

**PEMODELAN 2D LAPISAN BAWAH PERMUKAAN
BERDASARKAN DATA GAYA BERAT MIKRO**

(2D MODELING SUBSURFACE LAYER BASED ON MICROGRAVITY DATA)

Supriyadi, Khumaedi, Fajar Setiawan, dan Teguh M.M
Universitas Negeri Semarang Indonesia
Sekaran Gunung Pati Semarang Jawa Tengah 50229
email: supriyadi@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan lapisan bawah permukaan tanah berdasarkan data gaya berat. Pengukuran dilakukan pada bulan Januari 2019. Penelitian menggunakan metode geofisika yaitu metode gaya berat dan metode survei. Setelah dilakukan pengolahan kemudian data anomali gravitasi dapat diinterpretasikan dengan bantuan peta geologi. Alat yang digunakan adalah *Gravimeter Scintrex CG-5 Autograv*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur bawah permukaan dapat diinterpretasikan dalam empat lapisan. Lapisan *pertama* yaitu top soil yang termasuk formasi aluvium (Qa) dengan densitas rata-rata batuan 2.1 g/cm³ dengan kedalaman 0-50 m. Lapisan *kedua* memiliki densitas rata-rata batuan 2.3 g/cm³ di kedalaman 50-120m. Lapisan *ketiga* memiliki densitas rata-rata batuan 2.4 g/cm³ di kedalaman 120-195m. Penyusun batuan lapisan pertama hingga ketiga merupakan batuan sedimen seperti lempung, batupasir, dan batu serpih. Lapisan *keempat* adalah *base* yang termasuk formasi damar (Qtd) dengan densitas 2,67 g/cm³ di kedalaman lebih dari 195 m dengan batuan penyusun didominasi breksi vulkanik dan tufan halus.

Kata kunci: *lapisan bawah permukaan, gaya berat, pemodelan 2D*

Abstract

This study was aimed at describing the subsurface layer based on the gravity data. The measurements were made in January 2019. The study used the geophysical method, namely the gravity method and the survey method. After being analyzed, the anomaly gravitation data then interpreted using geological maps. Gravimeter Scintrex CG-5 Autograph was used in this study. The results show that subsurface structures can be interpreted in four layers. The *first* layer is topsoil which includes alluvium (Qa) formation with an average rock density of 2.1 g/cm³ with a depth of 0-50 m. The *second* layer has an average rock density of 2.3 g/cm³ at a depth of 50-120m. The *third* layer has an average rock density of 2.4 g/cm³ at a depth of 120-195m. First to third layer rock compilers are sedimentary rocks such as clay, sandstone, and shale. The *fourth* layer is a base that includes the formation of resin (Qtd) with a density of 2.67 g/cm³ at a depth of more than 195 m with the constituent rocks dominated by volcanic breccias and fine tuffs.

Keywords: *subsurface layer, gravity, 2D modeling*

PENDAHULUAN

Kawasan Kota Lama Semarang merupakan kawasan kota tua peninggalan jaman

kolonial belanda yang saat ini dijadikan sebagai obyek wisata oleh Pemerintah Kota Semarang dengan luas sekitar 0,3125 km²

(Purwanto, 2005). Studi mengenai struktur bawah permukaan di Kota Semarang khususnya di daerah Kota Lama masih jarang dilakukan, sehingga perlu dilakukan studi penelitian mengenai struktur bawah permukaan.

Penelitian menggunakan metode geofisika yaitu metode gaya berat. Prinsip dasar dari metode ini adalah mengukur variasi medan gravitasi yang ditimbulkan karena adanya perbedaan rapat massa batuan yang berada di bawah permukaan bumi (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990). Dasar utama teori gaya berat adalah hukum Newton (Telford *et al.*, 1990). Secara matematis dapat ditulis persamaan berikut.

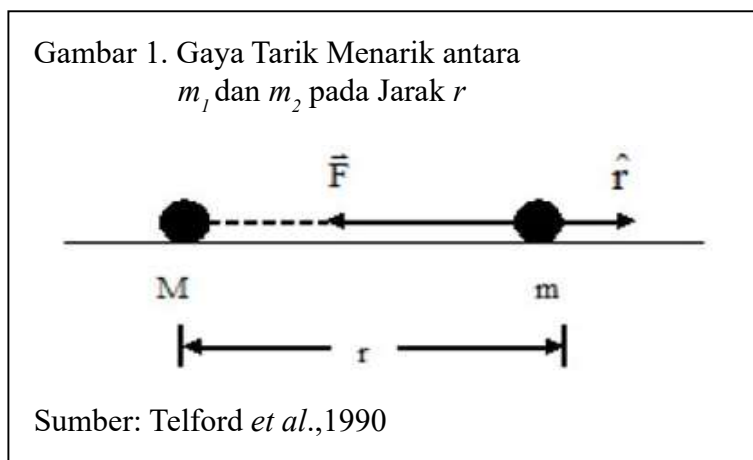
$$\vec{F}(\vec{r}) = -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r}$$

Skema gaya tarik dua benda bermassa m dengan jarak r ditunjukkan pada Gambar 1.

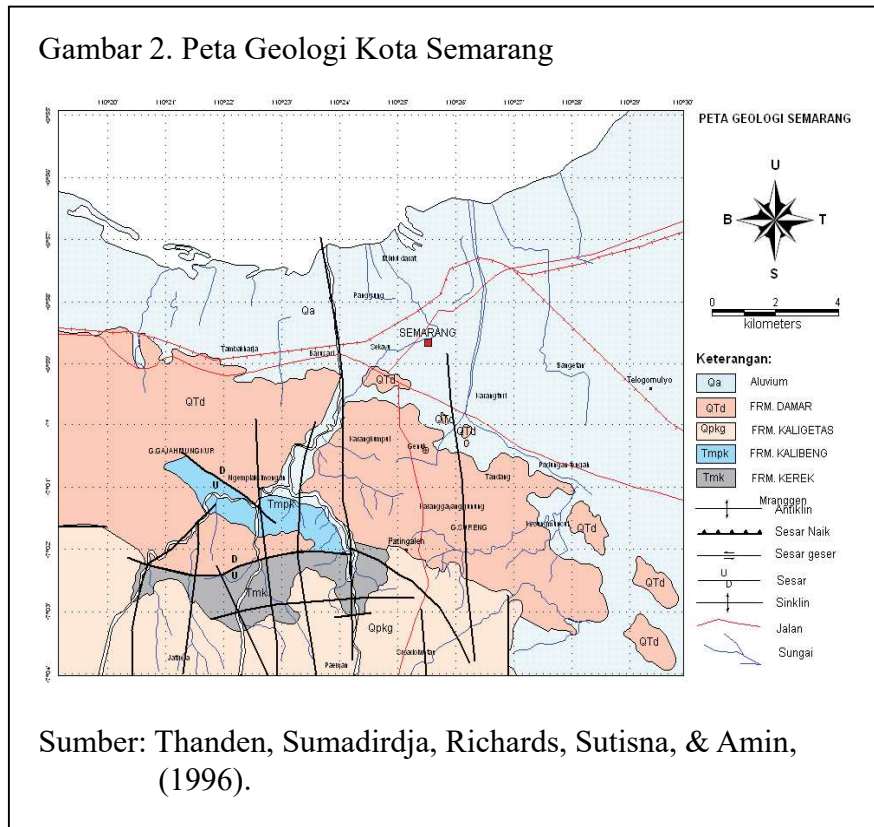
Survei yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai area survei

yang terpengaruh oleh efek-efek dari berbagai sumber yang tidak diketahui di bawah permukaan terhadap perubahan variasi nilai batuan yang berada di bawah permukaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai gaya berat perlu dikoreksi untuk mengetahui efek dari sumber yang mempengaruhi perubahan nilai rapat massa atau variasi nilai batuan, di antaranya: efek kemuluran alat (*drift effect*), efek pasang surut (*tidal effect*), efek lintang, efek topografi, dan variasi rapat massa. Setelah dilakukan pengolahan kemudian data anomali gravitasi dapat diinterpretasikan dengan bantuan peta geologi seperti pada Gambar 2.

Berdasarkan nilai anomali *bouguer* tampak bahwa sejak awal wilayah Semarang dan sekitarnya berada pada cekungan. Dalam cekungan tersebut diendapkan formasi kerek dan kalibeng serta dibatasi oleh tinggian yang berarah barat laut-tenggara ini terus berkembang sampai dengan kuartir yang ditandai oleh endapan-endapan formasi



Gambar 2. Peta Geologi Kota Semarang



kaligetas, formasi damar, formasi jongkong dan endapan-endapan gunung api muda (Wardhana, Harjono, & Sudaryanto, 2014).

METODE PENELITIAN

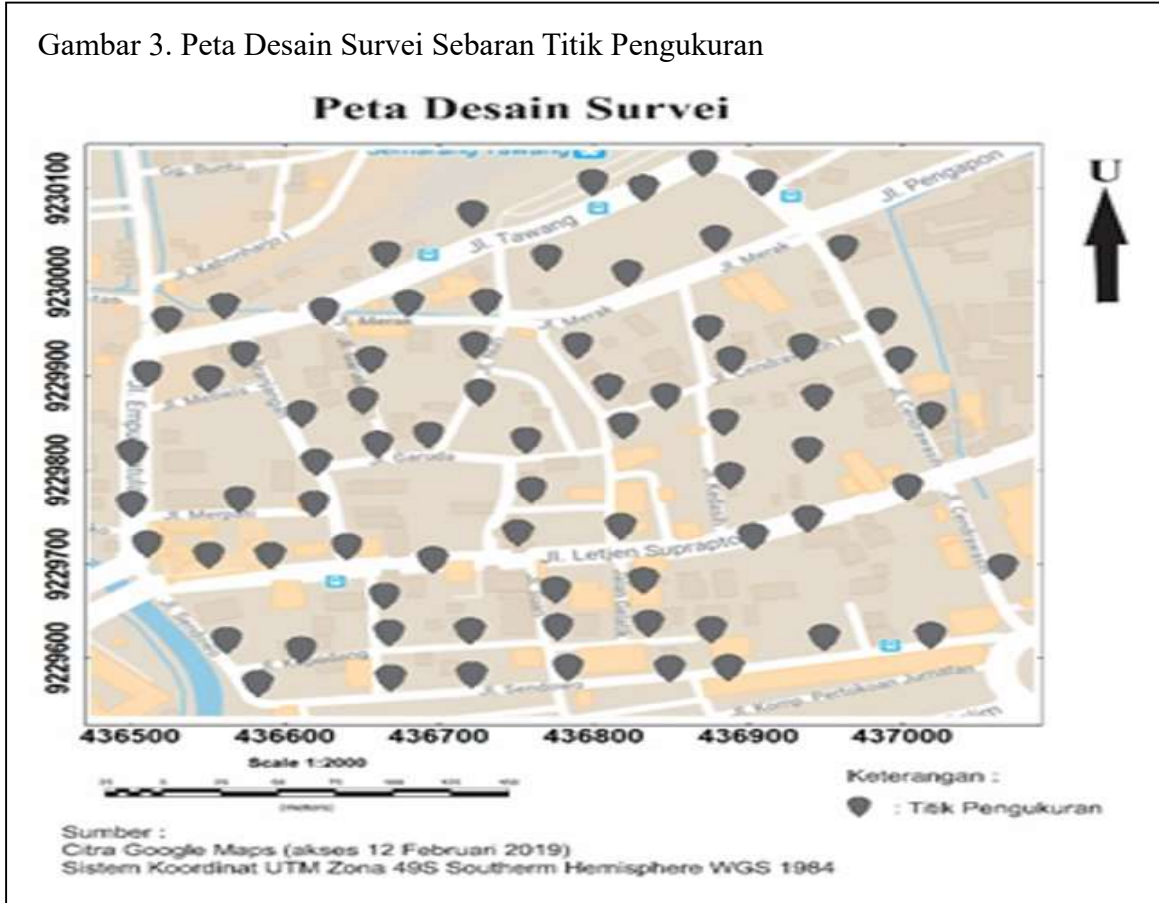
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gravimeter Scintrex CG-5 Autograv* yang digunakan untuk mengukur variasi medan gravitasi bumi. Alat ini bekerja berdasarkan hukum Newton dan hukum Hooke, yaitu beban dengan massa tertentu yang digantung oleh pegas.

Lokasi penelitian di kawasan Kota Lama, Kota Semarang yang terletak pada koordinat 110°25'30"-110°25'49" Bujur Timur dan 6°57'52"-6°58'11" Lintang

Selatan dengan luas penelitian kurang lebih 0,3125 km². Jumlah titik pengukuran sebanyak 75 titik dengan jarak tiap titik pengukuran adalah 50 m. Desain survei lokasi titik-titik pengukuran ditunjukkan oleh Gambar 3.

Penelitian dilakukan dengan menentukan posisi *base*. Kemudian menentukan titik pengukuran gaya berat dan di-*plotting* ke dalam *Global Positioning System (GPS)* sesuai dengan peta desain survei. Pengukuran dilakukan di atas permukaan titik ukur dengan alat gravimeter. Pengolahan data menggunakan bantuan *software Microsoft Excel, Google Maps & Earth, dan Geosoft Oasis Montaj 6.4.2.*

Gambar 3. Peta Desain Survei Sebaran Titik Pengukuran



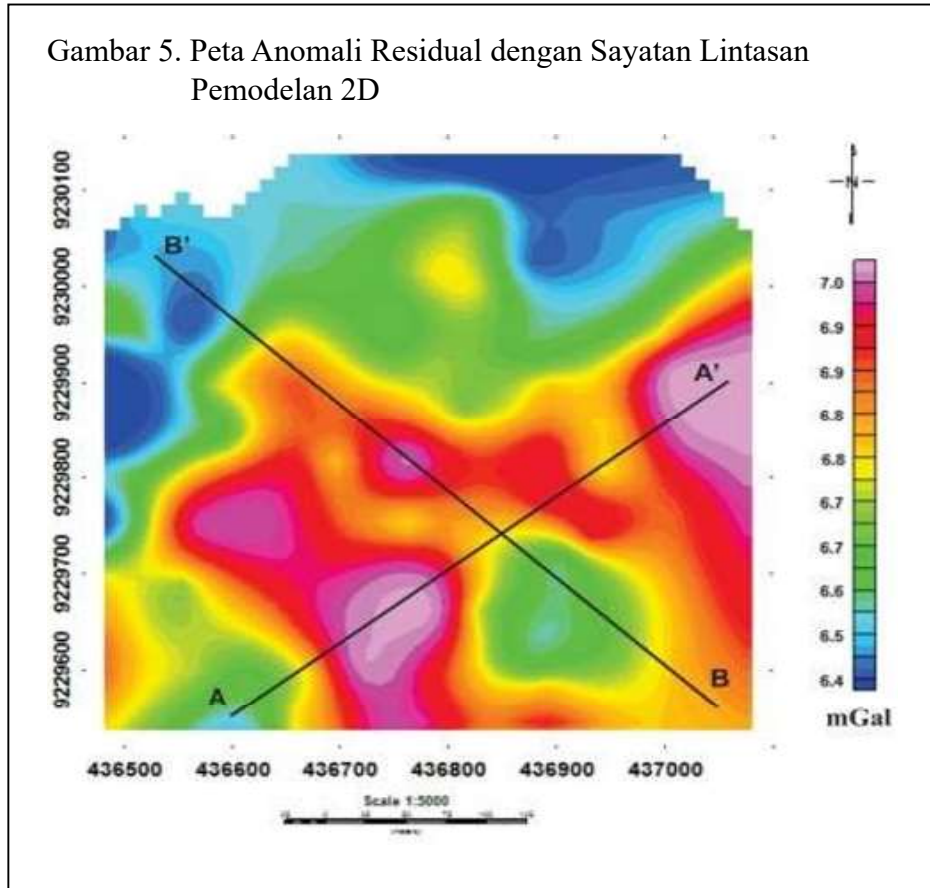
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gaya berat observasi (γ) adalah gaya berat yang di baca gravimeter di suatu titik pengukuran yang telah terkoreksi apungan (drift) dan pasang surut. Gaya berat observasi berbanding terbalik dengan topografi bila memiliki nilai yang tinggi maka menunjukkan topografi yang rendah sebaliknya bila memiliki nilai yang rendah maka menunjukkan topografi yang tinggi.

Untuk mendapatkan hasil anomali bouguer lengkap (CBA) dilakukan pengolahan data lapangan dengan menghitung gaya berat normal (teoritis) dan melakukan

koreksi-koreksi. Dalam penelitian ini nilai densitas rata-rata batuan yang dihitung menggunakan metode parasnis adalah $2,68 \text{ g/cm}^3$. Nilai anomali bouguer lengkap adalah nilai total dari anomali yang disebabkan oleh pengaruh rapat massa batuan dari pusat inti bumi sampai ke permukaan bumi yang kemudian dapat dipisahkan menjadi anomali regional dan anomali residual (Karunianto, Haryanto, Hikmatullah, & Laesanpura 2017). Hasil pengolahan data menjadi peta anomali bouguer lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 5. Peta Anomali Residual dengan Sayatan Lintasan Pemodelan 2D

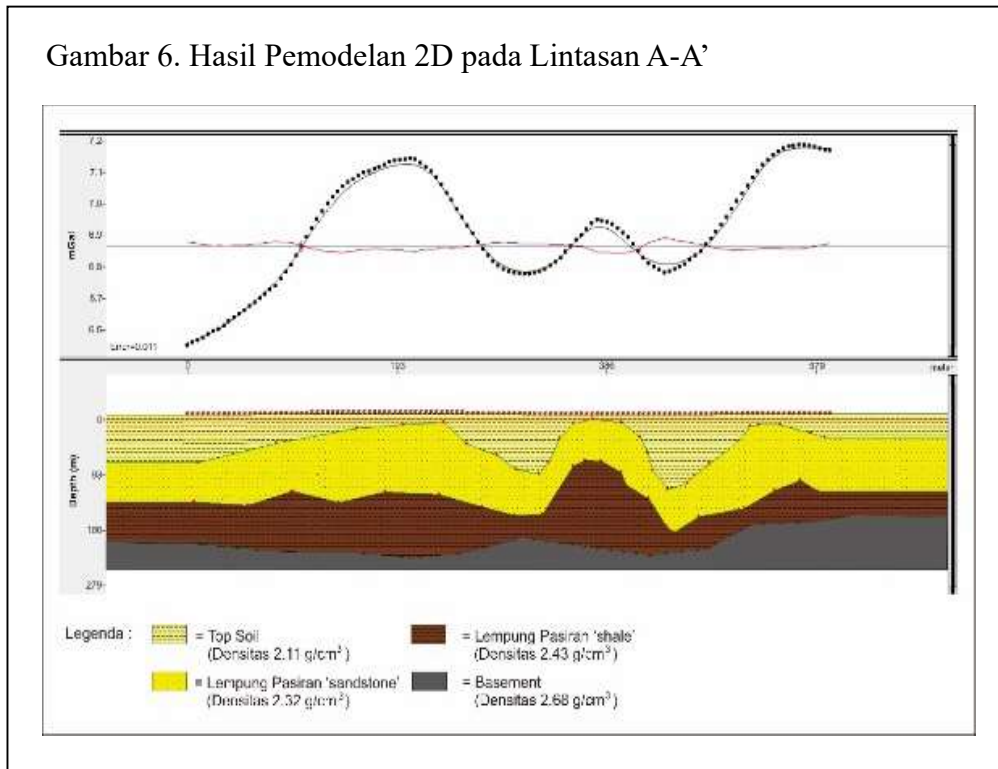


Supriyadi, Khumaedi, dan Hidayatullah (2018) menjelaskan bahwa struktur bawah permukaan Kawasan Kota Lama terbentuk dari sedimentasi delta, *top soil*, lumpur, dan *basement*. Hasil pemodelan 2 dimensi lintasan (A-A') untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan diinterpretasikan pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6 dapat diinterpretasikan struktur bawah permukaan Kota Lama pada sayatan lintasan A-A' menunjukkan empat lapisan. Lapisan dasar berupa *base* dengan kedalaman lebih dari 195 m dan densitas rata-rata batuan 2,68 g/

cm³ yang merupakan bagian dari formasi damar (Qtd) berumur kuartar yang menutupi sebagian besar wilayah Semarang utara. Batuan penyusun lapisan *base* berupa breksi vulkanik, konglomerat, dan batu pasir tufan yang ditutupi oleh endapan aluvial. Lapisan pertama, kedua, dan ketiga merupakan bagian dari formasi aluvium (Qa). Lapisan *pertama* merupakan *top soil* yang memiliki kedalaman 0-55 m dan densitas rata-rata batuan 2,11 g/cm³ dengan batuan penyusun berupa campuran dari tanah *urug*, kerikil, pasir, lempung, dan lumpur. Lapisan *kedua* berada pada kedalaman 55-120 m dan densitas rata-

Gambar 6. Hasil Pemodelan 2D pada Lintasan A-A'

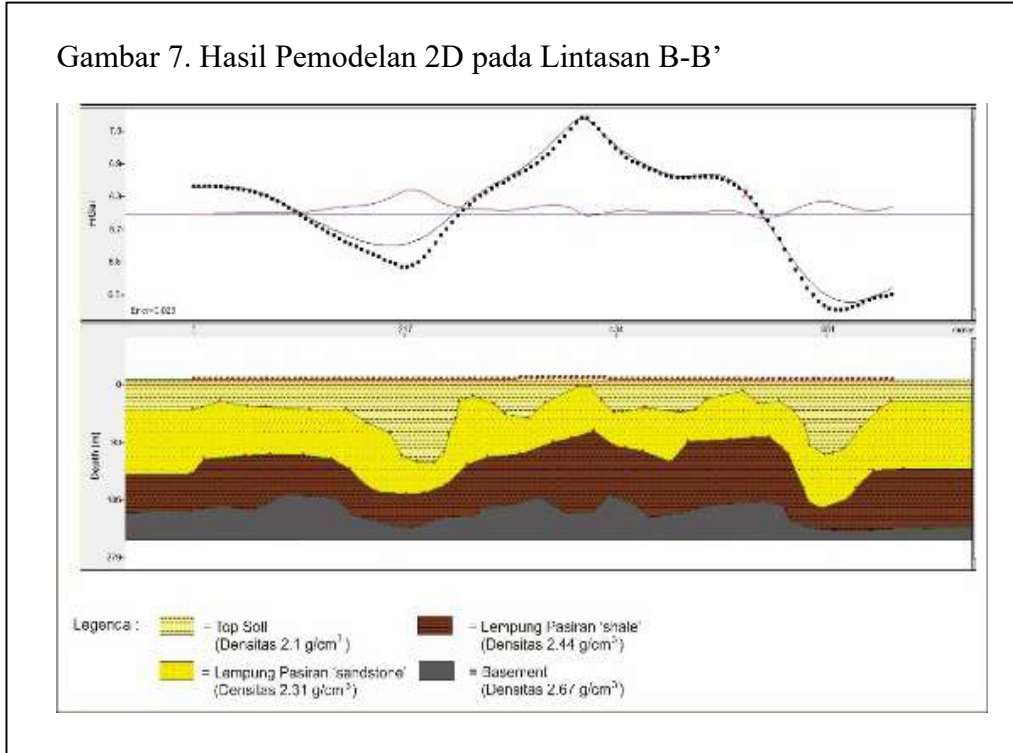


rata batuan 2,32 g/cm³ dengan penyusun batuan didominasi batu pasir. Lapisan *ketiga* berada pada kedalaman 120-195 m dan densitas rata-rata batuan 2,41 g/cm³ dengan batuan penyusunnya didominasi oleh batu serpih (*shale*) yang masih termasuk kedalam formasi aluvium. Gambar 7 menyajikan hasil pemodelan 2 dimensi pada lintasan B-B'.

Berdasarkan hasil pemodelan pada Gambar 7 dapat diinterpretasikan struktur bawah permukaan pada lintasan B-B' yang menunjukkan empat lapisan dengan lapisan *base* berada pada kedalaman lebih dari 195 m dan densitas rata-rata batuan 2,67 g/cm³. Lapisan *base* termasuk bagian dari formasi damar (Qtd) dengan batuan penyusun berupa breksi vulkanik, konglomerat, dan tufan.

Sama seperti lintasan A-A', lapisan pertama, kedua, dan ketiga termasuk kedalam formasi aluvium (Qa). Lapisan *pertama* merupakan *top soil* yang memiliki kedalaman dari 0-50 m dan densitas batuan rata-rata 2,1 g/cm³ dengan batuan penyusun berupa tanah *urug*, kerikil, pasir, lempung, dan sedikit lumpur. Lapisan *kedua* berada pada kedalaman 50-120 m dan densitas rata-rata batuan 2,3 g/cm³ dengan batuan penyusun didominasi oleh batupasir (*sandstone*). Lapisan *ketiga* berada pada kedalaman 120- 195 m dan densitas batuan rata-rata 2,4 g/cm³ dengan batuan penyusun didominasi oleh batuan serpih.

Pemodelan 2 dimensi ini dianggap cocok untuk mempresentasikan struktur bawah permukaan daerah penelitian yang



berada di Kawasan Kota Lama. Nilai densitas batuan digunakan sebagai acuan untuk mempresentasikan struktur bawah permukaan. Nilai densitas rata-rata di daerah penelitian didapatkan dari metode parasnis. Hasil nilai densitas dari metode parasnis merupakan rata-rata densitas yang berada di seluruh titik pengukuran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Struktur bawah permukaan di kawasan Kota Lama hasil pemodelan 2 dimensi dapat diinterpretasikan dalam

empat lapisan. Lapisan *pertama* yaitu *top soil* yang termasuk formasi aluvium (Qa) dengan densitas rata-rata batuan $2,1 \text{ g/cm}^3$ yang memiliki kedalaman 0-50 m. Lapisan *kedua* memiliki densitas rata-rata batuan $2,3 \text{ g/cm}^3$ berada di kedalaman 50-120 m. Lapisan *ketiga* memiliki densitas rata-rata batuan $2,4 \text{ g/cm}^3$ berada di kedalaman 120-195 m. Penyusun batuan lapisan pertama hingga ketiga merupakan batuan sedimen seperti lempung, batu pasir, dan batu serpih. Lapisan *keempat* adalah *base* yang termasuk formasi damar (Qtd) dengan densitas $2,67 \text{ g/cm}^3$ berada di kedalaman lebih dari 195 m dengan batuan penyusun didominasi breksi vulkanik dan tufan halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Karunianto, A. J., Haryanto, D., Hikmatullah, F., & Laesanpura, A. (2017). Penentuan anomali gaya berat regional dan residual menggunakan filter gaussian daerah Mamuju Sulawesi Barat. *Eksplorium*, 38(2), 89-98.
- Purwanto, L. M. F. (2005). Kota Kolonial Lama Semarang (Tinjauan umum sejarah perkembangan arsitektur kota). *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 33(1), 27-33.
- Supriyadi, Khumaedi, & Hidayatullah, R. H. (2018). Identifikasi ketebalan lapisan sedimen dan struktur bawah permukaan di zona amblesan Kota Lama Semarang berdasarkan data mikroseismik. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 3(3), 156-166.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Thanden, R. E., Sumadirdja, H., Richards, P. W., Sutisna, K., & Amin, T. C. (1996). *Peta geologi lembar Magelang dan Semarang, Jawa* (ed. kedua). Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Wardhana, D. D., Harjono, H., & Sudaryanto, S. (2014). Struktur bawah permukaan kota semarang berdasarkan data gaya berat. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 24(1), 53-64.