

Estimasi Penyebaran Sedimen Cekungan Jawa Timur Dengan Metode *Gravity*

Muhamad Adib Hasan dan M. Irham Nurwidyanto

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro Semarang

Abstract

This research is a reconnaissance study to predict the distribution and depth of the sediment basin in East Java based on Bouger Anomaly data in gravity method. Bouger anomaly is projected to flat plane used by equivalent point mass source method. Upward continuation is used to separate the regional and residual anomaly. Modeling sub surface in two dimensions are used by polygon Talwani method by help computer program Geomodel. The results of this research can be concluded that in East Java sediment basin has about 6 km in depth. The central basin are reside in mid of East Java, there are around Sragen, Karanganyar, Ngawi, Madiun, Nganjuk, Kediri, Bojonegoro, Jombang and Mojokerto which in the east west direction. In the eastern part of East Java Basin there are Sidoarjo, Pasuruhan, Probolinggo and Maura bay has direction in northwest to southeast.

Key words: Basin, basement, sediment, Bouger Anomaly

Abstrak

Penelitian ini merupakan studi awal untuk memperkirakan penyebaran dan kedalaman sedimen pada cekungan di daerah Jawa Timur berdasarkan data Anomali Bouguer. Pada metode gravity (gayaberat). Data anomali Bouguer dibawa ke bidang datar menggunakan metode sumber ekuivalen titik massa. Pemisahan anomali regional dan residual dilakukan dengan menggunakan metode kontinuitas ke atas. Pemodelan bawah permukaan 2 dimensi menggunakan metode poligon Talwani dengan program Geomodel. Dari hasil pemodelan menunjukkan bahwa Jawa Timur memiliki cekungan sedimen yang tebalnya mencapai sekitar 6 km. Pusat cekungan terletak di tengah-tengah Jawa Timur (di sekitar Sragen, Karanganyar, Ngawi, Madiun, Nganjuk, Kediri, Bojonegoro, Jombang dan Mojokerto) berarah barat-timur, sedangkan di bagian timur Jawa Timur (Sidoarjo, Pasuruhan dan Probolinggo) dan selat Madura berarah barat laut – tenggara.

Kata - kata kunci : cekungan – basement – sedimen – anomali gravitasi Bouguer

Pendahuluan

Di Indonesia pencarian minyak dilakukan mula-mula oleh B.P.M. (*Bataafsche Petroleum Maatschappij*) yang pada waktu itu namanya *Koninklijke*. Metode yang pertama kali digunakan B.P.M. adalah metode *gravity* (gayaberat) dan kemudian metode seismik. Metode gayaberat ini pertama kali digunakan di Indonesia pada tahun 1924 setelah berhasil dengan baik di Amerika Serikat¹ Metode gayaberat digunakan untuk menggambarkan bentuk/struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi medan gravitasi bumi yang ditimbulkan oleh perbedaan densitas (rapat massa) antar batuan. Pada prinsipnya, metode ini digunakan karena kemampuannya membedakan densitas dari satu sumber anomali terhadap densitas lingkungan

sekitarnya. Pada penelitian ini metode gaya berat digunakan untuk mencari cekungan. Cekungan tersebut pada umumnya diindikasikan dengan adanya endapan-endapan sedimen yang terperangkap di dalamnya, sehingga lokasi penyebaran cekungan pada daerah penelitian dapat diketahui. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan penyebaran dan kedalaman cekungan-cekungan di daerah Jawa Timur berdasarkan data anomali gravitasi.

Geologi Jawa Timur

Menurut Untung-Sato bagian Timur pulau Jawa terdiri dari 6 satuan fisiografi yang dikenali, yaitu dari selatan ke utara adalah Pegunungan Selatan, Zona Solo, Zona Kendeng, Depresi Randublatung, Zona Rembang serta kelanjutannya ke arah timur yaitu pulau

Madura, dan deretan pegunungan Muria (*Muria massif*).² Pegunungan Selatan pada kenyataannya bukan merupakan deretan pegunungan yang kontinyu tetapi tersela oleh dataran rendah Lumajang yang luas. Zona Solo adalah sabuk vulkanik dengan dataran rendah diantaranya. Zona Kendeng adalah antiklinorium yang berarah dari barat ke timur dengan dominasi sedimen laut, panjangnya 250 km dengan rata-rata lebarnya 20 km, dan ke arah timur di bawah dataran alluvial dan selat Madura. Secara struktur, depresi Randublatung merupakan suatu sinklin yang kebanyakan terisi sedimen alluvial. Panjangnya hampir sama dengan zona Kendeng, lebarnya kira-kira 10 sampai 20 kilometer. Zona Rembang adalah suatu antiklinorium dengan lebar rata-rata 80 km. Gunung Muria dan Lasem terletak di luar garis barisan pegunungan inti. Suatu dataran alluvial menghubungkan dua fitur ini dengan dataran utama setelah waktu *Holocene*. Umur batuan-batuannya dari selatan ke utara berangsur-angsur menjadi muda, yaitu sedimen *Paleogen* dan *Miocene* di selatan, pegunungan Kuartar (*Quarternary volcano*) di tengah dan sedimen *Neogene* di utara.

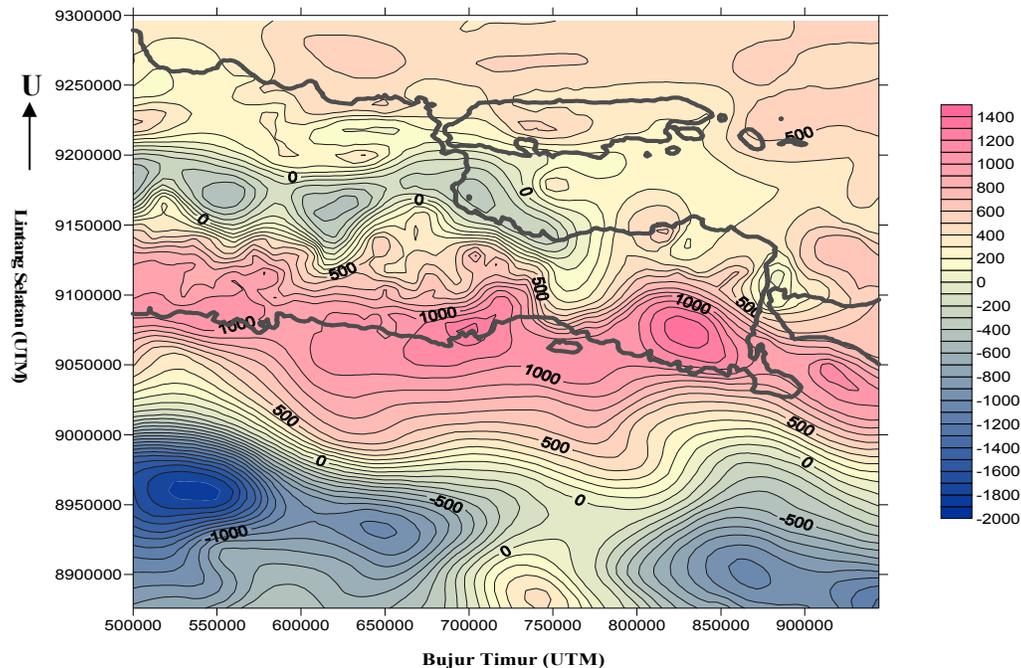
Zona selatan adalah area dimana direpresentasikan oleh sedimentasi yang cukup stabil dan sedikit batuan yang berubah bentuk. Batuan dasar seperti *schists*, *phyllits*, dan *kuarzites* yang mana terintrusi oleh batuan *ultrabasic* ditemukan di zona selatan. Batuan-batuan ini terlapis di atasnya oleh batuan-batuan klastik yang berumur *Eocene* dan *Oligocene* menunjukkan suatu fase transgressif dari selatan. Batuan-batuan ini kebanyakan karbonat dan *pyroklastik*. Material *pyroklastik* yang merupakan indikasi dari suatu aktivitas vulkanik semakin banyak ke arah utara. Aktivitas vulkanik di zona selatan kira-kira dimulai pada *Eocene* dan berlanjut sampai *Miocene* awal dan tengah. Data sedimentologi dan paleontologi mengindikasikan bahwa zona ini merupakan area endapan dangkal yang dalam keseluruhannya kebanyakan *Eocene*

dan *Miocene*.³ Di zona utara, batuan-batuan mengalami perlipatan dan terpotong oleh sesar aktif utara-selatan. Tren umum dari sumbu perlipatan adalah berarah barat – timur. Bentuk sedimennya adalah suatu urutan dari *sandstone* yang beralterasi dengan *mudstone* yang mengindikasikan proses sedimentasi *flyschlike*. Zona utara juga dikarakterisasikan dengan sedimen tebal dari *mud* dan *marl*. Untuk alasan ini proses sedimentasi di zona ini telah berlangsung kondisi geosinklin.

Di Jawa Timur terdapat sistem sesar yang berarah barat – timur. Sesar ini bertanggung jawab atas keberadaan bentuk palung dari zona Randublatung dan selat Madura (*Madura Strait*). Sistem sesar tersebut secara kuat mengontrol perkembangan area cekungan di dalam kerak sunda (*Sunda shelf*) dan konsekuensinya juga sedimentasi terjadi sejak *Tersier* awal. Cekungan Jawa Timur dan selat madura terdiri dari sedimen *Tersier* dengan ketebalan mencapai 5000 meter⁴

Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan digitasi peta anomali gravitasi Bouguer. Selanjutnya adalah pengolahan data yang diawali dengan proyeksi data anomali gravitasi Bouguer ke suatu bidang datar. Metode proyeksi bidang datar yang digunakan adalah metode sumber ekuivalen titik massa⁴. Pada metode ini suatu sumber ekuivalen titik-titik massa diskrit terletak pada suatu bidang datar dengan kedalaman menurut syarat batas di bawah permukaan *reference spheroid*. Anomali gravitasi dihitung kembali berdasarkan titik-titik massa tersebut ke suatu bidang datar dengan *grid* teratur pada ketinggian tertentu. Proses selanjutnya adalah kontinuasi ke atas yang dilakukan untuk memisahkan anomali regional dan residual. Pemodelan 2D menggunakan metode *polygon* Talwani dengan program *Geomodel*⁵ Gambar 1 merupakan peta anomali gravitasi Bouguer Jawa-Timur.



Gambar 1. Peta kontur anomali gravitasi Bouguer

Hasil dan Pembahasan

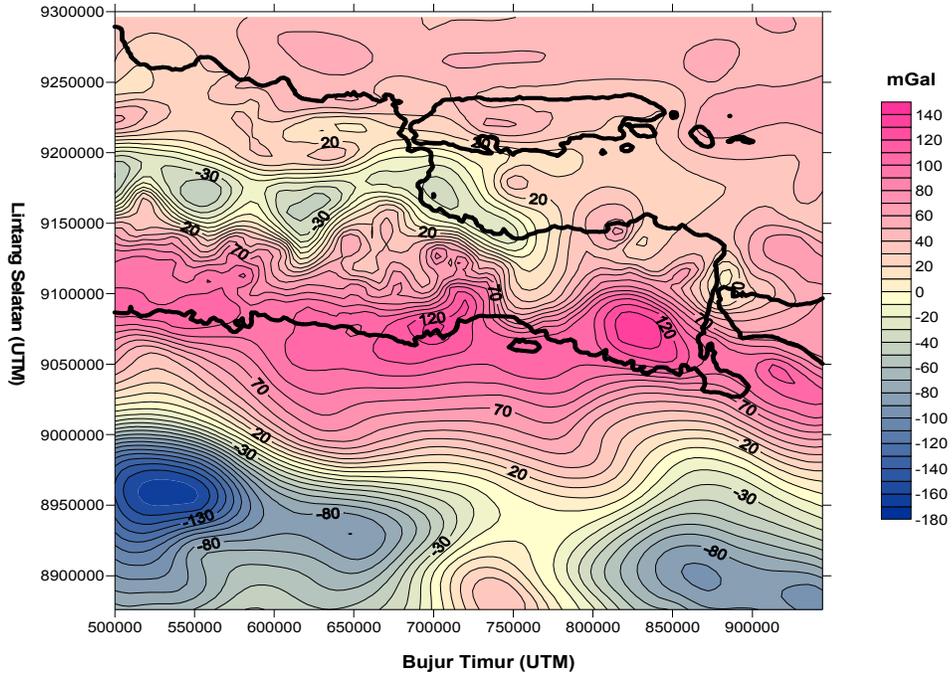
Gambar 2 menunjukkan peta kontur anomali gravitasi Bouguer hasil proyeksi bidang datar. Sedangkan gambar 3 merupakan peta kontur anomali gravitasi residual dengan beberapa lintasan *slicing* untuk pemodelan. Dari kontur anomali medan gravitasi residual (gambar 4.2) ada beberapa hal yang dapat diamati, yaitu adanya anomali rendah di tengah-tengah Jawa Timur dengan pola memanjang dengan arah timur – barat yang berkaitan dengan cekungan Kendeng dimana batuan dasar sangat dalam dan sedimen yang sangat tebal. Terdapat anomali positif cukup besar di sepanjang bagian Selatan Pulau Jawa yang dapat ditafsirkan sebagai struktur sembul yang mana batuan dasar dan mantel dekat ke permukaan.

Dengan membuat 11 lintasan *slicing* pada kontur anomali medan gravitasi residual (gambar 3) dibuat model 2 dimensi (lampiran gambar 1-11). Pada pemodelan diasumsikan bahwa struktur bawah permukaan terdiri dari 3 lapisan. Lapisan paling atas merupakan lapisan sedimen *Tersier* dengan densitas 2,1

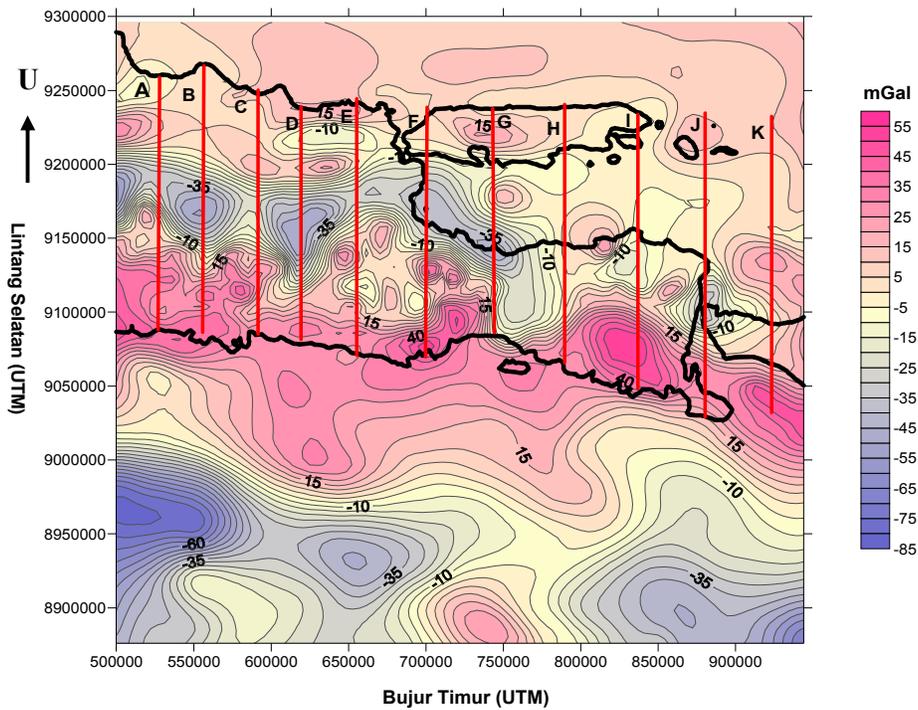
gr/cm^3 untuk bagian selatan dan 2,4 gr/cm^3 untuk bagian utara (Untung dan Sato, 1978), lapisan dibawahnya merupakan batuan *Pratersier* dengan densitas rata-rata 2,67 gr/cm^3 , kemudian lapisan *basement* yang terdiri dari lapisan granitik dan basaltik dengan densitas 2,87 gr/cm^3 . Dari hasil pemodel diperoleh sedimen yang sangat tebal yaitu pada lintasan B, D, F dan G yang direpresentasikan dengan anomali medan gravitasi residual negatif yang besar. Lapisan sedimen *Tersier* ini tebalnya melebihi 6 km. Dari pemodelan tersebut kemudian dibuat peta kontur ketebalan sedimen *Tersier* ditunjukkan pada gambar 4. Dari peta kontur pada gambar 4 dapat diperlihatkan bahwa Jawa Timur memiliki cekungan sedimen *Tersier* dengan kedalaman lebih besar dari 6000 m dengan sumbu cekungan terletak di tengah – tengah pulau (disekitar Sragen, Karanganyar, Ngawi, Madiun, Nganjuk, Kediri, Bojonegoro, Jombang dan Mojokerto) dengan kecenderungan arah timur – barat, sedangkan pada bagian timur Jawa Timur (Sidoarjo, Pasuruhan dan Probolinggo) dan Selat Madura

dengan kecenderungan berarah baratlaut – tenggara. Dengan diketahuinya ketebalan serta penyebaran sedimen di Jawa Timur maka dapat diketahui daerah yang

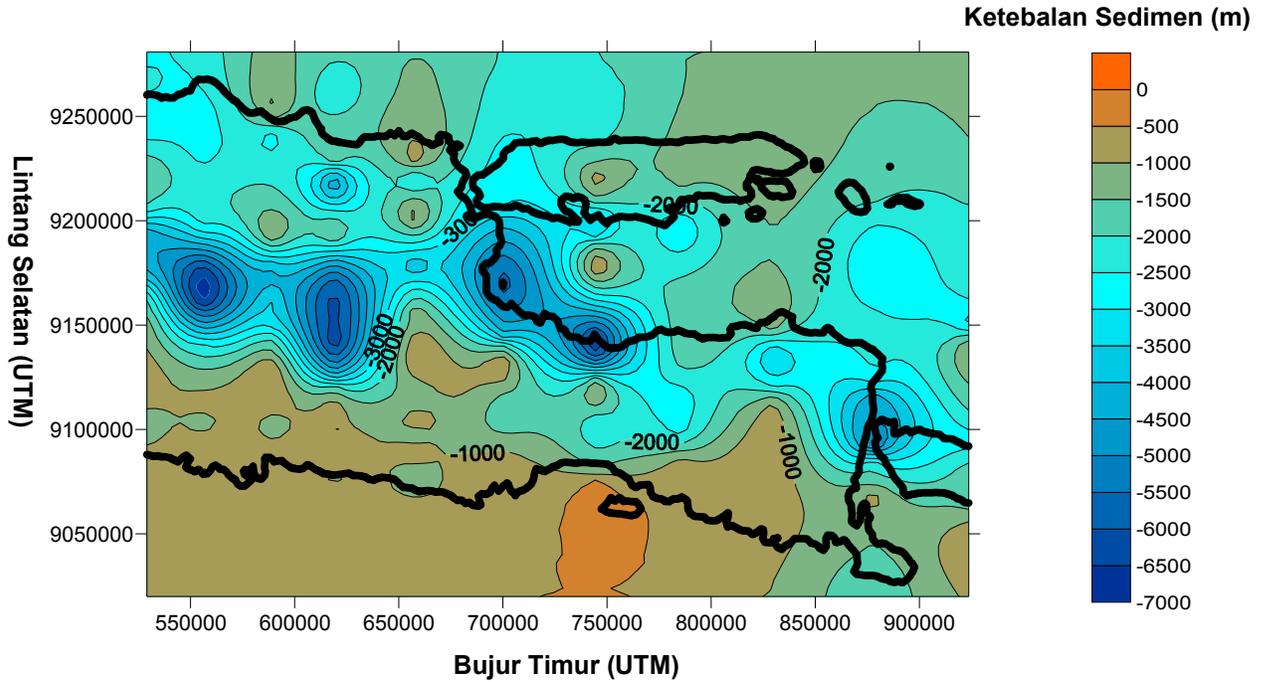
memiliki potensi akumulasi minyak bumi yaitu pada daerah dengan sedimen Tersier yang-tebal.



Gambar 2. Peta kontur anomali medan gravitasi Bouguer terproyeksi pada bidang datar

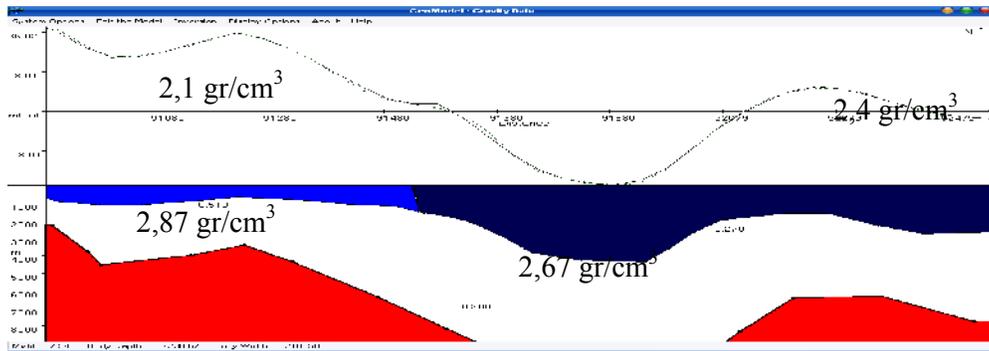


Gambar 3. Peta kontur anomali medan gravitasi residual dengan lintasan slicing A - K

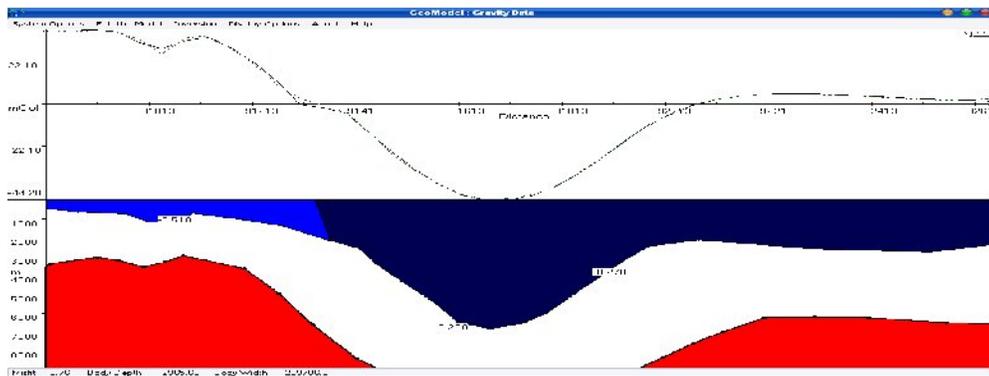


Gambar 4. Peta kontur 2 dimensi ketebalan sedimen Tersier Jawa Timur

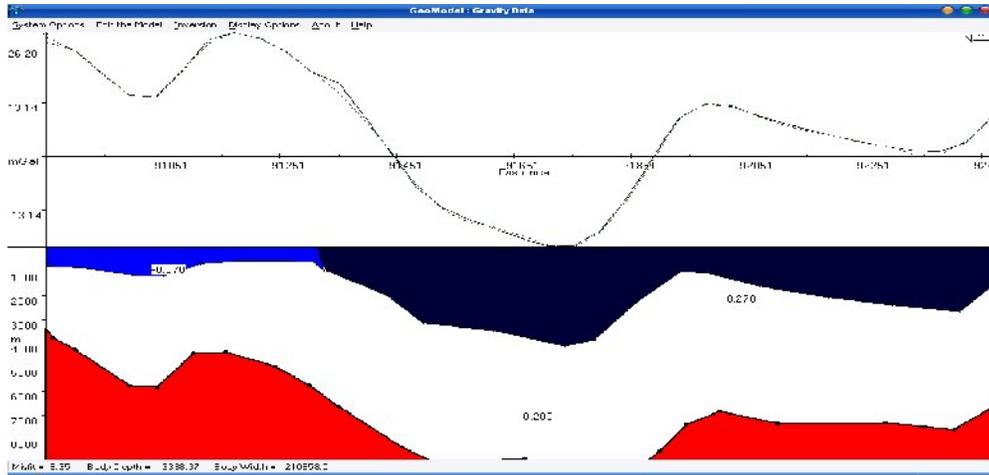
Gambar A-K adalah model 2-D bawah permukaan dangkal



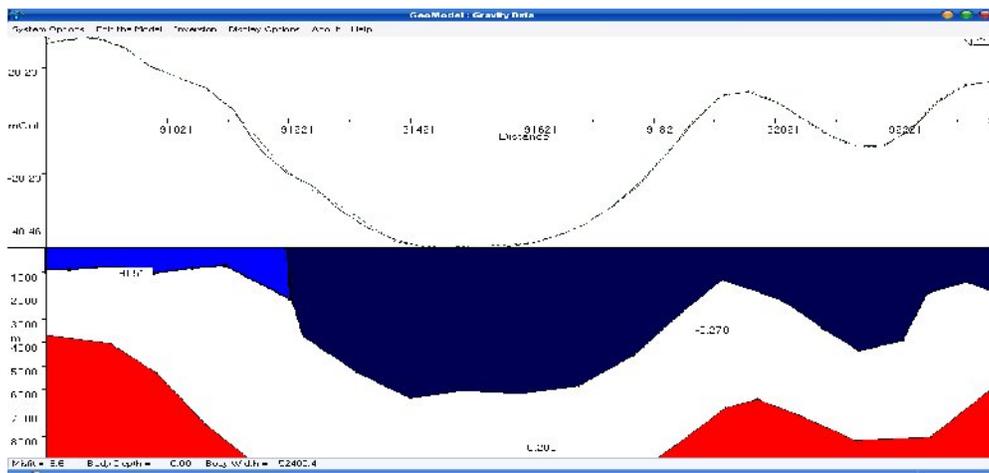
Gambar 5. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan A



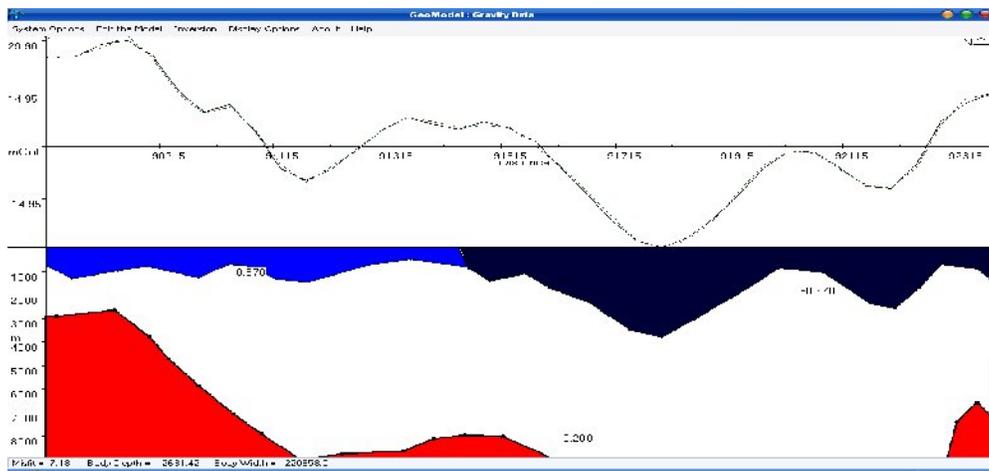
Gambar 6. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan B



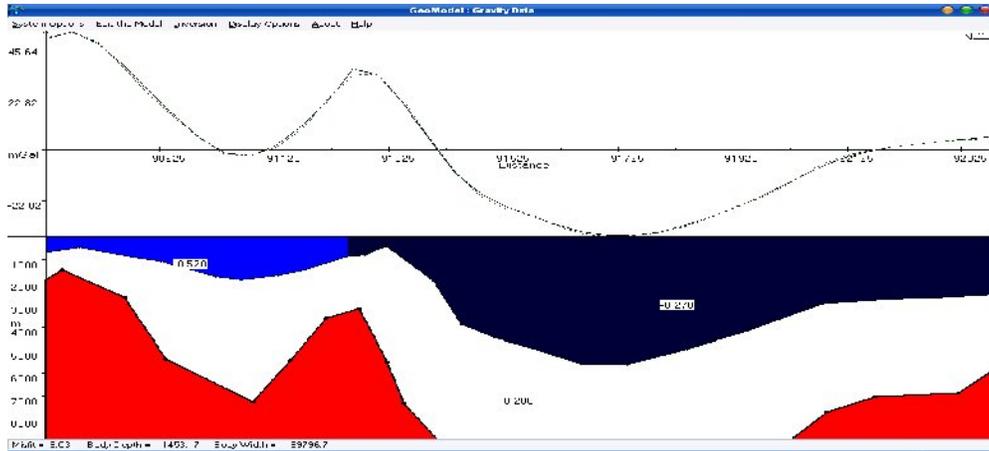
Gambar 7. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan C



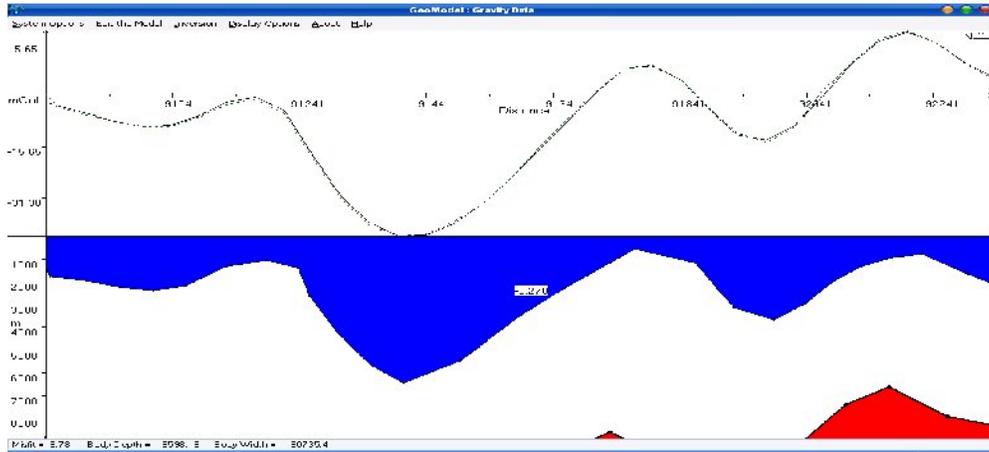
Gambar 8. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan D



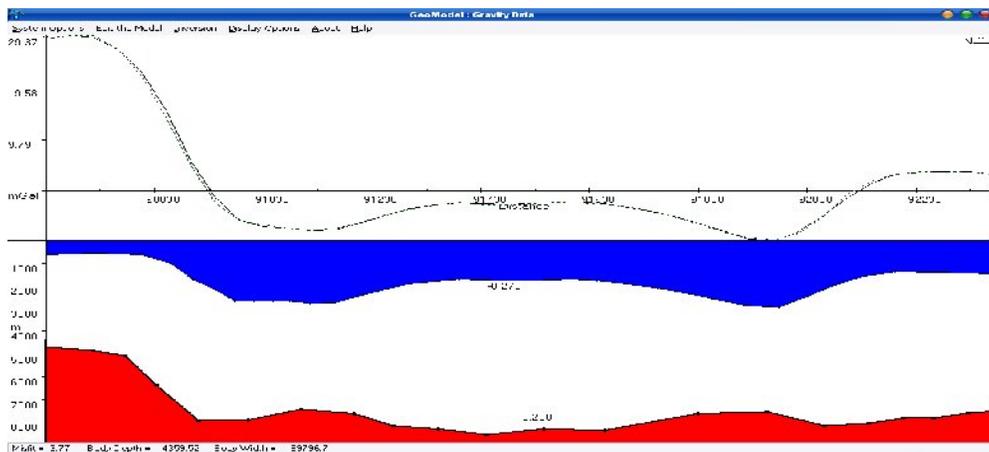
Gambar 9. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan E



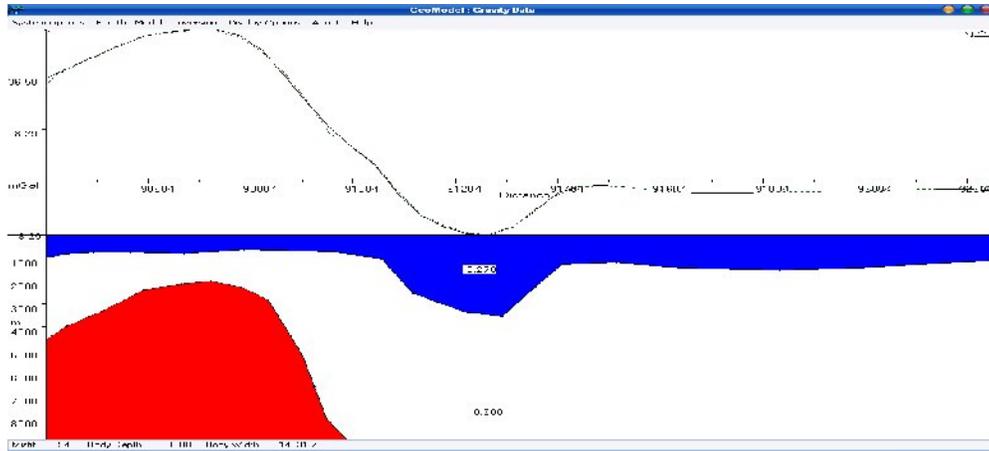
Gambar 10. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan F



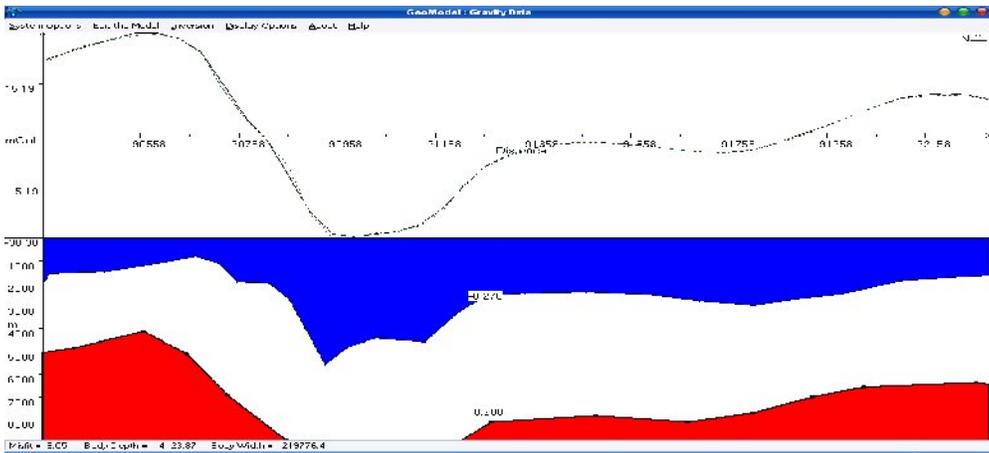
Gambar 11. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan G



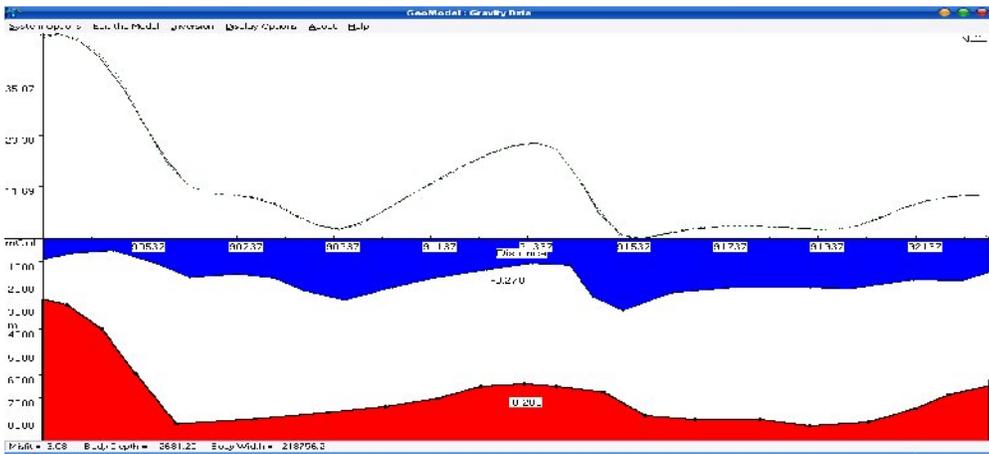
Gambar 12. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan H



Gambar 13. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan I



Gambar 14. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan J



Gambar 15. Model 2-D bawah permukaan dangkal lintasan K

Kesimpulan

Pemodelan menunjukkan bahwa Jawa Timur memiliki cekungan sedimen *Tersier* yang tebalnya mencapai 6 km. Pusat cekungan terletak di tengah–tengah Jawa Timur (di sekitar Sragen, Karanganyar, Ngawi, Madiun, Nganjuk, Kediri, Bojonegoro, Jombang dan Mojokerto) berarah barat–timur, sedangkan di bagian timur Jawa Timur (Sidoarjo, Pasuruhan dan Probolinggo) dan selat Madura berarah barat laut – tenggara.

Daftar Pustaka

- 1) Koesoemadinata, R.P, 1978, *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Bandung, Penerbit ITB.
- 2) Untung, M. , Sato, Y., 1978, *Gravity and Geological Studies in Jawa, Indonesia*. Geological Survey of Indonesia & Geological Survey of Japan.
- 3) Sharaf, F.E., 2005, *Biostratigraphy and strontium isotope dating of Oligocene – Miocene strata, East Java, Indonesia*, Stratigraphy, vol, no. 3.
- 4) Dampney, C.N.G., 1969, *The Equivalent Source Technique*, Geophysics. V.34, No.1, p.39-53.
- 5) Telford, W. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys D.A., 1990. *Applied Geophysics 2st edition*. Cambridge University Press.
- 6) Blakely, R. J.,1995,*Potential Theory in Gravity & Magnetic Applications*, 1stedition, New York,USA, Cambridge University States.
- 7) Widiyanto, 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.

