

Filter Berbasis Model Satu Dimensi untuk Pemisahan Anomali Gayaberat Mikro Antar Waktu

One Dimension Model Based Filter for Separation of Time-lapse Microgravity Anomaly

*Suhayat Minardi dan Teguh Ardianto

Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

^{*)}Email: suhayat.minardi@gmail.com

ABSTRACT

The research has a goal to develop a model-based filter to separate the time lapse microgravity anomaly caused by the 3 pieces of the source of anomalies with different depths. The activities which included in this research are: geological modeling, calculation of time lapse microgravity responses caused by several sources, designing of digital model based filter, application of the filter to separate synthetic time lapse microgravity anomaly data, and performance test of the filter. Designed model is multi aquifer sistem with homogeny isotropic properties at different depth. Equipment of this research is a unit computer with MATLAB Version 7.11.0.584 (R2010b) and Microsoft Excel 2007 software. The designed filter can separate time lapse microgravity anomaly based on its sources successfully with error less than 5%.

Keywords: Filter, synthetic, time lapse microgravity anomaly

PENDAHULUAN

Grant dan West (1965) menyatakan bahwa metode gayaberat merupakan metode eksplorasi geofisika yang didasarkan pada anomali medan gayaberat bumi akibat adanya variasi rapat massa batuan baik pada arah vertikal maupun lateral. Nilai gayaberat yang terukur dipermukaan menggambarkan besarnya gaya tarikan benda anomali di bawah permukaan dengan arah menuju pusat bumi.

Dengan perkembangan metode dan peralatan yang dipergunakan, maka metode gayaberat ini menjadi salah satu metode geofisika yang biasa digunakan untuk keperluan pemantauan lingkungan (*environmental geophysics*). Metode yang digunakan adalah metode gayaberat mikro antar waktu atau gayaberat mikro 4D, merupakan pengembangan dari metode gayaberat yang dicirikan dengan pengukuran secara berulang dengan selang waktu tertentu. Perubahan respon gayaberat antar waktu yang relatif kecil tersebut harus dideteksi dengan menggunakan peralatan yang mampu mendeteksi anomali hingga orde mikroGal.

Anomali gayaberat yang terukur di permukaan adalah merupakan gabungan (superposisi) dari anomali yang berasal berbagai sumber. Sebagaimana dituliskan pada **persamaan 1**, anomali gayaberat antar waktu adalah superposisi antara anomali bersumber di bawah permukaan (perubahan massa bawah permukaan) dan anomaly bersumber di permukaan (amblesan).

$$(g_{obs(2)} - g_{obs(1)}) = \left(G \int_0^\infty \int_{-\infty-\alpha}^\infty \frac{\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma, \Delta t)(z - \gamma)}{[(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 + (z - \gamma)^2]^{3/2}} d\alpha d\beta d\gamma \right) + c_1(h_2 - h_1) \quad (1)$$

dimana suku pertama ruas kanan adalah perubahan massa bawah permukaan dan ruas kedua adalah amblesan.

Dalam pengolahan data gayaberat, permasalahan pemisahan anomali adalah masalah yang terus dikaji. Menurut Li dan Oldenburg (1998) ada empat pendekatan dalam pemisahan anomali regional dan residual, yaitu: pendekatan grafis, pendekatan polinomial, pendekatan filter digital, dan pendekatan striping. Tiga pendekatan pertama dalam memisahkan anomali berbasis kepada kedalaman sumber, dengan parameter utama berupa panjang-gelombang dalam mendesain filter. Asumsi yang digunakan adalah panjang-gelombang panjang disebabkan efek sumber-dalam, dan panjang-gelombang pendek merupakan efek dari sumber-dangkal (Pilkington dan Cowan, 2006).

Variasi nilai gayaberat suatu titik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : (1) posisi lintang, (2) elevasi, dan (3) waktu (Scintrex Ltd., 2009). Variasi terhadap posisi lintang dapat direduksi jika perubahan posisi yang terjadi tidak terjadi pada arah horisontal (posisi tetap). Variasi terhadap elevasi mengakibatkan data gayaberat pada suatu titik harus mengalami koreksi udara bebas, slab Bouguer, dan koreksi medan.

Sedangkan variasi terhadap waktu berkaitan dengan variasi pasang surut.

Menurut Telford dkk. (1990) ada lima faktor yang mempengaruhi nilai gayaberat yaitu : lintang, elevasi, pasang surut, topografi, dan variasi rapat massa bawah permukaan. Pada metode gayaberat mikro antar waktu faktor topografi dan variasi rapat massa bawah permukaan merupakan target dari penelitian. Sarkowi (2007) menyatakan bahwa variasi rapat masa bawah permukaan berkaitan dengan perubahan kedalaman muka air tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat filter digital berbasis model untuk memisahkan anomali gayaberat mikro antar waktu berdasarkan kedalaman sumbernya. Untuk melihat kinerja filter tersebut dalam memisahkan anomali gayaberat mikro antar waktu, maka filter yang telah dibuat diaplikasikan pada data sintetik. Obyek dari penelitian ini adalah anomali yang ada di permukaan dan di bawah permukaan, untuk itu perlu dilakukan pemisahan anomali. Filter yang digunakan adalah filter yang berbasis pada model (*model based filter = MBF*).

MBF yang dikembangkan oleh Pilkington dan Cowan (2006) dikembangkan untuk pengolahan data magnetik. MBF ini masih terkendala dengan parameter panjang gelombang anomali. Panjang anomali besar biasanya berkaitan dengan anomali yang bersumber dalam dan anomali dengan panjang gelombang kecil (pendek) biasanya berkaitan dengan anomali yang bersumber dangkal. Pada kenyataannya, anomali bersumber dangkal dengan lamplan yang luas bisa mengakibatkan anomali dengan panjang gelombang besar, sedangkan anomali akibat sumber dalam dengan ukuran besar juga bisa menimbulkan anomali seperti anomali dengan panjang gelombang pendek.

Dalam pembuatan filter berbasis model (MBF), transformasi Fourier dilakukan pada data sintetik berupa respon gayaberat antar waktu akibat amblesan dan perubahan massa bawah permukaan. Hasil transformasi Fourier digunakan sebagai bahan analisis amplitudo dan frekuensi dari masing-masing anomali. Jika setiap anomali yang dihasilkan oleh sumber yang berbeda memiliki amplitudo dan frekuensi yang berbeda, maka pemisahan anomali dapat dilakukan dengan menggunakan filter tertentu. Skema proses pemfilteran dalam kawasan spasial dan frekuensi digambarkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 tersebut , hubungan antara masukan, sistem transfer, dan keluaran dalam kawasan spasial dapat dirumuskan sebagai:

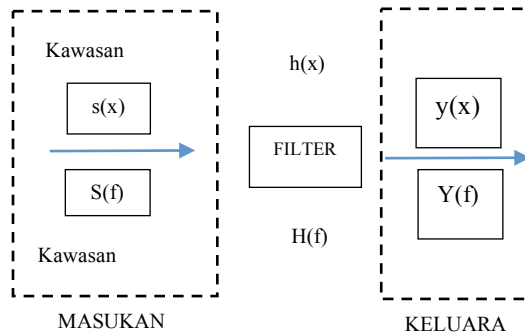
$$s(x) * h(x) = y(x) \dots \dots \dots (2)$$

sedangkan dalam kawasan frekuensi dituliskan sebagai:

$$S(f) \cdot H(f) = Y(f) \dots \dots \dots (3)$$

$$H(f) = \frac{Y(f)}{S(f)} \dots \dots \dots (4)$$

dimana s(x) dan S(f) adalah masukan, y(x) dan Y(f) adalah keluaran, dan h(x) serta H(f) adalah fungsi transfer yang merupakan bentuk filter linier. Pada kawasan spasial, operasi antara masukan dan fungsi dilakukan dengan konvolusi, sedangkan pada kawasan frekuensi operasinya adalah perkalian biasa.



Gambar 1 Skema proses pemfilteran dalam kawasan spasial dan frekuensi

Penerapan dari Persamaan 3 dan Persamaan 4 untuk kasus penelitian ini adalah, masukan berupa spektrum anomali akibat amblesan dan perubahan massa bawah permukaan.

$$S(f)_{amblesan+m.a.t} \cdot H(f) = Y(f)_{amblesan}$$

$$H(f) = \frac{Y(f)_{amblesan}}{S(f)_{amblesan+m.a.t}} \dots \dots \dots (5)$$

$$S(f)_{amblesan+m.a.t} \cdot H(f) = Y(f)_{m.a.t}$$

$$H(f) = \frac{Y(f)_{m.a.t}}{S(f)_{amblesan+m.a.t}} \dots \dots \dots (6)$$

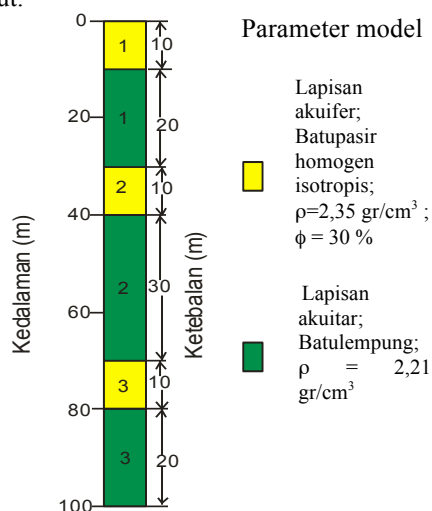
Berdasarkan Persamaan 5 dan Persamaan 6, sebagai masukan adalah spektrum anomali gabungan anomali akibat amblesan dan perubahan tinggi muka air tanah yang dioperasikan dengan fungsi transfer untuk menghasilkan keluaran berupa spektrum anomali akibat amblesan (Persamaan 5) dan spektrum anomali akibat perubahan massa bawah permukaan (Persamaan 6).

METODE

Kegiatan penelitian ini merupakan kegiatan pemrograman dan simulasi komputer untuk menyusun sebuah filter digital berbasis model dan menerapkannya pada data sintetik anomali gayaberat mikro antar waktu. Tahapan yang dilakukan meliputi :

1. Pembuatan model geologi sebagai dasar pembuatan data sintetik gayaberat mikro antar waktu.
2. Pembuatan data sintetik gayaberat mikro antar waktu berdasarkan model geologi yang telah dibuat.
3. Melakukan pemrograman untuk menyusun filter berbasis model.
4. Melakukan aplikasi filter yang telah dibuat pada data sintetik anomali gayaberat mikro antar waktu.
5. Melakukan uji kinerja untuk melihat keberhasilan dari filter tersebut dalam memisahkan anomali gayaberat mikro antar waktu berdasarkan sumber-sumber anomalnya.

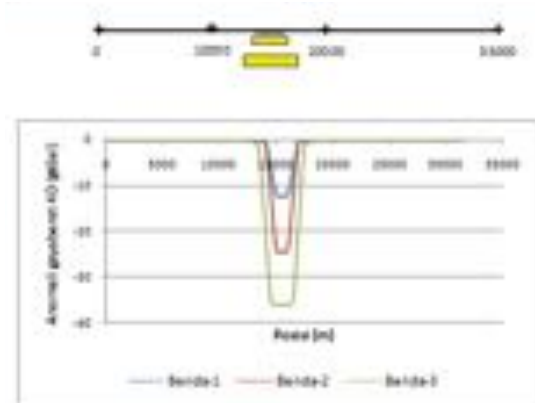
Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB Versi 7.0.11.584 (R2010b) untuk pemrograman dan pemodelan serta perhitungan respon gayaberat mikro antar waktu akibat dari berbagai sumber dan program MS-Excel 2007 untuk keperluan perhitungan dan pengolahan data lebih lanjut.



Gambar 2. Model geologi data sintetik anomali gayaberat mikro antar waktu

Anomali gayaberat mikro antar waktu merupakan superposisi dari anomali yang berasal dari berbagai sumber. Salah satu sumber anomali tersebut adalah perubahan fluida yang berada di bawah permukaan. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa perubahan anomali gayaberat yang terjadi hanya diakibatkan oleh perubahan permukaan fluida (muka air tanah) akibat pengambilan (*discharge*) maupun akibat pengisian kembali (*recharge*) dari air permukaan. Model geologi yang telah dibuat digunakan sebagai dasar untuk membuat data sintetik anomali gaya berat mikro antar waktu. Untuk kasus 1 dimensi (1D) dimana benda sumber

anomalnya mempunyai dimensi 2 (2D) akan menghasilkan anomali berbentuk lintasan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Model benda anomali dan respon gayaberat mikro antar waktu yang dihasilkan

Deskripsi model 2D yang menghasilkan anomali gayaberat mikro antar waktu sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2 di atas disajikan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Deskripsi model 2D dan anomali gayaberat mikro antar waktu yang dihasilkan

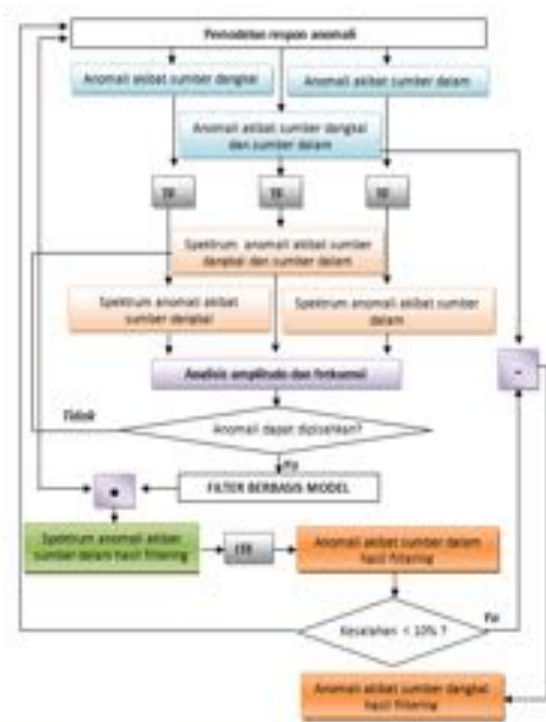
Deskripsi model 2D	Benda 1	Benda 2	Benda 3
Ukuran panjang (m)	1500	2000	3000
Kedalaman muka air tanah (m)	0	30	70
Penurunan muka air tanah (m)	1	2	3
Anomali gayaberat mikro antar waktu maksimum (µGal)	-12,228	-24,444	-36,101

Prinsip dari pemisahan anomali gayaberat adalah memisahkan anomali-anomali menjadi dua buah anomali yang berbeda sumber dari total anomali yang terukur. Jika sumber anomali gayaberat lebih dari dua buah, maka perlu dikelompokkan terlebih dahulu anomali-anomali tersebut menjadi dua kelompok anomali dengan sumber yang berbeda. Pada tahap berikutnya anomali hasil pemisahan yang masih merupakan gabungan anomali dipisahkan lagi menjadi anomali-anomali dengan sumber yang berbeda, demikian seterusnya.

Dalam kasus penelitian ini, anomalnya merupakan gabungan dari anomali yang berasal dari 3 (tiga) sumber yang berbeda, maka dapat dilakukan langkah sebagai berikut:

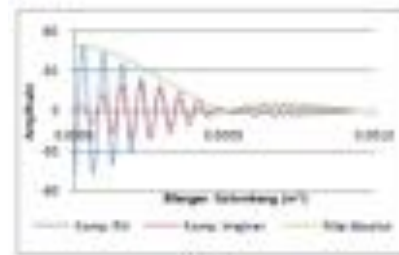
1. Tahap pertama dipisahkan antara anomali akibat sumber benda-1 dengan gabungan anomali akibat sumber benda-2 dan benda-3. Tahap selanjutnya dipisahkan anomali akibat sumber benda-2 dan sumber benda-3.
2. Tahap kedua dipisahkan antara gabungan anomali akibat sumber benda-1 dan benda-2 dengan anomali akibat sumber benda-3 dan selanjutnya dipisahkan anomali akibat sumber benda-1 dan sumber benda-2.

Kedua proses tersebut di atas respon anomali gayaberat mikro antar waktunya dapat digambarkan seperti pada Gambar 4 berikut ini:

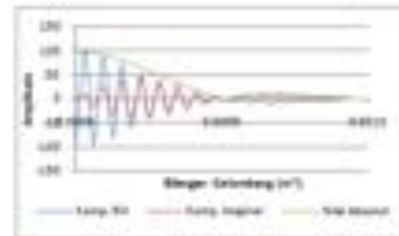


Gambar 4. Skema perancangan dan uji kinerja filter

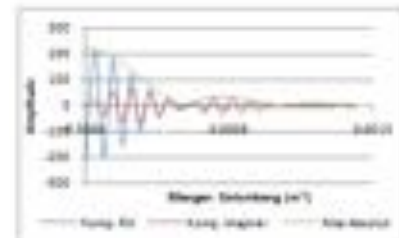
Proses pemfilteran akan lebih efisien jika dilakukan pada kawasan frekuensi atau bilangan gelombang, karena operasi konvolusi pada kawasan frekuensi atau bilangan gelombang adalah proses perkalian biasa antara fungsi filter dan data. Untuk mentransfer data pada kawasan spasial atau waktu ke dalam kawasan frekuensi atau bilangan gelombang dilakukan transformasi fourier terhadap data anomali gayaberat mikro antar waktu yang hasilnya ditampilkan pada Gambar 5 berikut ini:



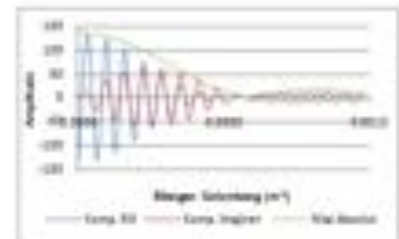
(a)



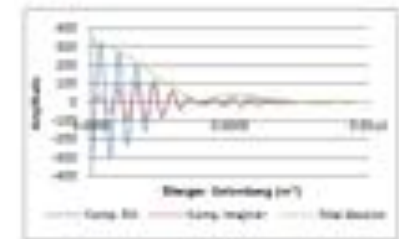
(b)



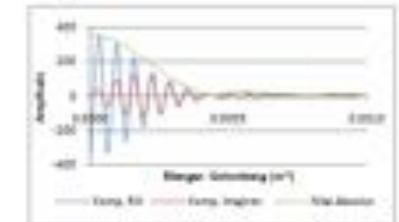
(c)



(d)



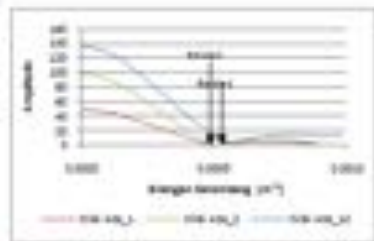
(e)



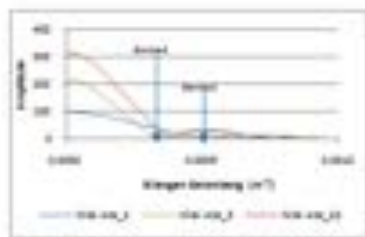
(f)

Gambar 5. Hasil transformasi fourier data anomali gayaberat mikro antar waktu akibat : (a) Benda-1; (b) Benda-2; (c) Benda-3; (d) Gabungan Benda-1 dan Benda-2; (e) Gabungan Benda-2 dan Benda-3; (f) Gabungan Benda-1, Benda-2, dan Benda-3

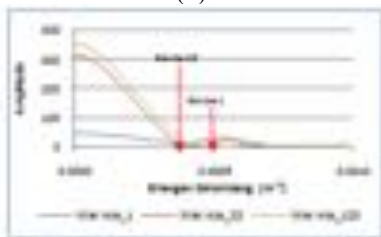
Syarat dua buah anomali dengan sumber berbeda dapat dipisahkan adalah jika keduanya memiliki frekuensi dan atau amplitudo yang berbeda, sehingga dalam penelitian ini dibandingkan frekuensi dominan dan amplitudo dari nilai absolut anomali-anomali yang akan dipisahkan. Hasil perbandingannya ditampilkan pada Gambar 6 berikut ini:



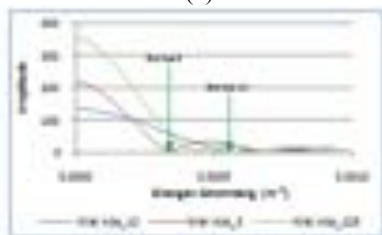
(a)



(b)



(c)



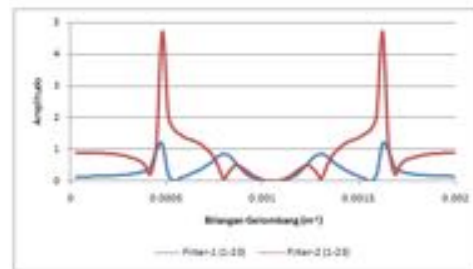
(d)

Gambar 6 Perbandingan nilai absolut dari anomali-anomali dengan sumber berbeda, akibat : (a) Benda-1 dan Benda-2; (b) Benda-2 dan Benda-3; (c) Benda-1 dan Gabungan Benda-2 dan Benda-3; (d) Gabungan Benda-1 dan Benda-2 dengan Benda-3

Berdasarkan hasil perbandingan frekuensi dan amplitudo anomali-anomali dengan sumber berbeda seperti diperlihatkan pada Gambar 6 (a) bahwa antara anomali akibat Benda-1 dan Benda-2 mempunyai frekuensi dominan yang hampir sama (berhimpit) tetapi amplitudo keduanya berbeda, dengan demikian kedua anomali tersebut dapat dipisahkan menggunakan filter digital. Hal yang sama juga terjadi pada perbandingan antara

anomali akibat Benda-2 dan Benda-3 (Gambar 6 (b)), antara anomali akibat Benda-1 dengan anomali gabungan akibat Benda-2 dan Benda-3 (Gambar 6 (c)) serta antara anomali akibat gabungan Benda-1 dan Benda-2 dengan anomali akibat Benda-3 (Gambar 6 (d)). Berdasarkan kenyataan tersebut di atas, maka anomali-anomali tersebut dapat dipisahkan menggunakan filter digital.

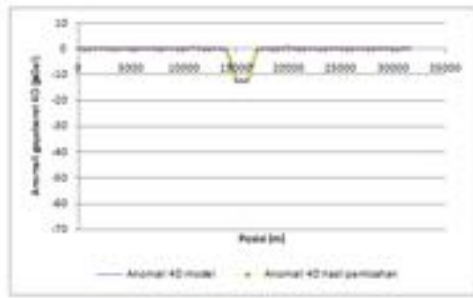
Proses pemisahan dengan menggunakan filter digital berbasis model (MBF) ini dilakukan untuk memisahkan anomali gayaberat mikro antar waktu total (gabungan akibat sumber Benda-1, Benda-1, dan Benda-3) menjadi anomali akibat sumber Benda-1 dan gabungan anomali akibat sumber Benda-2 dan Benda-3. Filter digital berbasis model yang digunakan ditampilkan pada Gambar 7 berikut ini:



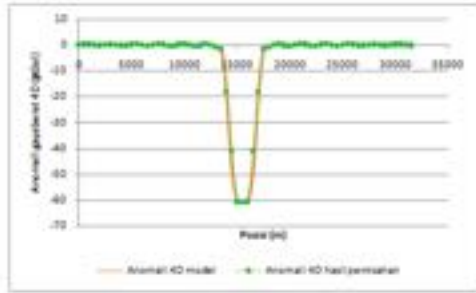
Gambar 7. Filter digital berbasis model untuk memisahkan anomali akibat sumber Benda-1 dan gabungan sumber Benda-2 dan Benda-3

Filter-1 pada Gambar 7 digunakan untuk meminimalisir efek dari gabungan sumber Benda-2 dan Benda-3. Dengan menggunakan Filter-1 ini maka akan dihasilkan anomali gayaberat antar waktu akibat sumber Benda-1. Hasil pemisahan menggunakan Filter-1 adalah berupa anomali gayaberat antar waktu akibat sumber Benda-1 dalam kawasan bilangan gelombang. Untuk mendapatkan anomali hasil pemisahan tersebut dalam kawasan spasial (ruang), maka dilakukan transformasi menggunakan Transformasi Fourier Balik (*Inverse Fourier Transform = IFT*). Hasil pemisahan anomali menggunakan Filter-1 ini ditampilkan pada Gambar 8. Hasil pemisahan tersebut mempunyai bentuk atau pola yang sangat mirip dengan bentuk anomali sintetiknya (model).

Filter-2 berguna untuk melemahkan efek dari sumber anomali Benda-1 (anomali dangkal) sehingga akan dihasilkan atau diloloskan anomali akibat gabungan sumber Benda-2 dan Benda-3 (anomali yang lebih dalam) saja. Hasil transformasi Fourier balik terhadap hasil pemfilteran tersebut menghasilkan anomali gayaberat antar waktu seperti pada Gambar 9. Dari gambar tersebut, anomali gayaberat dari sumber dalam mempunyai pola atau bentuk yang menyerupai dengan bentuk anomali sintetiknya (anomali hasil pemodelan).

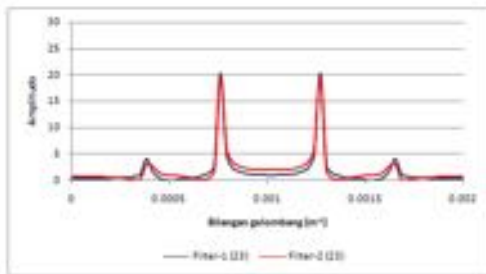


Gambar 8. Hasil pemisahan anomali total menggunakan Filter-1



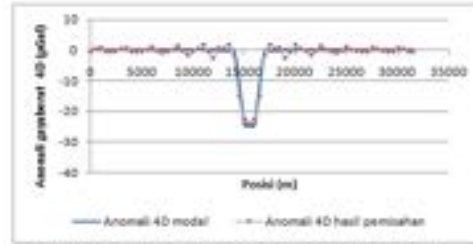
Gambar 9. Hasil pemisahan anomali total menggunakan Filter-2

Tahapan selanjutnya adalah memisahkan gabungan anomali akibat sumber Benda-2 dan Benda-3 menjadi anomali gayaberat mikro antar waktu akibat sumber Benda-2 dan sumber Benda-3. Filter yang digunakan diperlihatkan pada Gambar 10 berikut ini:



Gambar 10. Filter digital berbasis model untuk memisahkan anomali akibat sumber Benda-2 dan Benda-3

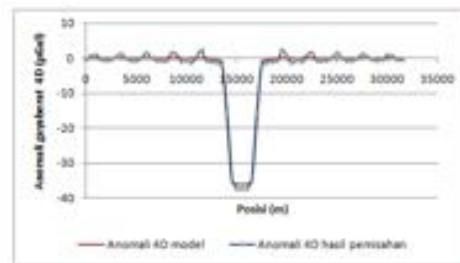
Filter-1 pada Gambar 10 di atas digunakan untuk menghilangkan efek dari sumber anomali yang lebih dalam (Benda-3) sehingga yang dihasilkan adalah spectrum anomali gayaberat antar waktu akibat sumber yang lebih dangkal (Benda-2). Spektrum tersebut kemudian dikembalikan lagi ke dalam kawasan spasial (ruang) dengan IFFT sehingga menghasilkan anomali gayaberat mikro antar waktu akibat sumber Benda-2 seperti ditampilkan pada Gambar 11 berikut ini:



Gambar 11. Hasil pemisahan anomali gabungan sumber Benda-2 dan Benda-3 menggunakan Filter-1

Hasil pemisahan anomali dengan menggunakan Filter-1 tersebut menghasilkan anomali gayaberat mikro antar waktu akibat sumber Benda-2 yang mempunyai pola serupa dengan modelnya, tetapi pada komponen data yang berada di sekitar sumbu-x (anomali = 0) terjadi distorsi data hasil pemisahan. Hal tersebut biasa terjadi dalam proses pemisahan anomali dikarenakan adanya efek tepi dari anomali yang dipisahkan.

Dengan menggunakan Filter-2 sebagaimana ditampilkan pada Gambar 10, maka dihasilkan anomali gayaberat mikro antar waktu akibat sumber yang relatif lebih dalam (Benda-3). Anomali gayaberat mikro antar waktu akibat sumber Benda-3 yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 12. Sama seperti pada proses pemisahan menggunakan Filter-1, maka pada proses ini juga timbul distorsi pada yang berada di sekitar sumber anomali (akibat efek tepi).

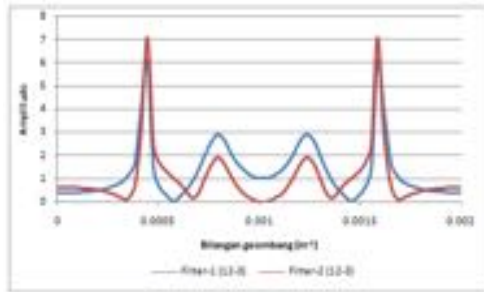


Gambar 12. Hasil pemisahan anomali gabungan sumber Benda-2 dan Benda-3 menggunakan Filter-2

Proses pemisahan anomali kedua adalah dengan menggabungkan anomali-anomali yang bersumber relatif lebih dangkal dan memisahkannya dengan anomali yang mempunyai sumber yang paling dalam. Dalam penelitian ini simulasi dilakukan untuk 3 (tiga) buah sumber anomali sehingga untuk tahap pertama dikelompokkan anomali akibat Benda-1 dan Benda-2 yang akan dipisahkan dengan anomali akibat Benda-3 dari anomali totalnya.

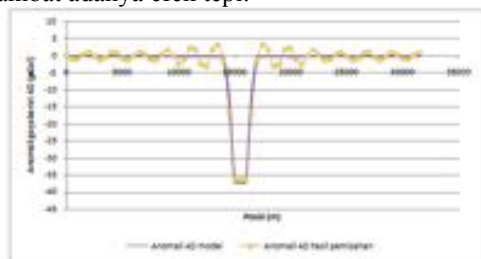
Filter digital berbasis model yang dibuat digunakan untuk mendapatkan anomali-anomali tersebut berdasarkan sumber anomalnya. Filter digital berbasis model untuk memisahkan gabungan anomali akibat Benda-1 dan Benda-2

dengan anomali akibat Benda-3 diperlihatkan pada Gambar 13. Kedua filter memiliki pola dan nilai amplitudo yang hampir sama karena anomali yang akan dipisahkan juga memiliki harga yang relatif hampir sama tetapi berbeda lebar anomalnya.



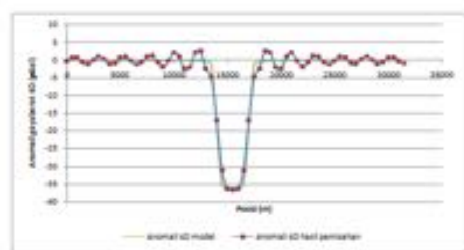
Gambar 13. Filter digital berbasis model untuk memisahkan anomali total menjadi anomali akibat gabungan sumber Benda-1 dan Benda-2 dan sumber Benda-3

Filter-1 akan meminimalisir efek dari sumber dalam (akibat Benda-3) dan hanya memunculkan anomali akibat sumber yang relatif lebih dangkal (Benda-1 dan Benda-2). Hasil pemisahan anomali menggunakan filter-1 tersebut diperlihatkan pada Gambar 14 dimana pola yang dihasilkan hampir sama tetapi terdapat distorsi akibat adanya efek tepi.



Gambar 14. Hasil pemisahan anomali total menggunakan Filter-1

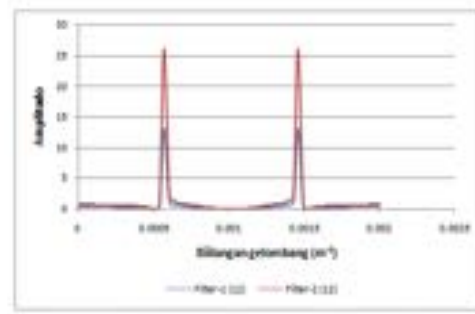
Hal yang sama juga diperlihatkan pada hasil pemisahan anomali dengan menggunakan filter-2 yang menghasilkan anomali akibat sumber dalam (akibat Benda-3). Hasil pemisahannya diperlihatkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil pemisahan anomali total menggunakan Filter-2

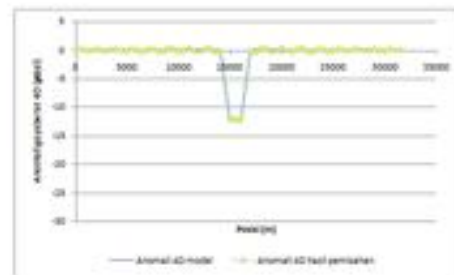
Tahapan selanjutnya adalah memisahkan anomali gabungan akibat sumber dangkal (Benda-

1 dan Benda-2). Filter yang digunakan untuk memisahkan anomali akibat Benda-1 dengan Benda-2 diperlihatkan pada Gambar 16 berikut ini:



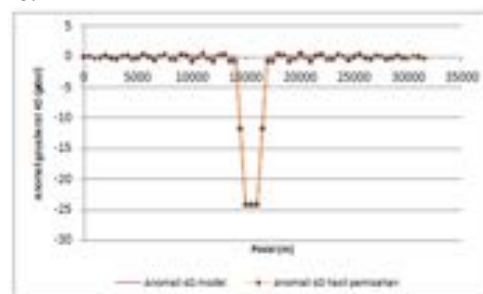
Gambar 16. Filter digital berbasis model untuk memisahkan anomali akibat gabungan sumber Benda-1 dan Benda-2

Hasil pemisahan anomali dengan menggunakan filter-1 untuk gabungan anomali dari sumber Benda-1 dan Benda-2 diperlihatkan pada Gambar 17. Distorsi yang terjadi tidak terlalu besar dibandingkan dengan hasil pemisahan sebelumnya (Gambar 14 dan 15).



Gambar 17. Hasil pemisahan anomali gabungan sumber Benda-1 dan Benda-2 menggunakan Filter-1

Filter-2 digunakan untuk memunculkan anomali akibat Benda-2, yang mempunyai posisi relatif lebih dalam, hasilnya diperlihatkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Hasil pemisahan anomali gabungan sumber Benda-2 dan Benda-3 menggunakan Filter-2

Untuk melihat keberhasilan filter digital berbasis model yang dihasilkan dalam memisahkan anomali gayaberas menjadi anomali-

anomali berdasarkan sumber-sumber anomalnya, maka dilakukan evaluasi kinerja. Evaluasi kinerja dilakukan dengan menghitung persentase kesalahan dalam proses pemisahan terhadap masukannya (Tabel 2 dan Tabel 3)

Tabel 2. Tabel hasil uji kinerja filter untuk proses pemisahan-1

Sumber anomali	Nilai minimum anomali (μGal)		error (%)
	Model	Hasil filtering	
Benda-2 + Benda-3	-60,54	-61,04	0,82
Benda-1	-12,23	-12,07	1,29
Benda-2	-24,44	-24,26	0,75
Benda-3	-36,10	-37,39	3,56

Tabel 3. Tabel hasil uji kinerja filter untuk proses pemisahan-2

Sumber anomali	Nilai minimum anomali (μGal)		error (%)
	Model	Hasil filtering	
Benda-1 + Benda-2	-37,01	-36,42	1,58
Benda-1	-12,23	-12,10	1,08
Benda-2	-24,44	-24,18	1,09
Benda-3	-36,10	-35,79	0,86

Dari kedua tabel tersebut di atas, terlihat bahwa kedua urutan proses pemisahan anomali memberikan hasil yang hamper sama dengan tingkat kesalahan yang cukup kecil (kurang dari 5%), bahkan untuk metode kedua kesalahan dalam proses pemisahannya relative lebih bagus dibandingkan metode pertama. Berdasarkan nilai kesalahan dalam proses pemisahan menggunakan filter berbasis model tersebut mempunyai kinerja yang bagus karena nilai outputnya hampir mendekati nilai inputnya.

KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Telah berhasil disusun filter digital berbasis model 1D dan telah berhasil

diterapkan pada data sintetik anomali gayaberat mikro antar waktu untuk memisahkan anomali-anomali tersebut berdasarkan sumber anomalnya.

2. Hasil uji kinerja filter digital berbasis model menunjukkan bahwa kesalahan dalam proses pemisahan memberikan kesalahan yang sangat kecil (kurang dari 5%) dan ini menunjukkan bahwa filter digital berbasis model yang disusun mempunyai kinerja yang baik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai dengan dana DIPA Universitas Mataram Tahun 2010, oleh karenanya Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DIPA Universitas Mataram dan Lembaga Penelitian Universitas Mataram atas dukungan dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Grant, F.S., dan West, G.F. (1965) : *Interpretation theory in applied geophysics*, McGraw-Hill Book Company, 210-232.
- Li, Y. dan D.W. Oldenburg (1998) : *Separation of regional and residual magnetic field data*, Geophysics, 63, 431-439.
- Pilkington, M., dan Cowan, D.R. (2006) : *Model-based separation filtering of magnetic data*, Geophysics, 71, L17-L23.
- Sarkowi, M. (2007) : *Gayaberat mikro antar waktu untuk analisa perubahan kedalaman muka air tanah (Studi kasus dataran aluvial Semarang)*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Scintrex, Ltd., (2009) : *CG-5 Scintrex autograv sistem, Operation Manual, Document Part No. 867700, Revision 5*, Scintrex Limited, Canada
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.P. (1990) : *Applied Geophysics -2nd ed*, Cambridge University Press