



**KONTINUASI *UPWARD* ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
MEMANFAATKAN DATA MAGNETIK DI DAS BEDADUNG
WILAYAH KOTA JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Yudhistira Ardi Nugraha
NIM 091810201019**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**KONTINUASI *UPWARD* ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
MEMANFAATKAN DATA MAGNETIK DI DAS BEDADUNG
WILAYAH KOTA JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Yudhistira Ardi Nugraha
NIM 091810201019**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. kedua orang tua Bapak Irianto dan Ibu Zainah Agustiana yang telah mendoakan dan berusaha berkorban seluruh hidupnya demi kesuksesan kelima anaknya serta curahan kasih sayang yang tiada henti sampai akhir hayat;
2. Kakak Achmad Fathir Alamin dan Adik Bagus Mu'min Firdaus, Nurul Annisa dan Nuril Lailatul Mahmuda atas dukungan, semangat dan kasih sayangnya dalam mendoakan;
3. Seluruh guru dan dosen tercinta di TK Baitul Amien, SD Negeri Wirolegi 03 Jember, SMP Negeri 2 Jember, SMA Negeri 2 Jember dan Universitas Jember atas ilmu, pengetahuan dan bimbingannya dalam mendidik sampai menuju ke jalan kesuksesan;
4. Almamater tercinta Fakultas MIPA Universitas Jember.

MOTTO

- ✓ Kesabaran, keuletan dan do'a adalah kunci sukses dalam menyelesaikan masalah dalam mengarungi roda kehidupan.
- ✓ Hidup adalah sebuah tantangan, maka hadapilah. Hidup adalah sebuah nyayian, maka nyanyikanlah. Hidup adalah sebuah mimpi, maka sadarilah. Hidup adalah sebuah permainan, maka mainkanlah. Hidup adalah cinta, maka nikmatilah.
- ✓ Hal-hal yang paling berharga dalam hidup bukanlah hal-hal yang dapat diperoleh dengan uang !

-Albert Einstein- (1879-1955) *)

*) Solikhin Abu Izzudin. 2006. *Zero to Hero*. Yogyakarta : Pro-U Media.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yudhistira Ardi Nugraha

NIM : 091810201019

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tulisan karya ilmiah yang berjudul "Kontinuasi *Upward* Anomali Bawah Permukaan Memanfaatkan Data Magnetik di DAS Bedadung Wilayah Kota Jember" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Mei 2015

Yang menyatakan,

Yudhistira Ardi Nugraha

NIM 091810201019

SKRIPSI

**KONTINUASI *UPWARD* ANOMALI BAWAH PERMUKAAN
MEMANFAATKAN DATA MAGNETIK DI DAS BEDADUNG
WILAYAH KOTA JEMBER**

Oleh

Yudhistira Ardi Nugraha

NIM 091810201019

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Supriyadi, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kontinuasi *Upward* Anomali Bawah Permukaan Memanfaatkan Data Magnetik di DAS Bedadung Wilayah Kota Jember” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si.
NIP 197412152002121001

Supriyadi, S.Si., M.Si.
NIP 198204242006041003

Penguji I,

Penguji II,

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D.
NIP 196203111987021001

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.
NIP 197003271997022001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Kusno, DEA, Ph. D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Kontinuasi *Upward* Anomali Bawah Permukaan Memanfaatkan Data Magnetik di DAS Bedadung Wilayah Kota Jember; Yudhistira Ardi Nugraha, 091810201019; 2015; 40 halaman; Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Metode magnetik adalah metode geofisika yang digunakan untuk menentukan jenis material bawah permukaan pada kedalaman tertentu dengan mengidentifikasi sifat kemagnetan batuan yang terukur di permukaan bumi berdasarkan variasi nilai susceptibilitas magnetiknya. Data anomali total magnetik diperoleh dari sensor alat pada beberapa ketinggian di atas permukaan tanah dalam pengambilan data lapang. Hal ini secara langsung dapat mempengaruhi anomali magnet dalam ukuran bentuk, amplitudo, dan luasan. Akibatnya, anomali pada objek yang diteliti mengalami gangguan pada ketinggian tertentu sehingga dapat mengurangi keakuratan akuisisi dari data. Oleh karena itu, peneliti melakukan pengembangan terhadap pengolahan data magnetik dengan memanfaatkan operasi matematis dengan analisa spektral bahasa algoritma program komputer kontinuasi dalam bentuk filter kontinuasi *upward* dengan mengidentifikasi anomalnya. Kontinuasi *upward* dilakukan untuk mendapatkan anomali regional yang lebih representatif sehingga objek yang diteliti dapat dijelaskan secara detail. Anomali regional yang lebih representatif akan menghasilkan anomali lokal (residual) yang baik sehingga pada tahap interpretasi dapat dihasilkan suatu hasil interpretasi yang lebih akurat.

Pada penelitian ini data awal yang diperoleh merupakan data lapang anomali total magnetik dari masing-masing lintasan di sekitar DAS Bedadung wilayah Kota Jember. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan *Surfer* untuk mendapatkan tampilan dari masing-masing lintasan dalam bentuk kontur. Tampilan kontur tersebut selanjutnya didigitasi pada masing-masing lintasan untuk digunakan

sebagai masukan data dalam pengolahan menggunakan *Magpick* dan program kontinuitas dari matlab dengan memanfaatkan filter kontinuitas *upward*. Kontinuitas *upward* dilakukan dengan variasi pengangkatan tinggi pada masing-masing lintasan mulai dari 1 m hingga 30 m untuk mengetahui hasil tampilan anomali magnetik yang lebih jelas mengenai tata letaknya. Kemudian tampilan filter kontinuitas *upward* anomali magnetik antara keduanya dibandingkan mengenai kecocokan dalam pengolahan data menggunakan program kontinuitas dari matlab dan program *Magpick*.

Pengolahan data menggunakan filter kontinuitas *upward* pada salah satu contoh lintasan yaitu lintasan 1 yang berada di DAS Bedadung Kecamatan Ajung menghasilkan hasil filter kontinuitas *upward* anomali magnetik kedua program menunjukkan tampilan yang mendekati sama antara pengolahan data menggunakan *Magpick* dan program kontinuitas dari matlab dengan perbedaan akurasi kecocokan sekitar 0,93 % antara keduanya. Perbedaan ini disebabkan karena pada tampilan program yang dibuat dari matlab masih membutuhkan filter lain untuk menghilangkan adanya variasi gangguan lain (*noise*) dalam pengolahan data. Akan tetapi, hasil pengolahan data program kontinuitas yang dibuat dari matlab menghasilkan tampilan yang sesuai dengan *Magpick* sehingga program kontinuitas yang dibuat dari matlab juga dapat digunakan untuk mengolah data magnetik geofisika lebih lanjut dalam bentuk tampilan 1-D. Selain itu, diperoleh juga mengenai susunan lapisan material penyusun DAS Bedadung wilayah Kota Jember secara umum pada masing-masing lintasan yaitu berupa tanah *litosol* dan *regusol* yang mempunyai tingkat kesuburan baik dan cocok untuk digunakan sebagai lahan pertanian.

KATA PENGANTAR

Segala puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Kontinuasi *Upward* Anomali Bawah Permukaan Memanfaatkan Data Magnetik di DAS Bedadung Wilayah Kota Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak mungkin terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Puguh Hiskiawan, S.Si, M.Si., selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing akademik, Supriyadi, S.Si, M.Si., selaku dosen pembimbing anggota, Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D, selaku dosen penguji I, serta Nurul Priyantari, S.Si, M.Si., selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
2. kedua orang tua Bapak Irianto dan Ibu Zainah Agustiana yang telah mendoakan dan berusaha berkorban seluruh hidupnya demi kesuksesan kelima anaknya serta curahan kasih sayang yang tiada henti sampai akhir hayat;
3. Kakak Achmad Fathir Alamin dan Adik Bagus Mu'min Firdaus, Nurul Annisa dan Nuril Lailatul Mahmuda atas dukungan, semangat dan kasih sayangnya dalam mendoakan;
4. Agung Yuli Nugroho, Fajar Faiza Noor, Yohanes, Tri Hajar, dan teman-teman angkatan 2009 serta adik angkatan 2010/2011 atas semua dukungan dan do'a yang tiada hentinya sampai penulis lulus;

5. Linda Yolla Pradita atas *support* yang tiada hentinya dalam mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dan penulis mengucapkan rasa terima kasih atas kasih sayang serta cinta yang diberikan;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat.

Jember, 20 Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERNYATAAN.....	v
PEMBIMBINGAN.....	vi
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Konsep Dasar Metode Magnetik.....	5
2.2 Konsep Dasar Filter Kontinuasi <i>Upward</i>.....	5
2.3 Transformasi Fourier.....	9
2.4 Medan Magnetik Bumi.....	10
2.5 Koreksi Data Magnetik.....	13
2.6 Interpretasi Data Magnetik.....	14

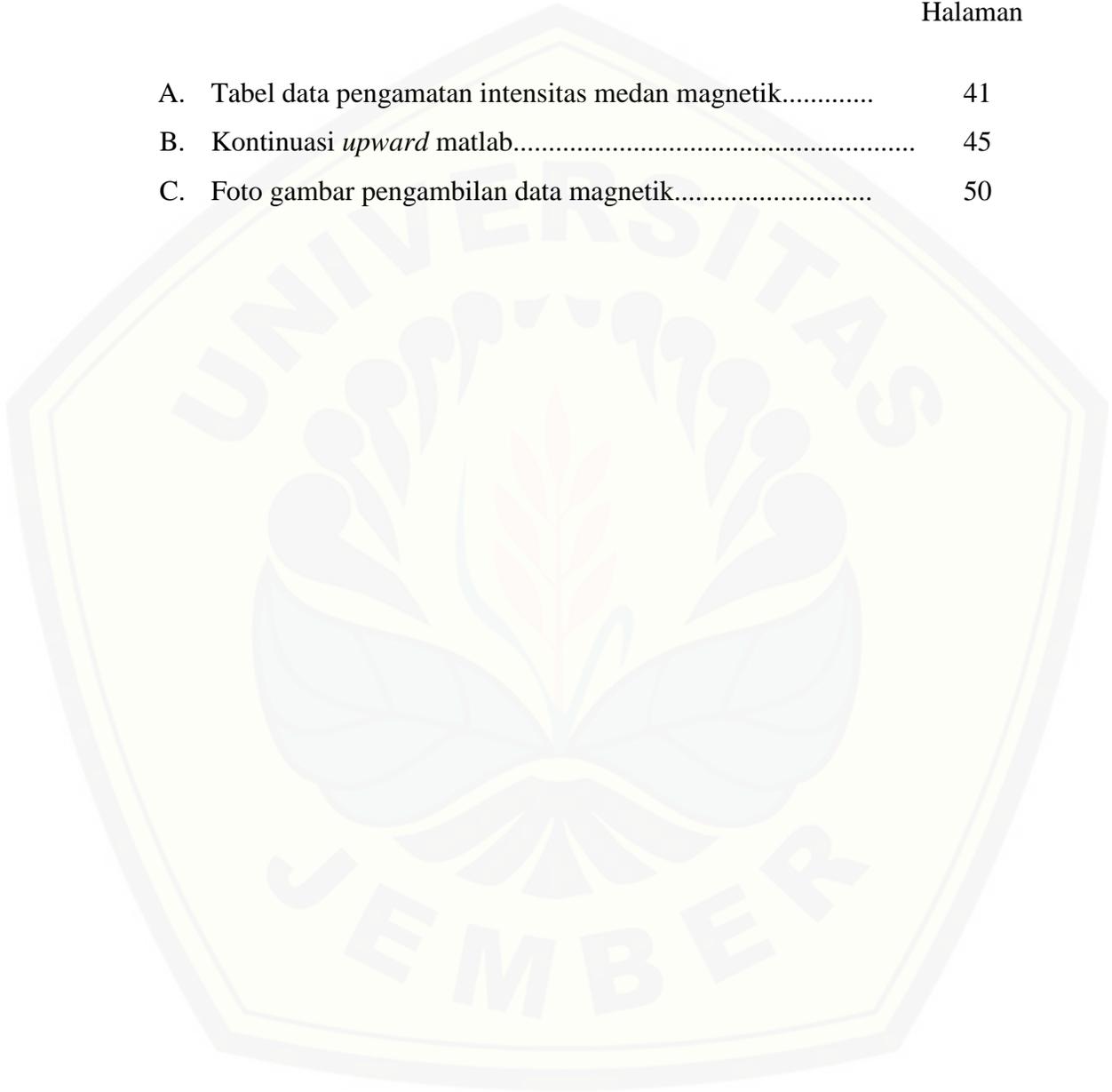
2.7 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	15
2.8 Morfologi Daerah Penelitian.....	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Akuisisi dan Pengolahan Data.....	20
3.4 Interpretasi Data.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil.....	23
4.1.1 Hasil Pengolahan Data Lintasan 1.....	24
4.1.2 Hasil Pengolahan Data Lintasan 2.....	25
4.1.3 Hasil Pengolahan Data Lintasan 3.....	26
4.1.4 Hasil Pengolahan Data Lintasan 4.....	27
4.1.1 Hasil Pengolahan Data Lintasan 5.....	28
4.2 Pembahasan.....	29
BAB 5. PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Elemen-elemen medan magnetik bumi..... 11
Gambar 2.2	Denah daerah penelitian..... 16
Gambar 3.1	Peta lokasi penelitian di DAS Bedadung Kabupaten Jember..... 18
Gambar 3.2	Desain pengambilan data PPM interval 10 m..... 20
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian..... 21
Gambar 4.1	Pengolahan data lintasan 1 dengan <i>Surfer</i> 24
Gambar 4.2	Pengolahan data lintasan 1 menggunakan <i>Magpick</i> dan program matlab..... 24
Gambar 4.3	Pengolahan data lintasan 2 dengan <i>Surfer</i> 25
Gambar 4.4	Pengolahan data lintasan 2 menggunakan <i>Magpick</i> dan program matlab..... 25
Gambar 4.5	Pengolahan data lintasan 3 dengan <i>Surfer</i> 26
Gambar 4.6	Pengolahan data lintasan 3 menggunakan <i>Magpick</i> dan program matlab..... 26
Gambar 4.7	Pengolahan data lintasan 4 dengan <i>Surfer</i> 27
Gambar 4.8	Pengolahan data lintasan 4 menggunakan <i>Magpick</i> dan program matlab..... 27
Gambar 4.9	Pengolahan data lintasan 5 dengan <i>Surfer</i> 28
Gambar 4.10	Pengolahan data lintasan 5 menggunakan <i>Magpick</i> dan program matlab..... 28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabel data pengamatan intensitas medan magnetik.....	41
B. Kontinuasi <i>upward</i> matlab.....	45
C. Foto gambar pengambilan data magnetik.....	50



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode magnetik merupakan metode geofisika dalam survei pendahuluan yang sering digunakan untuk menentukan jenis material bawah permukaan pada kedalaman tertentu. Prinsip kerja survei magnetik adalah dengan memanfaatkan variasi nilai suseptibilitas magnetik batuan yang terukur di permukaan bumi untuk menafsirkan struktur geologi bawah permukaan yang menjadi target penelitian. Penggunaan data magnetik dalam aplikasinya telah diteliti dengan baik dan sukses terdokumentasi. Deteksi objek yang diteliti melalui data magnetik tergantung pada identifikasi anomali dipol seperti perbedaan inversi dalam menentukan parameter sumber magnet. Data magnetik diperoleh dari sensor alat pada beberapa ketinggian di atas permukaan tanah. Hal ini secara langsung dapat mempengaruhi anomali magnet dalam ukuran bentuk, amplitudo, dan luasan. Akibatnya, anomali pada objek yang diteliti mengalami gangguan pada ketinggian tertentu sehingga dapat mengurangi keakuratan akuisisi dari data (Doll *et al.*, 2006).

Penelitian terdahulu mengenai survei dengan metode magnetik pernah dilakukan oleh Sebah *et al.*, (2013) mengenai aplikasi metode magnetik untuk mengidentifikasi struktur lapisan bawah permukaan Sungai Logawa Kabupaten Banyumas yang diduga mengandung mineral emas. Berdasarkan hasil pemodelan yang dilakukan terhadap data dengan software *Magpick for Window* maka diperoleh profil anomali magnetik lokal mengenai sebaran keberadaan mineral emas. Meskipun dalam proses akuisisi data telah dilakukan *filtering* dengan melakukan *set up* dan *sampling rate* maupun konfigurasi sensornya, tidak dapat dipungkiri *noise* masih mungkin terekam oleh data. Selain itu, filter frekuensi juga disesuaikan dengan

ukuran dan kedalaman target objek pengukuran sehingga penelitian tersebut mengalami kendala karena sulitnya mendeteksi keberadaan emas di dalam sampel batuan yang diduga berada dalam bentuk spot-spot yang tertransfer secara terpencar ke berbagai lokasi di sepanjang aliran sungai dengan kedalaman yang sangat jauh. Pengolahan data dengan software tersebut juga terlalu lama sehingga diperlukan metode yang lebih detail serta efisien lagi. Oleh karena itu, peneliti melakukan pengembangan terhadap pengolahan data magnetik dengan memanfaatkan operasi matematis dengan analisa spektral bahasa algoritma program komputer kontinuitas dalam bentuk filter kontinuitas *upward* dengan mengidentifikasi anomalnya.

Kontinuitas *upward* merupakan filter yang digunakan untuk menghasilkan interpretasi magnetik yang maksimal dengan cara memisahkan anomali regional dengan anomali lokal. Komponen anomali regional yang memiliki sifat magnetisasi rendah memberikan informasi mengenai benda sumber anomali pada kedalaman yang besar. Sedangkan, komponen anomali lokal memberikan informasi mengenai benda sumber anomali pada kedalaman yang kecil. Kontinuitas *upward* dilakukan untuk mendapatkan anomali regional yang lebih representatif sehingga objek yang diteliti dapat dijelaskan secara detail dan akurat. Anomali regional yang lebih representatif akan menghasilkan anomali lokal (residual) yang baik sehingga pada tahap interpretasi dapat dihasilkan suatu hasil interpretasi yang lebih akurat. Model seperti ini yang akan memberikan dasar dari interpretasi geologi bawah permukaan. Keberadaan anomali sintetis yang berasal dari anomali *body* magnet geometri sangat penting untuk digunakan dalam mengevaluasi metode kontinuitas *upward*. Anomali yang muncul dari hasil model kontinuitas *upward* tersebut akan digunakan sebagai fungsi untuk kesesuaian terhadap struktur geologi utama hasil observasi objek daerah yang diteliti yaitu di sekitar daerah aliran sungai Bedadung (Ganiyu *et al.*, 2013).

Daerah Aliran Sungai Bedadung memiliki karakteristik pengaliran yang sangat berbeda-beda apabila dibandingkan dengan DAS lain di daerah Jember. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya bentuk topografi aliran sungai, tata guna lahan, tipologi sungai yaitu mengenai panjang, jumlah dan kemiringan sungai,

serta tinggi durasi curah hujan daerah tersebut. Selain itu, DAS Bedadung wilayah Kota Jember juga sangat dipengaruhi oleh air permukaan tanah dangkal, sumber-sumber mata air dan aliran-aliran sungai yang melintasinya seperti Sungai Bedadung (Pokja Jember, 2012). Kekayaan alam yang berlimpah dan masih belum dimanfaatkan secara optimal maka peneliti melakukan pengembangan dengan metode magnetik terhadap penelitian di daerah tersebut. Selain itu, peneliti juga menggunakan filter kontinuitas *upward* dalam pengolahan data magnetik dengan program dari matlab dan *Magpick* untuk memperoleh kesesuaian antara model program komputer yang dibuat dengan data observasi geologi sebenarnya serta dapat menjelaskan secara kualitatif informasi mengenai keberadaan kondisi bawah permukaan daerah yang akan diteliti yaitu di sekitar DAS Bedadung wilayah kota Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana hasil pengolahan data magnetik filter kontinuitas *upward* dari matlab mempunyai kesesuaian terhadap program *Magpick* mengenai keadaan geologi daerah observasi di sekitar DAS Bedadung wilayah Kota Jember.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini yaitu pembuatan program kontinuitas *upward* dengan menggunakan matlab, pengolahan data magnetik menggunakan filter kontinuitas *upward* dan menginterpretasi secara kualitatif kondisi di sekitar DAS Bedadung wilayah Kota Jember.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah membuat program kontinuitas *upward* dengan memanfaatkan data magnetik. Kemudian, membandingkan hasil anomali magnetik pengolahan data antara program kontinuitas *upward* dari matlab dan *Magpick for Window* yaitu antara keduanya mempunyai kesesuaian atau tidak dalam menjelaskan informasi secara kualitatif keadaan geologi daerah observasi di sekitar DAS Bedadung wilayah Kota Jember.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian tugas akhir ini adalah melakukan pemodelan hasil pengukuran data magnetik untuk mengetahui informasi/ gambaran bawah permukaan mengenai prospek daerah aliran sungai yang diteliti dan mendapatkan penyelesaian numerik mengenai kesesuaian antara program kontinuitas *upward* yang dibuat dari matlab dengan pengolahan data menggunakan *Magpick* terhadap data observasi. Kemudian hasil yang diperoleh digunakan sebagai acuan awal untuk penelitian selanjutnya dan menambah keterangan dasar ilmu kebumihantropologi mengenai kondisi geologi DAS.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Metode Magnetik

Batuan bumi mengandung banyak mineral yaitu berupa batuan yang mempunyai sifat kemagnetan seperti diamagnetik (suseptibilitas < 0), paramagnetik (suseptibilitas > 0), dan ferromagnetik (suseptibilitas jauh lebih besar dari nol). Hal ini disebabkan, karena Bumi diibaratkan seperti sebuah magnet batang yang sangat besar. Selain itu, batuan bumi juga dapat menjadi magnet remanen karena bergantung pada medan magnet bumi, mineral-mineral batuannya, dan proses geologi pembentukan batuan. Dalam survei magnetik yang diteliti dalam penelitian yaitu berupa anomali lokal dan anomali regional dari medan magnetik yang disebabkan oleh batuan akibat mineral-mineralnya. Penelitian material bawah permukaan dengan konsep magnetik yaitu dengan memanfaatkan sifat kemagnetan batuan yang sangat rendah (Rosid, 2006).

2.2 Konsep Dasar Filter Kontinuasi *Upward*

Konsep potensial medan magnetik dapat diformulasikan terhadap besaran fisis yang bergantung pada posisinya terhadap suatu pusat referensi. Potensial pada suatu titik dalam medan magnetik didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk memindahkan suatu massa benda dari suatu titik sembarang tempat menuju ke suatu titik tertentu yang dimaksud (Blakely, 1995). Medan magnetik adalah suatu medan konservatif yang dapat dinyatakan sebagai gradient scalar. Medan magnetik pada suatu area permukaan tertentu jika diketahui besar medan magnetik di suatu luasan permukaan yang lain selama tidak ada benda bermassa (yang dapat menimbulkan

medan magnetik) diantara kedua permukaan tersebut maka medan magnetik tersebut dimungkinkan untuk perhitungan menggunakan hukum Laplace (Hanson dan Miyazki, 1984)

Jika U_P dan U_Q adalah potensial di titik P dan titik Q, maka :

$$U_P = \gamma \int_V (\rho/R) dv$$

$$\nabla^2 U_Q = -4\pi\gamma\rho$$

Dengan mengeliminasi ρ , diperoleh :

$$U_P = (1/4\pi) \int_V (1/R)\nabla^2 U_Q dv$$

Dengan menggunakan teorema Green :

$$\int_V (W\nabla^2 U - U\nabla^2 W) dv = \int_S (W\nabla U - U\nabla W) \cdot ds$$

dimana, $W=1/R$, $U = U_Q$ di dalam S, dan $U = U_S$ di permukaan, dapat diperoleh :

$$\int_V ((1/R)\nabla^2 U_Q - U_Q\nabla^2(1/R)) dv = \int_S ((1/R_S)\nabla U_S - U_S\nabla(1/R_S)) \cdot ds$$

$\nabla^2(1/R) = 0$, sehingga :

$$\int_V (1/R)\nabla^2 U_Q dv = \int_S ((1/R_S)\nabla U_S - U_S\nabla(1/R_S)) \cdot ds$$

$$\begin{aligned}
-\int_V (1/R)\nabla^2 U_Q dv &= 4\pi U_P = \int_S ((1/R_S)\nabla U_S - U_S\nabla(1/R_S)) \cdot ds \\
&= \int_S \left[\left(U_S \frac{\partial R_S}{\partial n} (1/R_S) \right) - \left((1/R_S) \frac{\partial}{\partial n} U_S \right) \right] \cdot ds \\
4\pi U_P &= \int_x \int_y \left[\left(U_S \frac{\partial R_S}{\partial n} (1/R_S) \right) - \left((1/R_S) \frac{\partial}{\partial n} U_S \right) \right] dx dy \quad (2.1)
\end{aligned}$$

Jika tidak ada massa di dalam volume, maka integral dari persamaan (2.1) adalah nol. Apabila $\nabla \cdot F = 0$; $\nabla U(x, y, z) = -F(x, y, z)$; $-\nabla \cdot F = \nabla \cdot \nabla U = \nabla^2 U = 0$ maka akan diperoleh :

$$0 = \int_x \int_y \left[\left(U_S \frac{\partial R_S}{\partial n} (1/R_S) \right) - \left((1/R_S) \frac{\partial}{\partial n} U_S \right) \right] dx dy \quad (2.2)$$

Bagian kanan dari persamaan (2.1) dan (2.2) keliatannya sama, tetapi sebenarnya keduanya berbeda. Hal ini karena n (normal dari permukaan ds) ke arah atas (arah $-z$) pada persamaan (2.1) dan ke arah bawah (arah $+z$) pada persamaan (2.2). Sehingga pada bidang xy dengan $R_S^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z + h)^2$ menjadi :

$$\begin{aligned}
(\partial/\partial n) \left(\frac{1}{R_S} \right) &= \lim_{z \rightarrow 0} (\partial/\partial z) (1/R_S) \\
&= \lim_{z \rightarrow 0} (-(z + h)/R_S^3) \\
&= -h/R_S^3
\end{aligned}$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh, sehingga persamaan (2.1) dan (2.2) menjadi :

$$4\pi U_P = \int_x \int_y \left[\left(U_S (-h/R_S^3) \right) - \left((1/R_S) (-F) \right) \right] dx dy$$

$$\int_x \int_y (U_S(-h/R_S^3)) dx dy = \int_x \int_y (1/R_S)(+F) dx dy$$

$$U_P = \frac{1}{2\pi} \int_x \int_y \frac{F dx dy}{R_S}$$

$$\frac{\partial U_P}{\partial z} = F(x', y', -h) = \iint \frac{h/2\pi}{(|x-x'|^2 + |y-y'|^2 + |h|^2)^{\frac{3}{2}}} F(x, y, 0) dx dy \quad (2.3)$$

dimana $F(x', y', -h)$ adalah total medan magnetik di titik $P(x', y', -h)$ di atas permukaan yang besarnya medan $F(x, y, 0)$ diketahui.

Persamaan (2.3) dapat ditulis dalam bentuk :

$$H(x, y) = \iint \frac{h/2\pi}{(\alpha^2 + \beta^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} F(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) merupakan integral konvolusi dari $F(x, y)$ dan fungsi filter $\frac{h/2\pi}{(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$ atau $W_{up}(x, y)$ (Peters, 1949). Dalam bentuk frekuensi, persamaan

kontinuasi berupa :

$$K(u, v) = G(u, v) Y_{up}(u, v) \quad (2.5)$$

dengan $K(u, v) = G(u, v)$ dan $Y_{up}(u, v)$ merupakan transformasi Fourier dari $H(x, y)$, $F(x, y)$, dan fungsi filter $W_{up}(x, y)$.

$$Y_{up}(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{h/2\pi}{(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} e^{-i(ux + vy)} dx dy \quad (2.6)$$

Sehingga persamaan kontinuasi *upward* dalam frekuensi 2D berbentuk $K(u, v) = G(u, v) e^{-h(u^2 + v^2)^{1/2}}$ (Fedi, 1999). Dari persamaan kontinuasi *upward* dapat diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 G(u, v) &= \frac{K(u, v)}{e^{-h(u^2+y^2)^{\frac{1}{2}}}} \\
 &= K(u, v) e^{+h(u^2+y^2)^{\frac{1}{2}}}
 \end{aligned} \tag{2.7}$$

2.3 Transformasi Fourier

Transformasi yang digunakan untuk mentransformasi dari domain ruang atau waktu ke domain frekuensi disebut transformasi Fourier. Grafik besar anomali magnetik terhadap jarak (koordinat x atau y) ditransformasikan menjadi grafik besar simpangan terhadap frekuensi (Bhattacharya, 1978).

Fourier series merupakan representatif gelombang periodik penjumlahan tak hingga dari bentuk sinusoidal dan cosinusoidal dengan konstanta tertentu yang dirumuskan sebagai berikut :

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega x) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\omega x) \tag{2.8}$$

Dimana x merupakan variabel yang tidak bergantung waktu dan jarak. Sedangkan, a_0 adalah jarak rata-rata yang ditempuh f(x) dalam satu periode dimana nilai dari

$$\begin{aligned}
 a_0 &= 1/T_P \int_{-\frac{T_P}{2}}^{\frac{T_P}{2}} f(x) dx; \quad a_n = \frac{2}{T_P} \int_{-\frac{T_P}{2}}^{\frac{T_P}{2}} f(x) \cos(n\omega x) dx; \quad \text{dan nilai dari } b_n = \\
 &\frac{2}{T_P} \int_{-\frac{T_P}{2}}^{\frac{T_P}{2}} f(x) \sin(n\omega x) dx; \quad \text{serta } n\omega \text{ merupakan frekuensi harmonik ke-n.}
 \end{aligned}$$

Apabila bentuk gelombang yang dihasilkan tidak periodik maka Fourier series harus dimodifikasi dengan menggunakan transformasi Fourier (Telford *et al.*, 1990) :

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{i\omega x} dx \tag{2.9}$$

$F(\omega)$ adalah transformasi Fourier dari $f(x)$. Sedangkan, transformasi Fourier kebalikan (inversi) yaitu $f(x)$ merupakan transformasi kebalikan dari $F(\omega)$ dapat dituliskan :

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega x} d\omega \quad (2.10)$$

Data geofisika seperti data magnetik merupakan data diskrit, sehingga dibutuhkan transformasi secara diskrit juga dalam pengolahan datanya. Transformasi Fourier diskrit adalah sebagai berikut :

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-i(2\pi/N)nk} \quad (2.11)$$

dengan $X(k)$ adalah transformasi Fourier diskrit dari $x(n)$ (Brigham, 1988). Sedangkan, inversi dari transformasi Fourier diskrit yaitu :

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{-i(2\pi/N)nk} \quad (2.12)$$

dimana : - N merupakan jumlah data,

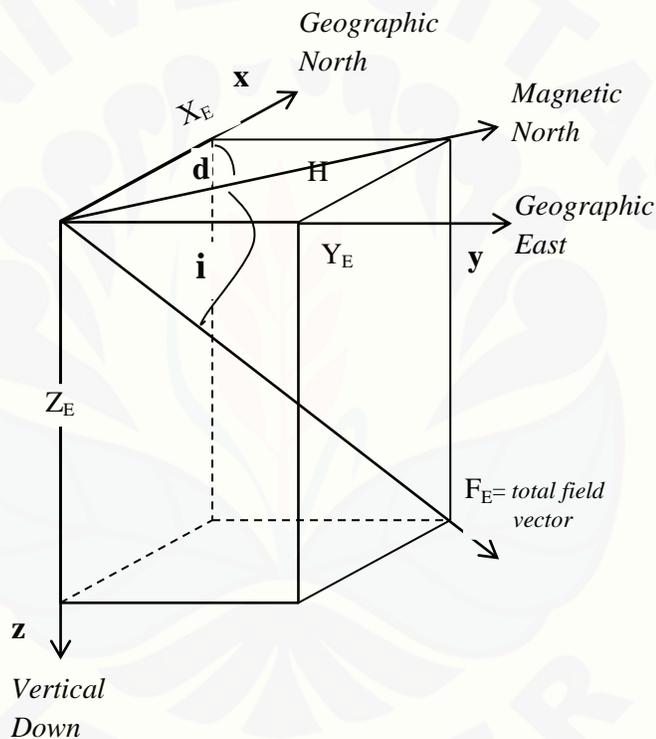
- $n = 0, 1, \dots, N-1$,

- $k = 0, 1, \dots, N-1$.

2.4 Medan Magnetik Bumi

Bumi merupakan dipole magnetik besar dengan posisi dari kutub-kutub magnetik utara dan selatan terletak sekitar 75° LU 101° BB 67° LS 143° BT. Medan magnet bumi merupakan besaran vektor yang mempunyai nilai dan arah, dimana arahnya dinyatakan dengan sudut deklinasi yaitu penyimpangan terhadap arah utara-selatan geografis dan inklinasi yaitu penyimpangan terhadap arah horisontal (Deniyatno, 2010).

Elemen-elemen medan magnetik bumi terdiri dari medan total (\vec{F}_E), medan horisontal (\vec{H}) dan medan vertikal (\vec{Z}_E). Medan magnetik total adalah nilai anomali magnetik yang di peroleh dari hasil pengukuran lapang. Komponen horisontal \vec{H} dibedakan menjadi 2 yaitu ke arah utara \vec{X}_E dan ke arah timur \vec{Y}_E , dimana dipengaruhi oleh besar sudut deklinasi (d) dan inklinasi (i). Elemen-elemen medan magnetik bumi dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Elemen-elemen medan magnetik bumi (Reynolds, 1997)

Intesitas komponen horisontal \vec{H} dari gambar di atas adalah :

$$\vec{H} = \sqrt{\vec{X}_E^2 + \vec{Y}_E^2} \quad (2.13)$$

Intesitas total medan magnetik bumi adalah :

$$\vec{F}_E = \sqrt{\vec{H}^2 + \vec{Z}_E^2} = \sqrt{\vec{X}_E^2 + \vec{Y}_E^2 + \vec{Z}_E^2} \quad (2.14)$$

Medan magnet bumi juga mempunyai sudut inklinasi dan sudut deklinasi. Sudut inklinasi (i) merupakan sudut vertikal antara vektor intesitas medan magnet total dengan bidang horizontal :

$$i = \arctan \frac{\vec{Z}_E^2}{\sqrt{\vec{X}_E^2 + \vec{Y}_E^2}} \quad (2.15)$$

sedangkan, sudut deklinasi adalah sudut yang dibentuk antara utara geografis dengan utara magnetik :

$$d = \arcsin \frac{\vec{Y}_E^2}{\sqrt{\vec{X}_E^2 + \vec{Y}_E^2}} \quad (2.16)$$

Hubungan dari komponen-komponen elemen medan magnet bumi persamaan di atas :

$$\vec{F}_E^2 = \vec{X}_E^2 + \vec{Y}_E^2 + \vec{Z}_E^2 \quad (2.17)$$

$$H = F_E \cos i \quad Z_E = F_E \sin i$$

$$X_E = H \cos d \quad Y_E = H \sin d$$

$$\vec{F}_E = F \cdot \mathbf{f} = F_E (\cos d \cos i \hat{\mathbf{i}} - \sin d \cos i \hat{\mathbf{j}} - \sin i \hat{\mathbf{k}}) \quad (2.18)$$

(Reynolds, 1997).

2.5 Koreksi Data Magnetik

Pengolahan data medan magnetik yang diperoleh dari hasil pengukuran lapang memerlukan beberapa modifikasi untuk lebih memudahkan pengamat dalam menentukan atau membaca bentuk visualisasi dari hasil interpretasi bawah permukaan. Salah satu penyesuaian dalam hal tersebut yaitu dengan cara membuat konversi data ke dalam format digital, melakukan penguatan data dan menentukan kedalaman di bawah permukaan (Yulius *et al.*, tanpa tahun).

Anomali medan magnetik sebagai hasil dari pengolahan data tersebut merupakan data magnetik yang telah dikoreksi terhadap beberapa pengaruh medan magnet lainnya. Secara global faktor koreksi yang mempengaruhi dalam survei magnetik, yaitu (Ismail, 2010) :

1. koreksi harian

merupakan koreksi terhadap data magnetik yang digunakan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet dari luar (variasi harian)

2. koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*)

koreksi IGRF dilakukan dengan mengurangi data nilai medan magnet utama bumi yang diperoleh melalui pendekatan matematis dari intensitas magnet utama bumi terhadap medan magnet bumi total di beberapa titik pengamatan. Data IGRF diperoleh melalui website www.ngdc.noaa.gov yang diperbaiki setiap lima tahun sekali. Dengan demikian nilai anomali medan magnet total daerah survei adalah :

$$\vec{H}_A = \vec{H}_T - \vec{H}_M - \vec{H}_L \quad (2.19)$$

\vec{H}_T = medan magnet total bumi (nT)

\vec{H}_M = medan magnet utama bumi (nT)

\vec{H}_L = medan magnet luar (nT)

\vec{H}_A = medan magnet anomali (nT).

3. reduksi kutub

Teknik yang digunakan dalam pengolahan data dengan intensitas induksi medan magnet total mempunyai sudut inklinasi maksimum 90° disebut sebagai reduksi kutub. Tujuan dari teknik reduksi kutub digunakan untuk mengubah bentuk anomali dari dua kutub menjadi satu kutub saat penginterpretasian data magnetik (Reynolds, 1997).

2.6 Interpretasi Data Magnetik

Interpretasi data anomali medan magnet total dalam penelitian dibagi menjadi dua macam yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif dilakukan dengan menganalisa peta kontur medan magnet total sudah dikontinuasi dan di reduksi ke kutub. Hasil yang diperoleh adalah lokasi benda penyebab anomali berdasarkan kenampakan dari peta kontur. Interpretasi secara kuantitatif dilakukan dengan pembuatan model dari kontur anomali medan magnet total. Dari kontur tersebut dibuat sayatan yang melewati bidang anomali. Pemilihan posisi sayatan ini berdasarkan hasil dari interpretasi secara kualitatif. Sayatan tersebut kemudian dimodelkan dengan menggunakan software program *Magpick* dan *matlab*.

Anomali magnetik yang terbaca setelah melakukan pengolahan data menunjukkan bahwa material atau batuan bawah permukaan yang ditentukan oleh variasi intensitas magnetisasi bergantung terhadap susceptibilitas magnetik. Susceptibilitas magnetik sendiri didefinisikan sebagai derajat kemagnetan suatu material. Harga susceptibilitas batuan akan semakin besar apabila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik (Effendi, 2007).

Nilai susceptibilitas batuan dan mineral di bawah permukaan bumi dapat ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Suseptibilitas Magnetik

Batuan	Suseptibilitas (10^{-6} cgs)
Lava Andesit	0,02-0,04
Breksi	0,01-0,03
Alterasi Lempung	0,01-0,03
Bongkah Silisifikasi	0,00-0,02
Aliran Piroklastik	0,03-0,11
Lava Dasitik	0,00-0,02
Andesit Piroksen	1,00-1,20
Andesit Terubah	0,07-0,11
Lempung Kaolin	0,00-0,02

Sumber : Buku *Applied Geophysics 2nd* (Telford *et al.*, 1990)

2.7 Daerah Aliran Sungai (DAS)

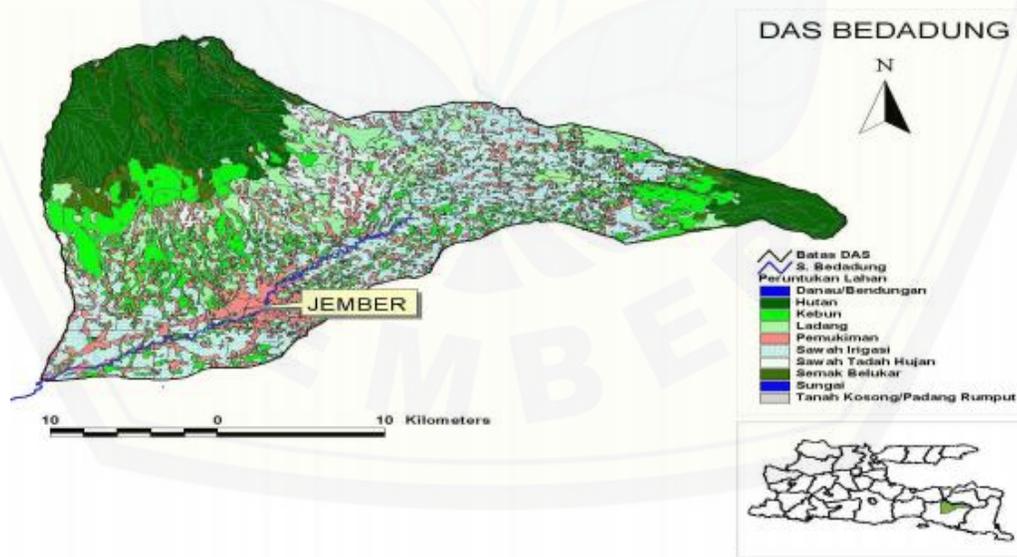
Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan, air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (*outlet*). Ekosistem DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Daerah hulu merupakan daerah konservasi karena mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi dan pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase. Sementara, daerah hilir adalah daerah pemanfaatan dengan kemiringan lereng kecil, pada beberapa tempat merupakan daerah banjir, dan pengaturan pemakaian air berdasarkan jenis vegetasi serta bangunan irigasi. DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua biogeofisik DAS yang berbeda antara bagian hulu dan hilir. Karakteristik DAS dalam merespon curah hujan dapat memberi pengaruh terhadap besar kecilnya

evapotransmisi, infiltrasi, perkolasi, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai (Dixon and Easter, 1986).

Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalami proses yang dikontrol oleh sistem DAS menjadi aliran permukaan, aliran bawah permukaan dan aliran air bawah tanah. Ketiga jenis aliran tersebut akan mengalir menuju sungai dan membawa sedimen dalam air sungai tersebut. Kemudian, karena daerah aliran sungai dianggap sebagai sistem, maka perubahan yang terjadi disuatu bagian akan mempengaruhi bagian yang lain dalam DAS (Asdak, 1995).

2.8 Morfologi Daerah Penelitian

Tempat penelitian berada di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung, Kabupaten Jember yang secara geografis terletak pada $7^{\circ} 58' 8''$ s.d. $8^{\circ} 13' 52''$ Lintang Selatan dan $113^{\circ} 35'$ s.d. $114^{\circ} 1' 17''$ Bujur Timur seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Denah daerah penelitian (Zaenuddin *et al.*, 2012)

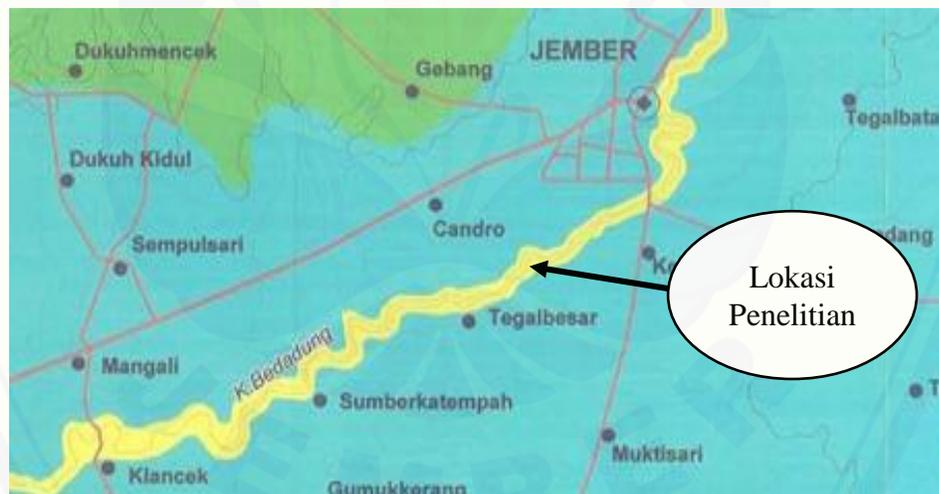
Kondisi topografi DAS Bedadung sangat beragam, meliputi wilayah dataran rendah dengan elevasi sekitar (0-100) meter, wilayah perbukitan (100-500) meter, dan pegunungan (> 1000) meter. Penggunaan tata lahan utama di DAS Bedadung meliputi : hutan, kebun, sawah irigasi, persawahan, dan pemukiman. Selain itu, DAS Bedadung juga dapat dijadikan tempat eksplorasi dengan meninjau dari jenis material sedimentasi batuan yang digunakan untuk pembangunan daerah (Zaenuddin *et al.*, 2012).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2014, lokasi penelitian terletak di wilayah Kota Jember pada koordinat antara $7^{\circ} 58' 8''$ s.d. $8^{\circ} 13' 52''$ Lintang Selatan dan $113^{\circ} 35'$ s.d. $114^{\circ} 1' 17''$ Bujur Timur tepatnya di sekitar DAS Bedadung. Keadaan alam sebagian besar terdiri dari bukit, hutan, sawah irigasi, dan pemukiman. Lintasan penelitian dilakukan pada daerah yang ditunjukkan di dalam peta dengan warna kuning seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di DAS Bedadung Kabupaten Jember (Pokja, 2012)

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dibedakan menjadi dua, yaitu :

3.2.1 Peralatan Utama

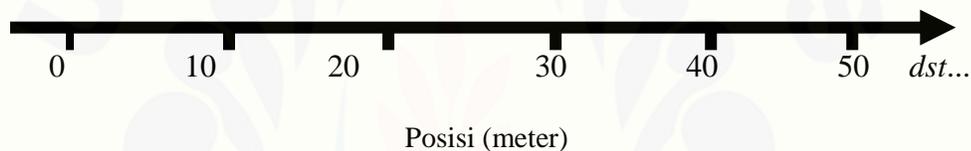
1. komputer ;
2. program numerik (matlab).

3.2.2 Peralatan Pendukung

1. *Proton Precision Magnetometer* (PPM) untuk mengukur medan magnet total dengan spesifikasi :
 - ❖ tipe : GEOMETRICS G-856 Memory-Mag™ PPM
 - ❖ console : (18 x 27 x 9 cm) 2,7 kg; sensor : (9 x 13 cm) 1,8 kg ; dan stuff : (3 cm x 2,5 m) 1kg
 - ❖ resolusi : 0.1 Gamma, toleransi gradien : ± 1800 gamma/meter dengan ketelitian ± 1 gamma pada skala penuh
 - ❖ display : 6 digit untuk tampilan harga magnetik lapangan
 - ❖ sumber daya : 9 buah baterai kering (13,5 Volt DC)
 - ❖ jangkauan suhu : - 20 sampai dengan + 50 °C.
2. GPS Garmin untuk menentukan lintasan penelitian ;
3. kompas ;
4. buku kerja :
5. jam ;

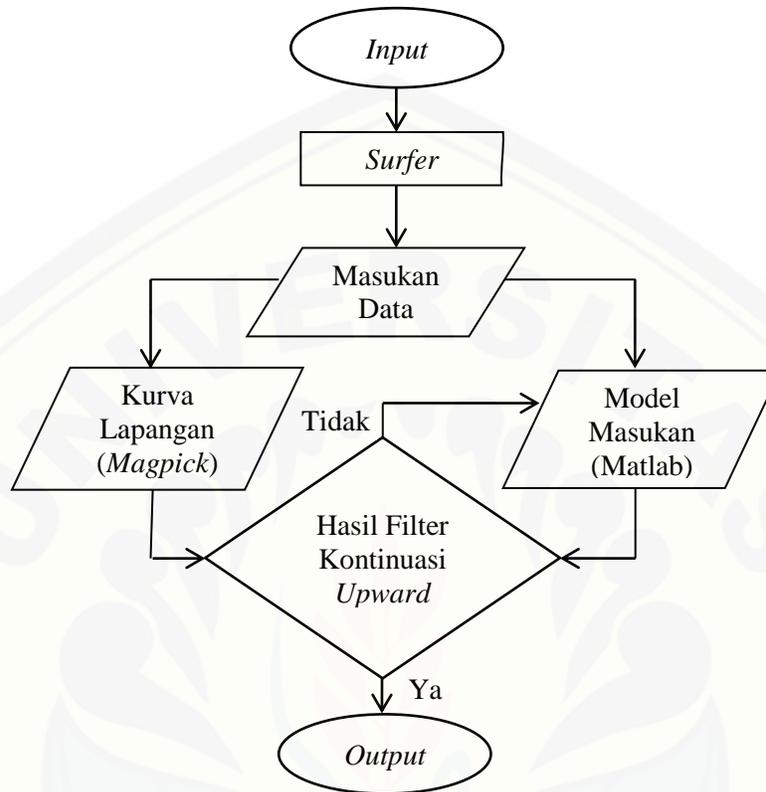
3.3 Akuisisi dan Pengolahan Data

Prosedur pengambilan data yaitu survei lapang, dimaksudkan untuk melihat daerah survei sebagai bahan masukan untuk menentukan titik-titik pengamatan dan arah bentangan. Pertimbangan yang dipakai adalah kondisi geologi, kondisi medan, dan kenampakan lainnya. Rencana kerja yang dilakukan dalam pengambilan data dengan menggunakan metode magnetik yaitu setiap interval jarak 10 meter pembacaan data lapang dengan PPM dilakukan sebanyak 4 kali sepanjang lintasan untuk memperoleh nilai anomali total magnetik. Interval pengambilan data setiap jarak 10 meter dalam memperoleh nilai anomali total magnetik lapang pada daerah penelitian ditunjukkan gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain pengambilan data PPM setiap interval 10 m sepanjang lintasan penelitian

Data hasil pengukuran di lapangan adalah *latitude*, *longitude* dan elevasi yang diperoleh dari GPS serta PPM, didapat nilai anomali magnetik total batuan di lapangan. Selanjutnya data diolah menggunakan software *Ms. Excell*, *Surfer*, *Magpick* dan *Matlab* menggunakan metode *forward modeling* filter kontinuitas *upward* sehingga diperoleh hasil informasi tentang nilai anomali magnetik dari tiap lapisan. Diagram alir pengolahan data dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.4 Interpretasi Data

Pengeplotan dan pengolahan data dilakukan dengan teknik *curve matching* yang diperoleh dari hasil berupa jumlah perlapisan, parameter magnetik, dan kedalaman tiap lapisan. Hasil tersebut digunakan sebagai model awal untuk diolah dengan software *Ms. Excell*, *Surfer*, *Magpick*, dan *Matlab*, yang hasilnya diinterpretasi terhadap kemungkinan adanya material bawah permukaan. Pengukuran lapangan diperoleh berupa data magnetik total, data tersebut kemudian dipetakan menjadi peta kontur dengan menggunakan program *Surfer 9*. Pada peta kontur ini nilai anomali magnetik yang terbaca merupakan anomali yang masih belum

terpisahkan antara anomali lokal dengan anomali regional. Untuk memperoleh hasil interpretasi yang maksimal, maka dibutuhkan beberapa proses pemodelan ke depan.

Pemodelan ke depan digunakan untuk menghasilkan data respon magnetik benda anomali dalam dan benda anomali dangkal. Data mentah respon anomali dalam dan dangkal selanjutnya ditransformasi untuk digunakan sebagai input dalam melakukan kontinuitas *upward*. Kontinuitas *upward* ditunjukkan untuk mereduksi data magnetik terhadap ketinggian/kedalaman yang dilakukan pada *Magpick* maupun program yang dibuat dari matlab dengan cara pengangkatan bidang yang diteliti. Tujuan dilakukan filter kontinuitas *upward* yaitu untuk memisahkan anomali regional dengan anomali lokal. Besar kedalaman yang digunakan untuk mengangkat bidang pengamat tidak boleh terlalu besar, karena mengakibatkan hilangnya informasi pada daerah tersebut. Hasil dari filter kontinuitas *upward* kemudian digunakan untuk membandingkan nilai akurasi anomali magnetik program *Magpick* dan program simulasi dari matlab dalam menggambarkan keberadaan struktur bawah permukaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung wilayah Kota Jember yang merupakan tujuan dari penelitian ini.