

INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DATA GAYABERAT MENGGUNAKAN ALGORITMA JARINGAN SARAF TIRUAN STUDI KASUS DAERAH PANAS BUMI UNGARAN, JAWA TENGAH

Ratih Rundri Utami , Agus Setyawan dan Rahmat Gernowo
Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail: ratihrundri@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Artificial neural networks have been used in an application of geophysical such as seismic, electromagnetic, resistivity, and gravity. In this study, artificial neural network system used is the method of propagation of gravity to produce anomalies corresponding to the desired anomalies on the geothermal area of Mount Ungaran, Central Java. In the training process to produce the best weight with 4 hidden layer with a correlation coefficient of 0.99 and the testing process using the results of the best training with a correlation coefficient of 0.97 and a yield value that resembles Bouguer anomaly in the research area., so it can be seen under the surface of the structure with the results of the best network where there is a high density value of 2.70 to 2.80 g/cm³ in lava basalt as geothermal systems Mount Ungaran. Density 2.40 to 2.80 g/cm³ Low contained in the surface area of Mount Ungaran with the majority of sedimentary rocks of andesitic pyroclastic products of Mount Ungaran Young.

Key words : Artificial Neural Network, Inversion, Mount of Ungaran, Basalt.

ABSTRAK

Jaringan syaraf tiruan telah banyak digunakan dalam aplikasi metode geofisika seperti seismik, elektromagnetik, resistivity dan gayaberat. Dalam penelitian ini sistem jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah propagasi balik pada metode gayaberat untuk menghasilkan bentuk anomali yang sesuai dengan anomali yang diinginkan pada area panas bumi Gunung Ungaran, Jawa Tengah. Pada proses pelatihan untuk menghasilkan bobot terbaik dengan 4 layer tersembunyi dengan nilai koefisien korelasi 0,99 dan proses pengujian dengan menggunakan hasil dari pelatihan terbaik dengan koefisien korelasi 0,97 dan menghasilkan nilai yang menyerupai anomali bouguer pada daerah penelitian, sehingga dapat dilihat struktur bawah permukaan dengan hasil jaringan terbaik dimana terdapat nilai densitas tinggi 2,70-2,80 g/cm³ pada batuan lava basalt sebagai sistem panas bumi Gunung Ungaran. Densitas 2,40-2,80 g/cm³ rendah yang terdapat di permukaan daerah Gunung Ungaran dengan mayoritas batuan endapan andesit piroklastik produk dari Gunung Ungaran Muda.

Kata Kunci : Jaringan Syaraf Buatan, Inversi, Gunung Ungaran, Basalt.

PENDAHULUAN

Pengembangan Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network, ANN), dimulai pada tahun 1940-an. Setelah studi jaringan saraf berkembang pesat di berbagai bidang ilmu pengetahuan dan berhasil diterapkan untuk memecahkan banyak masalah dalam aplikasi geofisika. Beberapa masalah dalam aplikasi geofisika di jaringan saraf yang telah berhasil diterapkan untuk berbagai masalah pemodelan gravitasi. Ungaran merupakan

daerah panas bumi dari Semarang, Jawa Tengah disebabkan sebagai akibat dari vulkanisme. Sudah banyak studi geologi dan geofisika dari yang dilakukan di daerah ini. Metode yang digunakan CSAMT untuk menentukan penyebaran panas dan konduktivitas^[10]. Anomali suhu di tempat kejadian diperkirakan fumarol daerah upflow adalah tempat keluarnya cairan panas ke permukaan^[16]. Selanjutnya, metode gravitasi diterapkan di daerah untuk mengidentifikasi zona sesar dan untuk menggambarkan fitur

dari sistem panas bumi^[12]. Selain itu, studi metode resistivitas aliran fluida menggunakan metode seismik dan SP (potensi diri), zona upflow berada di sekitar puncak Ungaran dan aliran bawah terletak di sebelah timur dan tenggara Gunung Ungaran^[13] dan metode struktur diperoleh geolistrik yang menyebabkan rilis dari panas bumi manifestasi berasal dari permukaan bawah kesalahan mereka^[9].

Dalam penelitian ini, jaringan syaraf tiruan yang akan digunakan adalah Backpropagation yang akan dilaksanakan mulai pada data gravitasi menggunakan satelit dan kemudian data Bouguer anomali pada panas bumi Ungaran, Semarang. Dengan melatih Jaringan Neural dengan berbagai pelatihan yang terdiri dari berbagai nilai kemungkinan Gravity Anomali. Backpropagation dilatih dengan berbagai pelatihan di mana hasilnya akan diilustrasikan dengan pemodelan 2D

Metode Gayaberat

Metode Gayaberat adalah metode yang memanfaatkan variasi densitas yang terdistribusi di bawah permukaan dimana metode gayaberat dapat melihat struktur bawah permukaannya dari nilai densitas yang berada di lapisan bawah permukaan.

Metode Gayaberat didasari oleh hukum Newton Gravitasi dapat dirumuskan pada persamaan 2.1

$$\bar{F}(r) = G \frac{m M}{r^2} \quad (1)$$

Pada pengukuran gayaberat nilai yang terukur bukanlah gaya gravitasi, melainkan percepatan gravitasi g . Dimana hubungan antara keduanya dijelaskan pada hukum Newton II yang menyatakan bahwa sebuah gaya hasil dari perkalian massa dengan percepatan dapat dirumuskan pada persamaan 2.2 :

$$F = mg \quad (2)$$

Sehingga diperoleh nilai percepatan gravitasi dapat dirumuskan pada persamaan 2.3

$$g = G \frac{M}{r^2} \quad (3)$$

Dalam metode gayaberat, pengukuran dilakukan terhadap nilai komponen vertikal dari percepatan gravitasi disuatu tempat. Namun pada kenyataannya bentuk bumi tidak bulat sehingga terdapat variasi nilai percepatan gravitasi pada masing-masing tempat.

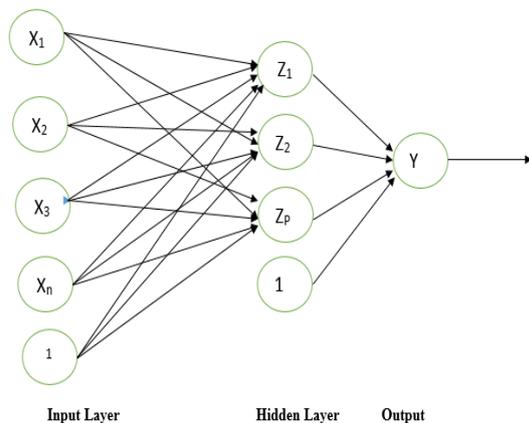
Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan menggunakan sistem jaringan syaraf tiruan dari karya manusia yang dapat menerima dan memproses informasi yang diperoleh untuk diteruskan ke neuron yang dimiliki otak manusia. jaringan syaraf tiruan adalah suatu mekanisme komputasi yang mampu memperoleh dan menghitung mewakili pemetaan ruang dengan banyak varian lain dari informasi, dan diberikan satu set data mewakili pemetaan. jaringan bunga saraf adalah untuk membangun model proses yang menghasilkan data sehingga jaringan dapat menggeneralisasi dan memprediksi output aktual dan nilai target output^[4].

Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Proses pembelajaran dalam jaringan saraf terdiri dari dua sistem pembelajaran, yaitu belajar dengan pengawasan dan tanpa pengawasan belajar. belajar diawasi adalah proses belajar yang membutuhkan guru, yang merupakan sesuatu yang memiliki pengetahuan tentang lingkungan melalui representasi dari sampel input dan output. Pelatihan pembelajaran terawasi memiliki data input untuk dilatih jaringan pasangan input dan target, untuk mendapatkan bobot yang diinginkan. Pasangan Data yang melayani sebagai guru dalam proses pelatihan untuk

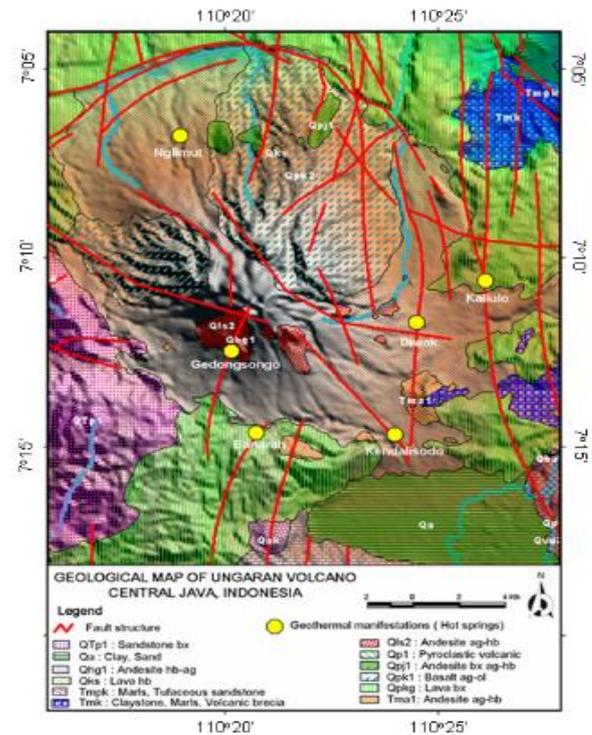
melatih jaringan dengan bentuk yang terbaik. Pada setiap waktu pelatihan, jaringan yang dihasilkan dari input untuk memproses dan masalah output. Perbedaan antara target output dengan output yang diharapkan adalah kesalahan yang terjadi. Sebuah jaringan dapat digunakan dalam pembelajaran tanpa pengawasan salah satunya adalah dengan menggunakan kembali propagasi^[14].



Gambar 1. propagasi balik jaringan saraf dengan satu lapisan tersembunyi dan satu output

Gunung Ungaran

Gunung Ungaran adalah gunung berapi dengan tipe strato yang terdiri dari andesit dan basalt. Produk dari bentuk stratovolcano vulkanik bersinggungan dengan formasi tersier^[5]. Gunung Ungaran selama perkembangannya mengalami pergeseran ambrolan-tektonik yang disebabkan oleh gravitasi karena pada dasarnya lemah^[3]. Gunung Ungaran pertumbuhan menunjukkan dua kekuatan dipisahkan oleh puing-puing dua kali. The Ungaran pertama menghasilkan andesit di Bawah Pliosen Kala, di andesit Pliosen Tengah menghasilkan lebih dan berakhir dengan puing-puing. Siklus kedua dimulai di Kala Atas Pliosen dan Holosen. Kegiatan ini menghasilkan Ungaran siklus kedua dan ketiga.

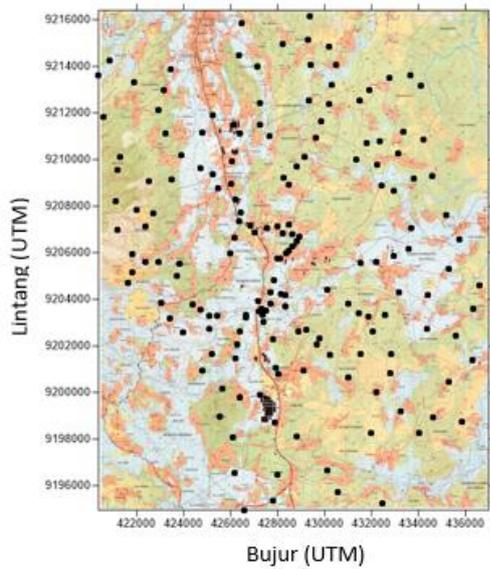


Gambar 2. Peta geologi Gunung Ungaran (Setyawan dkk, 2007)

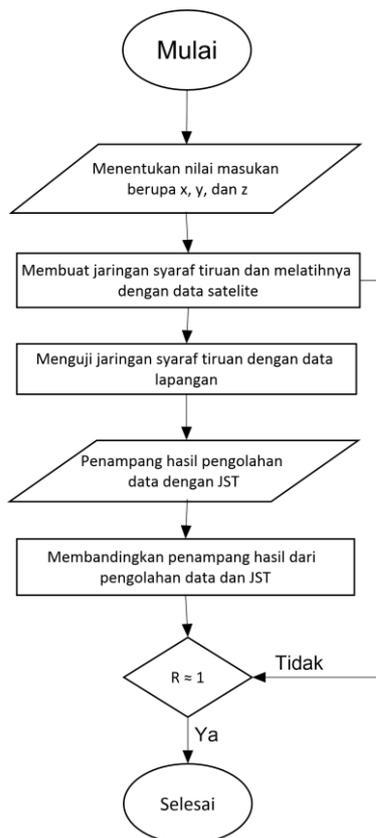
Srtatigafi Gunung Ungaran terdiri dari batu andesit lava, gunung berapi perlitik lava dan breksia Ungaran selama siklus kedua dan ketiga. Struktur geologi daerah Ungaran dikontrol oleh struktur runtuh (runtuhnya struktur) yang memanjang dari barat ke tenggara dari Ungaran. Batuan vulkanik yang membentuk pra-kaldera dikendalikan oleh sistem sesar berarah barat laut-barat daya dan tenggara-barat daya, sedangkan batuan vulkanik yang membentuk pasca-kaldera ada sedikit struktur di mana struktur dikendalikan oleh sistem sesar regional^[16].

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, dilakukan proses jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan data satelite sehingga menghasilkan nilai keluaran anomali *Bouguer* hasil jaringan syaraf tiruan. Penelitian dilakukan pada daerah Gunung Ungaran.



Gambar 3. Lokasi titik pengukuran



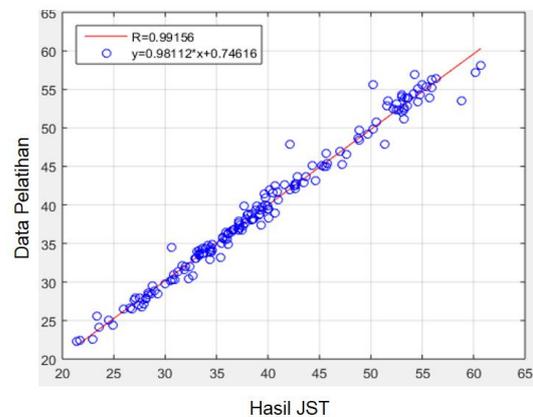
Gambar 4. Diagram alir kerja penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dibuat jaringan syaraf tiruan dengan metode *Multilayer*

Perceptron Neural Network untuk menghasilkan nilai dari parameter geofisika dengan metode gayaberat. Nilai yang dihasilkan jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma tidak seperti pada pengolahan data gayaberat umumnya. Nilai jaringan syaraf tiruan diperoleh dari hasil pembelajaran terhadap pola-pola yang telah diajarkan pada jaringan syaraf tiruan dimana jaringan syaraf tiruan mampu untuk menghasilkan nilai keluaran sendiri hasil dari pengenalan pola.

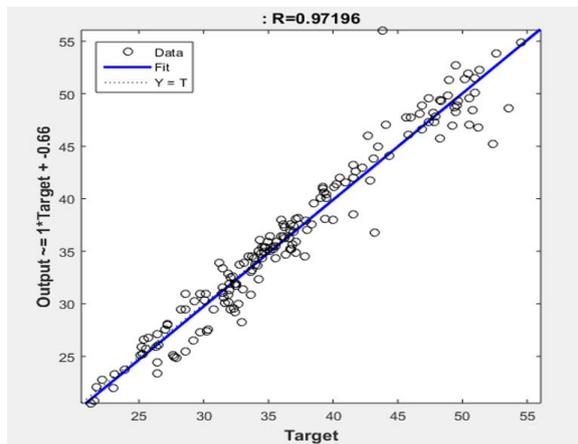
Pada proses jaringan syaraf tiruan penelitian ini menggunakan data satelite dan data hasil pengolahan data akuisisi yang digunakan sebagai model pembelajaran jaringan syaraf tiruan. Parameter yang digunakan pada nilai inputan adalah posisi dan ketinggian, sedangkan nilai yang digunakan pada target adalah nilai anomali *Bouguer*. Parameter yang digunakan pada pembelajaran juga diterapkan pada proses pengujian dimana data validasi yang digunakan adalah data hasil akuisisi lapangan.



Gambar 5. Grafik Pelatihan Keluaran Jaringan syaraf tiruan dan data pelatihan

Proses jaringan syaraf tiruan digunakan bobot secara acak dengan menggunakan program MATLAB. Dimana pada pembuatan jaringan syaraf tiruan menggunakan arsitektur jaringan terbaik yang di dapatkan dengan cara *trial and error*. Adapun tahapan untuk mendapatkan jaringan syaraf terbaik yaitu dengan menggunakan empat *layer* tersembunyi dimana pada *layer* pertama terdiri dari 40 *neuron*, pada *layer* kedua terdiri dari

30 neuron, pada layer ketiga terdiri dari 20 neuron, pada layer ke empat terdiri dari 10 neuron dan satu nilai output dengan nilai error yang didapatkan adalah 0,153 dan nilai koefisien korelasi yang diperoleh adalah 0,97.

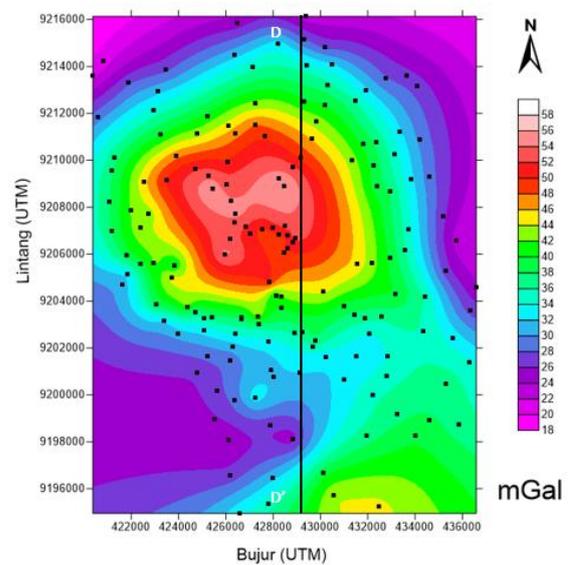


Gambar 6. Grafik Pengujian Keluaran Jaringan syaraf tiruan dan data lapangan

Hasil dari jaringan syaraf tiruan menghasilkan nilai anomali *Bouguer* lengkap dimana hasil dari anomali *Bouguer* akan dilakukan pemodelan 2D.

Telah dilakukan beberapa penelitian di sekitar daerah Gunung Ungaran untuk mengidentifikasi sistem panas bumi dan struktur geologi yang baik menggunakan metode geologi, dan geofisika. Pada penelitian ini diperoleh nilai densitas rata rata *Bouguer* $2,3 \text{ g/cm}^3$ dengan menggunakan metode *Nettleton*.

Anomali *Bouguer* memetakan daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar tersebut. 4 profil A-A 'adalah profil sepotong peta anomali regional dibawa untuk membandingkan hasil jaringan syaraf tiruan dengan nilai anomali *Bouguer* Lengkap yang diperoleh dari berbagai tahap pengolahan data untuk mendapatkan nilai anomali *Bouguer* lengkap.

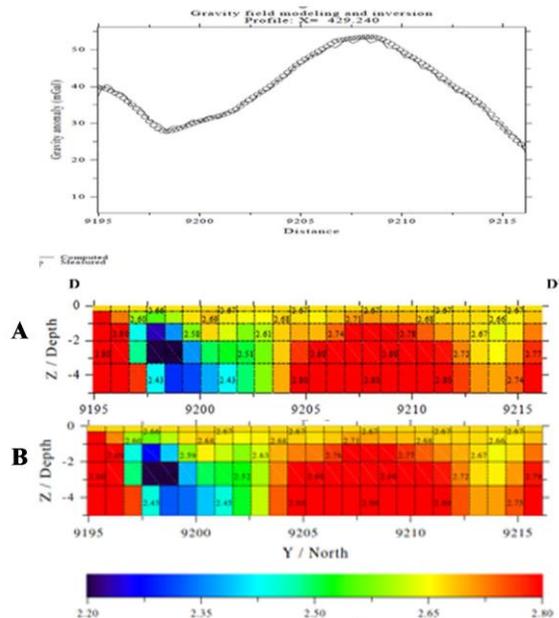


Gambar 7. Anomali *Bouguer* lengkap

Hasil backpropagation dengan empat lapisan tersembunyi dibandingkan dengan data yang diperoleh dari profil sayatan D-D 'daerah Gunung Ungaran. pelatihan jaringan dilakukan dengan menggunakan empat lapisan tersembunyi, di mana 40 Neuron Lapisan 1, 30 Neuron Lapisan 2, 20 Neuron 3 Layer, 10 Neuron Lapisan 4 dan Output 1 menggunakan 0001 target, dengan jumlah iterasi 5000 untuk 14 secon dan koefisien korelasi 0,99. hasil normalisasi data yang digunakan oleh rentang [-1 1] dan aktivasi fungsi tangen hiperbolik digunakan. Uji dilakukan dengan menghasilkan koefisien korelasi dekat dengan nilai 1.

Hasil kontras densitas diproduksi di batuan dasar yang terletak pada kedalaman 5 km dengan metode inversi 3D. Hasil penelitian jaringan syaraf tiruan dengan penelitian di lapangan menghasilkan kedalaman yang sama dengan densitas permukaan yang sama $2,67 \text{ g/cm}^3$, sedangkan nilai densitas tinggi yang dihasilkan diperoleh basement 2.75 g/cm^3 kepadatan seperti batu basalt dimana pada batuan basalt adalah produk dari Gunung Ungaran Tua hasil dari formasi kaligesik dan nilai densitas rendah yang mayoritas penyusunnya adalah batuan endapan andesit piroklastik adalah produk dari Gunung Ungaran Muda dari formasi Vulkanik

Gajahmungkur. Hasil dari nilai anomali dan kontras denistas hasil jaringan syaraf tiruan dan data lapangan pada sayatan yang sama A-A 'yang ditunjukkan pada Gambar. 8.



Gambar 8. Hasil sayatan D-D' pada anomali *Bouguer* Lengkap keluaran JST (A) dan Lapangan (B)

Gambar 8. Hasil Jaringan syaraf tiruan profil D-D' dari daerah Ungaran dan data *real* jaringan jaringan saraf sistem aplikasi Bacpropagation dihasilkan memiliki pelatihan terbaik pada nilai optimum targert kesalahan iterasi terkecil ke 5000 untuk 14 detik. jaringan saraf dibuat pada program uji menggunakan arsitektur jaringan dengan empat lapisan tersembunyi debfab satu output dengan hasil uji koefisien korelasi 0,97%. backpropagation mampu menghasilkan model serupa dengan hasil pemodelan pengolahan data. pemodelan 2D telah dilakukan dengan profil sayatan D-D', di mana sayatan hasil menggambarkan kesamaan hasil kontras densitas dengan luas menghasilkan struktur bawah permukaan yang sama

KESIMPULAN

Telah dibuat sebuah jaringan syaraf tiruan *Multilayer Perceptron Neural Network* yang diaplikasikan pada kasus geofisika

Jaringan terbaik yang dihasilkan memiliki nilai optimum dengan empat layer tersembunyi dimana 40 neuron pada lapisan ke-1, 30 neuron lapisan ke-2, 20 neuron lapisan ke-3, 10 neuron lapisan ke-4 dan 1 output

Dimana dapat ditemukan struktur bawah permukaan pada hasil keluaran jaringan syaraf tiruan yaitu Struktur geologi bawah permukaan daerah penelitian terdiri dari dua kontras batuan dimana pada nilai densitas tertiggi 2,80 – 3,0 g/cm³ yang merupakan batuan basalt sebagai merupakan produk Gunung Ungaran Tua, densitas terendah pada daerah penelitian diperoleh batuan penyusun endapan andesit piroklastik dengan nilai densitas 2,40-2,80 g/cm³ produk Gunung Ungaran Muda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdel Zaher, M., Senosy, M.M., Youssef, M.M., Ehara, S., 2009. Thickness variation of the sedimentary cover in the SouthWestern Desert of Egypt as deduced from Bouguer gravity and drill-hole data using neural network method. *Earth Planets Space* 61, 659–674.
- [2] Abedi, M., Afshar, A., Ardestani, V.E., Norouzi, G.H., Lucas, C., 2010. Application of various methods for 2D inverse modeling of residual gravity anomalies. *Acta Geophysica* 58 (2).
- [3] Bemmelen, V. R. W., Martinus, Nihoff, The Haque, 1970, *The Geology of Indonesia, vol.1 A, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelago, 2nd edition*, New York.
- [4] Biswajeet, P dan Lee, S., 2009, Landslide Risk Analysis Using Artificial Neuron Network Model Focussing on Different Training Sites, *Jurnal, International Journal of Physical Sciences* Vol. 4 (1), pp. 001-015, Januari, 2009.
- [5] Budiardjo, B., Nugroho dan Budihardi, M., 1997, "Resource Characteristics of

- the Ungaran Field, Central Java, Indonesia,” Proceedings of National Seminar of Human Resources Indonesian Geologist, Yogyakarta.
- [6] Murata Y. :Estimation of optimum average surficial density from gravity data: an objective Bayesian approach, *J. Geophys Res.* 98(B7), (1993) 12097–12109
- [7] Osman, O., Albora, A.M., Ucan, O.N., 2006. A new approach for residual gravity anomaly profile interpretations: Forced Neural Network (FNN). *Annals of Geophysics* 49 (6), 1201–1208.
- [8] Osman, O., Albora, A.M., Ucan, O.N., 2007. Forward modeling with forced neural networks for gravity anomaly profile. *International Association for Mathematical Geology* 39, 593–605.
- [9] Prasetyo, B. B., 2012, Identifikasi Struktur Bawah permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Area Manifestasi Geothermal Gedongsongo Lereng Selatan Gunung Ungaran, Skripsi FSM Undip, Semarang.
- [10] Setyawan, A., Wahyudi, Kusumaningsih, H. W., 2005, *Estimasi Pola Penyebaran Resistivitas Bawah permukaan dengan Metode CSAMT*, Berkala Fisika Undip, Vol. 8 No. 2, hal. 33-36.
- [11] Setyawan, A., Nishijima, J., Fukuoka, K., Fujimitsu, Y., and Ehara, S.: Subsurface Structure Imaging of Ungaran Volcano, Indonesia Based on Geophysical Surveys, *Annual Meeting Geothermal Research Society of Japan*, Fukushima, Japan, (2006).
- [12] Setyawan, A., Ehara, S, Fujimitsu, Y., Nishijima, J.: Fukuoka, K., and Saibi, H.: Integrated Geophysical Surveys of Ungaran Volcano: Understanding the Hydrothermal System, *Proceedings, The 2nd International Workshop and Conference on Earth Resources Technology*, Bangkok, Thailand, (2008), 9-14.
- [13] Setyawan, A., Ehara, S., Fujimitsu, Y., Nishijima, J., Fukuoka, K., dan Saibi, H., 2009, *Integrated Geophysical Surveys of Ungaran Volcani: Understanding the Hydrothermal System*; The 2nd International Workshop and Conference on Earth Resources Technology, Hal. 14-19, Bangkok, Thailand.
- [14] Siang, J.J, 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, ANDI, Yogyakarta.
- [15] Suyanto, 2014, *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning, Learning Revisi Kedua*, Informatika, Bandung
- [16] Thanden, R. E., Sumadirdja, H., Richards, P. W., Sutisna, K. and Amin, T. C.: Geological Map of the Magelang and Semarang Sheets, Java, scale 1: 100,000, Systematic Geological Map, Indonesia, Geological Research and Development Centre, Indonesia, (1996).
- [17] Wahyudi, 2006, Kajian Potensi Panas bumi dan Rekomendasi Pemanfaatannya pada Daerah Prospek Gunungapi Ungaran Jawa Tenga, Berkala FMIPA UGM Vol. 16 No. 1, hal. 41-48.