

**PEMODELAN 2D STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
CEKUNGAN PATI BERDASARKAN DATA GAYABERAT**



VRISKA DWINANDA FITRI

NIM. 16034071/2016

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2021

**PEMODELAN 2D STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
CEKUNGAN PATI BERDASARKAN DATA GAYABERAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

VRISKA DWINANDA FITRI

NIM. 16034071/2016

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

PEMODELAN 2D STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN PATI BERDASARKAN DATA GAYABERAT

Nama : Vriska Dwinanda Fitri
NIM : 16034071
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 8 Novemberr 2021

Mengetahui :
Ketua Jurusan



Dr. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 196901201993032002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Ahmad Fauzi, M.Si.
NIP. 197310232000122002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI




Nama : Vriska Dwinanda Fitri
NIM : 16034071
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PEMODELAN 2D STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN PATI BERDASARKAN DATA GAYABERAT

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 8 November 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Ahmad Fauzi, M.Si.	
Anggota	: Dr. Hamdi, M.Si.	
Anggota	: Syafriani, S.Si., M.Si., Ph.D	

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Pemodelan 2D Struktur Bawah Permukaan Cekungan Pati Berdasarkan Data Gayaberat”, adalah asli karya sendiri.
2. Di dalam karya tulis ini berisi gagasan, rumusan, dari penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam Karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam ada pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 8 November 2021

Yang membuat pernyataan



Vriska Dwinanda Fitri

NIM 16034071

PEMODELAN 2D STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN PATI BERDASARKAN DATA GAYABERAT

Vriska Dwinanda Fitri

ABSTRAK

Penelitian geofisika metode gravitasi telah dilakukan di wilayah Cekungan Pati. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa bentuk peta anomali *Bouguer* lengkap, menganalisa kedalaman struktur berdasarkan anomali regional dan residual, dan menganalisa struktur geologi bawah permukaan menggunakan pemodelan 2D gayaberat. Analisis spektral dilakukan untuk mengetahui kedalaman sumber anomali regional dan residual. *Bandpass filter* diterapkan untuk memisahkan anomali residual dari anomali regional. Selanjutnya dilakukan pemodelan kedapan 2D pada data gravitasi. Dari kedalaman regional yang didapatkan dimodelkanlah pemodelan 2D gravitasi dengan kedalaman lapisan mengikuti kedalaman regional.

Pola lapisan batuan dasar dibuat mengikuti pola data observasi berdasarkan penelitian terdahulu. Selanjutnya dibuat beberapa lapisan di atasnya sampai di dapatkan data observasi dengan data pemodelan menjadi fit. Hal ini guna untuk mengetahui lapisan struktur bawah permukaan dan dari struktur lapisan tersebut kita dapat melihat apakah terdapat sistem perangkap minyak bumi atau tidak. Pada pengolahan data gaya berat, peta Anomali *Bouguer* menunjukkan adanya 3 anomali besar, diantaranya anomali rendah bernilai 21,9 mGall sampai 30,6 mGall. Anomali sedang bernilai 30,6 mGall sampai 41,3 mGall. Anomali tinggi memiliki nilai anomali 41,3 mGall sampai 51,1 mGall. Interpretasi dari pola tinggian dan cekungan pada daerah penelitian adalah pola struktur arah meratus. Estimasi kedalaman menggunakan analisis spektral dengan kedalaman regional $> 9,969$ km dan kedalaman residual $< 9,969$ km.

Pemodelan 2D dari 3 lintasan yang di modelkan memperlihatkan bahwa data observasi dengan data pemodelan mencapai fit dengan asumsi batuan dasar (basement) dari cekungan pati berupa batuan metamorf dengan densitas 2740 kg/m³. Batuan di atas batuan dasar pada lapisan ketiga berupa batu serpih dengan densitas 2400 kg/m³. Selanjutnya pada lapisan kedua berupa batuan pasir yang memiliki densitas 2350 kg/m³ dan pada lapisan pertama berupa batu lempung yang memiliki densitas 2210 kg/m³. Dan terdapat kemungkinan adanya sistem perangkap minyak bumi berupa perangkap struktural berbentuk jebakan antiklin.

Kata Kunci: *Metode Gayaberat, Cekungan Pati, analisis spektral, bandpass filter, Pemodelan 2D*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberi kesempatan, kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Pemodelan 2D Struktur Bawah Permukaan Cekungan Pati Berdasarkan Data Gayaberat.**

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi selaku Pembimbing dan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan motivasi, bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hamdi, M. Si., Ibu Syafriani, M. Si, Ph. D selaku Tim Penguji pada Skripsi ini yang telah memberikan kritik dan saran terhadap penyelesaian Skripsi ini.
3. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Imam Setiadi selaku Pembimbing Magang di Pusat Penelitian Pengembangan Geologi Kelautan Bandung.

5. Kedua Orang Tua yang tak henti mendidik, berkorban, berdoa dan mendukung penulis dalam segala hal sehingga bisa sampai pada skripsi ini dan memperoleh gelar sarjana. Alhamdulillah.
6. Abang Kandung tercinta yang sudah mensupport penulis walaupun dalam jarak jauh selalu memotivasi.
7. Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
8. Uncu Akbar yang membantu penulis dan memotivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Bang Syafriono selaku abang yang selalu memberikan masukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Bang Zuhendra yang selalu membimbing, memotivasi dan memberi arahan untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
11. Rekan-rekan seperjuangan yang telah banyak membantu penulis baik dalam penelitian maupun dalam penulisan laporan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Padang, 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A...Latar Belakang.....	1
B...Identifikasi Masalah.....	4
C...Batasan Masalah.....	4
D...Rumusan Masalah.....	4
E... Tujuan Penelitian.....	5
F... Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KERANGKA TEORITIS	
A...Geologi Regional.....	6
B... Geologi Cekungan Pati.....	8
C... Stratigrafi Pati.....	12
D...Metode Gayabarat.....	14
E... Konsep Dasar Gayabarat.....	15
F... Koreksi Anomali Gayabarat.....	18
G...Anomali <i>Bouguer</i>	24
H...Analisis Spektral.....	26
I... <i>Bandpass Filter</i>	29

J... Pemodelan Kedepan (<i>Forward Modelling</i>).....	29
K... Densitas Batuan.....	32
L... Teori Terbentuknya Minyak dan Gas Bumi.....	33
M.. Reservoir.....	35
N... Bentuk Jebakan Minyak.....	36
O... Penelitian Penelitian Relevan.....	42
P... Kerangka Berfikir.....	47
 BAB III METODE PENELITIAN	
A... Jenis Penelitian.....	49
B... Variabel Penelitian.....	49
C... Data Penelitian.....	49
D... Teknik Pengolahan Data.....	50
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A... Hasil Penelitian.....	53
B... Pembahasan.....	63
 BAB V PENUTUP	
A... Kesimpulan.....	67
B... Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1....Tektonik Paleogen	6
2....Cekungan Pati.....	8
3....Penampang skematik kerangka tektonik memotong Pulau Jawa bagian timur dan Kalimantan bagian barat.....	9
4....Penampang Seismik.....	11
5....Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara	13
6....Perbandingan Jari-Jari di Ekuator dan Kutub	18
7....Koreksi Udara Bebas	21
8....Koreksi <i>Bouguer</i>	21
9....Koreksi Medan	22
10...Piringan Melingkar	23
11...Cincin silindris	23
12...Kurva Ln A Terhadap K	29
13...Skema <i>Bandpass Filter</i>	30
14...Model Tubuh Sumber dengan Kons Densitas Bervariasi Secara Polinomial Terhadap Kedalaman	31
15...Proses Pembentukan Minyak	34
16...Jebakan Stratigrafi	37
17...Jebakan Patahan	39
18...Jebakan Antiklin	39

19...Perangkap Kombinasi	40
20...Perangkap Hidrodinamik	41
21...Kerangka berfikir penelitian	48
22...Lokasi Penelkitian	50
23...Hasil Perhitungan FFT pada Ms. Excel	51
24...Hasil Gravik k vs ln a	51
25...Data Observasi dan Data Pemodelan Fit	52
26...Peta Anomali <i>Bouguer</i>	53
27...Grafik Spektrum data Anomali <i>Bouguer</i>	54
28...Peta Anomali Regional <i>Bandpass Filter</i>	56
29...Peta Anomali Residual <i>Bandpass Filter</i>	57
30...Lintasan L1, L2,L3-1 pada Peta Anomali Bouger Lengkap Cekungan Pati	58
31...Analisis Spektral L1	59
32...Model Bawah Permukaan 2D lintasan L1 5.....	60
33...Analisis Spektral L2	61
34...Model Bawah Pemukaan 2D lintasan L2	61
35...Analisis Spektral L3-1	62
36...Model Bawah Permukaan 2D lintasan L3-1	63

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1.....Nilai Densitas Batuan33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi minyak yang besar didunia, hal ini bisa dilihat dari penelitian atlas cekungan sedimen yang berhasil memetakan banyaknya jumlah cekungan sedimen berdasarkan data geologi dan geofisika, Indonesia memiliki 128 cekungan sedimen yang mempunyai potensi ekonomi (Tim Atlas Cekungan PSG, 2009). Jawa Timur merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki beberapa cekungan dan salah satunya yaitu cekungan pati yang berada di laut Jawa bagian Selatan. Secara geologi cekungan-cekungan yang terdapat di Laut Jawa tersebut mempunyai sejarah tektonik dan tipe-tipe yang berbeda. Menurut Koesoemadinata (1980) Cekungan Barito dan Asem Asem mempunyai tipe depan daratan (foreland basin) sedangkan cekungan Sunda, Utara Jawa Barat, Utara Jawa Timur, Laut Jawa Bagian Timur Laut dan Pati mempunyai tipe belakang busur (back arc basin).

Jalur Vulkanik Busur Belakang menjadi jalur yang langka didunia dikarenakan terbentuk didaerah cekungan yang relative dalam dan tertutup oleh lapisan sedimen yang tebal. Jalur Vulkanik Busur Belakang Muria - Bawean membentuk jalur lurus searah Baratdaya – Timurlaut. Jalur ini mengarah sesuai dengan jalur tektonik Paleogen – neogen yang membentuk Pola Meratus(SW-NE) (Pulunggono dan Martodjojo, 1994). Ada dua tinggian yang membatasi Cekungan Pati yaitu tinggian Karimunjawa pada bagian Barat dan tinggian Bawean pada bagian Timur. Kedua tinggian ini merupakan produk dari tektonik Plio-Plistosen

yang ditunjukkan oleh umur batuan vulkanik di P. Bawean adalah 0,8 – 0,3 juta tahun (Darman and Sidi, 2000). Kedua tinggian tersebut telah merubah konfigurasi Cekungan Utara Jawa Timur sebagai produk tektonik Paleogen. Munculnya tinggian Bawean sebagai produk tektonik Plio-Plistosen menyebabkan Cekungan Utara Jawa Timur terbelah menjadi dua; di bagian barat membentuk Cekungan Pati dan bagian timur membentuk Cekungan Laut Jawa Bagian Timur Laut.

Beberapa peneliti terdahulu ada yang sudah melakukan penelitian menggunakan metode seismik untuk mengetahui geologi pada daerah tersebut. Menurut Ediar (2012) Hasil analisis dan intepretasi seismik menunjukkan bahwa proses pensesaran di daerah penelitian telah berlangsung dan berkembang pada batuan dasar (Pra-Paleogen), Paleogen dan Neogen dengan arah Barat daya – Timur laut (SW – NE) searah dengan Pola Kelurusan Meratus. Produk dari proses pensesaran tersebut adalah batuan vulkanik G. Muria dan P. Bawean. Hasil analisis pada batuan G. Muria dan Bawean menunjukkan kesamaan dalam jenis dan seri batuan, yaitu batuan vulkanik bersifat basa menengah dan termasuk dalam seri magma leusitik atau ultrapotassic. Berdasarkan kesamaan tektonik dan vulkanik tersebut, maka antara G. Muria dan P. Bawean membentuk suatu jalur lurus yang disebut sebagai jalur Vulkanik Busur Belakang Muria – Bawean. Jalur ini membentuk tinggian yang disebut Busur Bawean (Bawean Arch) membelah dua Cekungan Utara Jawa Timur, dan bagian barat membentuk Cekungan Pati.

Penelitian spesifik tentang struktur bawah permukaan Cekungan Pati belum pernah dilakukan. Untuk mengetahui potensi apa yang ada pada cekungan pati, perlu dilakukan penelitian untuk menginterpretasi bawah permukaannya.

Salah satu metode untuk mengetahui struktur bawah permukaan adalah dengan metode geofisika. Gaya berat merupakan salah satu metode geofisika yang andal dalam menginterpretasi struktur bawah permukaan suatu cekungan. Metode gayaberat dapat menyelidiki bawah permukaan menggunakan perbedaan rapat massa daerah sekitar. Faktor yang mempengaruhi variasi percepatan gayaberat bumi sangat banyak seperti pasang surut, kondisi morfologi, udara bebas, bentuk bumi, densitas batuan dan lainnya (Karunianto dkk., 2017). Dengan metode ini dapat diketahui struktur bawah permukaan pada suatu daerah dan menjadi gambaran awal untuk mengetahui struktur pada suatu daerah.

Peneliti terdahulu telah menyelidiki tentang Sub-Cekungan di daerah Sorong menggunakan metode gayaberat, antara lain: (Zainuddin, 2020) Anomali *Bouguer* Lengkap di daerah ini terbagi dua, yaitu anomali rendah berkisar dari 58 sampai 76 mGal yang terbentuk oleh adanya formasi batuan sedimen. Sedangkan anomali tinggi terdapat di bagian Utara berkisar dari 88 hingga 106 mGal yang terbentuk oleh formasi batuan beku. Pada penelitian ini terdapat satu sub-cekungan yang terletak pada Arar nose. Sesar utama Sorong tidak hanya berupa jenis sesar geser namun juga jenis sesar normal. Pada penampang residual lintasan ini terdapat beberapa patahan dangkal yang relatif sama berdasarkan analisis SVD. Dimana dari patahan - patahan tersebut akhirnya membentuk sebuah pola subcekungan dimana terdapat pola sinklin dan antiklin di dalamnya.

Penelitian mengenai struktur bawah permukaan sudah banyak dilakukan dan dikembangkan. Metode yang digunakan juga bermacam macam, berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, peneliti tertarik mengangkat penelitian untuk mengetahui struktur bawah permukaan menggunakan metode gayaberat, maka

dari itu peneliti mengangkat penelitian dengan judul “**Pemodelan 2D Struktur Bawah Permukaan Cekungan Pati Berdasarkan Data Gayaberat.**”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini adalah

1. Belum ada informasi bentuk lapisan batuan bawah permukaan Cekungan Pati.
2. Belum ada penampang 2D menggunakan data gayaberat pada cekungan pati.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan penelitian ini, maka dilakukan pembatasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi yang dilakukan di daerah Cekungan Pati berdasarkan data sekunder yang dibatasi oleh titik titik pengukuran.
2. Kedalaman struktur berdasarkan anomali regional dan residual ditentukan menggunakan analisis spektral.
3. Pemodelan kedepan (*forward modelling*) untuk mengetahui struktur bawah permukaan daerah Cekungan Pati menggunakan software Geosoft 8.3.3.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana bentuk peta anomali *Bouguer* lengkap daerah penelitian?
2. Bagaimana kedalaman struktur berdasarkan anomali regional dan residual dengan menggunakan teknik analisis spektral di daerah Cekungan Pati?
3. Bagaimana struktur geologi bawah permukaan daerah Cekungan Pati menggunakan Pemodelan 2D (*forward modelling*)?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisa bentuk peta anomali *Bouguer* lengkap daerah penelitian.
2. Menganalisa kedalaman struktur berdasarkan anomali regional dan residual dengan menggunakan teknik analisis spektral di daerah Cekungan Pati.
3. Menganalisa struktur geologi bawah permukaan daerah Cekungan Pati menggunakan Pemodelan 2D.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui struktur bawah permukaan cekungan pati dan penampang 2D berdasarkan data gayaberat cekungan pati serta memberikan informasi ada atau tidaknya perangkap minyak pada daerah penelitian.