



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**IDENTIFIKASI SEBARAN DAN KEDALAMAN ZONA
RESERVOIR BERDASARKAN DATA *COMPOSITE LOG* DAN
LANDAIAN TEKANAN TEMPERATUR LAPANGAN
PANASBUMI NND, SUMATRA SELATAN**

TUGAS AKHIR

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

**NINDYAN AGNA RAMADHAN
21100113120036**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

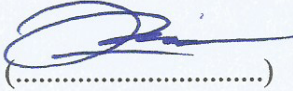
Tugas Akhir ini diajukan oleh


Nama : Nindyan Agna Ramadhan
NIM : 21100113120036
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Identifikasi Sebaran dan Kedalaman Zona Reservoir Berdasarkan Data *Composite Log* dan Landaian Tekanan Temperatur Lapangan Panasbumi NND, Sumatra Selatan

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

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Yoga Aribowo, S.T., M.T. 

Pembimbing II : Jenian Marin, S.T., M.Eng. 

Penguji I : Istiqomah Ari Kusuma, S.T., M.T. 

Penguji II : Dian Agus Widiarso, S.T., M.T. 

Semarang, 6 September 2017

Ketua Departemen Teknik Geologi



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

NIP. 197710202005011001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Nindyan Agna Ramadhan

NIM : 21100113120036

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nindyan Agna Ramadhan', is placed over a light blue rectangular background.

Tanggal : 6 September 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Nindyan Agna Ramadhan
NIM : 21100113120036
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir / 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 :

**“Identifikasi Sebaran dan Kedalaman Zona Reservoir Berdasarkan Data
Composite Log dan Landaian Tekanan Temperatur Lapangan Panasbumi
NND, Sumatra 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 : 6 September 2017

Yang menyatakan



Nindyan Agna Ramadhan

KATA PENGANTAR

Kebutuhan energi secara global setiap tahunnya selalu meningkat. Sebagian besar energi diperoleh dari sumber daya alam yang membutuhkan waktu yang lama untuk diperbarui atau dapat dikatakan tidak terbarukan, seperti minyak bumi. Ketersediaan minyak bumi sekarang semakin menipis maka dibutuhkan sumber energi yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan. Panasbumi merupakan salah satu energi yang bersifat terbarukan, yang memanfaatkan fluida panas dari dalam bumi untuk menggerakkan turbin. Indonesia memiliki potensi panasbumi yang sangat besar yakni mencapai 28,9 GW, namun pemanfaatannya di Indonesia masih rendah.

Rendahnya pemanfaat energi panasbumi dikarenakan tingginya resiko kegagalan dalam kegiatan eksplorasi. Kegagalan eksplorasi dapat menyebabkan kerugian pada biaya proyek.. Kunci kesuksesan dalam eksplorasi panasbumi adalah penaksiran temperatur, permeabilitas, dan sifat kimia fluida panasbumi.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis data permukaan dan bawah permukaan sehingga akan diketahui sebaran dan kedalaman dari zona reservoir. Informasi ini dapat menjadi rekomendasi dalam penentuan titik lokasi sumur pengembangan yang didasari dari kondisi kerapatan struktur, zona *upflow* dan *outflow*, tipe alterasi, data zona hilang sirkulasi dan landaian tekanan temperatur sumur.

Semarang, September 2017

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan lancar dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Selama penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak baik. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih pada:

1. Bapak Najib., S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro,
2. Bapak Yoga Aribowo, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I yang membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir,
3. Ibu Jenian Marin S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir,
4. Ibu Istiqomah Ari Kusuma, S.T., M.T dan Bapak Dian Agus Widiarso, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
5. Bapak Dr. Jatmiko Prio Atmojo, M.Eng selaku Pembimbing yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir.
6. Bapak Dian Agus Widiarso, ST., MT selaku Dosen Wali
7. Bapak Yunis, Dipl. Geotherm. Tech dan Bapak Ir. M. Yustin Kamah, Geoth Prof atas diskusi dan saran selama proses penyelesaian tugas akhir.
8. Seluruh dosen atas ilmu dan pengalaman yang diberikan dan pihak kampus yang membantu dalam kelancaran administrasi,
9. Kedua orangtua, Purwanto Agus Saptono dan Naniek Sri Lestari, serta dek Jihan Agna Faiha yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang tidak terbatas, serta keluarga besar yang mendoakan kelancaran bagi saya,
10. Sahabat yang saling memberikan motivasi, nasihat dan dukungan,
11. Sahabat panasbumi yang menjadi wadah diskusi dalam penyusunan tugas akhir,
12. Teman - teman mahasiswa Teknik Geologi Universitas Diponegoro 'MAGMADIPA' angkatan 2013 terimakasih atas kebersamaan serta perjuangan dari suka dan dukanya sampai sekarang, hingga nanti,
13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis jabarkan satu persatu yang telah mendukung dan membantu penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak di kemudian hari.

Semarang, September 2017

Penulis

ABSTRAK

Kebijakan Energi Nasional telah menargetkan 9500 MW energi listrik pada 2025 berasal dari PLTP. Indonesia memiliki potensi panasbumi sebesar 28,9 GW, namun faktanya pemanfaatan panasbumi masih rendah. Risiko kegagalan yang tinggi yang menyebabkan masih rendahnya pemanfaatan panasbumi. Risiko pada eksplorasi panasbumi adalah penaksiran temperatur, permeabilitas dan sifat kimia fluida panasbumi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sebaran densitas struktur yang rapat di daerah penelitian dan kaitannya dengan sebaran manifestasi, letak zona upflow dan outflow, tipe alterasi, kedalaman zona permeabel, dan letak zona reservoir prospek panasbumi lapangan NND pada bagian dari zona Perbukitan Barisan di Kabupaten Muara Enim. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis citra DEM, analisis geokimia fluida manifestasi dan sumur, analisis distribusi mineral alterasi dan analisis data landaian tekanan temperatur sumur. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa daerah berdensitas struktur rapat terletak di dalam rim kaldera sebelah timur Gunung Lumut dan barat Gunung Balai. Manifestasi air sulfat muncul di rim kaldera dan manifestasi air klorida muncul di utara Gunung Balai. Batuan di bawah permukaan hampir seluruhnya teralterasi menjadi argilik dan propilitik dan zona permeabel ditemukan pada kedalaman 1050 – 1700 m.

Kata kunci: Bukit Barisan, reservoir panasbumi, landaian tekanan temperatur, zona permeabel

ABSTRACT

National energy policy has targeted 9500 MW electrical energy in 2025 which is derived from geothermal power plant. Indonesia has 28,9 GW geothermal potential, but the fact that it is still low-empowered. High risk of failure is the main cause of this low-empowered potential. Risk in geothermal exploration is including assessment temperature, permeability and the chemistry of geothermal fluid. The purpose of this research is to map the distribution of the structure density from the study area and its relation to the manifestations, the upflow and outflow zone, alteration type, the depth of permeable zone and NND's reservoir prospect zone that located in part of Bukit Barisan zone, Muara Enim. The undertaken analysis of this research are analysis of DEM image, analysis of manifestations and wells' fluids geochemistry, analysis of minerals secondary distribution and analysis of well's pressure and temperature profile. According to the analysis, it is identified that the region has high structure density which is located in the rim of caldera on the east side Mount Lumut and the west side Mount Balai. Sulphate water manifestation appear in the rim of caldera and chloride water manifestation appear in north side of Mount Balai. The lithology of subsurface almost entirely altered as -argilic and propilitic, and the permeable zone found at the depth of 1050 - 1700m.

Keywords : Bukit Barisan, geothermal reservoir, pressure temperature log, permeable zone

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Permasalahan.....	2
I.3 Maksud Penelitian	2
I.4 Tujuan Penelitian.....	2
I.5 Manfaat Penelitian.....	2
I.6 Ruang lingkup	3
I.7 Penelitian Terdahulu.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Geologi Regional.....	5
II.2 Geologi Daerah Penelitian.....	7
II.2.1 Morfologi	7
II.2.2 Stratigrafi.....	8
II.2.3 Struktur geologi.....	10
II.3 Sistem Panasbumi.....	12
II.3.1 Terjadinya Panasbumi	12
II.3.2 Jenis Sistem Panasbumi	13
II.3.3 Sistem panasbumi berdasarkan temperatur	14
II.4 Pemrosesan Citra (<i>Image Processing</i>) untuk Eksplorasi Panasbumi	14
II.5 Alterasi Batuan pada Sistem Panasbumi	17

II.6	Geokimia Fluida Panasbumi	19
II.6.1.	Tipe Air, Asal Air	20
II.6.2.	Geotermometer.....	22
II.7	<i>Logging</i> Sumur Panasbumi	24
II.7.1	Uji Panas	24
II.8	Hilang sirkulasi.....	27
II.9	Hipotesis	29
BAB III	METODOLOGI	30
III.1	Bahan Penelitian Dan Alat yang Digunakan	30
III.1.1	Bahan Penelitian.....	30
III.1.2	Alat yang Digunakan.....	31
III.2	Tahapan Penelitian	31
III.2.1	Tahap Pendahuluan	31
III.2.2	Tahap Analisis dan Interpretasi Data	31
III.2.3	Tahap Penyajian Data	39
III.3	Diagram Alir.....	39
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
IV.1	Peta Densitas struktur	41
IV.2	Geokimia Fluida Manifestasi dan Sumur	44
IV.2.1.	Geokimia Fluida	44
IV.2.2.	Rasio Unsur-Unsur Kimia	51
IV.3	Distribusi Mineral Alterasi	55
IV.3.1	Sumur NND 1-1	55
IV.3.2	Sumur NND 2-2	58
IV.3.3	Sumur NND 7-1	62
IV.4	Zona Hilang Sirkulasi dan Landaian Tekanan Temperatur Sumur	66
IV.5	Model Konseptual Panasbumi Lapangan NND	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	85
V.1	Kesimpulan.....	85
V.2	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA		86
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Sumatera Selatan (Bakosurtanal, 2013)	3
Gambar 2. 1 Sebaran Batuan Vulkanik berumur Miosem hingga Kuartar, daerah penelitian terletak pada nomor 24 (Barber, 2005)	6
Gambar 2. 2 Diagram perkembangan tektono-stratigrafi daerah Sumatera Stratigrafi Regional (Barber, 2005).....	6
Gambar 2. 3 Peta Geologi daerah NND (Pertamina Geothermal Energy, 2003) ...	8
Gambar 2. 4 Peta Geologi Daerah NND (Pusat Studi Panasbumi, 2014)	11
Gambar 2. 5 Penampang Geologi Sayatan A-B Daerah NND (Pusat Studi Panasbumi, 2014).....	12
Gambar 2. 6 Penampang Geologi Sayatan A-C Daerah NND (Pusat Studi Panasbumi, 2014).....	12
Gambar 2. 7 Skema Sistem Panasbumi (Dickson, 2004).....	13
Gambar 2. 8 Kelurusan untuk pembuatan peta pola kelurusan.....	15
Gambar 2. 9 Perbedaan sebelum (kiri) dan setelah (kanan) dilakukan analisis <i>hillshade</i>	17
Gambar 2. 10 Temperatur pembentukan mineral (Reyes, 2000).....	18
Gambar 2. 11 Diagram Segitiga Cl-SO ₄ -HCO ₃ (Nicholson, 1993).....	20
Gambar 2. 12 Diagram Segitiga Cl – Li – B (Giggenbach (1988) dalam Suryantini, 2005).....	22
Gambar 2. 13(a) Diagram Geotermometer Na – K – Mg (Giggenbach, 1988); (b) Diagram Geotermometer Na – K – Mg (Fournier, 1990) dalam Nicholson, 1993	24
Gambar 2. 14 Contoh Data Heating-up dalam Identifikasi Zona Permeabel (Sarmiento, 2011).....	25
Gambar 2. 15 Identifikasi Titik Pivot (Humaedi, 2016)	27
Gambar 2. 16 Jenis-jenis hilang sirkulasi (Petrowiki, 2015)	29
Gambar 3. 1 Penampilan Jendela <i>Image Analysis</i>	32
Gambar 3. 2 Penampilan Jendela <i>Image Analysis Options</i>	32
Gambar 3. 3 Penampilan Jendela Geostatistical Wizard	33
Gambar 3. 4 Diagram Segitiga Cl-SO ₄ -HCO ₃ (Nicholson, 1993).....	34
Gambar 3. 5 Diagram Segitiga Cl – Li – B (Giggenbach, 1988) dalam Suryantini, 2005.....	34
Gambar 3. 6 Diagram Geotermometer Na – K – Mg (Giggenbach, 1988) dalam Nicholson, 1993	35
Gambar 3. 7 Temperatur pembentukan mineral (Reyes, 2000).....	36
Gambar 3. 8 Log Hilang Sirkulasi	37
Gambar 3. 9 Identifikasi zona konduksi dan konveksi (Ramadhan, 2016)	37
Gambar 3. 10 Input data kedalaman dan tekanan	38
Gambar 3. 11 Landaian Temperatur dan BPD untuk Penentuan Jenis Fluida atau Reservoir (Menzies, 2013).....	39
Gambar 3. 12 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4. 1 Peta DEM	41

Gambar 4. 2 Peta <i>DEM Hillshade</i> dengan 4 arah penyinaran daerah NND	42
Gambar 4. 3 Peta Kelurusan dengan arah penyinaran 0°, 45°, 90° dan 135° daerah NND	43
Gambar 4. 4 Peta Densitas struktur daerah NND	44
Gambar 4. 5 Peta Manifestasi dan Sumur yang Dianalisis Geokimia	45
Gambar 4. 6 Diagram segitiga Cl – SO ₄ – HCO ₃ manifestasi daerah NND	46
Gambar 4. 7 Diagram segitiga Na - K - Mg manifestasi daerah NND	48
Gambar 4. 8 Diagram segitiga Cl - Li – B manifestasi daerah NND.....	49
Gambar 4. 9 Grafik Cl/B	52
Gambar 4. 10 Distribusi mineral alterasi Sumur NND 1-1.....	55
Gambar 4. 11 Distribusi mineral alterasi Sumur NND 2-2.....	58
Gambar 4. 12 Distribusi mineral alterasi Sumur NND 7-1.....	62
Gambar 4. 13 Penampang Zona Argilik A-E.....	65
Gambar 4. 14 Penampang Letak TLC A-B.....	67
Gambar 4. 15 Penampang Letak TLC A-C.....	68
Gambar 4. 16 Landaian Temperatur Sumur NND 1-1.....	69
Gambar 4. 17 Landaian Temperatur Sumur NND 2-2.....	70
Gambar 4. 18 Landaian Temperatur Sumur NND 3-7.....	71
Gambar 4. 19 Landaian Temperatur Sumur NND 4-1.....	72
Gambar 4. 20 Landaian Temperatur Sumur NND 6-1.....	73
Gambar 4. 21 Landaian Temperatur Sumur NND 7-1.....	74
Gambar 4. 22 Penampang Sebaran Temperatur A-B.....	75
Gambar 4. 23 Penampang Sebaran Temperatur A-C.....	76
Gambar 4. 24 Peta Sebaran Temperatur pada 400 mdpl.....	77
Gambar 4. 25 Peta Sebaran Temperatur pada 200 mdpl.....	77
Gambar 4. 26 Peta Sebaran Temperatur pada (-30) mdpl.....	78
Gambar 4. 27 Rekomendasi sumur produksi dan injeksi.....	83
Gambar 4. 28 Model Konseptual Lapangan NND.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jumlah sumur per kluster	30
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Geotermometer mataair panas daerah NND	50
Tabel 4. 2 Rasio Cl^-/B	51
Tabel 4. 3 Rasio NH_4^+/B	52
Tabel 4. 4 Rasio Na^+/K^+	53
Tabel 4. 5 Rasio Na^+/Ca^{2+}	54
Tabel 4. 6 Rasio HCO_3^-/SO_4^{2-}	54
Tabel 4. 7 Paleotemperatur pada kedalaman 0 – 700 m	57
Tabel 4. 8 Paleotemperatur pada kedalaman 1300 – 700 m	57
Tabel 4. 9 Paleotemperatur pada kedalaman 1300 – 1800 m	57
Tabel 4. 10 Paleotemperatur pada kedalaman 50 – 355 m	60
Tabel 4. 11 Paleotemperatur pada kedalaman 355 – 600 m	60
Tabel 4. 12 Paleotemperatur pada kedalaman 600 – 900 m	61
Tabel 4. 13 Paleotemperatur pada kedalaman 900 – 1450 m	61
Tabel 4. 14 Paleotemperatur pada kedalaman 330 – 450 m	63
Tabel 4. 15 Paleotemperatur pada kedalaman 450 - 600 mdpl	63
Tabel 4. 16 Paleotemperatur pada kedalaman 1200 – 1600 m	64
Tabel 4. 17 Letak Batas Atas TLC	67
Tabel 4. 18 Kedalaman Top Reservoir	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Panjang Kelurusan Setiap 1 km ²	90
Lampiran 2 Analisis Kimia Fluida Manifestasi	91