

ANALISIS STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI KOTA LAMA SEMARANG BERBASIS DATA GAYA BERAT (*GRAVITY*)

Skripsi

Disajikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika

Oleh:

Puti Akalili Takarasharfina

4211413033

JURUSAN FISIKA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang ujian skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 20 Agustus 2019

Dosen Pembimbing I

Dr. Klumaedi, M.Si.

NIP 196306101989011002

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Supriyadi, M.Si. NIP 196505181991021001

ii

PERNYATAAN

Saya yang menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya, bukan jiplakan dan karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 20 Agustus 2019

Puti Akalili Takarasharfina

NIM 4211413033

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Struktur Bawah Permukaan Di Kota Lama Semarang Berbasis Data Gaya Berat (*Gravity*)

Disusun oleh

Puti Akalili Takarasharfina

4211413033

telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada tanggal 30 Agustus 2019

Panitia

Pamu

What &

NIP 19610219 1993031001

Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si

NIP 196807141996031005

Ketua Penguji

Dr. Suharto Linuwih, M.Si

NIP 196807141996031005

Anggota Penguji/

Pembimbing utama

Dr. Khumaedi, M.Si.

NIP 196306101989011002

Anggota Penguji/

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Supriyadi, M.Si.

NIP 196505181991021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Saat seorang manusia meninggal, amalannya berhenti kecuali tiga: sedekah, ilmu pengetahuan yang dia bagikan, atau doa dari anaknya yang saleh. (*HR. Muslim*)

PERSEMBAHAN

Ibu, Ayah & Adikku

Keluarga Besarku

Fisika 2013

Sahabatku

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabat, dan orang-orang yang mengikuti risalah beliau hingga akhir zaman.

Alhamdulillah setelah melalui perjuangan dengan berbagai kendala, akhirnya penulis diijinkan-Nya untuk menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Analisis Struktur Bawah Permukaan Di Kota Lama Semarang Berbasis Data Gaya Berat (*Gravity*)"

dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk melengkapi kurikulum dan menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu pada Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kedapa :

- 1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar dan menimba ilmu di UNNES.
- 2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- 3. Dr. Suharto, M.Si., Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- 4. Dr. Khumaedi, M.Si sebagai dosen pembimbing I yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta telah menanamkan pola berpikir logis dalam penelitian ini, memberikan arahan kepada penulis serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
- 5. Prof. Dr. Supriyadi, M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan penuh perhatian serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, motivasi, dan saran selama penyusunan skripsi.
- 6. Dr. Sunarno, M.Si sebagai dosen wali yang telah memberikan motivasi selama penyusunan skripsi.

7. Ibu Dwi Susiyani dan Ayah Edfin Agus Takariyono tercinta atas doa yang selalu dipanjatkan, semangat yang selalu diberikan, kesabaran yang selalu dicurahkan dan dukungan moril maupun materil yang tak henti-hentinya diberikan.

8. Adikku Muhammad Azka Takarafaza yang selalu memberikan motivasi dan do'a

9. Keluarga besar penulis yang selalu memberi motivasi dan dorongan semangat selama penyusunan skripsi.

10. Sahabat-sahabat seperjuangan Mitha, Annisa, Ida, Diah, Winji dan Ana atas canda tawa, ejekan dan motivasi selama berjuang di Fisika.

11. Grup Lips Asa, Peny, Tantri dan Uli atas canda tawanya dalam menemani dan mendengarkan keluh kesah.

12. Fisika 2013 ungraduated Dina, Adit, Adi, Devin, Ulul, Sigit, Qosam, Alam, Tritris, Titis, Tiara, Raka dan Abdur.

13. Semua pihkan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga memohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini ada beberapa kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Sebagai akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi pembaca sekalian, dan juga penulis mengharapkan saran dan kritik demi menyempurnakan kajian ini. Semoga penelitian yang telah dilakukan dapat menjadikan sumbangsih bagi kemajuan dunia riset Indonesia.

Amin.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Takarasharfina, P.A.2019. Analisis Struktur Bawah Permukaan Di Kota Lama Semarang Berbasis Data Gaya Berat (*Gravity*). Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuna Alam. Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Khumaedi, M.Sidan Pembimbing PendampingProf. Dr. Supriyadi, M.Si.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis struktur bawah permukaan di Kawasan Kota Lama Semarang. Adapun analisis mengenai struktur bawah permukaan di Kawasan Kota Lama Semarang telah berhasil dianalisis. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode gaya berat. Data pengukuran gayaberat masing-masing periode dikoreksi dengan koreksipasang surut dan koreksi apungan untuk mendapatkan peta kontur. Pengolahan awal untuk data pengukuran gaya berat dikoreksi dengan koreksi pasang surut (tide correction) untuk mereduksi pengaruh pasang surut dan koreksi drift (drift correction) untuk mereduksi pengaruh kelelahan alat selama dipakai untuk mngukur dalam satu loop. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan gaya berat observasi yang telah diikat dengan titik referensi atau base. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software Microsoft Excel 2010. Proses selanjutnya untuk mempertajam kenampakan geologi pada daerah penyelidikan digunakan Software Oasis. Berdasarkan pada hasil analisis struktur bawah permukaan di Kawasan Kota Lama Semarang maka, Nilai densitas batuan rata-rata pada daerah Kota Lama Semarang adalah sebesar 1,3 g/cm³, nilai densitas batuan rata-rata ini didapatkan dari metode parasnis. Nilai anomali residual yang telah diperoleh berkisaran antara10,8 mGal hingga 11,6 mGal. Struktur bawah permukaan tanah di Kawasan Kota Lama Semarang dengan kedalaman 100m dari struktur yang paling dangkal dan paling dalam yaitu top soil dengan nilai densitas 1,92 g/cm³, lempung pasiran dengan nilai densitas 2,21 g/cm³ dan bedrock dengan nilai densitas 2,43 g/cm³.

Kata Kunci : Gaya Berat, Struktur Bawah Permukaan, Kota Lama Semarang

DAFTAR ISI

Halama	an
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	V
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB	
1 BAB I PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian.	4
1.5.Manfaat Penelitian.	4
1.6.Sistematika Penulisan.	5
2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Metode Gayaberat	6
2.1.1. Gayaberat Antar Waktu	8
2.2 Tanah	10
2.2.1. Struktur Tanah	11

	2.3 Koreksi Data Gayaberat	2	
	2.3.1. Koreksi Apungan (<i>Drift Correction</i>)	3	
	2.3.2. Koreksi Pasang Surut (<i>Tide Correction</i>)	,	
	2.3.3. Koreksi Curah Hujan	3	
	2.4 Geologi Kota Semarang		
	2.4.1. Geomorfologi. 14		
	2.4.2. Stratigrafi		
	2.4.3. Struktur		
	2.4.4. Hidrologi		
	2.5 Iklim dan Curah Hujan. 16		
3. METODE PENELITIAN			
	3.1 Tempat dan Waktu Penelitian		
	3.1.1.Waktu Penelitian		
	3.1.2.Lokasi Penelitian		
	3.2 Peralatan Penelitian		
	3.3 Pengambilan Data Lapangan. 19		
	3.4 Pengolahan Data		
	3.4.1.Koreksi Pasang Surut (<i>Tide Correction</i>)		
	3.4.2.Koreksi Apungan (<i>Drift Correction</i>)		
	3.5 Interpretasi Data		
	3.5.1.Interpetasi Kualitatif		
	3.5.2.Interpretasi Kuantitatif		
	3.6 Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian		

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penentuan Densitas Batuan Rata-Rata	24
4.2 Anomali <i>Bouguer</i>	24
4.3 Hasil Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Residual	25
4.3.1. Anomali Regional	26
2.3.2. Anomali Residual.	26
4.4 Hasil Pemodelan	27
5. PENUTUP	
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sketsa gaya tarik dua benda berjarak R.	5
Gambar 3.1 Distribusi Titik Ukur Gayaberat di Daerah Penelitian	12
Gambar 3.2 Diagram Alur Pengolahan Data.	16
Gambar 4.1 Grafik Nilai Densitas Batuan dengan Metode Parasnis	19
Gambar 4.2 Nilai CBA (Complete Bouguer Anomaly)	20
Gambar 4.3 Profil Anomali Residual	22
Gambar 4.4 Peta anomali residual dengan profil sayatan untuk	
pemodelan struktur bawah permukaan.	23
Gambar 4.5 Hasil pemodelan 2 dimensi pada <i>slice</i> atau sayatan A-A'	24
Gambar 4.6 Hasil pemodelan 2 dimensi pada slice atau sayatan B-B'	24
Gambar 4.7 Hasil pemodelan 2 dimensi pada <i>slice</i> atau sayatan C-C'	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Nilai CBA (Complete Bouguer Anomaly)	32
Lampiran 2 Densitas Batuan (Telford, 1990)	33
Lampiran 3 Peta Geologi Kota Semarang	35
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian Bulan September 2017	36

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Semarang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah yang secara topografi terdiri dari 3 dataran (1) daerah pantai, (2) daerah perbukitan dan (3) daerah rendah. Daerah rendah atau dataran rendah Kota Semarang terletak sangat dekat dengan garis pantai yaitu sekitar 4 km dan terletak pada 0.75-348 MDPL. Daerah rendah ini disebut dengan kawasan Kota Bawah yang meliputi kawasan Pantai Marina, Pasar Johar dan Kota Lama. Daerah tersebut sering terjadi banjir akibat luapan air laut atau rob dan penurunan tanah atau amblesan (*land subsidance*) (Suwitri,2008).

Sebagai salah satu kawasan yang terletak di daerah bawah, kawasan Kota Lama Semarang memang sangat rentan terhadap rob dan amblesan.Padahal kawasan Kota Lama Semarang merupakan daerah yang menarik minat masyarakat. Hal ini dikarenakan Kota Lama Semarang masih banyak dihuni oleh penduduk asli kota Semarang. Selain itu Kota Lama Semarang merupakan pusat perekonomian di Semarang sejak jaman penjajahan. Berbagai transportasi darat baik dari terminal, stasiun, dan pelabuhan juga melewati kawasan ini (Dewantara, 2017).Oleh sebab itu, Kota Lama Semarang menjadi pusat perhatian masyarakat dan pemerintah sebagai salah satu destinasi wisata. Akan tetapi dalam pengembangannya ada baiknya jika pemerintah mengkaji terlebih dahulu struktur bawah permukaan tanah di kawasan Kota Lama Semarang.

Struktur bawah permukaan tanah di kawasan Kota Lama Semarang dapat memberikan informasi terkait kelayakanpembangunan yang terus berkembang dan dikembangkan di kawasan Kota Lama Semarang.Semakin tingginya pengembangan di kawasan Kota Lama Semarang pada era ini menyebabkan banjir, rob dan amblesan semakin meluas. Bertambahnya luas genangan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh struktur bawahpermukaan tanah di wilayah Semarang Timur yang mencakup kawasan Kota Lama Semarang sehingga

mengakibatkan berkurangnya daya resap air di daerah tersebut (Gunawan dkk,2016).

Beberapa peneliti yang telah mengkajistruktur bawah permukaan tanah di Kota Semarang diantaranya yang dilakukan oleh Wardhanadkk (2014). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wardhana dkk (2014) di sekitar pelabuhan Tanjung Emas, Stasiun Poncol hingga Stasiun Tawang, menyatakan kawasan Tawang, Pelabuhan, Kota lama, Tanah Mas mengalami penurunan 5 – 10 cm per tahun. Hal ini disebabkanstruktur bawah permukaan tanah di kawasan Kota Lama Semarang memiliki nilai resistivitas terdistribusi dalam tiga lapisan batuan yaitu lapisan pertama merupakan top soil, lapisan kedua batu pasir, dan lapisan ketiga batu lempung. Struktur lapisan batuan lempung mempunyai sifat permeabilitas yang rendah. Sehingga air tidak dapat meresap ke dalam tanah. Akan tetapi, untuk mengetahui struktur bawah permukaan tanah yang lebih dalam metode geolistrik resistivity Konfigurasi Schlumberger tidak dapat digunakan. Hal ini dikarenakan metode geolistrik resistivity Konfigurasi Schlumbergertidak dapat mengidentifikasi batuan berdasarkan densitas. Berdasarkan penelitian tersebut maka dalam penelitian ini akan dilakukan kembali penelitian terhadap struktur lapisan bawah tanah dengan menggunakan metode yang berbeda yaitu metode gaya berat.

Metode gaya berat adalah teknik geofisika yang mengukur perbedaan medan gravitasi bumi di lokasi yang berbeda. Metode ini tidak menyebabkan kerusakan karena penggunaan alat yang ramah lingkungan serta efisien dan telah banyak diaplikasikan dalam studi teknik dan lingkungan, patahan dekat permukaan dan penentuan ketebalan lapisan tanah. Metode gaya berat bekerja karena kerapatan massa material bumi yang berbeda memiliki kepadatan (massa) yang berbeda (Mariita, 2007; Mickus, 2014). Prinsip metode gaya beratdidasarkan pada anomali gaya berat yang muncul akibat adanya keanekaragaman rapat masa batuan di bawah tanah (Banu dkk, 2013).

Keanekaragaman rapat massa batuan di bawah permukaan tanah tentunya akan memberikan informasi terkait jenis batuan yang terdapat di kawasan tersebut. Dengan demikian penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi kepada

pemerintah dan masyarakat bagaimana cara untuk menanggulangi banjir, rob dan amblesan berdasarkan jenis batuan penyusunnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini yaitu menganalisisstruktur bawah permukaan tanah di Kota Lama Semarang dengan menggunakan metode gaya berat

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

- 1. Penelitian ini dilakukan di kawasan kota lama Semarang
- 2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode gaya berat

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis struktur bawah permukaan tanah di Kota Lama Semarang dengan berbasis data gaya berat.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan tujuan yang telah disebutkan di atas dapat diperoleh manfaat dalam penelitian ini antara lain :

- Untuk mengetahui struktur lapisan bawah tanah di kawasan Kota Lama Semarang sehingga dapat diketahui daerah mana yang memiliki dampak geografis paling buruk.
- 2. Dapat memberikan informasi susunan struktur bawah tanah berdasarkan sifat tahanan jenis batuannya

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi disusun untuk memudahkan pemahamantentang struktur dan isi skripsi. Penulisan skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu: bagian pendahuluan skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir

skripsi. Bagian awal skripsi berisi tentang lembar judul, lembar pernyataan, lembar pengesahan, motto dan persembahan, prakata, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan lampiran. Bagian Bagian isi terdiri dari 5 bab yaitu bab 1 Pendahuluan berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi. Bab 2 Tinjauan Pustaka berisi tentang kondisi geologi Kota Semarang, metode gaya berat, anomali gaya berat, koreksi data, dan amblesan tanah. Bab 3 Metode Penelitian berisi tentang lokasi penelitian, alat dan bahan, serta prosedur penelitian. Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan berisi tentang hasil analisis data dan pembahasannya. Bab 5 Penutup berisi tentang simpulan dan saran. Bagian akhir skripsi terdiri atas daftar pustaka dan lampiran.

BABII

TINJAUAN PUSTAKA

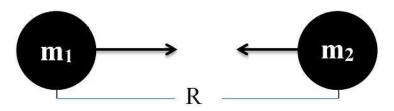
2.1 Metode Gaya berat

Metode gaya berat merupakan suatu metode geofisika yang sensitif terhadap perubahan vertikal. Metode gaya berat dilakukan untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan berdasarkan pada rapat massa jebakan mineral dari daerah di sekelilingnya (Broto dan Thomas, 2011). Gaya berat di permukaan bumi menunjukkan besarnya tarikan benda anomali di bawah permukaan dengan arah ke pusat bumi. Satuan gaya berat dalam satuan internasional (SI) yaitu m/det². Selain itu satuan gaya berat yang biasa digunakan yaitu satuan Gal, hal ini dikarenakan pengukuran percepatan gaya berat pertama kali dilakukan oleh Galileo dalam eksperimennya. Beberapa konversi satuan gaya berat adalah sebagai berikut:

g =
$$9.8 \text{ m/det}^2$$
 1 mGal = 10^{-3} Gal
= 980 cm/det^2 1 μ Gal = 10^{-6} Gal
1 Gal = 1 cm/det^2 = 10^{-3} mGal
= 10^{-2} m/det^2

Pada umumnya metode gaya berat digunakan untuk mempelajari kontak instruksi, batuan dasar, endapan sungai purba, lubang di dalam massa batuan, struktuk bawah permukaan di daerah pertambangan, dan lengkungan (sarkowi, 2008a).

Prinsip dasar metode gaya berat yaitu berdasarkan hukum Newton yang membahas tentang gravitasi bumi. Hukum gravitasi Newton menyatakan bahwa daya tarik menarik antara dua partikel bergantung pada jarak dan massa masing – masing partikel tersebut. Gambar 2.1 merupakan ilustrasi hukum gravitasi Newton.



Gambar 2.1 Sketsa gaya tarık dua benda berjarak R.

Sedangkan secara matematis hukum Newton yang berkaitan dengan metode gaya berat dapat dituliskan dalam persamaan 2.1.

$$F(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} (2.1)$$

Dengan:

F(r) = Gaya tarik menarik (N)

 $m_1 m_2 = Massa benda (kg)$

r = Jarak kedua benda (m)

G = Konstanta gravitasi Universal (6,67.10⁻¹¹ .m³.kg¹ .s⁻²)

Berdasarkan persamaan 2.1 terlihat bahwa besarnya gaya berat berbanding lurus dengan massa penyebabnya sedangkan massa berbanding langsung dengan rapat massa (ρ) dan volume benda (yang berhubungan dengan geometri benda). Dengan demikian besarnya gaya berat yang terukur akan menggambarkan kedua besaran tersebut. Gaya berat yang dimaksud dalam metode gaya berat identik dengan percepatan gravitasi hukum Newton. Perubahan gaya berat dapat disebabkan oleh adanya dinamika di sekitar titik pengamatan seperti amblesan tanah dan kedalaman muka air. Metode gaya berat pada prinsipnya didasarkan untuk mendeteksi perubahan rapat massa dan jarak (Sundararajan dan Brahmam, 1998) sepeti dalam mendeteksi amblesan tanah. Semakin besar amblesan yang terjadi maka respon gaya berat yang teramati akan semakin besar. Metode gaya berat tersebut biasa dikenal dengan metode gaya berat antar waktu.

2.2 Tanah

Menurut Pamungkas & Widhiatmoko (2007) tanah adalah unsur yang terdapat dalam lapisan bumi yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses terjadinya peristiwa gerakan tanah. Sebelum membahas tentang tanah dan batuan, harus diketahui definisi dari tanah terlebih dahulu.

Tanah sangat penting dalam kehidupan manusia, tanah mempunyai beberapa definisi, dalam keteknikan tanah diartikan sebagai semua bahan lepas yang berada di atas batuan dasar. Tanah merupakan hasil akhir dari proses pelapukan. Penghancuran batuan secara fisika dan kimia merupakan proses pelapukan. Tanah mengandung bahan organik bercampur dengan komponen mineral. Berikut definisi tanah ditinjau dari sudut geoteknik, menurut Bowles (1991), tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat satu

dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik atau mineral) yang terdapat secara alami yang dapat dipisahkan menjadi partikel yang lebih kecil dan didalam bentuk massa yang mengandung banyak rongga. Rongga-rongga di antara bagian-bagian tersebut berisi udara atau air.

Lapisan tanah berkembang dari bawah ke atas, tahapannya merupakan lapisan-lapisan sub horizontal yang merupakan derajat pelapukan. Setiap lapisan mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi yang berbeda. Lapisan tanah berbeda dengan lapisan sedimen karena tanah berada tidak jauh dari tempat terjadinya, sedangkan sedimen sudah tertransportasi oleh angin, air atau gletser dan diendapkan kembali (Plummer, 2005: 119).

2.2.1 Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan-gumpalan kecil dari tanah, akibat melekatnya butir-butir tanah satu sama lain, dengan tersusunnya partikel-partikel atau fraksi- fraksi (liat, lempung, dan pasir) tanah primer, terdapat ruang kosong atau pori-pori diantaranya. Pori-pori tanah dapat dibedakan menjadi pori-pori kasar dan pori-pori halus. Pori-pori kasar berisi udara atau air gravitasi (air yang mudah hilang karena gaya gravitasi), sedangkan pori-pori halus berisi air kapiler atau udara. Struktur lapisan bawah permukaan ini dapat memberikan gambaran kondisi hidrogeologis dan jenis tanah/batuan berdasarkan nilai resistivitas yang terukur (Reynold, 1997).

Struktur tanah merupakan susunan tanah yang terdiri dari beberapa lapisan yang ada. Lapisan-lapisan yang ada pada struktur tanah, yaitu :

- Lapisan atas, merupakan lapisan yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan dan sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Lapisan ini air mudah menyerap kedalam tanah.
- Lapisan tengah, terbentuk dari campuran antara hasil pelapukan batuan dan air.
 Lapisan tersebut terbentuk karena sebagian bahan lapisan atas terbawa oleh air dan mengendap.
- 3) Lapisan bawah, merupakan lapisan yang terdiri atas bongkahan-bongkahan batu, disela-sela bongkahan terdapat hasil pelapukan batuan dan masih terdapat batu yang belum melapuk secara sempurna.

4) Lapisan batuan induk (bedrock), berupa bebatuan yang padat, pada lapisan ini sulit meresap air.

2.3 Koreksi Data Gaya berat

Alat ukur gaya berat tidak memberikan harga gaya berat secara langsung karena pengukuran di suatu titik permukaan bumi dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya variasi topografi, variasi ketinggian, pasang surut, goncangan pada pegas alat, lintang dan variasi densitas bawah permukaan. Dalam melakukan survei gaya berat diharapkan hanya didapatkan variasi densitas bawah permukaan. Untuk kasus lingkungan yang melibatkan adanya pengurangan massa di bawah permukaan tanah, dampak di permukaan adalah terjadi amblesan tanah. Permukaan tanah yang turun menyebabkan lokasi titik pengukuran akan semakin dekat dengan sumber anomali. Adapun koreksi gaya berat meliputi :

2.3.1 Koreksi Apungan (Drift Correction)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan pengaruh perubahan kondisi alat terhadap nilai pembacaan. Koreksi apungan muncul karena gravimeter selama digunakan untuk melakukan pengukuran akan mengalami goncangan, sehingga akan menyebabkan bergesernya pembacaan titik nol pada alat tersebut. Koreksi ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan metode looping, yaitu dengan pembacaan ulang pada titik ikat (base station) dalam satu kali looping, sehingga nilai penyimpangannya diketahui.

2.3.2. Koreksi Pasang Surut (Tide Correction)

Koreksi ini adalah untuk menghilangkan gaya tarik yang dialami bumi akibat bulan dan matahari, sehingga di permukaan bumi akan mengalami gaya tarik naik turun. Hal ini akan menyebabkan perubahan nilai medan gravitasi di permukaan bumi secara periodik. Koreksi pasang surut juga tergantung dari kedudukan bulan dan matahari terhadap bumi.

2.3.3 Koreksi Udara Bebas (Free Air Correction)

Koreksi udara bebas merupakan proses pemindahan medan gravitasi normal di referensi sferoida (z=0) menjadi medan gravitasi normal di permukaan topografi.

2.3.4 Koreksi Lintang (Latitude Correction)

Koreksi lintang dilakukan untuk mendapatkan besar anomali gravitasi dari data hasil bacaan. Dimana koreksi ini menghitung secara matematis besar percepatan gravitasi pada suatu titik (lintang) dengan model bumi Elipsoid tanpa memperhitungkan topografi maupun sebaran massa di bawah permukaan.

2.4 Geologi Kota Semarang

2.4.1 Geomorfologi

Semarang daerah bagian utara berdekatan dengan pantai, yang didominasi oleh dataran *alluvial* pantai tersebar dari arah barat – timur dengan ketinggian 1 hingga 5 meter. Dataran *alluvial* dikontrol oleh endapan pantai dan sungai. Sementara Semarang bagian selatan didominasi oleh perbukitan dengan batuan breksi lahar vulkanik dengan pola penyebaran arah utara – selatan. Batuan tersebut merupakan hasil dari erupsi Gunung Ungaran yang merupakan daerah tertinggi di Semarang. Di daerah perbukitan memiliki kemiringan sekitar 2% hingga 40% dan ketinggian antara 90 meter hingga 200 meter di atas permukaan air laut.

Secara umum sungai – sungai di Semarang mengalir ke arah utara, yaitu ke arah Laut Jawa. Pola aliran sungai menunjukkan pola paralel dan beberapa berpola *dendritik* (tulang daun). Satuan morfologi dibedakan menjadi satuan dataran pantai (ketinggian 0 meter hingga 50 meter di atas muka laut), satuan perbukitan (ketinggian 50 meter hingga 500 meter), dan satuan kerucut gunung api dengan puncaknya Gunung Ungaran (2.050 meter).

2.4.2 Stratigrafi

Batuan sedimen fasies laut berumur Tersier tersingkap di bagian tengah Semarang (Tinjomoyo dan Kalialang). Di sepanjang Sungai Garang dan Kripik terdapat batuan fasies darat terdiri dari : batu pasir vulkanik, konglomerat, dan breksi vulkanik. Endapan *alluvial* yang terdiri dari : kerikil, pasir, pasir lanauan, lanau dan lempung menempati bagian utara daerah penelitian. Ketebalan endapan *alluvial* mencapai 50 meter atau lebih. Fasies laut (Formasi Kalibiuk), terdiri dari perselingan antara napal batupasir tufaan, dan batupasir gampingan, yang secara keseluruhan didominasi lapisan napal.

2.4.3 Struktur

Struktur geologi yang terdapat di daerah studi umumnya berupa sesar yang terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik. Sesar naik lebih relatif ke arah barat – timur sebagian lebih cembung ke arah utara, sesar yang geser ke arah utara selatan hingga barat laut – tenggara, sedangkan sesar turun lebih relatif ke ke arah barat – timur. Sesar – sesar tersebut umumnya terjadi pada batuan Formasi Kerek, Formasi Kalibening dan Formasi Damar yang berumur Kuarter dan Tersier.

Sistem struktur geologi daerah perbukitan cukup kompleks yaitu terdiri dari struktur lipatan dan struktur sesar, terbentuk akibat tektonik yang terjadi pada jaman Tersier - Kuarter. Tektonik ini menyebabkan pensesaran dan perlipatan sedimen yang berumur Plestosin Akhir - Plistosen Tengah. Kecenderungan sumbu lipatan dan bidang sesar berarah timur-barat, barat laut-tenggara, timur laut- barat daya. Sayap antiklin curam di bagian utara dan sinklin curam di bagian selatan.

2.4.4 Hidrologi

Potensi air di Kota Semarang bersumber pada sungai - sungai yang mengalir di Kota Semarang antara lain Kali Garang, Kali Pengkol, Kali Kreo, Kali Banjir Kanal Timur, Kali Babon, Kali Sringin, Kali Kripik, Kali Dungadem dan lain sebagainya. Kali Garang yang bermata air di Gunung Ungaran, alur sungainya memanjang ke arah utara hingga mencapai Pegandan, bertemu dengan aliran Kali Kreo dan Kali Kripik. Kali Garang sebagai sungai utama yang mengalir membelah lembah-lembah Gunung Ungaran mengikuti alur yang berbelok-belok dengan aliran yang cukup deras.

Air tanah bebas merupakan air tanah yang terdapat pada lapisan pembawa air (akuifer) dan tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Permukaan air tanah bebas ini sangat dipengaruhi oleh musim dan keadaan lingkungan sekitarnya. Penduduk Kota Semarang yang berada di dataran rendah, banyak memanfaatkan air tanah ini dengan membuat sumur-sumur gali (dangkal) dengan kedalaman rata-rata 3-18 m. Sedangkan untuk peduduk di dataran tinggi hanya dapat memanfaatkan sumur gali pada musim penghujan dengan kedalaman sekitar 20-40 m.

Bab V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Melalui hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan bahwa nilai densitas batuan rata-rata pada daerah Kota Lama Semarang adalah sebesar 1,3 g/cm³, nilai densitas batuan rata-rata ini didapatkan dari metode parasnis. Nilai anomali residual yang telah diperoleh berkisaran antara 10,8 mGal hingga 11,6 mGal. Struktur bawah permukaan tanah di Kawasan Kota Lama Semarang dengan kedalaman 100m dari struktur yang paling dangkal dan paling dalam yaitu top soil dengan nilai densitas 1,92 g/cm³, lempung pasiran dengan nilai densitas 2,21 g/cm³ dan bedrock dengan nilai densitas 2,43 g/cm³.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil akhir dan pembahasan di atas, penelitian ini masih membutuhkan penyempurnaan. Sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan :

- a. Menambahkan jumlah titik penelitian dan memperluas area penelitian sehingga dapat mengetahui struktur yang berada di bawah permukaan lebih dalam.
- b. Melakukan pengambilan data dengan kurun waktu tahun dengan sistem antar waktu sehingga dapat diamati kondisi perubahan struktur bawah permukaan tanah di Kota Lama Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Banu, Benediktus, Ahmad Zaenudin, Rustadi. 2015. *Pemodelan 3D Gayaberat dan Analisa Struktur Detail Untuk Pengembanan Lapangan Panas Bumi Kamojang*. Jurnal Geofisika vol 1. Lampung: Unniversitas Lampung.
- Dewantara, Galang Adit Hutsa. 2017. *Kajian Implementasi Program Revitalisasi Kawasan Kota Lama Sebagai Kawasan Pariwisata Di Kota Semarang*. Skripsi Undip.
- Hafiz, Mohammad R. 2013. *Identifikasi dan Lokalisasi Zona Potensial Endapan Mineral dengan Menggunakan Metode Gaya Berat Pada Daerah Pongkor*. Jakarta: UI.
- Hendrayana, H. 2002. Dampak Pemanfaatan Airtanah. Yogyakarta: UGM.
- Jambrik, R. 2006. Analysis Of Water Level and Subsidence Data from Thorez Open-Pit Mine, Hungary. Mine Water and The Environmental, 14(2): 13-22.
- Kurniawan, F.A. 2012. Pemanfaatan Data Anomali Gravitasi Citra Geosat dan ERS-1 Satelit untuk Memodelkan Struktur Geologi Cekungan Bentarsari Brebes. Indonesia Journal of Applied Physics, 12(2): 184-195.
- Meida, Yosida. 2013. Analisis Anomali Gayaberat Antar Waktu Untuk Pemantauan Amblesan Tanah Studi Kasus Kota Semarang: Unnes.
- Najib, F. 2011. Study Of The Piezometric Surface and Hydrocompaction at Confined Aquifer Caused The Land Subsidence in Semarang. Jurnal Teknik, 32(1): 72-79.
- Pamungkas, D.W. & B.Widhiatmoko.2007. *Kajian Arah Pergerakan Relatif Tanah Di Jalan Raya Trangkil kecamatan GunungPati Semarang*. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
- Plummer, C. M. 2005. *Physical Geology* (10th ed.). New York: McGraw-Hill Companies.
- Reynold, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Sarkowi, M. 2008. *Karakteristik Gradient Gayaberat untuk Interpretasi Anomali Gayaberat Mikro Antar Waktu*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat. Lampung: Universitas Negeri Lampung.
- Sarkowi, M., W.G.A. Kadir, D. Santoso. 2005. Strategy of 4D Microgravity Survey for the Monitoring of Fluid Dynamics in the Subsurface. Proceedings World Geothermal Congress, Antalya, Turkey, pp. 1-5.
- Singh, K. B, R. D. Lokhande, & A. Prakash. 2004. *Multielectrode resistivity imaging technique for the study of coal seam*. Central Mining Research Institute. Journal of Scientific and Industrial Research. Vol. 63.pp 927-930

- Setyawan, Agus, Yoichi Fukuda, Jun Nishijima, Takohito Kazama. 2014. *Detectic Line Subsidence Using Gravity Method in Jakarta And Bandung Area, Indonesia*. Procedia Environmental Sciences 23: 17 26.
- Soedarsono, M.A. Marfai. 2012. *Monitoring The Change Of Land Subsidence InThe Nothern Of Semarang Due To Change Of Landuse On alluvial Plain*. Analele Universitanii din Oradea Seria Geografie, (1): 54 65.
- Suhayat, Minardi. 2014. Analisa Penurunan Airtanah dan Amblesan Tanah dengan Metode Gayaberat Mikro dan Gradien Vertikal Antar Waktu: Studi Kasus di Jakarta. Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 15 No. 1: 7-14.
- Sundararajan, N. & G.R. Brahmam. 1998. Spectral Analysis of Gravity Anomalies Caused by Slab-Like Structures: A Hartley Transform Technique. Journal of Applied Geophysics. (39): 53-61.
- Suwitri, Sri. 2008. *Jejaring Kebijakan Dalam Perumusan Kebijakan Publik Suatu Kajian Tentang Perumusan Kebijakan Penanggulangan Banjir Dan Rob Pemerintah Kota Semarang*. Jurnal Delegasi, Jurnal Ilmu Administrasi, STIA Banjarmasin, Vol. VI No. 3.
- Tama, Sukur Kusuma. 2014. *Struktur Bawah Permukaan Tanah di Kota Lama Semarang Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity Konfigurasi Schlumberger*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.