

# EKSPLORASI GAYA BERAT



GRAHA ILMU

# EKSPLORASI GAYA BERAT

Muh Sarkowi

Perpustakaan Nasional RI





GRAHA ILMU

# EKSPLORASI GAYA BERAT

Muh Sarkowi

**EKSPLORASI GAYA BERAT**, oleh Muh Sarkowi

Hak Cipta © 2014 pada penulis



GRAHA ILMU

Ruko Jambusari 7A Yogyakarta 55283

Telp: 0274-889398; Fax: 0274-889057; E-mail: [info@grahailmu.co.id](mailto:info@grahailmu.co.id)

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN: 978-602-262-308-3

Cetakan ke I, tahun 2014

---

# KATA PENGANTAR

Metode gayaberat merupakan metode geofisika pertama yang digunakan untuk eksplorasi minyak dan gas. Metode ini telah sukses untuk menemukan lokasi lapangan minyak dan gas di daerah Gbely, Slovakia pada tahun 1916, dan pada tahun 1924 metode ini juga telah sukses mengidentifikasi struktur antiklin dan Salt Dome lapangan minyak dan gas di daerah Brazoria, Texas (La Fehr, 1980).

Sejarah eksplorasi gayaberat didasarkan pada studi yang dilakukan oleh Galileo, Kepler dan Newton (abad 16 – 17). Galileo pada tahun 1589 menemukan benda jatuh bebas yang memiliki percepatan yang tidak bergantung pada massa bendanya. Kepler menghasilkan 3 buah hukum tentang pergerakan planet (1609 dan 1619). Sir Isaac Newton menemukan konstanta universal gravitasi dan hukum Newton (1685-1687). Bouguer menyelidiki adanya perubahan gayaberat terhadap ketinggian dan lintang serta density bumi (1735-1745).

Metode gayaberat untuk eksplorasi telah mulai dikembangkan sejak awal 1900-an dan terus berkembang sampai sekarang seiring dengan peningkatan atau perkembangan dibidang elektronika dan instrumentasi sehingga perubahan gayaberat dalam orde  $\mu\text{Gal}$  dapat terukur dengan baik. Pada awal abad 20, instrumentasi yang digunakan untuk pengukuran gayaberat adalah Torsion Balance yang dikembangkan oleh Eotvos Lorand pada tahun 1916. Setelah tahun 1932 gravimeter jenis stable mulai digunakan. Konsep zero-length spring mulai dikembangkan oleh LaCoste (1934) dan mulai diterapkan dan dipakai dilapangan pada tahun 1939. Pada tahun 1950 Gravimeter jenis ini juga mulai dikembangkan untuk digunakan pada pengukuran menggunakan kapal laut maupun pesawat. Seiring dengan perkembangan dibidang elektronika dan instrumentasi digital, pada tahun 1980 an sensor zero-length spring pada gravimeter mulai dilengkapi dengan teknologi elektronik feedback sistem sehingga bacaan pengukuran dapat ditampilkan secara digital. Pada dekade tahun 1990 terjadi peningkatan yang sangat significant dalam teknologi pengukuran gayaberat. Pada gravimeter absolut mempunyai ketelitian yang sangat teliti ( $0.1 \mu\text{Gal}$ ) dengan dimensi peralatan yang semakin kecil sehingga dapat digunakan untuk pengukuran di lapangan ( Superconducting Gravimeter, A10 Absolut Gravimeter dan FG 5 Absolut Gravimeter). Begitu juga perkembangan pada gravimeter tipe relatif terus terjadi peningkatan ketelitian dan accuracy dari pembacaan serta metode pengukuran yang relatif mudah ( Scintrex Autograv CG-3, Scintrex Autograv CG-5 dan Graviton). Pada saat ini instrumentasi gravimeter dapat mengamati perubahan 1 cm variasi muka air sungai Danube pada jarak 100 meter.

Semakin tingginya akurasi dan ketelitian alat ukur gayaberat mendorong para ilmuwan untuk dapat mengukur atau mengamati perubahan gayaberat yang sangat kecil ( $< 1\mu\text{Gal}$ ). Aplikasi metode gayaberat terus berkembang dan diaplikasikan dalam berbagai bidang tidak hanya untuk eksplorasi tetapi sudah digunakan juga untuk pemantauan perubahan densitas dan jarak yang terjadi di permukaan dan di bawah permukaan.

Pada tahapan eksplorasi metode ini telah digunakan untuk : eksplorasi minyak dan gas, eksplorasi geothermal, penentuan basement, identifikasi struktur bawah permukaan, eksplorasi eksplorasi bahan tambang dan mineral, dll).

Disamping itu pada dekade tahun 1990 telah mulai dikembangkan metode gravimetri untuk pemantauan yang dikenal dengan metode gravimetri 4D atau *timelapse microgravity*. Metode ini telah sukses diaplikasikan untuk: Pemantauan fluida pada produksi minyak dan gas, Pemantauan dinamika fluida pada lapangan panasbumi, Pemantauan dinamika air tanah, Pemantauan amblesan tanah, pemantauan aktifitas gunung api, pemantauan atau percusore gempabumi, Pemantauan geodinamika pergerakan lempeng, dan lain-lain.

Bandar Lampung, Juni 2014

Penulis

---

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	<b>7</b>
2.1 Hukum Gayaberat Universal	7
2.2 Konstanta Gravitasi Universal (G)	8
2.3 Pengukuran Konstanta Gravitasi Universal (G)	9
2.4. Massa Bumi dan Momen Inersia Bumi	13
2.5 Percepatan Gayaberat Bumi	<b>14</b>
<b>BAB III PENGUKURAN GAYABERAT</b>	<b>19</b>
3.1 Pengukuran Gayaberat Absolut	19
3.2 Pengukuran Gayaberat Relatif	30
3.3 Alat Ukur Gayaberat Relatif	32
3.4 Jaringan Titik Gayaberat Internasional	38
3.5 Jaringan Gaya Berat di Indonesia	39
3.6 Survey Gayaberat	41
<b>BAB IV KOREKSI GAYABERAT</b>	<b>43</b>
4.1. Koreksi Pengukuran Gayaberat	43
4.2 Koreksi gayaberat akibat perbedaan posisi lintang bumi	49
4.3. Koreksi Udara Bebas ( <i>Free Air Correction</i> )	50
4.4 Koreksi Bouguer	51
4.5. Koreksi Terrain	53
4.6 Penentuan Densitas Permukaan	59
4.7 Anomali Bouguer (Anomali Gayaberat)	62

<b>BAB V</b>	<b>PENGOLAHAN ANOMALI GAYABERAT</b>	<b>65</b>
5.1	Anomali Gayaberat	65
5.2	Pemisahan Anomali Regional dan Residual	66
5.3	Second Vertical Derivative	71
5.4	Penentuan Kedalaman Anomali Regional dan Anomali Residual	74
5.5	Analisis Spektrum	76
5.6	Proyeksi Data Anomali Gayaberat ke Bidang Datar	80
<b>BAB VI</b>	<b>INTERPRETASI ANOMALI GAYA BERAT</b>	<b>87</b>
6.1	Interpretasi Kualitatif.	89
6.2	Metode Interpretasi Semi Kuantitatif	93
6.3	Interpretasi Kuantitatif	103
6.4	Ketidak-unikan Solusi Pemodelan Geofisika	105
6.5	Aspek-aspek Pemodlan	106
6.6	Pemodelan 2D	107
6.7	Pemodelan 3D	109
6.8	Contoh Pemodelan Kedapan ( <i>Forward Modelling</i> )	110
6.9	Contoh Pemodelan Inversi 2D dan 3D	112
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>119</b>
<b>GLOSARIUM</b>		<b>125</b>
<b>INDEKS</b>		<b>131</b>
<b>TENTANG PENULIS</b>		<b>135</b>

---

# DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b>	Nilai konstanta hasil pengukuran	11
<b>Tabel 2.2</b>	Daftar nilai pengukuran $G$ dan $\rho_m$	13
<b>Tabel 3.1</b>	Spesifikasi FG5 Absolut Gravimeter	26
<b>Tabel 3.2</b>	Karakteristik dan spesifikasi A10 Absolut gravimeter ( <a href="http://www.microgallacoste.com">www.microgallacoste.com</a> )	28
<b>Tabel 3.3</b>	Spesifikasi SG Absolut Gravimeter (Hinderer J.D, dkk. 2007)	28
<b>Tabel 3.4</b>	Spesifikasi Gravimeter Lacoste & Romberg tipe G	34
<b>Tabel 3.5</b>	Spesifikasi Graviton Gravimeter	36
<b>Tabel 3.6</b>	Spesifikasi Scintrex Autograv CG-3	36
<b>Tabel 3.7</b>	Spesifikasi Teknis Gravimeter Scintrex Autograv CG-5	38
<b>Tabel 3.8</b>	Perbaikan Nilai DG.0 sampai DG VI (Adkins dkk, 1978)	41
<b>Tabel 4.1</b>	Perhitungan gayaberat observasi mulai dari koreksi pasang surut gayaberat, koreksi drfit dan pengikatan gayaberat	49
<b>Tabel 4.2</b>	Zona koreksi terrain	57
<b>Tabel 4.3</b>	Tabel Nilai koreksi terrain	57
<b>Tabel 4.4</b>	Nilai densitas batuan	59

