.13	Mata air hangat daerah penelitian	22
Gambar 2.14	Endapan silika sinter dengan luas 10.000m ² di Orakei Korako, New Zealand (Skyewalkers, 2012)	23

Gambar 2.15	Batuan alterasi hidrotermal di Paleochori, Milos, Yunani (Roscoe, 2012)	25
Gambar 2.16	Kolam air panas di Orakei Korako, New Zealand (Skyewalkers, 2012)	25
Gambar 2.17	<i>Fumarole</i> yang berada di Yellowstone National Park, USA (Fumarolband, 2012)	26
Gambar 2.18	<i>Geyser</i> yang berada di Yellowstone National Park, USA (Openei, 2013)	27
Gambar 2.19	Diagram <i>Giggenbach</i> Cl-HCO ₃ -SO ₄ (Nicholson 1993)	31
Gambar 2.20	Diagram <i>ternary</i> Na-K-Mg (Nicholson,1993)	31
Gambar 2.21	Diagram Kelarutan Silika terhadap Suhu (Fournier, 1977 dalam Nicholson 1993)	33
Gambar 3.1	Diagram <i>Giggenbach</i> Cl-HCO ₃ -SO ₄ (Nicholson 1993)	39
Gambar 3.2	Diagram <i>ternary</i> Na-K-Mg (Nicholson,1993)	39
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1	Kavling penelitian dengan luasan 6x7 km ²	41
Gambar 4.2	Peta <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) daerah penelitian	42
Gambar 4.3	Peta <i>hillshades</i> dengan sudut pencahayaan 0° (A) sudut pencahayaan 45° (B) sudut pencahayaan 90° (C) dan sudut pencahayaan 135° (D).....	43
Gambar 4.4	Peta <i>lineament density map</i> berdasarkan interpretasi terhadap empat sudut pencahayaan yang belum dilakukan koreksi.....	44
Gambar 4.5	Sudut pencahayaan sejajar dengan objek (A) Sudut pencahayaan tegak lurus terhadap objek (B).....	45
Gambar 4.6	<i>Lineament Density Map</i> daerah penelitian yang sudah dilakukan koreksi	47
Gambar 4.7	Peta FFD Daerah Penelitian	48
Gambar 4.8	Peta Persebaran Manifestasi Mata Air Hangat Daerah Penelitian.	50

Gambar 4.9	Manifestasi mata air hangat Kalompie.....	50
Gambar 4.10	Manifestasi mata air hangat Pongisorenge.....	51
Gambar 4.11	Manifestasi mata air hangat Kaerange	51
Gambar 4.12	Hasil penyajian data sampel air hangat dengan menggunakan Diagram Ternary Cl-SO ₄ -HCO ₃	55
Gambar 4.13	Hasil penyajian data kation Na-K-Mg pada diagram <i>ternary</i> lapangan Barru	57
Gambar 4.14	Peta Geologi Daerah Penelitian	58
Gambar 4.15	Peta Kontur <i>Fault Fracture Density</i> dengan Kemunculan Mata Air Hangat Daerah Penelitian	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persamaan Geotermometer Silika (Fournier, 1977 dalam Nicholson 1993)	34
Tabel 2.2	Geotermometer Na/K (Fournier, 1979, Giggenbach, 1988 dalam Nicholson, 1993)	34
Tabel 4.1	Hasil Analisis Kimia Sampel Air Hangat Daerah Penelitian	53
Tabel 4.2	Persentase unsur anion sampel air hangat dan air dingin.....	55
Tabel 4.3	Persentase unsur kation dalam sampel air hangat dan air dingin.....	