PEMODELAN DAERAH CEKUNGAN DAN IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN MELAWI WILAYAH PROSPEK HIDROKARBON BERDASARKAN ANOMALI GAYA BERAT

THEOBALDUS JUMARLIUS RIPA
H1071191023

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PEMODELAN DAERAH CEKUNGAN DAN IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN MELAWI WILAYAH PROSPEK HIDROKARBON BERDASARKAN ANOMALI GAYA BERAT

THEOBALDUS JUMARLIUS RIPA
H1071191023

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pemodelan Daerah Cekungan dan Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Cekungan Melawi Wilayah Prospek Hidrokarbon Berdasarkan Anomali Gaya Berat
Nama Mahasiswa	: Theobaldus Jumarlius Ripa
NIM	: H1071191023
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	: Selasa, 15 Juli 2025
SK Pembimbing	: No.3354/UN22.8/TD.06/2023/Tanggal: 19 September 2023
SK Penguji	: No.1882/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal: 24 Juni 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc	Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc
NIP198911142019031011	NIP199008272022031008

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si	Zulfian, S.Si., M.Si
NIP197910252005011002	NIP198812142020121005

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc	Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc
NIP198911142019031011	NIP199008272022031008

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Theobaldus Jumarlius Ripa
NIM	: H1071191023
Program Studi/ Jurusan	: Geofisika/ Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 15 Juli 2025



Theobaldus Jumarlius Ripa
NIM. H1071191023

Pemodelan Daerah Cekungan dan Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Cekungan Melawi Wilayah Prospek Hidrokarbon Berdasarkan Anomali Gaya Berat

Abstrak

Cekungan Melawi merupakan cekungan yang terdapat di wilayah Kalimantan Barat, yang ditemukan hidrokarbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi model struktur bawah permukaan daerah cekungan Melawi, dengan metode gaya berat. Pada penelitian dilakukan pemodelan ke depan dan pemodelan ke belakang, untuk memperoleh stuktur bawah permukaan model 3D dan model 2D. Struktur bawah permukaan diidentfikasi untuk menggambarkan sistem permiyakan dari Cekungan Melawi. Hasil identifikasi pola sebaran nilai densitas, Cekungan Melawi dapat dibagi menjadi sub Cekungan Melawi Barat dan sub Cekungan Melawi Timur. Analisa wilayah sub-cekungan menunjukan bahwa daerah sub-cekungan barat lebih berpotensi dari pada sub-cekungan timur dikarenakan sub cekungan timur mengalami banyak ganguan Terobosan Sintang (Toms) dan beberapa daerah minim batuan penutup. Cekungan Melawi memiliki komponen batuan sumber berupa Kelomok Selangkai (Kse) dan Batupasir Dagkan (Ted), batuan reservoir berupa Formasi Payak (Teop), Batupasir Haloq (Teh) dan Serpih Silat (Tesi), batuan penutup berupa Formasi Tebidah (Tot), Formasi Mentemoi (Teme) dan Formasi Sekayam (Tos).

Kata kunci: Gravitasi, Cekungan Melawi, pemodelan kedepan, pemodelan kebelakang, model 3D, model 2D, sistem hidrokarbon.

Basin Area Modeling and Subsurface Structure Identification of Melawi Basin Hydrocarbon Prospect Area Based on Gravity Anomaly

Abstract

Melawi Basin is a basin located in West Kalimantan, where hydrocarbons are found. This study aims to identify the subsurface structure model of the Melawi basin area, with the method used to identify is the gravitation method. In the research, forward modeling and backward modeling were carried out, to obtain subsurface structure 3D models and 2D models. The subsurface structure was identified to describe the permeability system of Melawi Basin. As a result of identifying the distribution pattern of density values, Melawi Basin can be divided into West Melawi Basin and East Melawi Basin. Analysis of the sub-basin area shows that the western sub-basin is more potential than the eastern sub-basin because the eastern sub-basin experiences many Sintang Breakthroughs (Toms) and some areas lack cover rock. Melawi Basin has source rock components in the form of Kelomok Selangkai (Kse) and Dagkan Sandstone (Ted), reservoir rocks in the form of Payak Formation (Teop), Haloq Sandstone (Teh) and Silat Shale (Tesi), cover rocks in the form of Tebidah Formation (Tot), Mentemoi Formation (Teme) and Sekayam Formation (Tos).

Keywords: *Gravity, Melawi Basin, inverse modelling, forward modelling, 3D model, 2D model, petroleum system.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas Berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemodelan Daerah Cekungan dan Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Cekungan Melawi Wilayah Prospek Hidrokarbon Berdasarkan Anomali Gaya Berat" denga baik. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1) pada Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura. Penulis meyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga besar harapan dari penulis memperoleh kritik dan saran yang membangun dalam memperbaiki segala kekurangannya.

Dalam proses penyelesaian skripsi tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini dengan senang hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis, Ibu Maria Endang yang mendukung, memotivasi dan berkorban sangat banyak untuk penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
3. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
4. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
5. Bapak Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc selaku Pembimbing II, yang telah membimbing dan memberikan banyak bantuan dalam penelitian skripsi
6. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si selaku Penguji I dan Bapak Zulfian, S.Si., M.Si selaku Penguji II, yang telah memberikan saran dan masukan dalam memperbaiki penelitian skripsi

7. Bapak Muliadi S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademi (2019-2020), Bapak Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik (2020-2023) dan Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik (2023-2025) yang telah membantu dalam proses perencanaan menyelesaikan beban mata kuliah selama perkuliahan.
8. Bapak G.M Lucki Junursyah, S.Si., M.T dan Bapak Hidayat, S.Si., M.T selaku Pembimbing lapangan dari Pusat Survei Geologi yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat.
9. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Indonesia yang telah menyediakan data yang mudah diakses melalui *website* GeoMap.
10. Dosen dan Civitas Akademika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang membantu proses perkuliahan.
11. Kakak dan Abang saya Lilis Mariani dan Anderson yang telah memberikan dukungan dan tempat tinggal untuk saya dimasa akhir perkuliahan
12. Jeremi Hosea, Untung Ramadhan, Rezie Bharesky Kaswara, Delin Eka Permata yang telah menyediakan *device* untuk pengolahan dan proses percetakan skripsi.
13. Teman-teman Geofisika 2019 yang saling mendukung dalam berproses di dunia perkuliahan.
14. Teman-teman Keluarga Besar Geofiska dan HMG, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang saling mendukung dalam menyelesaikan pendidikan.

Pontianak, 15 Juli 2025

penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 2
1.5 Batasan Masalah 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 3
2.1 Geologi Daerah Penelitian 3
2.2 Stratrigrafi dan Petroleum Sistem 5
2.3 Metode Gravitasi 7
2.3.1 Prinsip Dasar Metode Gravitasi 7
2.3.2 Potensial Gravitasi 8
2.3.3 Anomali Gravitasi 9
2.3.4 Rapat Massa Batuan 9
2.4 Koreksi Data Gravitasi 10
2.4.1 Koreksi Lintang 11
2.4.2 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*) 11
2.4.3 Koreksi Medan (Terrain Correction) 11
2.4.4 Koreksi Bouger 13
2.4.5 Anomali Bouger Lengkap (*Complete Bouger Anomaly*) 13
2.5 Pemisahan Anomali Regional dan Residual 14
2.5.1 Analisis Spektral (*Spectrum Analisys*) 14
2.5.2 Butterworth Filter 16
2.6 Forward Modelling 16
2.7 Inverse Modelling 17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19

3.1 Lokasi Penelitian 19
3.2 Alat dan Bahan 20
3.3 Prosedur Pengolahan Data 20
3.3.1 Proses Data Anomali Bouger Lengkap 20
3.3.2 Pemisahan Anomali Regional dan Residual 21
3.3.3 Analisi Spektrum 21
3.3.4 *Forward Modelling* 22
3.3.5 *Inverse Modelling* 22
3.4 Diagram Alir Penelitian 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Data Anomali Bouger 24
4.2 Pemisahan Anomali 25
4.3 Hasil *Forward Model* 28
4.3.1 Penampang A-A' 29
4.3.2 Penampang B-B' 31
4.3.3 Penampang C-C' 32
4.3.4 Penampang D-D' 33
4.3.5 Penampang E-E' 35
4.4 Hasil Model Inversi 36
4.4.1 Model Awal 36
4.4.2 Model 2D 37
4.4.3 Model 3D 42
4.5 Analisa Petroleum Sistem 44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 52
5.1 Kesimpulan 52
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 54
LAMPIRAN 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta geologi daerah penelitian, modifikasi (Amiruddin and Trail, D, 1993; Heryanto *et al.*, 1993; Pieters *et al.*, 1993; Santoyo and Pieters, 1993; Supriatna *et al.*, 1993; Margono *et al.*, 1995)..... 3

Gambar 2. 2 Petroleum sistem dan stratrigrafi cekungan melawi (modifikasi dari Doutch, 1992 pada Badaruddin et al., 2018)..... 6

Gambar 2. 3 Hukum Newton tentang gravitasi (Dentith and Mudge, 2014) ... 7

Gambar 2. 4 Pengaruh bukit (A) dan pengaruh lembah (B) pada pengukuran gravitasi 12

Gambar 2. 5 *Butterworth Fillter* (Havskov and Ottemöller, 2010)..... 16

Gambar 2. 6 Gambar (a) efek gravitasi 3D. Pendekatan benda 3 dimensi oleh sekumpulan blok-blok berbentuk prisma segiempat & gambar (b) respon gayaberat dipermukaan akibat model benda prisma segiempat (Manrulu and Wahyudi, 2014)..... 17

Gambar 3. 1 Lokasi daerah penelitian..... 19

Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian..... 23

Gambar 4. 1 Gabungan lembar data anomali gaya berat 24

Gambar 4. 2 Hasil anomali bouger lengkap..... 25

Gambar 4. 3 Grafik spektrum rata-rata daya radial..... 26

Gambar 4. 4 Hasil anomali regional..... 27

Gambar 4. 5 Hasil anomali residual..... 28

Gambar 4. 6 Peta lokasi sayatan penampang *forward* anomali residual..... 29

Gambar 4. 7 *Forward model* penampang A-A' 30

Gambar 4. 8 *Forward model* penampang B-B'..... 31

Gambar 4. 9 *Forward model* penampang C-C'..... 33

Gambar 4. 10 *Forward model* penampang D-D' 34

Gambar 4. 11 *Forward model* penampang E-E' 35

Gambar 4. 12 Model awal inversi gambar (a) model 3D, gambar (b) model 2D horizontal, gambar (c) model 2D vertikal *x-section,* gambar (d) *y-section* 37
Gambar 4. 13 Inversi model horizontal gambar (a) *measured,* gambar (b) *difference,* gambar (c) *computed* 38
Gambar 4. 14 Model inversi penampang A-A' 39
Gambar 4. 15 Model inversi penampang B-B' 39
Gambar 4. 16 Model inversi penampang C-C' 40
Gambar 4. 17 Model inversi penampang D-D' 41
Gambar 4.18 Model inversi penampang E-E' 41
Gambar 4. 19 Model inversi 3D arah barat laut 42
Gambar 4. 20 Model inversi 3D arah tenggara 43
Gambar 4. 21 Model 3D batuan densitas tinggi 44
Gambar 4. 22 Model 3D batuan densitas rendah 44
Gambar 4. 23 Perbandingan model (*inverse* dan *forward*) dan analisa petroleum sistem penampang A-A' 46
Gambar 4. 24 Perbandingan model (*inverse* dan *forward*) dan analisa petroleum sistem penampang B-B' 47
Gambar 4. 25 Perbandingan model (*inverse* dan *forward*) dan analisa petroleum sistem penampang C-C' 48
Gambar 4. 26 Perbandingan model (*inverse* dan *forward*) dan analisa petroleum sistem penampang D-D' 49
Gambar 4. 27 Perbandingan model (*inverse* dan *forward*) dan analisa petroleum sistem penampang E-E' 50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai densitas batuan (Telford *et al.*, 1990) 9
Tabel 3. 1 Daftar alat dan bahan penelitian.....20
Tabel 4. 1 Batas kedalaman optimum model 26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar anomali bouger lengkap (data skripsi) 58
Lampiran 2. Peta Geologi regional (data pendukung) 61

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki aktivitas vulkanik dan tektonik yang cukup tinggi. Aktivitas ini diakibatkan karena daerah Indonesia yang terletak di pertemuan tiga lempeng yakni lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia dan lempeng Samudra Pasifik. Ketiga lempeng tersebut memiliki jenis bidang batas lempeng sama yaitu bidang batas konvergen yang mengakibatkan zona-zona subduksi (Katili, 1975). Aktifitas lempeng tektonik menyebabkan berbagai hal diantaranya penurunan tanah, penipisan kerak bawah permukaan, pembebanan sedimen tektonik atau vulkanik, dan perubahan ketebalan litosfer, kejadian tersebut dapat menjadi faktor terbentuknya fenomena geologi berupa cekungan (Ingersoll and Busby, 1995).

Cekungan Melawi adalah cekungan yang berada di wilayah Kabupaten Sintang(Hartono and Suyono, 2006). Cekungan Melawi sendiri adalah cekungan daratan muka (*foreland*) dengan luas 28.025 km^2. Pada cekungan ini terdapat penemuan hidrokarbon pada sumur *well logging* Kedukul 1 dan Kayan 1 (Kement rian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2022). Dalam pemeringkatan (Iskandar *et al.*, 2013), Cekungan Melawi berada pada peringkat ke 16 dari 60 cekungan, hal itu mengindikasikan cekungan ini terdiri dari reservoir baik dengan kesesuaian data yang tinggi. Pada tahun 1986 dilakukan pengeboran sumur Kayan-1 dan tahun 1995 dilakukan pengeboran sumur Kedukul-1 yang menunjukan bahwa cekungan ini telah menarik perusahaan untuk melakukan eksplorasi (Badaruddin, *et al.*, 2018).

Metode geofisika gaya berat, adalah metode yang cukup baik untuk eksplorasi cekungan. Metode ini menggambarkan geologi bawah permukaan berdasarkan nilai densitas secara lateral (Ningrum *et al.*, 2011). Metode gaya berat digunakan Chumairoh *et al* (2014) untuk memodelkan struktur bawah permukaan. Pada penelitian Andari *et al* (2019) metode gaya berat digunakan untuk mengidentifikasi batas sub cekungan dengan analisis *derivative* pada nilai gaya berat.

Pada daerah Cekungan Melawi sebelumnya telah dilakukan penelitian dengan daerah prospek hidrokarbon pada daerah sub-cekungan barat (Badaruddin *et al.*, 2019). Penelitian ini menggunakan data gaya berat yang dimodelkan dan diidentifikiasi untuk mengetahui daerah prospek hidrokarbon pada Cekungan Melawi.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana membuat model *forward* dan *inverse* struktur bawah permukaan dari data anomali gaya berat.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi model struktur bawah permukaan daerah cekungan Melawi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain memberikan gambaran litologi serta model bawah permukaan pada daerah Cekungan Melawi.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa peta Anomali *Bouger* Lengkap yang bersumber dari Pusat Survei Geologi (lima lembar tahun 1989 dan satu lembar tahun 2005)
2. Pemodelan menggunakan anomali residual yang dipisahkan dengan anomali regional menggunakan *Butterwort Filter*