

LAPORAN PENELITIAN

PENAFSIRAN KEDALAMAN SESAR SINGKARAK DARI DATA ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN OPERATOR DEKONVOLUSI

	A substant and a substant and a substant a s
	SHLIK FEFTISTAKAAN UNIV NEGERI DALAMAAN
`	DITERTITATEL : 24-2-2000
	SERVICE / LINEA. H_ /
	Kr
Oleh :	2138 K/2000-p1/2/
	551 Pau 1-1
UKS, ARMAU PAU	LI. WIDL ALLER AND

Proyek Pengembangan Diri HEDS-Proyek Tahun 1999/2000

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGEHATUAN ALAM UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2000

MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PARANG

PROYEK PENGEMBANGAN DIRI PROYEK HEDS

JUDUL	•	Penafsiran Kedalaman Sesar Singkarak Dari Data Anomali Gayaberat Menggunakan Operator Dekonvolusi
JENIS KEGIATAN	:	Penelitian Mandiri
ORGANISASI	:	Jurusan Fisika FMIPA
		Universitas Negeri Padang
PEMIMPIN PROYEK		
Nama	:	Drs. Ahmad Fauzi, MSi
Umur	:	33 th
Pangkat/jabatan	:	Penata Muda Tk.I/Ass. Ahli
Nama dan alamat instansi	:	UNP, Jl. Hamka Air Tawar Padang
Bidang Keahlian	:	Fisika Bumi
JML. ANGGOTA DLM TIM	:	
LAMA WAKTU YANG	:	Agustus 1999 sampai Januari 2000
DIUSULKAN	:	
BIAYA	:	Rp 1.500.000,-
	:	(Sejuta lima ratus ribu rupiah)

Padang, 15 Februari 2000

PEMIMPIN PROYEK

Drs. Akmad Fauzi, MSi NIP. 132 051 380

MENGETAHUI, 1. Ketua Jurusan Fisika



Dra. Syakbaniah, MSi NIP. 130 806 547

2. Dekan FMIPA UNP

Idrus Ramli Ors. WP. 130 232 221

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kedalaman sesar Singkarak berdasarkan data anomali gayaberat menggunakan operator dekonvolusi yang diturunkan dari benda berupa " lapisan horizontal". Aplikasi pada data sintetik menunjukkan bahwa kedalaman yang diestimasi berada dalam interval spasi gridnya. Hubungan ini sekaligus menunjukkan bahwa teknik dekonvolusi berlaku untuk estimasi kedalaman benda yang berada dalam interval spasi gridnya. Data dalam penelitian ini diambil dari "Peta Anomali Bouguer Lembar Solok, Sumatera" yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P₃G), Bandung. Untuk mencapai tujuan di atas dibuat dua penampang anomali gayaberat memotong jalur sesar, yaitu penampang yang melewati Desa Rawang dan Parak Gadang (penampang AA') dan penampang yang melewati desa Air Sirah dan Kota Solok (penampang BB'). Temuan dari penelitian ialah kedalaman sesar pada penampang AA' adalah 1,2 km dan kedalaman sesar pada penampang BB' adalah 0,4 km. Berdasarkan model geometri dari operator dekonvolusi menunjukkan bahwa Danau Singkarak terbentuk sebagai akibat dari mekanisme amblasan (graben) yang diakibatkan oleh sesar aktif Sumatera.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa, karena berkat Ridho-Nya jualah penulis dapat merampungkan penelitian ini yang berjudul "PENAFSIRAN KEDALAMAN SESAR SINGKARAK DARI DATA ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN OPERATOR DEKONVOLUSI ".

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika FMIPA UNP. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontibusi terhadap perkembangan ilmu fisika bumi di Sumatera Barat. Secara akademik, hasil penelitian ini memberi sumbangan pemikiran terhadap pengembangan bidang kajian Fisika Bumi di Jurusan Fisika UNP khususnya dalam menanamkan konsep dekonvolusi dalam anomali gayaberat. Disamping itu hasil penelitian juga dapat digunakan untuk melokalisasi daerah yang terletak diatas jalur sesar. Jika dilihat dalam agenda penelitian UNP, maka penelitian ini termasuk Kategori I, yaitu penelitian yang memberi konstribusi pada perkembangan IPTEK dalam bidang fisika bumi di UNP.

Dalam merampungkan penelitian ini, penulis telah banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Dra. Nur Asma, MSi yang telah merevieu laporan ini. Saran dari beliau merupakan masukan yang sangat berharga. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada PMU-HEDS yang telah memberikan dana.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih terdapat kekurangan di sana-sini. Oleh karena itu kritik-saran dari pembaca sekalian akan penulis terima dengan hati terbuka demi perbaikan penelitian ini. Semoga penelitian ini ada mamfaatnya.

Padang, Februari 2000

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRA	4Κ	<i>hal</i> . i
PENGANTAR		
BAB I	PENDAHULUAN	
	A. Latar Belakang Masalah	1
	B. Tujuan Penelitian	2
	C. Mamfaat Penelitian	3
BAB II	KAJIAN PUSTAKA	
	A. Landasan Teori	4
	1. Persamaan Umum Konvolusi	4
	2. Persamaan Umum Konvolusi Anomali Gayaberat	7
	3. Persamaan Umum Dekonvolusi Anomali Gayaberat	9
	B. Hasil-hasil Penelitian Terdahulu	11
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	A. Daerah Penelitian	13
	B. Teknik Pengambilan Data	13
	C. Teknik Analisis Data	14
	1. Sifat, Kelebihan dan Kekurangan Metoda Dekonvolusi.	14
	2. Spasi Grid, Ukuran dan Kedalaman Benda Anomali	
	Dalam Dekonvolusi.	15
	3. Efek Kedalaman (h ₁) dan Ketebalan Benda Dalam	17
	Dekonvolusi	
	4. Keuntungan Penggunaan Metode Dekonvolusi Terhadap	
	Inversi Langsung	18

	5. Pengembangan Perangkat Lunak	19
	6. Pengujian Pada Data Sintetik	20
	a. Model I	21
	b. Model II	22
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian.	24
	1. Penampang AA'	26
	2. Penampang BB'	30
	B. Pembahasan	33
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
	A. Kesimpulan.	36
	B. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

~		hal.
Gambar 2.1	Skema sistem input-output linier	3
Gambar 2.2	Prosedur konvolusi: pembalikan, pergeseran, perkalian dan integrasi	6
Gambar 2.3	Elemen massa 3D	7
Gambar 3.1	Hubungan antara spasi grid data gayaberat dan lebar lapisan	15
Gambar 3.2	Respon amplitudo dari operator dekonvolusi terhadap perubahan kedalaman lapisan	16
Gambar 3.3	(a) penampang anomali gayaberat model I, (b) rapat massa model (bintik-bintik hitam) dan rapat massa hasil dekonvolusi antara anomali gayaberat Model I dengan operator dekonvolusinya	21
Gambar 3.4	(a) penampang anomali gayaberat model II, (b) rapat massa model (bintik-bintik hitam) dan rapat massa hasil dekonvolusi antara anomali gayaberat Model II dengan operator dekonvolusinya	22
Gambar 4.1	Peta anomali gayaberat daerah penelitian	25
Gambar 4.2	Profil anomali gayaberat penampang AA'	26
Gambar 4.3	Respon amplitudo dari operator dekonvolusi penampang AA'	27
Gambar 4.4	Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi penampang AA'	29
Gambar 4.5	Profil anomali gayaberat penampang BB'	30
Gambar 4.6	Respon amplitudo dari operator dekonvolusi penampang BB'	31
Gambar 4.7	Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi penampang BB'	33
Gambar 4.8	Model geometri sesar hasil teknik dekonvolusi untuk (a) penampang AA' dan (b) penampang BB'	35

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu karakter geologi paling menonjol di Sumatera adalah hadirnya Sistem Sesar Sumatera (SSS) berarah baratlaut-tenggara sejajar pulau Sumatera. SSS terdiri dari 11 segmen sesar aktif dan merupakan sesar mendatar arah gerakan menganan (*strike-slip dextral*). Menurut Katili & Hehuwat (1967), SSS ini merupakan satu dari struktur-struktur utama di Asia Tenggara dan terbentuk akibat berubahnya subduksi tegak lurus di sepanjang selatan pulau Jawa menjadi miring di barat Sumatera. Fitc (1972) dan Beck (1983) Op.Cit. Handayani, et. al., (1994) menyatakan bahwa jalur subduksi yang menyerong (miring) ini menyebabkan terbentuknya suatu sesar geser mendatar pada zona-zona lemah di busur muka Sumatera. Subduksi miring ini mengakibatkan pulau Sumatera menjadi rentan terhadap gempabumi. Ini telah dibuktikan dengan selalu berulangnya gempabumi pada tempat-tempat yang sama di pulau Sumatera. Sepanjang yang tercatat dalam sejarah, dari daerah Bukittinggi sampai Muaralabuh, telah terjadi tiga kali gempabumi besar, yaitu pada tahun 1822, 1926 dan 1943 (Natawidjaja & Kumoro, 1995).

Turcotte & Scubert (1982) mendentikkan gempabumi dengan pergeseran (displement) pada beberapa sesar. Bila sebuah sesar tergeser (stick), energi elastik mengakumulasi pada batuan di sekitar sesar yang disebabkan oleh pergeseran tersebut. Bila regangan (strain) yang bekerja pada sesar mencapai nilai kritis, maka sesar akan mengalami slip dan gempabumi terjadi. Energi gempa akan dilepas dalam bentuk gelombang P (longitudinal) dan S (transversal)

Syarat utama untuk mengerti secara lebih baik tentang mekanisme dari sesar memerlukan pengetahuan tentang geometri dari sistem sesar tersebut (Sukmono, et. al., 1996). King (1983) Op.Cit. Sukmono, et.al, (1996) menunjukkan bahwa gempabumi yang ditimbulkan oleh sesar bukan merupakan menunjukkan bahwa gempabumi yang ditimbulkan oleh sesar bukan merupakan sifat-sifat dari material sesar tetapi sifat-sifat dari geometri sistem sesar. Perihal geometri dari sistem sesar di sepanjang pulau Sumatera masih memerlukan studi lanjutan (Natawidjaja & Kumoro, 1995).

Bagaimana sistem sesar terbentuk, sangat dipengaruhi oleh pola geometri dan sifat-sifat fisika batuan penyusunnya. Suatu anomali gayaberat timbul sebagai akibat adanya perbedaan rapat massa batuan penyusunnya secara lateral. Karena itu analisa terhadap anomali gayaberat yang teramati di permukaan diharapkan mendapat keluaran berupa rapat massa, geometri dan kedalaman dari benda anomali.

Secara umum, respon gayaberat dibawah permukaan dapat didekati oleh proses konvolusi antara suatu operator konvolusi dan dengan suatu fungsi distribusi rapat massa (Kadir, 1997). Dengan kata lain gayaberat yang diamati dipermukaan merupakan hasil konvolusi antara operator yang bergantung kepada geometri dari benda penyebab dengan fungsi distribusi rapat massa. Yang menjadi pertanyaan bagaimana mendesain suatu operator dekonvolusi dari geometri tertentu sehingga kedalaman benda penyebab dapat ditafsirkan secara eksak dari data pengukuran di permukaan.

Untuk menjawab petanyaan diatas, penulis ingin mendesain suatu operator dekonvolusi dari geometri tertentu yang diturunkan dari potensial gayaberat 2D. Operator ini digunakan untuk menafsirkan geometri dan kedalaman sesar di segmen Singkarak.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Mendesain suatu operator dekonvolusi dari geometri tertentu
- 2 Mengestimasi geometri dan kedalaman sesar di segmen Singkarak berdasarkan data gayaberat yang teramati dipermukaan.

C. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah :

- Memberi pengertian tentang konsep konvolusi dan dekonvolusi pada anomali gayaberat serta memperkaya teknik-teknik interpretasi yang telah ada dengan pendekatan baru.
- 2. Memberi alternatif baru di dalam menginterpretasi kuantitatif anomali gayaberat pada struktur geologi utama maupun lokal yang berhubungan dengan target eksplorasi dan studi geodinamika.
- 3. Memberi informasi tentang daerah-daerah yang terletak diatas jalur sesar.
- 4. Memberi masukan bagi instansi pemerintah/swasta untuk rencana pengembangan wilayah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Persamaan Umum Konvolusi

Konvolusi adalah operasi matematik yang mengkombinasikan fungsi dua kawasan waktu atau jarak untuk menghasilkan fungsi ketiga. Gambar 2.1. memperlihatkan proses konvolusi antara fungsi input x(t) dengan suatu fungsi f(t) sehingga menghasilkan fungsi output y(t). Fungsi f(t) disebut juga respon impuls atau sistem dan juga disebut operator atau filter (Dimri, 1992)



Gambar 2.1. Skema sistem input output linier

Sistem linier didefenisikan sebagai

$$\mathbf{y}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{x}(\tau) \mathbf{f}(t,\tau) d\tau$$
 (2-1)

dimana τ adalah bentuk lain dari t.

Operator linier disebut shif invarian bila

$$f(t,\tau) = f(t-\tau)$$
(2-2)

Pers. (2-2) sekarang menjadi

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) f(t-\tau) d\tau$$
 (2-3)

Fungsi y(t) dikatakan konvolusi antara fungsi x(t) dengan f(t) dan integral pada pers. (2-3) disebut integral konvolusi. Secara umum konvolusi antara dua fungsi dapat ditulis

$$y(t) = x(t) * f(t)$$
 (2-4)

dimana * merupakan konvolusi. Menurut Brigham (1988) sangat sulit untuk menvisualisasikan operasi matematik pada pers. (2-3). Integral konvolusi lebih mudah memahaminya secara grafik dari pada analitik. Brigham memberikan empat prosedur untuk mengevaluasi integral konvolusi secara grafik : yaitu pembalikan (folding), pergeseran (displacement), perkalian (multiplication) dan integrasi (integration). Contoh evaluasi integral konvolusi secara grafik diperlihatkan pada Gambar 2.2.





Gambar 2.2(a) dan (b) mempelihatkan dua fungsi waktu yaitu x(t) = 1 sebagai input akan dikonvolusikan dengan $f(t) = e^{-t}$ sebagai filter. Gambar 22(c) memperlihatkan proses pembalikan dari fungsi $f(-\tau)$ dimana τ adalah bentuk lain dari fungsi waktu. Gambar 2.2(d) memperlihatkan pergeseran fungsi $f(-\tau)$ ke kanan sejauh t sehingga fungsinya berubah menjadi $f(t-\tau)$. Daerah dibawah kurva pada Gambar 2.2(e) adalah hasil konvolusi antara $x(\tau)$ dan $f(t-\tau)$ pada t tertentu dan nilainya diplot pada Gambar 2.2(f).

2. Persamaan Umum Konvolusi Anomali Gayaberat



Gambar 1. Elemen massa 3D

Tinjau suatu elemen massa 3D (tiga dimensi) bentuk sembarang berdistribusikan kontinu dengan rapat massa $\Delta\rho(\alpha,\beta,\gamma)$, maka potensial gayaberat di titik P(x,y,z) diberikan oleh

$$U(x,y,z) = G \int \int \int \frac{\Delta \rho(\alpha,\beta,\gamma)}{\left[(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\lambda)^2 \right]^{1/2}} d\alpha d\beta d\gamma$$
(2-5)

diman G = $6,67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg² adalah konstanta gayaberat umum. Gayaberat komponen vertikal akibat variasi rapat massa diatas didapat dengan cara mendeferensiasi pers. (2-5) terhadap z, dan hasilnya diberikan oleh

$$\Delta g_{z}(x,y,z) = -G \int \int \int \frac{\Delta \rho(\alpha,\beta,\gamma)(z-\lambda)}{\left[(x-\alpha)^{2} + (y-\beta)^{2} + (z-\lambda)^{2} \right]^{3/2}} d\alpha d\beta d\gamma$$
(2-6)

Dengan mengambil pers. (2-6) sebagai contoh, pers. konvolusi dalam gayaberat dapat ditulis

$$\Delta g_{z}(x,y,z) = \Delta \rho(x,y,z) * R_{z}(x,y,z)$$
(2-7)

dimana $R_z(x,y,z) = \frac{Gz}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}}$ adalah operator konvolusi, (α,β,γ) adalah

koordinat elemen massa, (x,y) adalah posisi dalam arah horizontal, z adalah posisi dalam arah kedalaman dan * konvolusi.

Untuk kasus 1D, efek gayaberat arah vertikal dari lapisan horizontal diberikan oleh Dimri (1992) sebagai berikut

$$\Delta g(\mathbf{x},0) = G \int_{-\infty}^{\infty} \Delta \rho(\alpha) \ln \left[\frac{(\alpha - \mathbf{x})^2 + \mathbf{h}_2^2}{(\alpha - \mathbf{x})^2 + \mathbf{h}_1^2} \right] d\alpha$$
(2-8)

dimana h_1 dan h_2 adalah kedalaman atas dan bawah dari lapisan. Pers. (4), dapat juga ditulis dalam bentuk persamaan konvolusi.

$$\Delta g(\mathbf{x}) = \Delta \rho(\mathbf{x})^* \mathbf{R}(\mathbf{x}) \tag{2-9}$$

dimana $R(x) = G \ln \left[\frac{(\alpha - x)^2 + h_2^2}{(\alpha - x)^2 + h_1^2} \right]$ adalah operator konvolusi untuk lapisan

horizontal dan * adalah konvolusi.

3. Persamaan Dekonvolusi Anomali Gayaberat

Untuk mendapatkan persamaan umum dekonvolusi anomali gayaberat, dilakukan analisa dalam kawasan frekuensi angguler dari persamaan konvolusi pada (2-8). Teorema konvolusi dalam kawasan frekuensi angguler menyatakan bahwa bila dua fungsi dikonvolusi dalam kawasan ruang, maka kedua fungsi tersebut dikalikan dalam kawasan frekuensi angguler. Dan sebaliknya konvolusi dalam kawasan frekuensi angguler menjadi perkalian dalam kawasan ruang.

Transformasi Fourier (TF) pers. (2-7) dapat ditulis

$$G(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w}) = P(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w})R_{z}(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w})$$
(2-10)

dimana G(u,v,w) adalah TF dari $\Delta g_2(x,y,z)$, P(u,v,w) adalah TF dari $\Delta \rho(x,y,z)$ dan R₂(u,v,w) adalah TF dari R₂(x,y,z).

Spektrum dari rapat massa pada pers. (2-10) dapat dituliskan sebagai

$$P(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w}) = G(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w})R_z^{-1}(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w}) = G(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w})C(\mathbf{u},\mathbf{v},\mathbf{w})$$
(2-11)

dimana $C(u,v,w) = R_z^{-1}(u,v,w)$ adalah operator dekonvolusi dalam kawasan frekuensi angguler. Operator ini berfungsi untuk mentransformasikan spektrum anomali gayaberat yang teramati di permukaan (komponen vertikal) menjadi spektrum rapat massa. Kemudian dengan TF balik didapatkan spektrum rapat massa dalam kawasan ruang sebagai berikut

$$\Delta \rho(\alpha,\beta,\gamma) = \int_{0}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta g_{z}(x,y,z) C_{z}(\alpha-x,\beta-y,\gamma-z) dx dy dz$$
(2-12)

Pers. (2-12) adalah persamaan integral dekonvolusi anomali gayaberat 3D yang menggambarkan proses konvolusi antara gayaberat komponen vertikal dengan operator dekonvolusinya.

Untuk kasus 1D dimana operator konvolusinya dari lapisan horizontal, TF dari (2-9) diberikan oleh

$$G(f) = D(f)R(f)$$
(2-13)

dimana f adalah koordinat frekuensi angguler, G(f) adalah TF dari g(x), D(f) adalah TF dari $\Delta p(x)$, dan R(f) adalah TF dari R(x).

Dengan memasukkan nilai TF dari (2-8) ke (2-13) didapatkan

$$G(f) = 2\pi GD(f) \frac{e^{-ih_1} - e^{-ih_2}}{f}$$
(2-14)

Pers. (2-14) dapat juga ditulis sebagai berikut

$$D(f) = G(f)C(f)$$
(2-15)

dimana $C(f) = \frac{1}{2\pi G} \frac{e^{-fh_1} - e^{-fh_2}}{f}$ adalah spektrum kawasan frekuensi dari operator dekonvolusi untuk lapisan horizontal. Operator dekonvolusi C(f) dapat pula diungkapkan dalam bentuk

$$C(f) = \frac{1}{2\pi G} \frac{|f|e^{-ih_1}}{1 - e^{-fh}}$$
(2-16)

dimana h adalah h_2 - h_1 adalah ketebalan lapisan. Respon amplitudo atau spektrum dari operator dekonvolusi C(f) bergantung kepada kedalaman dan ketebalan lapisan.

B. Hasil-Hasil Penelitian Terdahulu

Konsep konvolusi didalam anomali gayaberat masih merupakan konsep yang relatif belum berkembang dibanding dengan konsep konvolusi dalam deret waktu seperti pada data seismik. Dimri (1992) mengungkapkan bahwa pada awal tahun tujuh puluhan masih banyak para ahli geofisika mempertanyakan konsep konvolusi dalam potensial gayaberat.

Penggunaan teknik konvolusi anomali gayaberat dimulai oleh Bichara & Lakshmanan (1979) walaupun ide proses ini tidak didasari oleh konsep konvolusi di dalam anomali gayaberat tetapi dengan mengidentikan pada konsep dekonvolusi resistivitas melalui fungsi Kernel. Granser (1985) Op.Cit Dimri (1992) mengembangkan teknik dekonvolusi pada anomali gayaberat dimana operator dekonvolusinya diturunkan berdasarkan benda berupa lapisan horizontal. Selanjutnya Kadir (1997) mengembangkan teknik dekonvolusi pada anomali gayaberat untuk benda berupa "prisma sisi tegak" dimana operator dekonvolusinya diturunkan dari persamaan dasar potensial tiga dimensi. Fauzi (1998) menerapkan teknik dekonvolusi untuk menafsirkan kedalaman sesar

11

Kerinci berdasarkan data gayaberat. Dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan teknik dekonvolusi untuk menafsirkan kedalaman sesar Singkarak dan operator dekonvolusinya diturunkan dari benda berupa "lapisan horizontal".

BAB III

METODOLOGI

A. Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada posisi 00°30'00''-01°00'00'' LS dan 100°30'00''-100°45'00' BT dan meliputi seluruh danau Singkarak dan daerahdaerah lain yang berada di sekitarnya. Daerah ini terletak di atas jalur sesar aktif dan merupakan bagian dari Sistem Sesar Sumatera (SSS).

B. Teknik Pengambilan Data

Data anomali gayaberat dalam penelitian ini diambil dari "Peta Anomali Bouguer Lembar Solok, Sumatera" yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P₃G), Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi bekerjasama dengan United Kingdom Overseas Development Administration Southern Sumatera Geological and Mineral Exploration Project (SSGMEP).

Deskripsi data pada "Peta Anomali Bouguer Lembar Solok, Sumatera" adalah sbb: Data gayaberat diperoleh dengan mempergunakan gravimetergravimeter LaCoste & Romberg Model G sedangkan pengukuran ketinggian mempergunakan barometer aneroid presisi Negretti dan Zambra Mk.2. Ketinggian nisbi di titik amat dihitung dari data barometer, selanjutnya direduksi menjadi ketinggian di atas permukaan laut dengan mengikatkan ke titik di pantai atau ketitik triangulasi. Data gayaberat ini terikat terhadap Stasiun Dasar Gayaberat ketitik triangulasi. Data gayaberat ini terikat terhadap Stasiun Dasar Gayaberat Regional Indonesia yang terikat pula terhadap Jaringan Baku Gayabeat Internasional tahun 1971. Koreksi lintang dihitung berdasarkan Sistem Acuan Geodesi tahun 1967 dan koreksi Bouguer dihitung dengan mempergunakan rapat massa 2,67 gr/cc. Ketelitian data mempunyai kesalahan kurang dari 5 µm/s² atau 0,5 mgal untuk selisih nilai gayaberat yang diamati, 10 meter untuk ketinggian dan 3 menit busur untuk lintang dan bujur. Secara keseluruhan ketelitian nilai anomali Bouguer mencapai lebih kurang 20 µm/s² (2 mgal). Koreksi medan tidak dapat dilakukan karena tidak tersedianya peta topografi daerah penelitian secara memadai.

C. Teknik Analisis Data

Sebelum membahas kemampuan teknik dekonvolusi dalam menghasilkan tujuan diatas, terutama sifat, kelebihan dan kekurangan yang muncul setelah analisa terhadap hasil data sintetik, akan ditinjau sifat, kelebihan dan kekurangan sesuai dengan gambaran persamaan matematis yang diuraikan pada bab terdahulu.

1. Sifat, Kelebihan dan Kekurangan Metode Dekonvolusi

Sesuai dengan penurunan secara analitis dari metode dekonvolusi yang dikembangkan, sifat, kelebihan dan kekurangan dari metoda ini akan terungkap dengan menganalisis ketergantungan proses dekonvolusi terhadap parameterparameter seperti spasi grid (a), kedalaman atas h_1 , tebal benda $h=h_2 - h_1$, distribusi stasiun pengukuran, struktur/model geologi dan ketelitian anomali (Kadir, 1997). Sedangkan beberapa sifat lainnya dapat di analisis setelah diaplikasikan pada data sintetik, misalnya hubungan lebar benda anomali dengan lebar jendela operator dekonvolusi, ketelitian pada model disribusi rapat massa tidak sederhana (kompleks) dan aplikasi untuk lebih dari satu sumber anomali dengan kedalaman berbeda.

2. Spasi Grid, Ukuran Dan Kedalaman Benda Anomali Dalam Dekonvolusi

Transformasi balik hasil kali spektrum data anomali gayaberat yang diamati G(f) dengan operator yang mempunyai bilangan gelombang sesuai dengan pers. (2-8) adalah harga rapat massa pada setiap titik grid data gayaberatnya dimana titik ini merupakan sumbu vertikal dari lapisan horizontal. Artinya bahwa setiap lapisan mempunyai rapat massa konstan yang harganya sama dengan rapat massa pada pusat sumbunya dan satu lapisan dengan yang lainnya saling bersinggungan diantara dua titik grid stasiun gayaberatnya. Hubungan antara spasi grid dan lebar lapisan hasil dekonvolusinya dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Hubungan antara spasi grid data gayaberat dan lebar lapisan.

MILIK FERTERIANG

Dari hubungan antara spasi grid data dan lebar lapisan seperti telah dijelaskan diatas, secara implisit menunjukkan bahwa hasil proses dekonvolusi adalah merupakan proses pengukuran rapat massa secara tidak langsung pada distribusi data grid dengan lebar spasi sama dengan spasi grid data gayaberatnya. Sehingga hubungan antara lebar spasi grid dan lebar distribusi rapat massa juga akan mengikuti norma-norma sesuai dengan konsep teori sampling. Disamping itu, dengan memperkecil spasi grid juga berarti akan memperkecil lebar lapisan, sehingga pendekatan benda anomali gayaberat akan lebih teliti karena didekati oleh lebih banyak lapisan (Kadir, 1997).

Pers.(2-8) menunjukkan bahwa respon amplitudo operator dekonvolusi adalah berbanding eksponensial terhadap kedalaman, artinya harga operator dekonvolusi bertambah secara eksponensial dengan bertambahnya kedalaman. Hubungan antara harga operator dekonvolusi dan kedalamannya untuk ketebalan dan spasi grid yang bervariasi sesuai dengan pers. (2-8) diberikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Respon amplitudo dari operator dekonvolusi terhadap perubahan kedalaman lapisan.

Dari hubungan antara spasi grid (a), lebar lapisan dan kedalaman seperti dijelaskan diatas, maka estimasi kedalaman anomali (h₁) akan dibatasi oleh lebar spasi grid, dimana pada kedalaman sama dengan spasi grid atau lebar bendanya (h1 = s = a), harga operator dekonvolusi (respon amplitudo) bertambah dengan cepat. Artinya setelah batas ini data gayaberat yang didekonvolusi akan mengalami implikasi yang besar dan harga mutlak rapat massanya bertambah dengan cepat pada setiap perubahan kedalaman. Dengan demikian maka proses dekonvolusi hanya berlaku untuk data gayaberat dimana kedalaman sumber anomali berada dalam interval spasi grid. Dengan kata lain data anomali gayaberat untuk proses dekonvolusi ini harus disusun sedemikian rupa sehingga kedalaman sumber anomalinya berada dalam interval gridnya.

3. Efek Kedalaman (h₁) Dan Ketebalan Benda Dalam Dekonvolusi.

Pers. (2-8) menunjukkan bahwa respon amplitudo operator dekonvolusi naik secara eksponensial dengan bertambahnya kedalaman dan berkurangnya ketebalan, sehingga untuk setiap penambahan kedalaman yang sekaligus diikuti pengurangan ketebalan, seperti yang diberikan oleh Gambar 3.2, kenaikan respon amplitudonya adalah optimal. Tetapi efek berkurangnya ketebalan akan mempunyai batas harga tertentu karena dihubungkan oleh C≈1/(1-e^{-h}) dimana h adalah ketebalan lapisan, sehingga setelah melampaui harga batas tersebut respon amplitudo menjadi relatif konstan terhadap perubahan ketebalan

MILIK PERPUSTAKRAN

4. Keuntungan Penggunaan Metode Dekonvolusi Terhadap Inversi Langsung

Proses dekonvolusi dan inversi langsung secara filosofis adalah sama (Dimri, 1992) dimana dalam dekonvolusi hasil akhirnya didekati oleh suatu hasil yang diharapkan sesuai dengan desain operatornya. Sedangkan inversi langsung adalah memasukkan suatu model awal dari suatu bentuk benda tertentu dan diubah sehingga dicapai beda minimum antara model awal dan data lapangan dengan suatu kriteria tertentu.

Didalam aplikasi, beberapa keuntungan penggunaan proses dekonvolusi terhadap inversi adalah sebagai berikut. Dari segi distribusi data, teknik dekonvolusi yang dikembangkan mempunyai kemampuan proses spasial lebih baik dimana data masukan berupa penampang anomali gayaberat yang kemudian dikonvolusikan dengan opratonya tanpa membutuhkan syarat batas seperti model awal yang telah mendekati model sesungguhnya dan jumlah data terbatas dengan kontras rapat massa sejenis. Proses konvolusi antara operator dan data lapangan juga dimungkinkan untuk jumlah data yang besar karena tidak melibatkan proses inversi matrik dari data lapangan yang selalu menjadi kendala didalam proses inversi langsung. Keuntungan lainnya dari proses konvolusi ini adalah teknik dekonvolusi mempunyai kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan inversi langsung dan juga satu operator dapat digunakan untuk lebih dari satu daerah penelitian sejauh mempunyai data grid yang sama.

5. Pengembangan Perangkat Lunak

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian adalah mendesain operator dekonvolusi C(f) dalam kawasan frekuensi angguler pada kedalaman tertentu sesuai dengan pers. (2-12). Ada dua cara untuk mendapatkan spektrum rapat massa hasil dekonvolusi $\rho(x)$ dalam kawasan jarak (ruang), yaitu :

Pertama, mengubah data lapangan g(x) dalam kawasan jarak menjadi G(f)dalam kawasan frekuensi angguler dengan bantuan *the Fast Fourier Transform* (FFT) kemudian hasilnya dikalikan dengan operator dekonvolusi C(f) sehingga didapatkan spektrum rapat massa D(f) dalam kawasan frekuensi angguler sesuai dengan pers. (2-9). Untuk mendapatkan spektrum rapat massa dalam kawasan jarak $\rho(x)$ dilakukan transformasi dari spektrum rapat massa D(f) dalam kawasan frekuensi angguler ke kawasan jarak dengan bantuan FFT. Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi dalam kawasan jarak $\rho(x)$ ini kemudian dibandingkan dengan rapat massa data lapangan. Kedalaman sesar diestimasi dengan cara melihat puncak osilasi antara spektrum rapat massa hasil dekonvolusi dengan rapat massa data lapangan.

Kedua, operator dekonvolusi C(f) dalam kawasan frekuensi angguler ditansformasi ke kawasan jarak dengan bantuan FFT sehingga didapatkan operator dekonvolusi dalam kawasan jarak c(x) sesuai dengan pers. (2-8). Kemudian data gayaberat dalam kawasan jarak g(x) dikonvolusi dengan operator dekonvolusi dalam kawasan jarak c(x) sehingga didapatkan spektrum rapat massa dalam kawasan jarak pula $\rho(x)$ sesuai dengan pers. (2-9). Kedalaman sesar diestimasi dengan melihat puncak osilasi antara spektrum rapat massa hasil dekonvolusi dengan rapat massa data lapangan. Akurasi estimasi kedalaman kedua cara hampir sama sehingga keduanya digunakan dalam penelitian ini.

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah paket program MATLAB 4,2 versi Windows dimana data masukan berupa data penampang anomali gayaberat lapangan/sintetik di dekonvolusi dengan operatornya sehingga data keluarannya berupa spekturm rapat massa pada kedalaman tertentu. Tampilan gambar menggunakan paket program EXCELL setelah mentransfer data-data numeriknya dari program MATLAB kedalam paket program EXCELL. Data ketebalan dan rapat massa daerah penelitian menggunakan informasi geologi atau geofisika daerah yang bersangkutan yang telah diteliti sebelumnya.

6. Pengujian Pada Data Sintetik

Pengujian pada data sintetik bertujuan untuk melihat kepekaan teknik dekonvolusi dalam membedakan rapat massa suatu lapisan dengan lapisan lainnya dalam arah horizontal, menentukan kedalaman benda dan menentukan posisi bidang kontak antara dua lapisan yang bersinggungan. Untuk tujuan ini digunakan tiga model sebagai berikut.

a. Model I

Model I dibuat berdasarkan pers. (2-9) dan disusun dari sebuah lapisan horizontal dengan rapat massa 0,3 g/cc dimana kedalaman atas adalah 0,5 km,

20

lebar lapisan 3 km dan ketebalan 10 km. Efek ketebalan pada harga 10 km relatif konstan terhadap amplitudo operator dekonvolusi sehingga sudah memenuhi kriteria. Model I bertujuan untuk melihat kepekaan teknik dekonvolusi terhadap spasi grid. Dalam model ini data anomali gayaberat dibuat pada spasi grid 1 km. Penampang anomali gayaberat Model I dapat dilihat Gambar 3. 3(a) dan distribusi rapat massa hasil dekonvolusi antara anomali gayaberat dengan operator dekonvolusinya diberikan pada Gambar 3.3(b).



Gambar 3.3 (a) penampang anomali gayaberat model I, (b) rapat massa model (bintik-bintik hitam) dan rapat massa hasil dekonvolusi antara anomali gayaberat Model I dengan operator dekonvolusinya.

Garis-garis hitam kontinu pada Gambar 3.3(b) menunjukkan rapat massa hasil dekonvolusi untuk kedalaman berada dalam interval spasi grid (kurang dari 1 km). Sedangkan garis putus-putus kontinu memperlihatkan rapat massa hasil dekonvolusi untuk kedalaman berada di luar interval spasi grid (besar dari 1 km). Garis bintik-bintik hitam diskrit merupakan rapat massa model ($\rho = 0,3$ g/cc). Gambar 3.3(b) memperlihatkan bahwa spektrum rapat massa hasil dekonvolusi berbeda rapat massa model secara signifikans bila kedalaman benda lebih besar dari spasi gridnya. Hal ini sesuai dengan penjelasan sebelumnya bahwa estimasi kedalaman berlaku untuk kedalaman berada dalam interval gridnya.

b. Model II

Model II juga dibuat berdasarkan pers. (2-9) dan disusun dari dua buah lapisan horizontal dengan ukuran yang sama dengan Model I tetapi dengan rapat massa berbeda yaitu 0,3 g/cc dan -0,3 g/cc. Kedalaman atas dan ketebalan kedua lapisan adalah 0,5 km dan 10 km dan keduanya berada pada kedalaman 0,5 km di bawah permukaan. Model ini bertujuan untuk melihat kepekaan teknik dekonvolusi terhadap variasi rapat massa dalam arah horizontal. Data anomali gayaberatnya dibuat pada spasi grid 1 km dan penampangnya dapat dilihat pada Gambar 3.4(a) sedangkan distribusi rapat massa hasil dekonvolusi antara anomali gayaberat dengan operator dekonvolusinya diberikan pada Gambar 3.4(b).



Gambar 3.4 (a) penampang anomali gayaberat model II, (b) rapat massa model (bintik-bintik hitam) dan rapat massa hasil dekonvolusi antara anomali gayaberat Model II dengan operator dekonvolusinya.

Garis-garis hitam kontinu pada Gambar 3.4(b) menunjukkan rapat massa hasil dekonvolusi untuk kedalaman berada dalam interval spasi grid (kurang dari 1 km). Sedangkan garis putus-putus kontinu memperlihatkan rapat massa hasil dekonvolusi untuk kedalaman berada di luar interval spasi grid (besar dari 1 km). Garis bintik-bintik hitam diskrit merupakan rapat massa model ($\rho = 0,3$ g/cc). Gambar 3.4(b) memperlihatkan bahwa spektrum rapat massa hasil dekonvolusi berbeda rapat massa model secara signifikans bila kedalaman benda lebih besar dari spasi gridnya.

Model II ini menunjukkan bahwa teknik dekonvolusi kurang peka terhadap posisi dua bidang batas dengan rapat massa berbeda. Oleh karena itu teknik yang dikembangkan di sini tidak dapat digunakan untuk menentukan lokasi dimana lapisan tersesarkan. Untuk itu perlu dikembangkan teknik yang lebih peka terhadap posisi dua bidang batas dengan rapat massa sehingga dapat digunakan untuk menentukan lokasi sesar secara tepat.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data anomali gayaberat dalam penelitian ini diambil dari "Peta Anomali Bouguer Lembar Solok, Sumatera" yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P₃G), Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi bekerjasama dengan United Kingdom Overseas Development Administration Southern Sumatera Geological and Mineral Exploration Project (SSGMEP). Lokasi penelitian berada pada posisi 00°30'00''-01°00'00'' LS dan 100°30'00''-100°45'00' BT yang meliputi hampir seluruh Danau Singkarak dan daerah-daerah lain yang berada di sekitarnya. Peta anomali gayaberat daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Berdasarkan Gambar 4.1. dapat dilihat bahwa struktur sesar di daerah Singkarak berarah utara-selatan yaitu searah dengan Sistem Sesar Sumatera (SSS). Hal ini ditandai adanya garis-garis kontur lurus dan sejajar berarah utaraselatan searah dengan pulau Sumatera. Untuk menyelidiki struktur sesar secara mendalam, perlu dibuat penampang garis lurus memotong jalur sesar. Dalam penelitian ini dibuat dua penampang aomali gayaberat yaitu penampang yang melewati Desa Rawang dan Parak Gadang (penampang AA²) dan penampang yang melewati desa Air Sirah dan Kota Solok (penampang BB²). Berikut ini akan dibicarakan kedua penampang tersebut di atas.





1. Penampang AA'

Penampang AA' adalah penampang garis lurus yang diambil melalui desa Rawang dan desa Parak Gadang memotong Danau Singkarak. Penampang AA' diambil sepanjang 20 km dengan spasi grid 2 km. Pengambilan spasi grid 2 km ini didasarkan kepada pendapat Kadir (1997) bahwa pola anomali di daerah Sumatera sudah muncul pada jarak spasi grid 2 km. Jadi jumlah data anomali gayaberat pada penampang AA' adalah 11 buah sedangkan panjang profil X = 20km dengan spasi grid a = 2 km. Data gayaberat penampang AA' kemudian diplot terhadap jarak dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.2. Desa Rawang terletak pada posisi 0 km (titik A) dan desa Parak Gadang terlerak pada posisi sekitar 16,5 km dari titik A.



Gambar 4.2. Profil anomali gayaberat penampang AA'

Berdasarkan landaian anomali pada penampang AA' dapat disimpulkan bahwa terdapat dua struktur sesar pada daerah antara Rawang dan Parak Gadang yaitu satu struktur sesar arah ke kanan dari desa Rawang dan satu struktur sesar arah kekiri dari desa Parak Gadang sesuai dengan Gambar 4.2. Landaian anomali miring ke arah kanan menunjukkan bahwa lapisan yang tersesarkan adalah lapisan sebelah kanan sedangkan landaian anomali miring ke arah kiri menunjukkan bahwa lapisan yang tersesarkan adalah lapisan sebelah kiri. Nilai anomali negatif menunjukkan bahwa rapat massa lapisan yang tersesarkan lebih kecil dari rapat massa acuan yaitu 2,67 gram/cm³.

Untuk menafsirkan kedalaman sesar pada penampang AA' didesain satu operator dekonvolusi dalam kawasan frekuensi angguler menurut pers. (2-16). Ketebalan operator dipilih 10 km dengan lebar spasi grid 2 km. Pemilihan angka 10 km didasarkan atas asumsi bahwa efek ketebalan pada harga 10 km relatif konstan terhadap respon amplitudo. Kedalaman benda di pilih secara iterasi mulai dari z=1,0 km, z=1,2 km, z=1,4 km, z=1,6 km, z=1,8 km sampai z=2,0 km. Respon amplitudo dari operator dekonvolusi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Respon amplitudo dari operator dekonvolusi penampang AA'

Garis tebal hitam (paling bawah) pada Gambar 4.3 menunjukkan respon amplitudo pada kedalaman terkecil z = 1,0 km sedangkan garis gelap tebal putusputus (paling atas) menunjukkan respon amplitudo pada kedalaman terbesar z = 2,0 km. Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa bila kedalaman bertambah sedikit saja maka respon amplitudo bertambah dengan cepat sesuai dengan pers. (2-16). Hal ini berarti spektrum rapat massa sangat peka terhadap pertambahan kedalaman.

Syarat utama untuk mendesain suatu operator dekonvolusi adalah lebar anomali tidak lebih dari tiga kali lebar operator (Kadir, 1997). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan spektrum rapat massa dengan ketelitian kurang dari 0,1 gram/cm³. Untuk mendapatkan kedalaman sesar perlu membandingkan rapat massa hasil dekonvolusi dengan rapat massa data lapangan (model). Dalam penelitian ini rapat massa model diambil $\Delta \rho = -0,43$ g/cc. Nilai ini di peroleh dari selisih antara rapat massa batuan dasar yang besarnya 2,75 gr/cm³ dengan rapat massa endapan permukaan 2,32 gram/cm³ (Kadir, 1997). Spektrum rapat massa model didesain $\rho(x) = [0 \ 0 \ 0 \ -0.43 \ -0.43 \ 0 \ 0 \ 0]$. Hal ini bertujuan agar jumlah data gayaberat sama dengan jumlah data rapat massa model.

Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi dalam kawasan jarak $\rho(x)$ diperoleh dari transformasi Fourier dari D(f) yaitu spektrum rapat massa dalam kawasan fekuensi angguler. D(f) ini diperoleh dari perkalian operator dekonvolusi dalam kawasan frekuensi angguler C(f) dengan data gayaberat dalam kawasan frekuensi angguler G(f) menurut pers. (2-15). Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi pada penampang AA' dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi penampang AA*

Garis-garis bintik-bintik hitam pada Gambar 4.4 merupakan data atau rapat massa model dengan nilai -0,43 gram/cm³. Garis hitam smoth merupakan spektrum rapat massa hasil dekonvolusi mendekati model. Sedangkan garis putus-putus smoth merupakan spektrum massa hasil dekonvolusi tidak mendekati model. Dari Gambar 4.4 dapat di lihat bahwa spektrum rapat massa hasil dekonvolusi yang mendekati model yaitu spektrum rapat massa pada kedalaman 1,2 km. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kedalaman sesar pada penampang AA' sekitar 1, 2 km. 1

2. Penampang BB'

Penampang BB' adalah penampang yang diambil memotong desa Air Sirah dan Kota Solok. Penampang BB' diambil sepanjang 40 km dengan spasi grid 2 km. Jumlah data anomali gayaberat pada penampang BB' adalah 21 buah lebih banyak dari data anomali gayaberat pada penampang AA' dan panjang profilnya X = 40 km dan spasi grid a = 2 km. Data anomali gayaberat pada penampang BB' yang di plot terhadap jarak dapat dilihat pada Gambar 4.5. Desa Air Sirah terletak pada posisi 5 km dari titik B sedangkan Kota Solok terletak pada posisi 27 km dari titik B atau 13 km dari titik B' arah ke kiri.



Gambar 4.5. Profil anomali gayaberat penampang BB'

Berdasarkan landaian anomali pada penampang BB' dapat disimpulkan bahwa terdapat dua struktur sesar pada daerah antara Air Sirah dan Kota Solok yaitu yaitu satu struktur sesar arah ke kanan dari desa Air Sirah dan satu struktur sesar arah kekiri dari Kota Solok. Nilai anomali negatif pada penampang BB' menunjukkan bahwa rapat massa lapisan yang tersesarkan lebih kecil dari rapat massa acuan yaitu 2,67 gram/cm³.

Untuk menafsirkan kedalaman sesar pada penampang BB' didesain suatu operator dekonvolusi dalam kawasan frekuensi angguler menurut pers. (2-16). Ketebalan operator dipilih 10 km dengan spasi grid 2 km, sama dengan ketebalan operator pada penampang AA'. Pemilihan angka 10 km didasarkan atas asumsi bahwa efek ketebalan pada harga 10 km relatif konstan terhadap respon amplitudo. Kedalaman benda di pilih secara iterasi yaitu z= 0,4 km, z= 0,6 km, z= 0,8 km, z=1,0 km, z=1,2 km dan z=1,4 km. Respon amplitudo dari operator dekonvolusi pada penampang BB' dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6. Respon amplitudo dari operator dekonvolusi penampang AA'

Garis tebal hitam pada Gambar 4.3 menunjukkan respon amplitudo pada kedalaman terkecil z = 0.4 km (garis paling bawah) sedangkan garis gelap tebal

putus-putus menunjukkan respon amplitudo pada kedalaman terbesar z = 1,4 km. Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa bila kedalaman bertambah sedikit saja maka respon amplitudo bertambah dengan cepat sesuai dengan pers. (2-16).

Untuk menafsirkan kedalaman sesar didesain suatu operator dimana lebar anomali adalah tidak lebih dari tiga kali lebar operator seperti sudah dijelaskan sebelumnya. Karena panjang penampang BB' adalah 40 km maka lebar operator dipilih sekitar 12 km kurang dari 1/3 panjang profil anomali. Oleh karena itu operator dibuat berukuran 12 x 10 km² yaitu panjang operator adalah 12 km dan tebal operator adalah 10 km. Rapat massa model didesain $\rho(x) = [0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ -0.43$ -043 -0.43 -0.43 -0.43 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0] dengan jumlah data 21 buah sehingga jumlah data rapat model sama jumlah data gayaberat lapangan. Nilai rapat massa model diambil $\Delta \rho$ = - 0,43 gam/cm³ yaitu selisih antara rapat massa batuan dasar (ρ = 2,75 gr/cm³) dengan rapat massa endapan permukaan (ρ = 2,32 gram/cm³).

Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi dalam kawasan jarak $\rho(x)$ diperoleh dari transformasi Fourier dari D(f) yaitu spektrum rapat massa dalam kawasan fekuensi angguler. D(f) adalah perkalian antara operator dekonvolusi dalam kawasan frekuensi angguler C(f) dengan data gayaberat dalam kawasan frekuensi angguler G(f) menurut pers. (2-15). Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi pada penampang BB' dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.7. Spektrum rapat massa hasil dekonvolusi penampang BB'

Garis-garis bintik-bintik hitam pada Gambar 4.4 adalah rapat massa model yang nilainya -0,43 gram/cm³. Garis hitam smoth merupakan spektrum rapat massa hasil dekonvolusi yang mendekati model. Sedangkan garis putus-putus smoth merupakan spektrum massa hasil dekonvolusi yang tidak mendekati model. Dari Gambar 4.4 terlihat bawah spektrum rapat massa hasil dekonvolusi yang mendekati rapat massa model adalah pada kedalaman 0,4 km. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kedalaman sesar pada penampang BB' adalah 0,4 km.

B. Pembahasan

Temuan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Danau Singkarak terletak di atas jalur sesar. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa kedalaman sesar antara desa Rawang dan Parak Gadang memotong Danau Singkarak adalah

1,2 km sedangkan kedalaman sesar antara desa Air Sirah dan Kota Solok adalah 0,4 km. Perbedaan ini diduga disebabkan panjang profil anomali gayaberat pada penampang AA' lebih pendek dari panjang profil anomali gayaberat pada penampang BB' sehingga panjang operator dekonvolusi pada penampang AA' pendek dari penampang BB' meskipun ketebalan operator pada kedua penampang adalah sama. Hal ini tentu mempengaruhi hasil interpretasi kedalaman sesar.

Di lapangan, punggungan sesar di daerah Singkarak dapat di kenal berupa bukit memanjang linier dengan tinggi 10 - 30 meter mulai dari Sumani sampai kota Solok. Kelurusan itu kemudian masih dapat dikenali ke arah selatan sampai daerah terminasi sistem sesar di daerah Alahan Panjang. Garis sesar aktif ini dapat diidentifikasi secara lebih detail dengan kemunculan mataair panas di daerah Padang Belimbing, Tj.Bingkuang, Mungu Tanah, Sawah Sudut dan Muara Panas.

Dari hasil penelitian ini dapat dibuat model struktur bawah permukaan untuk kedua penampang sehingga dapat di peroleh gambaran geometri sesar di daerah penelitian. Model geometri sesar pada kedua penampang dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Berdasarkan model geometri sesar pada Gambar 4.8 dapat di duga bahwa Danau Singkarak terletak di atas zona yang disebut graben. Hasil penelitian ini mendukung hipotesis yang dikemukakan oleh Natawijaya & Komoro (1995) bahwa Danau Singkarak terbentuk sebagai akibat dari mekanisme amblasan (graben) yang diakibatkan oleh sesar aktif Sumatera. Selanjutnya Natawijaya & Komoro mengatakan bahwa tipe struktur yang mengontrol pembentukan Danau Singkarak ini, berdasarkan geometrinya yang berbentuk oval diantara dua segmen sesar yang lurus, kemungkinan merupakan "*negative flower struktur*" yang lazim dijumpai di SSS. "*Negative flower struktur*" adalah struktur yang umum terjadi pada sesar geser di dekat permukaan berupa percabangan bidang sesar berbentuk seperti bunga yang mengalami gaya tarikan sehingga merupakan graben (daerah depresi).



Gambar 4.8. Model geometri sesar sebagai hasil teknik dekonvolusi untuk (a) penampang AA' dan (b) penampang BB'.

Salah satu kelemahan teknik dekonvolusi yang dikembangkan disini adalah tidak dapat menentukan secara tepat batas litologi dua lapisan yang rapat massanya berbeda sehingga dalam penelitian ini tidak dapat ditentukan secara lokasi dimana lapisan tersesarkan. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknik dekonvolusi yang lebih peka terhadap batas dari dua litologi sehingga daerahdaerah yang terletak diatas jalur sesar dapat dilokalisasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dikemukakan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

- 1. Suatu anomali gayaberat g dapat diungkapkan sebagai hasil konvolusi antara rapat massa ρ dengan suatu operator konvolusi R_i yang bergantung kepada geometri benda penyebab anomali. Distribusi rapat massa ρ dapat pula diungkapkan sebagai hasil konvolusi antara anomali gayaberat g dengan suatu operator dekonvolusi C_i = 1/R_i yang mentransformasikan anomali gayaberat menjadi distribusi rapat massa. Operator dekonvolusi C_i bergantung kepada kedalaman dan ketebalan benda serta spasi grid pengukuran.
- 2. Kedalaman benda anomali dapat diestimasi dengan menggunakan sifat osilasi rapat massa hasil dekonvolusi dimana kedalaman iteasi mendekati rapat massa model. Kedalaman yang diestimasi berada dalam interval spasi gridnya.
- 3. Untuk menyelidiki struktur sesar di segmen Singkarak dibuat dua penampang anomali gayaberat yaitu yaitu penampang yang melewati Desa Rawang dan Parak Gadang (penampang AA') dan penampang yang melewati desa Air Sirah dan Kota Solok (penampang BB'). Berdasarkan spektrum rapat massa hasil dekonvolusi diperoleh kedalaman sesar pada penampang AA' adalah 1,2 km dan kedalaman sesar pada penampang BB' adalah 0,4 km.

4. Model geometri dari operator dekonvolusi memperlihatkan bahwa Danau Singkarak terletak diatas zona yang disebut graben, yaitu daerah amblasan yang terbentuk akibat pergerakan aktif Sistem Sesar Sumatera.

B. Saran.

Salah satu kelemahan teknik dekonvolusi yang dikembangkan disini adalah tidak dapat menentukan secara tepat batas litologi dua lapisan yang rapat massanya berbeda sehingga dalam penelitian ini tidak dapat ditentukan lokasi dimana lapisan tersesarkan. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknik dekonvolusi yang lebih peka terhadap batas dari dua litologi sehingga daerahdaerah yang terletak diatas jalur sesar aktif dapat dilokalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bichara, M., and Lakshmanan, J., 1979, Automatic Deconvolution of Gravimetric Anomalies, Geophys. Pros., Vol. 27
- Brigham, E.O., 1988, The Fast Fourier Transform and Its Applications, Prentice-Hall International Editions, London
- Buyung, N., Mirnanda, E., dan Walker, A.S.D., 1992, *Peta Anomali Bouguer* Lembar Solok, Sumatera, P3G-Ditjen Geologi dan Sumberdaya Mineral, Deptamben RI.
- Dimri, V., 1992, Deconvolution dan Inverse Theory : Application to Geophysical Problems, Elsevier Science Publishers B.V.
- Fauzi, A., 1998, Estimasi Kedalaman Sesar Kerinci Dari Data Anomali Gayaberat Menggunakan Filter Dekonvolusi, Laporan Penelitian.
- Handayani, L., Harjono, H., dan Ibrahim, G., 1994, Segmentasi Lempeng Busur Muka Sumatera, Prosiding Tridasawarsa Puslitbang Geoteknologi LIPI.
- Kadir, W.G.A., 1997, Dekonvolusi Anomali Gayaberat Bouguer dan Derivatif Vertikal Orde Dua dengan Menggunakan Persamaan Dasar Potensial : Studi Kasus Pulau Sumatera, Disertasi, Fakultas Pascasarjana ITB Bandung.
- Katili, J. A., and Hehuwat, F., 1967, On the occurrence of large transcurent fault in Sumatera, Indonesia, J. Geoscience, Osaka, Jepang.
- Natawijaya, D.H., dan Kumoro, Y., 1995, Gempabumi Tektonik Daerah Bukit Tinggi-Muara Labuh; Hubungan segmentasi sesar aktif dengan gempabumi tahun 1926 dan 1943, Prosiding Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi LIPI.
- Sukmono, S., Zen, M.T., Kadir, W.G.A., Hendrajaya, L., Santoso, D., and Dubois, J., 1996, Fractal Geometry of The Sumatera Active Fault System and Its Geodynamical Implications, J. Geodynamics, Vol. 22.
- Turcotte, D.L., and Scubert G., 1982, Geodynamics; aplications of continuum physics to geological problems, John Wiley & Sons, Singapore