

## PEMODELAN ZONA SUBDUKSI DAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN JAWA TIMUR BERDASARKAN KAJIAN ANOMALI GRAVITASI

Oleh :  
Muhamad Adib Hasan/ J2D004183  
2008

### Abstract

*Gravitation field research which covers from North coast of East Java to Java trench has been carried out. The major purpose of this research was to estimate basement model from North coast of East Java to Java trench and also to estimate the Tertiary sedimen structures of East Java.*

*The gravity anomaly data used in this research is a secondary data from digitizing Gravity anomaly map which is produced by Indonesian Geological Research and Development Center (Budiman, 2000). Topography data is obtain from <http://topex.ucsd.edu>. Digitized Gravity anomaly data size is 71 x 75 grid with 6000 m of grid interval. Further process is projection of gravity anomaly onto regularly gridded horizontal plane using the equivalent source technique (Dampney, 1969). The result of upward continuation is a regional and residual gravitation anomaly, which is located at regular surface on 20 km above spheroid reference. The power spectrum methods is used for discontinuity depth estimation. Subsurface modelling use Talwani methods by Geomodel computational program.*

*The result of modelling show the existence of subduction below the Indonesian ocean, horst-like type structure below the southern coast of East Java, and the basin at the center part of East Java. The inclination of the oceanic crust beneath the outer arc is between  $4,5^{\circ} - 8^{\circ}$ . There is a anticipation that subduction is correspond to the folding system and volcanism at East Java. The result of modelling show that East Java have a thick Tertiary sedimen up to 6 km.*

*Keyword: modelling – discontinuity – basement – subduction – gravity anomaly*

### Intisari

Telah dilakukan kajian data anomali medan gravitasi yang meliputi pantai utara Jawa Timur sampai palung Jawa. Tujuan dari penelitian untuk memperkirakan model *basement* dari palung Jawa sampai pantai Utara Jawa serta untuk memperkirakan struktur batuan sedimen *Tersier* Jawa Timur.

Data anomali gravitasi yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder hasil digitasi peta Anomali Gravitasi Indonesia Bagian Barat yang dibuat oleh *Indonesia Geological Research and Development Center* (Budiman, 2000). Data topografi diperoleh dari <http://topex.ucsd.edu>. Data anomali hasil digitasi berukuran grid 71 x 75 dengan spasi grid 6000 m dibawa ke bidang datar menggunakan metode sumber ekuivalen titik massa (Dampney, 1969). Anomali regional dan residual diperoleh pada ketinggian 20 km dengan menggunakan metode kontinuitas ke atas. Estimasi kedalaman bidang diskontinuitas menggunakan *power spectrum* 1 dimensi. Pemodelan bawah permukaan menggunakan metode Talwani dengan program *Geomodel* yang dibuat oleh Cooper (2004).

Pemodelan menunjukkan adanya jalur subduksi di bawah Samudera Indonesia, sembul di bawah pantai selatan Jawa Timur dan cekungan di tengah – tengah Jawa Timur. Sudut inklinasi subduksi lempeng samudera di bawah busur luar non vulkanik (*outer arc*) diperoleh bernilai  $4,4^{\circ} - 8,2^{\circ}$ . Diduga terdapat korelasi antara subduksi dengan sistem – sistem perlipatan maupun vulkanisme di Jawa Timur. Pemodelan menunjukkan bahwa Jawa Timur memiliki cekungan sedimen *Tersier* yang tebalnya mencapai 6 km. Pusat cekungan terletak di tengah – tengah Jawa Timur berarah barat – timur, dan di antara bagian timur Jawa Timur dan selat Madura berarah barat laut – tenggara.

Kata – kata kunci: pemodelan – bidang diskontinuitas – *basement* – subduksi – anomali gravitasi

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki aktifitas vulkanik dan tektonik yang tinggi. Aktivitas vulkanik dan tektonik ini disebabkan oleh posisi dari gugusan kepulauan Indonesia yang berada di daerah pertemuan antar lempeng tektonik. Ada tiga lempeng tektonik yang bertemu di bawah wilayah Indonesia yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng samudera Pasifik, dan lempeng Eurasia (Katili, 1973). Lempeng Indo-Australia berinteraksi dengan lempeng Eurasia dan juga dengan lempeng Pasifik. Ketiga lempeng tektonik tersebut memiliki jenis bidang batas lempeng yang sama yaitu bidang batas konvergen yang membentuk zona-zona subduksi. Zona subduksi di Samudera Indonesia merupakan hasil interaksi lempeng Indo-Australia yang bergerak ke Utara dengan lempeng Eurasia yang bergerak ke Selatan.

Subduksi lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia diduga berkorelasi dengan berbagai sistem sesar, lipatan, cekungan dan gunung api aktif yang terbentang dari Sumatra, Jawa, Bali, hingga Nusa Tenggara. Salah satu yang menjadi ciri khas zona subduksi adalah terbentuknya palung laut. Palung laut yang berhadapan langsung dengan pantai selatan Jawa adalah palung Jawa yang merupakan hasil subduksi lempeng Eurasia dan Indo-Australia.

Hasil - hasil penelitian gravitasi yang telah dilakukan dari pesisir Selatan sampai pantai Utara Pulau Jawa yaitu adanya nilai anomali Bouguer positif yang besar di sepanjang pantai Selatan Jawa yang dapat ditafsirkan sebagai struktur sejenis sembul yang menunjukkan suatu kenaikan terus menerus dan anomali negatif di tengah – tengah Jawa bagian timur yang dapat ditafsirkan sebagai penurunan sisa lempeng lautan yang membentuk suatu cekungan geosinklin yang terisi sedimen (Untung dan Sato, 1978). Proses sembul ini diduga berkorelasi dengan adanya subduksi di Samudera Indonesia. Hasil penelitian lain menunjukkan adanya beberapa sesar utama yang membentuk kelurusan gugusan gunung api baik yang aktif maupun yang tidak aktif yang semuanya diduga dikontrol oleh sistem subduksi. Menurut teori, gunung api dapat terbentuk pada jarak 125 km sampai 175 km di atas lempeng yang tersubduksi (Turcotte dan Schubert, 1982). Di Jawa Timur terdapat beberapa aktifitas vulkanik seperti gunung Semeru, Bromo, dan Kelud. Beberapa penelitian bawah permukaan yang bersifat lokal telah dilakukan,

tetapi penelitian bawah permukaan secara regional yang mencakup Samudera Indonesia sampai Laut Jawa masih sangat jarang dilakukan. Oleh karena itu sangat menarik jika daerah penelitian dilakukan dari palung Jawa (Samudera Indonesia) sampai dengan pantai Utara Jawa Timur.

Jawa Timur merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki beberapa cekungan yang beberapa diantaranya telah menghasilkan minyak bumi. Daerah cekungan Jawa Timur meliputi laut Jawa dan daerah palung Jawa Timur Utara – Madura. Daerah cekungan Laut Jawa lebih merupakan cekungan *epicontinental* (tepi benua). Sedangkan cekungan Jawa Timur Utara – Madura merupakan geosinklin dengan ketebalan sedimen *Tersier* mencapai 6000 meter (Koesoemadinata, 1980).

Salah satu metode geofisika yang digunakan untuk studi pendahuluan dalam eksplorasi minyak dan gas bumi adalah metode gravitasi. Studi pendahuluan tersebut bertujuan untuk mengetahui daerah – daerah penyebaran cekungan serta ketebalan sedimen dalam cekungan tersebut. Eksplorasi minyak bumi selalu diawali dengan penentuan ketebalan serta penyebaran batuan sedimen karena berdasarkan pembentukannya minyak bumi akan selalu terakumulasi dengan batuan sedimen. Pada umumnya semakin tebal dan luasnya suatu lapisan sedimen, maka kemungkinan ditemukannya minyak bumi akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena pada umumnya semakin tebal lapisan sedimen, maka semakin banyak formasi yang dapat bertindak sebagai batuan *reservoir* maupun sebagai batuan induk ( Koesoemadinata, 1980).

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisis data anomali medan gravitasi untuk memodelkan kondisi bawah permukaan secara regional dari Samudera Indonesia sampai pantai utara Jawa Timur. Model yang diperoleh kemudian digunakan untuk menganalisis korelasi antara sistem subduksi dengan aktifitas vulkanik dan tektonik. Selama ini pemodelan pada umumnya hanya 2 dimensi, sehingga untuk lebih memperjelas kondisi bawah permukaan maka dibuat model 3 dimensi. Untuk mengetahui penyebaran serta ketebalan sedimen *Tersier* cekungan Jawa Timur – Madura dilakukan pemodelan kondisi bawah permukaan dangkal berdasarkan analisis anomali medan gravitasi lokal/residual.

## **1.3 Batasan Masalah**

Data anomali gravitasi yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder berupa data digit anomali gravitasi hasil digitasi Peta Anomali Gravitasi Indonesia Bagian Barat (*Indonesia Geological Research and Development Center*, Budiman, 2000) yang dilakukan oleh Laboratorium Geografi, UGM. Data topografi diperoleh dari <http://topex.ucsd.edu>. Interpretasi struktur regional dilakukan berdasarkan analisis anomali gravitasi regional samudera Indonesia sampai pantai utara Jawa Timur (8876000 – 9300000 UTM), sedangkan interpretasi ketebalan sedimen Jawa Timur berdasarkan anomali residual hanya pada daerah Jawa Timur – Madura.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian adalah:

1. Pemodelan struktur regional bawah permukaan dari Pantai Utara Jawa Timur sampai zona subduksi di Samudera Indonesia.
2. Menganalisis korelasi antara subduksi dengan aktifitas vulkanik dan tektonik di Jawa Timur.
3. Pemodelan struktur batuan sedimen *Tersier* Jawa Timur.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dari tujuan yang hendak dicapai, diharapkan hasil pemodelan dapat menjadi informasi mengenai kondisi struktur bawah permukaan daerah Jawa Timur. Informasi dari model subduksi diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut mengenai seismologi daerah subduksi dan efek yang ditimbulkan dari adanya pergerakan lempeng tektonik.

Dengan diperolehnya model struktur sedimen Jawa Timur, maka dapat memberikan informasi mengenai daerah – daerah yang memiliki sedimen yang ketebalannya baik sehingga memungkinkan untuk dilakukan survei lebih lanjut untuk mengetahui potensi minyak dan gas bumi di daerah tersebut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, 1981, *Geofisika Eksplorasi Terbatas, Pendidikan dan Pelatihan Geofisika Terbatas*, Bandung, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

- Anonim, 2001, *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika (Teori dan Aplikasi)*, Yogyakarta, Laboratorium Geofisika, FMIPA, UGM.
- Blakely, R. J., 1995, *Potential Theory in Gravity & Magnetic Applications*, 1<sup>st</sup> edition, New York, USA, Cambridge University States.
- Budiman, I., Nasution, J., Sobari, Simamora, W.H., 2000, *Gravity anomaly map of western part of Indonesia*, Bandung, *Indonesia Geological Research and Development Center*.
- Dampney, C.N.G., 1969, *The Equivalent Source Technique*, *Geophysics*. V.34, No.1, p.39-53.
- Darman, H., Sidi H. F., 2000, *An Outline of The Geology of Indonesia*, IAGI
- Fatimah, I., 2006, *Struktur Geologi Bawah Permukaan Dangkal di Liwa Lampung Barat Berdasarkan Pemodelan Data Gaya Berat*, Bandung, Tugas Akhir S-1 Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.
- Fitch, T.J., 1970, *Earthquake mechanism and island arc tectonics in Indonesia –Philippine Region*, *Seism. Soc. Amer. Bull.*, v.60, p 565 – 591.
- Katili, J.A., 1973, *Volcanism and Plate Tectonics in Indonesian Island Arc*, *Tectonophys.*, v.26., p 165 – 188.
- Koesoemadinata, R.P, 1978, *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Bandung, Penerbit ITB.
- Lilie, J. R., 1999, *Whole Earth Geophysics : An Introductory textbook for geologists and geophysicist*, New Jersey, Prentice – Hall.
- Magetsari, N. A.,-, *Geologi Fisik*, Bandung, Penerbit ITB.
- Indriana, R. D., 2006, *Pemodelan Bidang Batas Lempeng Subduksi dan Struktur Regional Bawah Permukaan Kajian Anomali Gravitasi Regional Jawa Tengah*, Thesis S-2 UGM, Yogyakarta.
- Sharaf, F.E., 2005, *Biostratigraphy and strontium isotope dating of Oligocene – Miocene strata, East Java, Indonesia*, *Stratigraphy*, vol, no. 3.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys D.A., 1979. *Applied Geophysics 1<sup>st</sup> edition*. Cambridge University Press.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys D.A., 1990. *Applied Geophysics 2<sup>st</sup> edition*. Cambridge University Press.
- Untung, M. , Sato, Y., 1978, *Gravity and Geological Studies in Jawa, Indonesia*. Geological Survey of Indonesia & Geological Survey of Japan.
- Widianto, E., 2008, *Penentuan Konfigurasi Struktur Batuan Dasar dan Jenis Cekungan dengan Data Gayaberat serta Implikasinya pada Target Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi di Pulau Jawa*, Disertasi S-3 ITB, Bandung.
- [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi)