

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

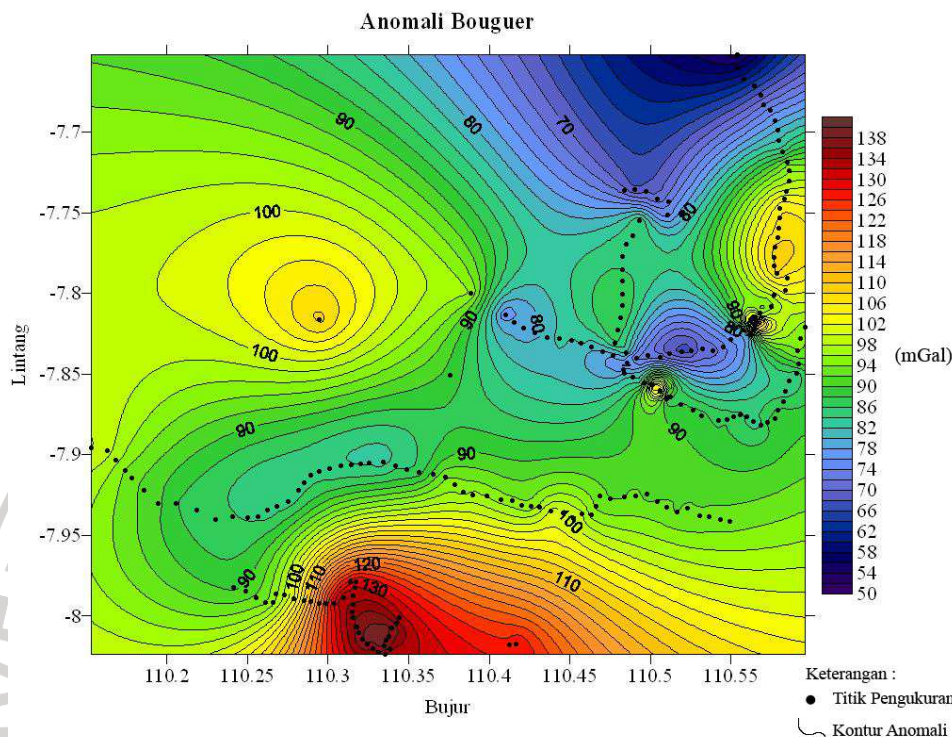
4.1 Anomali Bouguer

Data anomali Bouguer dihasilkan dengan mengolah data yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan yang dilakukan di sebanyak 229 titik pengamatan tersebar di daerah Yogyakarta dan sekitarnya, jika dilihat dari data dan peta geologi titik-titik pengamatan tersebut memotong suatu sesar.

Dari data anomali Bouguer yang merupakan data yang menunjukkan anomali pada daerah penelitian dibuatlah model sebuah peta anomali Bouguer dengan menggunakan program Surfer 8.

Peta Anomali Bouguer dihitung dengan asumsi rapatmassa sebesar 2.67 g/cm^3 digunakan dalam koreksi Bouguer dan koreksi medan, dapat dilihat pada peta anomali Bouguer daerah Yogyakarta (gambar 4.1) menghasilkan variasi nilai anomali antara 50 sampai 138 mGal. Ditunjukkan juga anomali tinggi, yakni $> 110 \text{ mgal}$, dijumpai dibagian selatan pada peta anomali dan bagian barat peta, dan ada anomali rendah di antaranya. Ada juga anomali yang rendah < 66 terlihat di bagian timur laut peta. Besar kecilnya nilai gayaberat di daerah anomali tersebut menunjukkan batuan yang berada di bawah permukaan daerah tersebut. Anomali tinggi menunjukkan bahwa batuan pada daerah tersebut lebih padat dibanding daerah sekitarnya, begitu juga sebaliknya, anomali rendah menunjukkan bahwa batuan pada daerah tersebut lebih rendah rapat massanya dibanding daerah sekitarnya. Adapun terdapat perubahan anomali yang cukup mencolok diduga

karena ada patahan berupa sesar sehingga kerapatan batuan disekitarnya meningkat.



Gambar 4.1
Peta kontur anomali Bouguer lengkap dengan titik ukur gayaberat di Daerah Yogyakarta

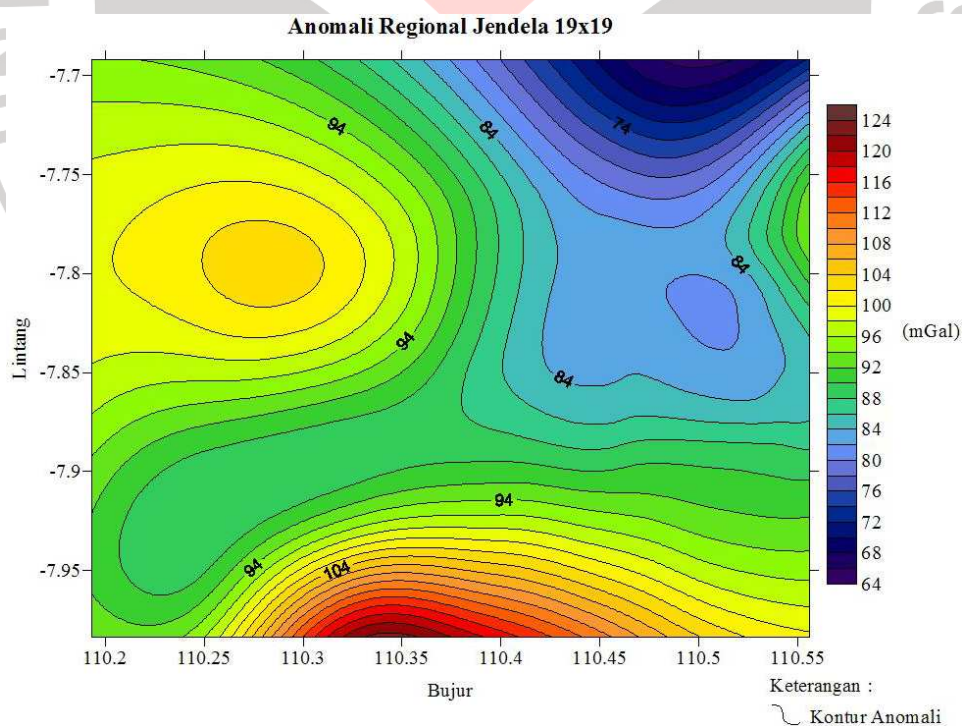
Daerah yang memiliki perubahan anomali yang cukup mencolok terlihat di arah timurlaut - timur peta yaitu merupakan daerah Gunung Mintorogo dan Gunung Blencong dimana di daerah tersebut terdapat sesar kecil (lampiran A, gambar A.6), lalu ada perubahan anomali yang cukup mencolok di arah barat daya - selatan peta yaitu merupakan daerah yang dilewati oleh sesar utama yang memanjang dari arah timurlaut - baratdaya (lampiran A, gambar A.1).

Pada peta anomali Bouguer ini, anomali yang tampak belum terlalu jelas teramati, sehingga sebaiknya dibantu dengan peta anomali sisa. Peta anomali sisa

diperoleh dengan membuat peta regional ukuran jendela 3x3, sampai dengan 25x25. Dengan mengurangi peta regional dari peta anomali Bouguer maka anomali sisa yang tampak akan lebih jelas. Pada penelitian ini peta anomali sisa dengan ukuran 19x19 lebih jelas dibandingkan dengan ukuran jendela yang lebih kecil, meskipun peta anomali sisa dengan ukuran 25x25 memberikan gambaran lebih jelas dari anomali gayaberat pada daerah penelitian namun area daerah penelitian menjadi lebih sempit pada peta.

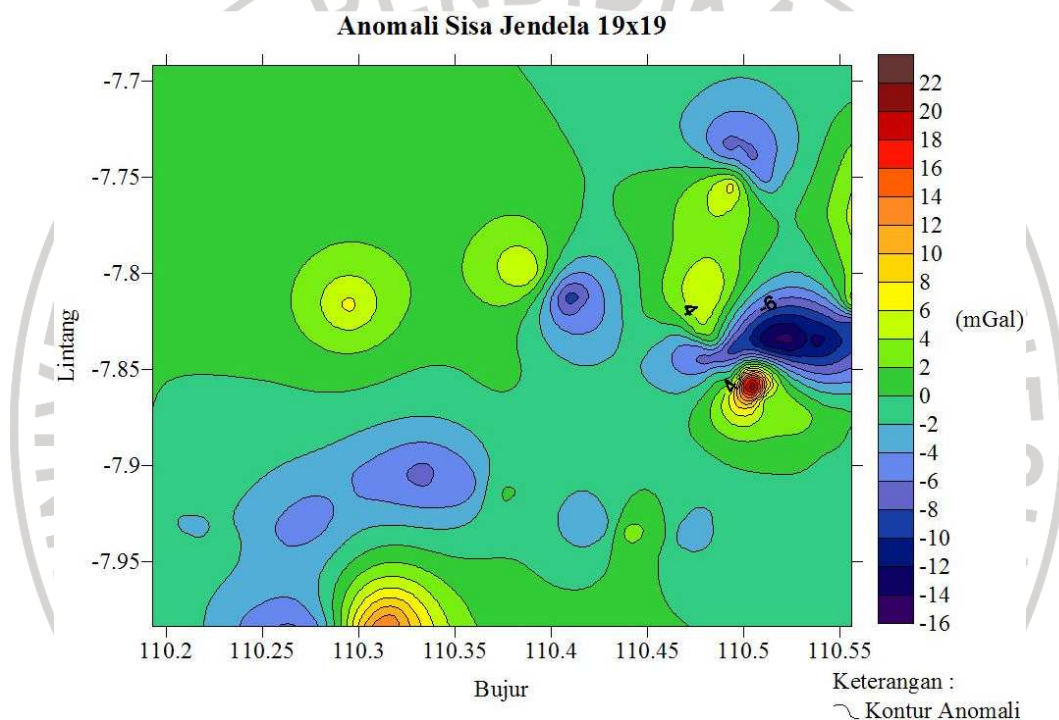
4.2 Anomali Regional dan Anomali Sisa

Anomali Bouguer merupakan gabungan nilai potensial gayaberat akibat pengaruh regional maupun sisa. Secara umum anomali regional sangat dipengaruhi oleh pencerminan dari struktur batuan dasar.



Gambar 4.2
Peta kontur anomali regional dengan ukuran jendela 19x19

Anomali sisa dibutuhkan dalam interpretasi kualitatif kenampakan struktur yang menggambarkan kondisi geologi di dekat permukaan. Peta anomali sisa diperoleh dengan cara matematis, metode yang digunakan adalah perata bergerak. Dari beberapa ukuran jendela, diambil ukuran jendela yang terbaik adalah jendela 19x19, dimana pada ukuran jendela tersebut memperlihatkan kenampakan anomali yang menjadi target.



Gambar 4.3
Peta kontur anomali sisa dengan ukuran jendela 19x19

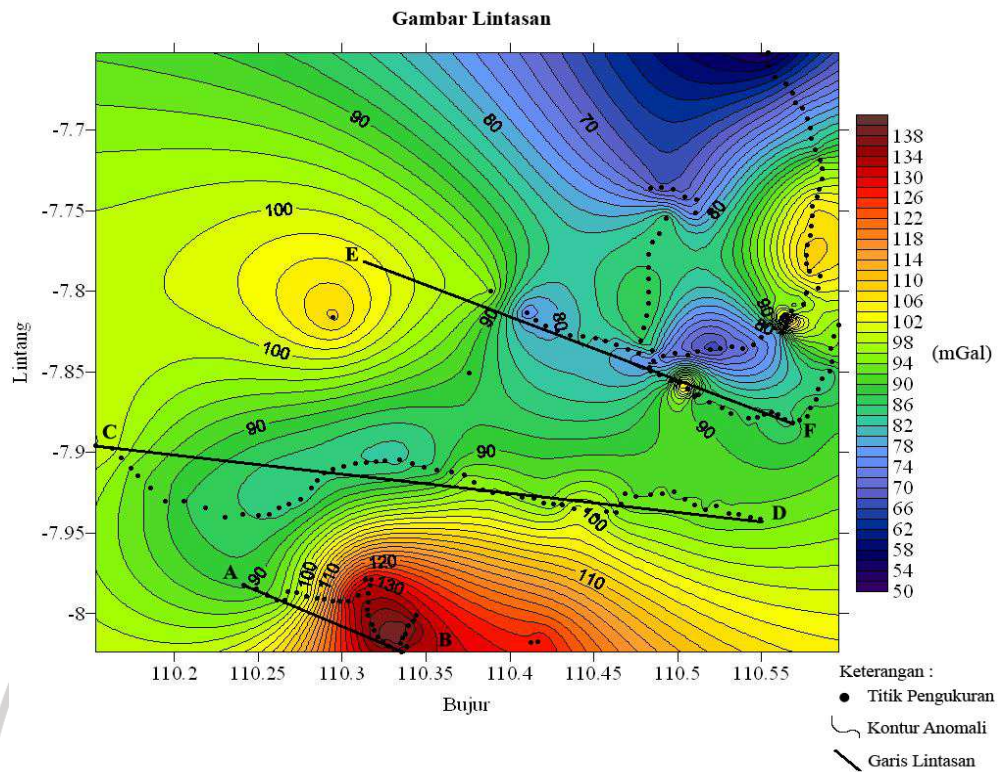
Gambar 4.3 menunjukkan anomali gayaberat akibat pengaruh sisa yang mencerminkan struktur geologi di dekat permukaan di Yogyakarta. Terdapat anomali rendah diapit oleh dua anomali tinggi yang berarah timurlaut dan timur. Di baratdaya terdapat anomali rendah dan anomali tinggi. Anomali rendah tersebut boleh jadi menunjukkan adanya terban (*graben*) dan anomali tinggi merupakan

tonjolan (*horst*). Ada pula anomali sisa yang bernilai negatif, anomali tersebut mencirikan kondisi geologi yang lemah, yang boleh jadi merupakan zona-zona terkekarkan (*fractured zones*) yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air tanah.

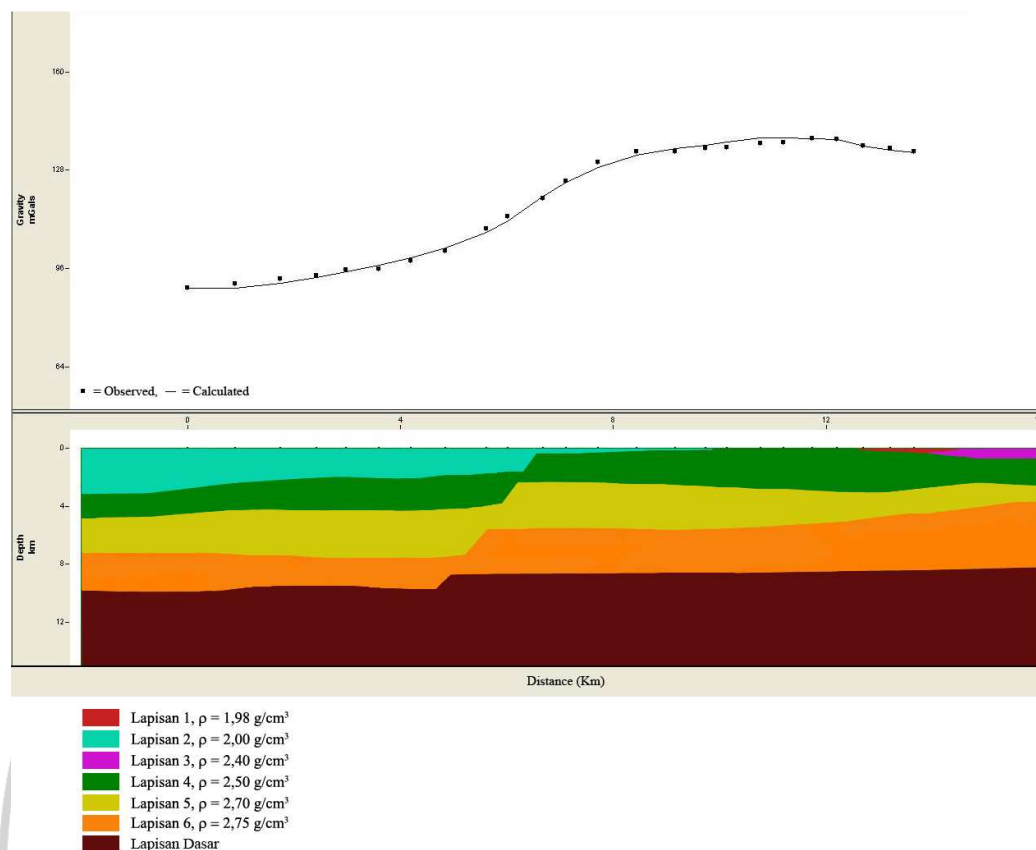
Jika dilihat secara keseluruhan, ada pola memanjang arah timurlaut sampai baratdaya pada peta anomali sisa menunjukkan adanya sesar utama yang memanjang dari daerah sekitar Prambanan sampai ke daerah Depok (lampiran A, gambar A.1).

4.3 Pemodelan Dua Dimensi

Pemodelan kedepan 2-D data gayaberat dibuat melalui lintasan 1 (AB), lintasan 2 (CD), dan lintasan 3 (EF) pada peta anomali Bouguer (gambar 4.4). Ketiga lintasan dipilih karena mewakili sejumlah titik gayaberat terukur yang memotong sesar sehingga diharapkan akan memberikan resolusi citra bawah permukaan yang lebih baik. Ketiga lintasan tersebut cenderung mengarah baratlaut-tenggara. Lintasan-lintasan tersebut menghasilkan penampang yang diharapkan dapat memberikan gambaran struktur bawah permukaan yang tegak lurus terhadap sesar. Pemodelan 2-D dilakukan dengan asumsi rapat massa $2,67 \text{ g/cm}^3$.



Gambar 4.4
Gambar lintasan yang dibuat untuk menganalisa struktur bawah permukaan anomali



Gambar 4.5
Penampang 2D bawah permukaan lintasan AB

Hasil pemodelan dari penampang 2-D struktur bawah permukaan pada gambar 4.5 dibagi menjadi 7 lapisan dengan kedalaman 12 km dengan panjang lintasan 16 km. Tiap lapisan dari penampang tersebut mempunyai rapatmassa yang berbeda-beda.

Penampang geologi dari lapisan 4 sampai lapisan dasar menunjukkan adanya struktur bawah permukaan yang mengalami penurunan ekstrim dan memperlihatkan bentuk berupa lipatan atau patahan. Hal tersebut terjadi karena adanya anomali yang turun secara signifikan, ada penurunan nilai anomali dari

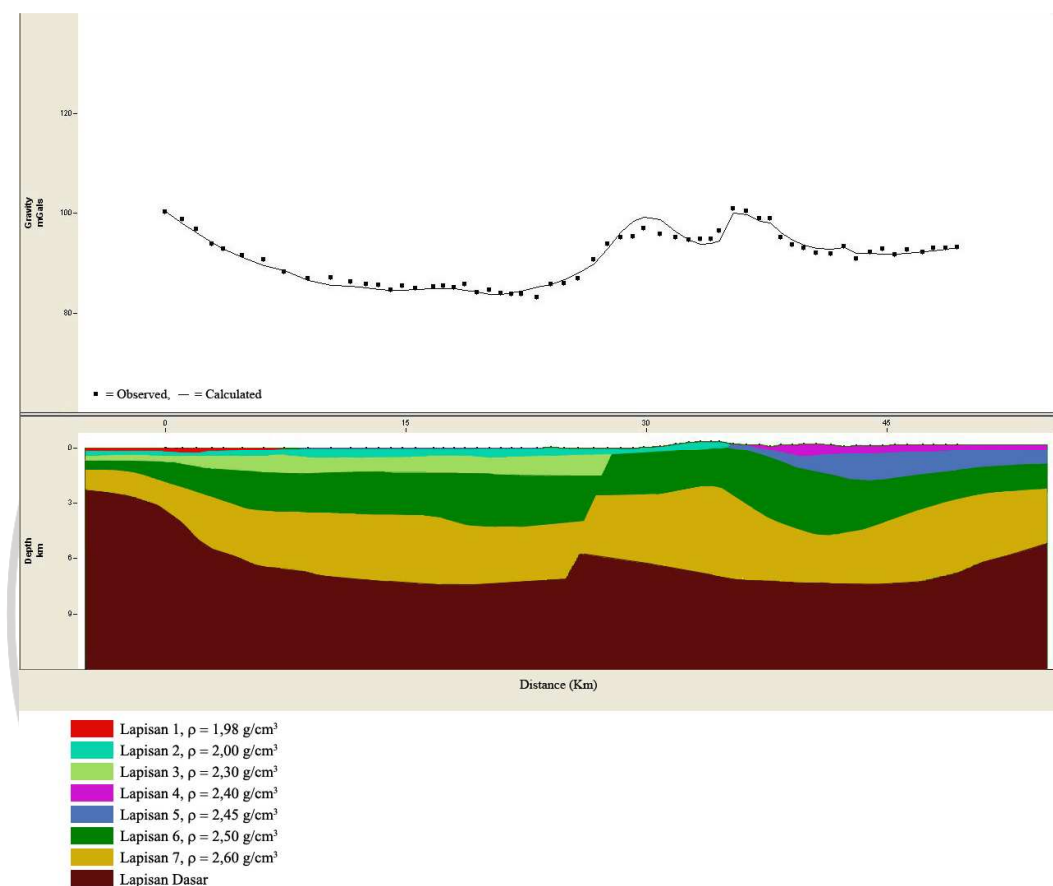
sekitar 135 mGal sampai sekitar 100 mGal, disitulah diperkirakan adanya sesar, sesar tersebut merupakan sesar normal.

Harga kontras rapat massa diperoleh dengan cara memasukkan suatu nilai pada saat proses pemodelan berlangsung. Nilai ini diambil berdasarkan metode coba-coba berdasarkan data dan peta geologi. Data dan peta geologi dijadikan dasar untuk menentukan struktur lapisan dan untuk memasukkan nilai rapat massa untuk tiap-tiap lapisan. Selain itu lapisan-lapisan tersebut diubah-ubah sampai nilai gayaberat hasil perhitungan mendekati nilai gayaberat hasil pengamatan dan mencapai *error* paling kecil, pada lintasan ini nilai *error* sebesar 1,080.

Kontras rapat massa yang diperoleh yaitu lapisan 1 dengan rapatmassa 1,98 g/cm³ dengan jenis batuan alluvium yaitu lapisan yang paling muda. Lapisan 2 dengan rapatmassa 2,00 g/cm³ yaitu endapan gunung api Merapi muda yang terdiri dari tuf, abu, breksi, aglomerat dan leleran lava. Lapisan 3 dengan rapatmassa 2,40 g/cm³ dengan jenis batuan batu gamping terumbu, lapisan 4 dengan rapatmassa 2,50 g/cm³ dengan jenis batuan batu gamping dan batu pasir. Lapisan 5 dengan rapatmassa 2,70 g/cm³ yaitu merupakan formasi Nglanggaran terdiri dari breksi gunung api dan aglomerat, lapisan 6 dengan rapatmassa 2,75 g/cm³ yaitu formasi Semilir terdiri dari breksi tuf, breksi batu apung, tuf dasit, dan tuf andesit, dan lapisan dasar yaitu lapisan tertua dengan rapatmassa 2,90 g/cm³ dengan jenis batuan diorit.

Bentukan sesar yang terdapat pada lapisan bawah tanah pada gambar 4.5 diperkirakan terkait dengan Sesar Opak. Sesar Opak adalah garis patahan

memanjang membentuk lembah Sungai Opak, merupakan zona perbatasan antara formasi geologi Semilir di sebelah timur dan zona formasi geologi endapan Gunung Merapi Muda di bagian barat (lampiran A, gambar A.1).



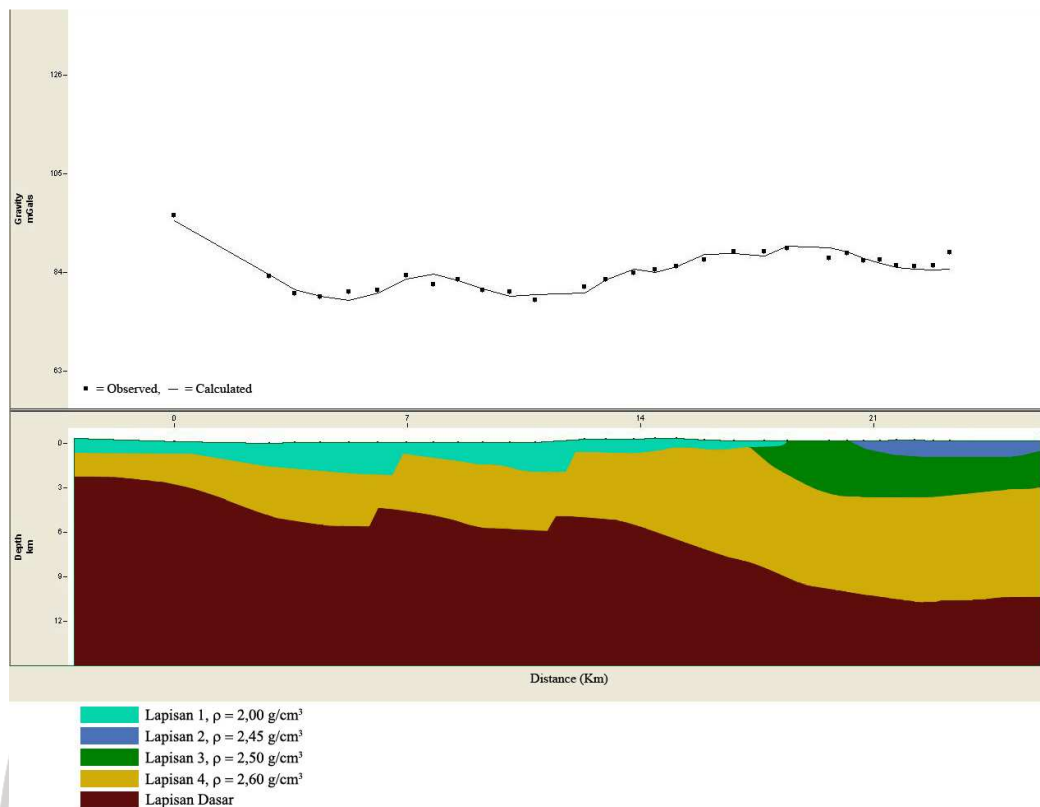
Gambar 4.6
Penampang 2D bawah permukaan lintasan CD

Hasil pemodelan dari penampang 2-D struktur bawah permukaan pada gambar 4.6 dibagi menjadi 8 lapisan dengan kedalaman 9 km dengan panjang lintasan 50 km. Penampang geologi dari lapisan 6 sampai lapisan dasar menunjukkan adanya struktur bawah permukaan yang mengalami penurunan secara ekstrim dan memperlihatkan bentuk berupa lipatan atau patahan, hal

tersebut terjadi karena adanya anomali yang turun secara signifikan, ada penurunan nilai anomali dari sekitar 98 mGal sampai sekitar 83 mGal, disitulah diperkirakan adanya sesar.

Pada lintasan ini nilai *error* sebesar 1,003. Kontras rapat massa yang diperoleh yaitu lapisan 1 dengan rapatmassa $1,98 \text{ g/cm}^3$ dengan jenis batuan alluvium yaitu lapisan yang paling muda. Lapisan 2 dengan rapatmassa $2,00 \text{ g/cm}^3$ yaitu endapan gunung api Merapi muda yang terdiri dari tuf, abu, breksi, aglomerat dan leleran lava. Lapisan 3 dengan rapatmassa $2,3 \text{ g/cm}^3$ dengan jenis batuan batu gamping dan batupasir napalan. Lapisan 4 dengan rapatmassa $2,40 \text{ g/cm}^3$ dengan jenis batuan batu gamping terumbu. Lapisan 5 dengan rapatmassa $2,45 \text{ g/cm}^3$ yaitu merupakan formasi Sambiputu terdiri dari tuf, serpih, batu lanau, batu pasir, dan konglomerat. Lapisan 6 dengan rapatmassa $2,50 \text{ g/cm}^3$ yaitu merupakan formasi Nglanggaran terdiri dari breksi gunung api dan aglomerat. Lapisan 7 dengan rapatmassa $2,60 \text{ g/cm}^3$ yaitu merupakan formasi Semilir terdiri dari perselingan antara breksi-tuf, breksi-batu apung, tuf dasit, dan tuf andesit. Lapisan dasar dengan rapatmassa $2,90 \text{ g/cm}^3$ dengan jenis batuan diorit.

Bentukan sesar yang terdapat pada lapisan bawah tanah lintasan CD diperkirakan terkait dengan sesar pada pemodelan lintasan AB.



Gambar 4.7
Penampang 2D bawah permukaan lintasan EF

Hasil pemodelan dari penampang 2-D struktur bawah permukaan pada gambar 4.7 dibagi menjadi 5 lapisan dengan kedalaman 12 km dengan panjang lintasan 24 km. Penampang geologi menunjukkan adanya struktur bawah permukaan yang mengalami penurunan dan memperlihatkan bentuk berupa lipatan atau patahan, hal tersebut terjadi karena adanya anomali yang turun secara signifikan, ada penurunan nilai anomali dari sekitar 84 mGal sampai sekitar 78 mGal, disitulah diperkirakan adanya sesar.

Pada lintasan ini nilai *error* sebesar 1,157. Kontras rapat massa yang diperoleh yaitu lapisan 1 dengan rapat massa 2,00 g/cm³ yaitu endapan gunung api Merapi muda yang terdiri dari tuf, abu, breksi, aglomerat dan leleran lava. Lapisan

2 dengan rapatmassa $2,45 \text{ g/cm}^3$ yaitu merupakan formasi Sambiputu terdiri dari tuf, serpih, batu lanau, batu pasir, dan konglomerat. Lapisan 3 dengan rapatmassa $2,50 \text{ g/cm}^3$ yaitu merupakan formasi Nglanggaran terdiri dari breksi gunung api dan aglomerat. Lapisan 4 dengan rapatmassa $2,60 \text{ g/cm}^3$ yaitu merupakan formasi Semilir terdiri dari perselingan antara breksi-tuf, breksi-batu apung, tuf dasit, dan tuf andesit. Lapisan dasar dengan rapatmassa $2,90 \text{ g/cm}^3$ dengan jenis batuan diorit.

Bentukan sesar yang terdapat pada lapisan bawah tanah lintasan EF diperkirakan terkait dengan sesar pada pemodelan lintasan AB dan CD. Namun dapat dilihat bahwa ada dua struktur yang boleh jadi menunjukkan sesar. Hal ini mungkin terjadi karena lintasan ini memotong dua sesar yang sejajar dimana sesar yang kedua juga masih termasuk dalam sistem sesar pada lintasan AB dan CD. Sesar tersebut memanjang dari sekitar daerah Ngijo sampai ke daerah sekitar Gunung Pasar (lampiran A, gambar A.1).

Bentukan sesar yang terdapat pada ketiga lintasan pemodelan diduga berkaitan dengan sesar Opak dan pergerakan sesar inilah yang diduga menjadi penyebab gempa di Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006. Jika dilihat dari jenis batuan yaitu alluvium dan endapan Gunung Merapi muda yang muncul di permukaan daerah Yogyakarta, yang memiliki rapatmassa cukup kecil yaitu sekitar $1,98 \text{ g/cm}^3$ sampai $2,00 \text{ g/cm}^3$, maka tanah disekitar Yogyakarta merupakan tanah yang cukup labil, artinya jika terjadi gempa bumi, efek guncangan akan lebih berakibat fatal jika dibandingkan dengan tanah yang mengandung lapisan dengan rapatmassa yang lebih besar.

Penelitian ini juga dapat didukung oleh penelitian berjudul Studi Magnetotelurik (MT) di daerah gempa Yogyakarta 2006 yang dilakukan oleh Andriansyah yang menunjukkan pola utama basement pada penelitiannya diinterpretasi sebagai batu gamping, mempunyai kedalaman yang bervariasi di sepanjang lintasan pengukuran mulai dari 500 meter sampai dengan 2 kilometer, basement dibelah oleh suatu zona konduktif diperkirakan sebagai rekahan yang ditimbulkan sesar Opak. Struktur cekungan diisi oleh material yang membentuk pola cekungan dengan kedalaman maksimum 2 km.

Adapun data berupa gambar tentang gempa Yogyakarta 2006 didapatkan dari jurnal Eos, Vol. 88, No. 46, 13 November 2007 berjudul *Soft Volcanic Sediments Compound 2006 Java Earthquake Disaster* yang menunjukkan gempa dan bentukan sesar Opak (Gambar 2.5). Dalam jurnal tersebut dikatakan bahwa gempabumi makin besar sepanjang 15 km di arah timur (yaitu berada di bawah sesar Opak), dimana daerah yang mengalami kerusakan atau merasakan kekuatan gempa yang lebih besar adalah daerah dengan lapisan permukaan endapan gunung api muda.