

STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DAERAH PEKALONGAN DAN SEKITARNYA BERDASARKAN ANALISIS ANOMALI GAYA BERAT DAN MAGNET

DA. Nainggolan

Pusat Survei Geologi
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

SARI

Hasil pengukuran gaya berat di daerah penelitian, yang sebagian besar daerahnya ditutupi oleh batuan vulkanik mempunyai besaran anomali antara -15 sampai +45 mgal. Penafsiran kuantitatif anomali Bouguer dan magnet total menghasilkan bentuk geometri penampang bawah permukaan yang mencerminkan proses geologi dan aktifitas tektonik. Hasil analisis kualitatif anomali Bouguer dan anomali magnet total menunjukkan bahwa sesar yang berkembang di daerah penelitian pada umumnya berarah barat - timur dan utara - selatan. Hasil analisis kuantitatif tiga buah model penampang bawah permukaan menunjukkan suatu struktur terban (graben) sekitar daerah Subah arah tenggara kota Batang.

Kata kunci : gaya berat, magnet, sesar, terban, geologi struktur, daerah Pekalongan

ABSTRACT

The result of gravity measurement in the studied area, which is mainly covered by volcanic rocks, has an anomaly value ranging from -11 to 45 mgal. Quantitative interpretation of Bouguer anomaly and magnet shows a subsurface profile depicting the geological processes and tectonic activities. The qualitative analysis results of residual and Bouguer anomalies indicate faults mainly have east - west and north - south directions. Meanwhile, the quantitative analyses of three subsurface model profiles show the graben structure in the Subah area to the south east of Batang city.

Keywords : gravity, magnet, faults, graben, structural geology, Pekalongan area

PENDAHULUAN

Informasi gaya berat (*gravity*) banyak digunakan dalam bidang geofisika, geologi, dan geodesi. Dalam bidang geofisika, informasi spasial gaya berat dipakai sebagai salah satu cara untuk memprediksi struktur geologi dan densitas batuan penyusun kerak bumi.

Data anomali Bouguer merupakan salah satu data dasar kebumihan yang diperlukan untuk perencanaan pembangunan, eksplorasi energi dan sumberdaya mineral, dan untuk keperluan penelitian ilmiah kebumihan lainnya.

Pengukuran gaya berat di daerah penelitian dilakukan pada tahun 1978 dan diterbitkan dalam bentuk peta publikasi oleh Dibyantoro, drr. (1977).

Dalam makalah ini, penulis membahas dan menganalisis anomali Bouguer secara kualitatif dan kuantitatif untuk mempelajari aspek-aspek geologi, seperti jenis batuan dasar, rapat massa batuan dasar, struktur geologi.

Anomali magnet total juga di analisis secara kualitatif untuk melengkapi hasil-hasil interpretasi gaya berat. Data tersebut diambil dari basis data kelompok Geofisika, Program Pemetaan Dasar, Pusat Survei Geologi Bandung, sedangkan data magnet merupakan data magnet udara (*airborne magnetic*), yang dilakukan oleh Pertamina.

LOKASI DAN KONDISI DAERAH PENELITIAN

Secara administratif, daerah penelitian termasuk Kota Pekalongan, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang, dan Kabupaten Kendal (Provinsi Jawa Tengah). Secara geografis, lokasi tersebut terletak dalam selang koordinat : 109°30' - 110°00'BT dan 06°45' - 07°10' LS (Gambar 1).

Secara umum, lokasi penelitian terletak di sekitar pantai utara Jawa Tengah. Lokasi dapat ditempuh dengan mudah menggunakan transportasi darat, dengan waktu sekitar 7-8 jam dari Bandung.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian.

Sebagian besar bagian utara daerah penelitian merupakan wilayah yang terbuka yang digunakan untuk pertanian, sedangkan daerah bagian selatan, yang merupakan kaki-kaki Gunung Dieng masih tertutup oleh hutan.

METODE PENELITIAN

Pengukuran gaya berat bersistem dilakukan dengan interval jarak pengukuran antartitik kurang lebih sekitar 3-5 km. Data gaya berat direduksi menggunakan rapatmasa rata-rata batuan sebesar $2,67 \text{ gr/cm}^3$. Gaya berat normal dihitung dengan acuan elipsoid GRS (*Geodetic Reference System*) 1967.

Untuk mendapatkan anomali Bouguer lengkap, maka pengolahan data menggunakan rumus (formula) berikut:

$$AB = G_0 - G_N + KG + KM$$

Keterangan :

AB = Anomali Bouguer

G_0 = Nilai gaya berat pengamatan.

G_N = Gaya berat normal yang mengacu pada elipsoid GRS 1967 (Dobrin, 1988., Parasnis, 1986).

KG = Koreksi gabungan, dan

KM = Koreksi Medan

Penggambaran kontur dilakukan dengan perangkat lunak komputer Surfer, versi 8. Pengolahan data dikerjakan secara bertahap, yaitu pengolahan sementara dikerjakan di lapangan, sedangkan

pengolahan lengkap dikerjakan di kantor, termasuk pekerjaan laboratorium.

Pengolahan data sementara adalah melakukan perhitungan anomali sederhana, yaitu hitungan anomali Bouguer tanpa memberikan koreksi medan. Semua pekerjaan ini dikerjakan di lapangan, sehingga anomali sederhana dapat langsung digambarkan. Dengan demikian, bila terdapat kesalahan pengukuran, dapat langsung diketahui di lapangan untuk kemudian dilakukan pengukuran ulang di tempat tersebut. sementara untuk pengolahan data lengkap dikerjakan di kantor, yaitu mencakup pekerjaan hitungan koreksi medan, hitungan anomali Bouguer lengkap, penggambaran kontur, dan penafsiran pola anomali baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

TATAAN GEOLOGI

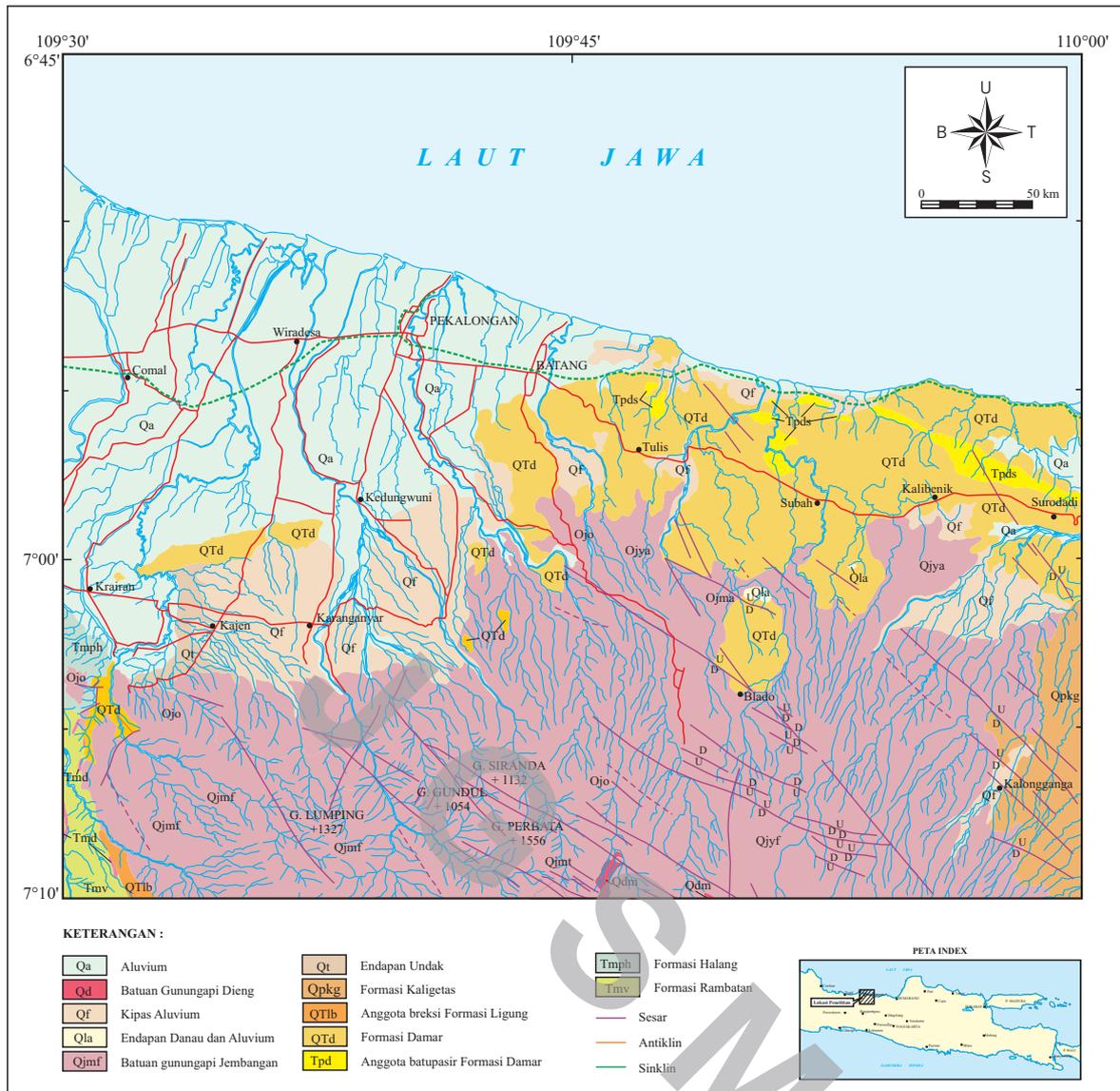
Fisiografi dan morfologi

Daerah penelitian dapat digolongkan kedalam tiga satuan morfologi, yaitu dataran rendah, perbukitan, dan daerah pegunungan (Condon dr., 1975).

Daerah dataran rendah menempati bagian utara lembar, memanjang pada arah barat - timur, dan mempunyai lebar (utara - selatan) yang luas di bagian barat (batas lembar peta) menerus ke timur sampai Pekalongan dan Batang. Dari Batang ke timur, lebar dataran rendah ini menyempit menjadi hanya sekitar 1 sampai 3 km. (Gambar 2)

Daerah perbukitan merupakan kaki-kaki Kelompok Pegunungan Dieng, mempunyai ketinggian dari 50 sampai 300 m di atas permukaan laut. Daerah perbukitan ini terutama menempati bagian selatan Batang, yang menerus ke timur, dan biasanya di tumbuh oleh pepohonan jati.

Daerah pegunungan menempati bagian selatan lembar, dengan ketinggian melebihi 300 m dari permukaan laut yang dicirikan oleh beberapa kerucut puncak gunung seperti : G. Gundul, G. Siranda, G. Lumping, dan G. Perbata (merupakan puncak tertinggi ≈ 1556 m). Biasanya daerah pegunungan ini ditutupi oleh hutan tropis yang lebat. Penyaliran di daerah ini berpola hampir sejajar dan lembahnya berlereng terjal.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (Condon drr., 1976).

STRATIGRAFI

Tataan stratigrafi di daerah penelitian berupa batuan sedimen, batuan gunung api, dan batuan terobosan, yang berumur mulai dari Miosen Akhir hingga Holosen (Condon drr., 1975).

Formasi Rambatan merupakan satuan tertua berumur Miosen Awal sampai Tengah yang terdapat di daerah penelitian, terdiri atas serpih, napal dan batu lempung gampingan. Berikutnya adalah Formasi Halang yang terdiri atas batu pasir tufan, batu lempung, napal, dan konglomerat, umurnya diperkirakan Miosen Akhir sampai Pliosen. Formasi Damar terdiri atas batu lempung tufan, konglomerat, tufa, dan breksi gunung api andesit muda yang

diperkirakan berumur Pliosen Akhir sampai Plistosen Awal. Formasi ini terutama menempati daerah morfologi perbukitan, sebelah timur Kota Batang. Formasi Kaligetas terdiri atas lava andesit dan batuan dan klastika gunung api dari Pegunungan Jembangan, menempati bagian tenggara lembar peta yang menerus ke arah timur Lembar Semarang (Thanden drr., 1996). Satuan Gunung Api Jembangan, menempati hampir setengah daerah penelitian bagian selatan.

Satuan aluvium yang terdiri atas endapan sungai dan pantai serta danau tersebar di bagian utara lembar, terutama bagian barat Kota Batang dan Pekalongan dan meluas jauh ke selatan, yang secara morfologi merupakan satuan pedataran rendah.

Struktur dan Tektonik

Kegiatan tektonik di daerah ini diawali pada masa Tersier Awal yang ditandai dengan pengangkatan dan erosi. Hasil erosi ini membentuk sedimen Formasi Rambatan, yang selanjutnya diikuti oleh pengendapan Formasi Halang di lingkungan laut dalam dan pengisian cekungan Formasi Damar dilingkungan transisi sampai batial.

Selanjutnya, kegiatan tektonik Plio-Plistosen mengaktifkan kembali hasil pencenangaan Tersier Awal dan membentuk lipatan-lipatan tak setangkup yang diikuti oleh sesar naik berarah relatif barat - timur, sesar geser yang berarah timurlaut-baratdaya dan barat laut - tenggara dan sesar normal. Rekahan-rekahan yang terjadi berupa bidang lemah tempat batuan gunung api Kwartir Muda ke permukaan.

Sumber Daya Mineral dan Energi

Sumber daya mineral dan energi di lembar ini terdiri atas pasir, lanau, lempung, batugamping, bongkah-bongkah andesit, dan perlit. Bongkah-bongkah andesit dan pasir hasil endapan sungai di Kali Tuntang dapat digunakan untuk bahan bangunan atau fondasi jalan, sedangkan lanau dan lempung untuk bahan industri batubara.

HASIL DAN BAHASAN

Penelitian ini menghasilkan anomali Bouguer daerah Pekalongan dan sekitarnya, yang di sajikan dalam bentuk peta anomali Bouguer dengan skala 1:100.000 (Gambar 3). Peta anomali Bouguer ini mempunyai nilai anomali berkisar antara -15 sampai 45 mgal, dengan pola umum berbentuk melingkar tertutup dan terbuka dengan nilai negatif dan positif, tersebar acak di beberapa tempat.

Pola anomali tersebut memberikan gambaran tentang struktur geologi bawah permukaan yang terdapat di lokasi penelitian ini. Pola anomali melingkar dengan nilai hingga +45 mgal terdapat di daerah selatan lembar yang ditempati oleh batuan terobosan Tersier (batuan andesit), sedangkan pola anomali melingkar dengan nilai -11 mgal yang terdapat di bagian utara daerah penelitian, ditempati oleh batuan sedimen dan batuan gunung api (tuf, breksi dan batupasir tufan).

ANALISIS KUALITATIF

Anomali Bouguer

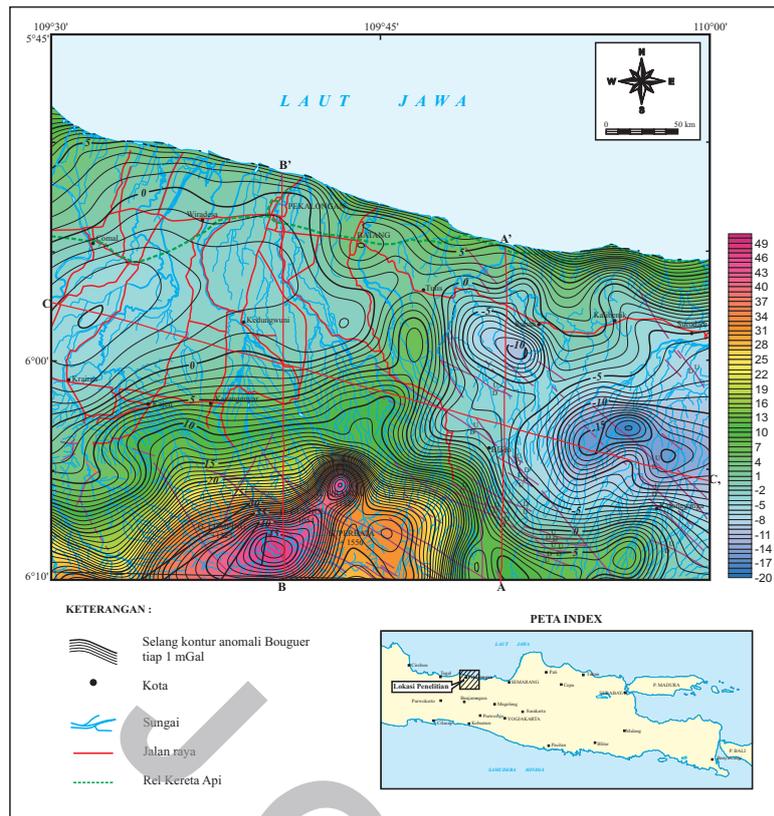
Anomali Bouguer didapatkan dengan menyusutkan data gaya berat lapangan terhadap gaya berat normal berdasarkan rumus (GRS 1967), dengan beberapa koreksi (koreksi Bouguer, koreksi medan). Tolok rapatmasa yang digunakan dalam penyusutan data adalah rapatmasa kerak rata-rata 2.67 gr/cm^3 . Anomali Bouguer di daerah penelitian mempunyai nilai dari - 11 mgal sampai +45 mgal. Secara umum, daerah penelitian bisa di bagi menjadi dua bagian, yaitu :

Daerah anomali tinggi mempunyai nilai ≥ 10 mgal, menempati bagian selatan daerah penelitian, melebar di bagian barat daya dan menyempit ke arah utara sampai timur Batang (pantai utara). Daerah ini ditempati oleh Kelompok G. Siranda, G. Gundul, G. Perbata dan G. Lumping. Daerah anomali tinggi ini dihasilkan oleh suatu massa batuan yang mempunyai rapat massa yang lebih besar ($>2,67 \text{ gr/cm}^3$), yaitu batuan andesitik (Condon drr, 1975).

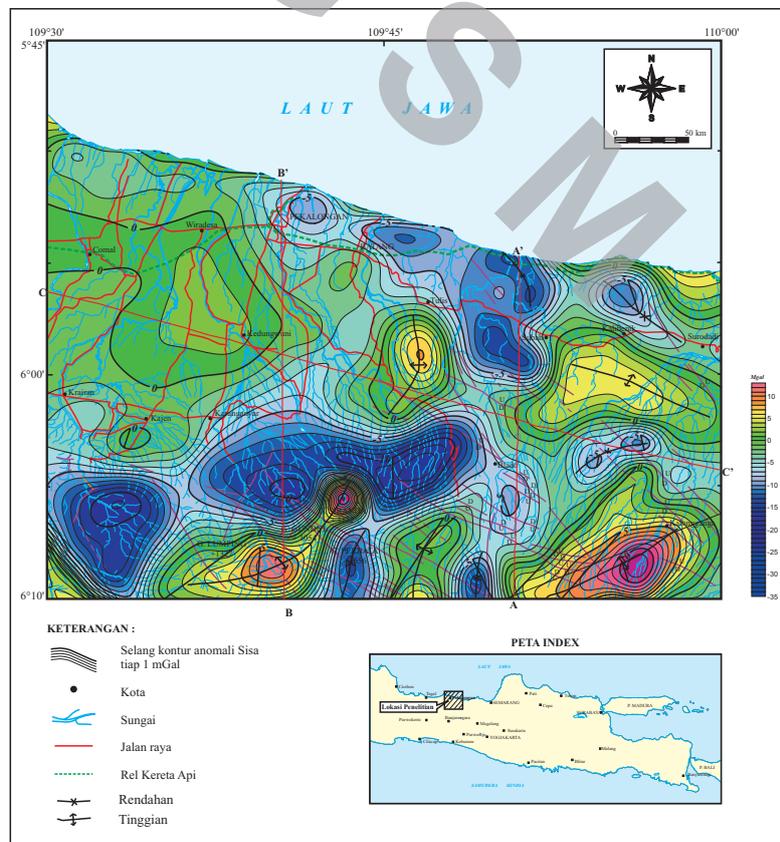
Daerah anomali rendah mempunyai nilai ≥ 10 mgal, dan menempati lebih dari setengah daerah penelitian di bagian utara. Di daerah Batang terdapat suatu tinggian yang membagi cekungan ini menjadi dua bagian berarah hampir utara - selatan. Bagian barat ditempati oleh batuan aluvium, dan bagian timur ditempati batuan sedimen Formasi Damar (Gambar 2).

Anomali Sisa

Anomali sisa diperoleh dengan menerapkan trend surface analysis pada data set terkisi. Anomali sisa ini diperlukan untuk mengetahui dan memperjelas keberadaan struktur dangkal (*shallow effect*). Anomali sisa daerah penelitian mempunyai nilai dari - 10 sampai dengan + 15 mgal, dengan pola kelurusan kontur anomali berarah barat daya - timur laut, utara - selatan dan barat - timur (Gambar 4). Seperti pada anomali Bouguer, daerah penelitian dibagi menjadi dua bagian, yaitu : Daerah anomali tinggi (dengan nilai ≥ -2 mgal) dan Daerah anomali rendah (dengan nilai ≥ -2 mgal).



Gambar 3. Peta anomali Bouguer daerah Pekalongan dan sekitarnya.



Gambar 4. Peta anomali sisa daerah Pekalongan dan sekitarnya.

Pada peta anomali sisa ini ditunjukkan bahwa hanya Gunung Siranda, Gunung Gundul dan Gunung Lumping yang mempunyai kelompok anomali tinggi dengan pola seperti bentuk tinggian, berarah hampir barat daya - timur laut, pada kedalaman yang dangkal (Gambar 4). Gunung Perbata sendiri menunjukkan kurva anomali rendah dengan bentuk rendahan berarah hampir utara -selatan.

Dari struktur tinggian/rendahan, daerah penelitian bisa dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Bagian timur, bentuk tinggian/rendahannya mempunyai arah sumbu hampir barat - timur dan menerus ke arah timur (Lembar Semarang).
2. Bagian tengah, merupakan daerah paling luas, bentuk tinggian/rendahannya mempunyai arah barat daya - timur laut dan utara -selatan.
3. Bagian barat, bagian ini tidak terlalu jelas menunjukkan adanya bentuk tinggian/rendah, dan mayoritas di tempati oleh satuan aluvium (Condon dr,1976).

Dalam rangkaian - rangkaian struktur tinggian maupun rendahan tersebut masih terdapat juga struktur tinggian/rendahan dengan skala yang lebih kecil yang tentunya dihasilkan oleh tektonik yang berkembang kemudian di daerah tersebut.

Rangkaian bagian barat ini termasuk dalam daerah anomali tinggi walaupun ditutupi oleh endapan aluvium, ini menunjukkan bahwa di bawah aluvium tersebut terdapat suatu tubuh batuan dengan densitas yang lebih besar dari $2,67 \text{ gr cm}^{-3}$, yang diduga sebagai batuan andesitik atau basaltik seperti hasil analisis kuantitatif pada Gambar 8.

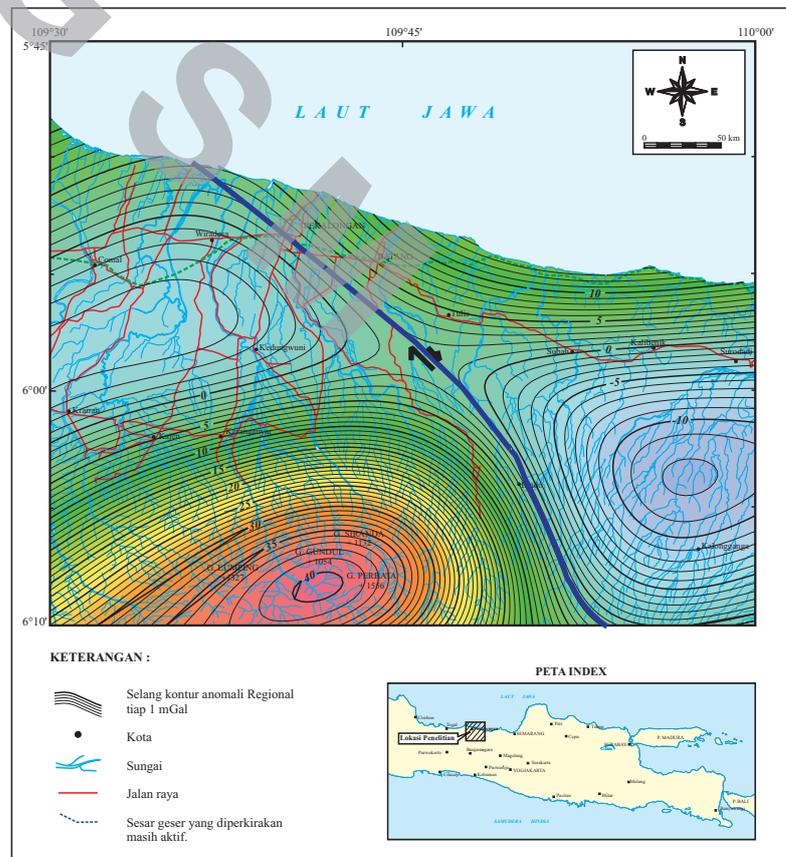
Bentukan sinklin (cekungan) yang terdapat di daerah ini adalah rangkaian cekungan yang menerus ke arah timur (Lembar Semarang) dan ke arah barat (Lembar Pemalang), dan merupakan dapur pembentukan endapan hidrokarbon karena proses tektonik yang berkembang cenderung

berimigrasi ke arah utara (Widianto, 2008). Bentuk - bentuk antiklin di utara cekungan ini diduga berpotensi sebagai cebakan hidrokarbon.

Anomali Regional

Anomali Bouguer Regional ini dihasilkan melalui pengurangan anomali Bouguer terhadap anomali sisa. Berdasarkan penampakan anomali regional (Gambar 5), permukaan batuan dasar tidak mempunyai topografi yang rata. Permukaan batuan dasar di selatan lebih dangkal daripada di utara dan masih dipengaruhi oleh batuan andesitik/basaltik.

Pada anomali regional ini (Gambar 5) terdapat suatu sesar geser yang berarah hampir barat laut - tenggara yang diduga masih aktif sampai sekarang. Menurut Sidarto dr. (2008) sesar ini adalah sesar Karangasem yang mengalami pensesaran yang cukup dalam ($\geq 4000 \text{ m}$).



Gambar 5. Peta anomali regional daerah Pekalongan dan sekitarnya.

ANALISIS KUANTITATIF

Dalam analisis kuantitatif ini, dibuat tiga buah model penampang geologi berdasarkan analisis anomali bouguer dan anomali sisa, yaitu : Penampang A-A' dari batas peta di selatan (dengan koordinat 109°50'30" BT dan 6°10' LS) sampai ke pantai utara dengan koordinat 109°50'30" BT dan 5°54'50" LS. Penampang B-B' dari selatan batas peta, dengan koordinat 109°41' BT dan 6°10' LS sampai pantai utara, dengan koordinat 109°41' BT dan 5°51'30" LS. Penampang C - C' dari barat batas peta dengan koordinat 109°30' BT dan 5°57'30" LS sampai batas peta sebelah timur, dengan koordinat 110°00' BT dan 6°05'30" LS.

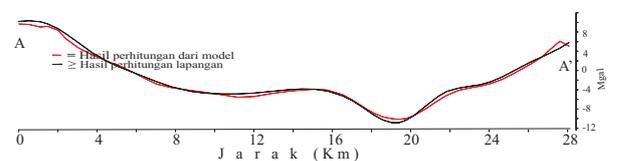
Untuk kendali pemodelan digunakan semua informasi geologi seperti keberadaan sesar, Kedalaman sesar digunakan untuk mengurangi sifat ketidakunikan analisis kualitatif ini, sehingga hasil yang didapat lebih mendekati keadaan yang sebenarnya. Model penampang anomali sisa digunakan untuk mengetahui kedalaman lapisan paling atas dan struktur dangkal. Hasil pemodelan ini dipakai dalam interpretasi arah sebaran batuan dan arah sesar.

Penampang A - A'

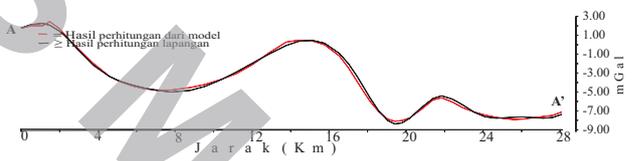
Penampang A-A' anomali bouguer (Gambar 6a) ini mempunyai panjang kira-kira 28 km dengan arah penampang utara - selatan. Penampang anomali Bouguer mempunyai nilai dari -11 mgal sampai 8 mgal. Dari awal penampang sampai KM 9 anomali mempunyai nilai antara 8 sampai -6 mgal dengan landaian sekitar 1,5 mgal/km. Dari KM 9 sampai KM 16 nilai anomali tetap sekitar 6 mgal, dan dari sini sampai KM 22 anomali membentuk suatu cekungan dengan nilai minimum sekitar -11 mgal pada KM 19. Dari KM 19 nilai anomali naik dengan perlahan hingga mencapai nilai + 6 mgal pada ujung penampang. Berdasarkan penampang terdapat empat jenis batuan yang menyusun model ini, yaitu batuan sedimen dengan rapat massa 2,35 grcm⁻³, kerak benua dengan rapat massa 2,67 grcm⁻³, batuan andesitik dengan rapat massa 2,78 grcm⁻³, dan kerak samudra dengan rapat massa 3,10 grcm⁻³.

Anomali sisa pada penampang ini (Gambar 6b) mempunyai kurun nilai dari -8,5 mgal sampai 3 mgal. Pada awal penampang nilai anomali sekitar 2 mgal, kemudian naik menjadi 3 mgal pada KM 2. Dari sini kurva anomali turun dengan landaian yang cukup tajam (sekitar -2 mgal/km), hingga mencapai -

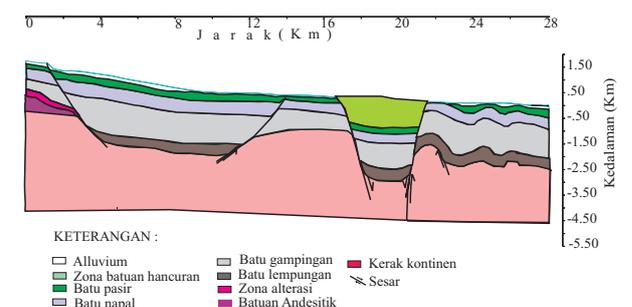
5 mgal pada KM 8. Kemudian kurva anomali naik dengan landaian sekitar 2 mgal/km hingga mencapai nilai 1 mgal pada KM 15, dan cenderung membentuk suatu cekungan(rendahan). Dari sini anomali turun dengan landaian yang sangat tajam ($\pm 2,5$ mgal/km) hingga mencapai nilai - 8,5 mgal pada KM 19. Dari KM 19 kurva anomali naik menjadi -6 mgal pada KM 22, kemudian menurun sampai -8 mgal pada KM 24. Dari sini kurva anomali cenderung rata sampai ujung penampang. Antara KM 17 dan KM 22 diinterpretasi adanya suatu struktur graben (gaben) yang dihasilkan dari suatu sistem sesar dan kedalaman graben tersebut mencapai 5 km lebih. KM 17 ini adalah merupakan batas Formasi Damar dan batuan Gunung Api Jembatan (Gambar 2).



Gambar 6a. Model geologi dari penampang A-A', anomali Bouguer.



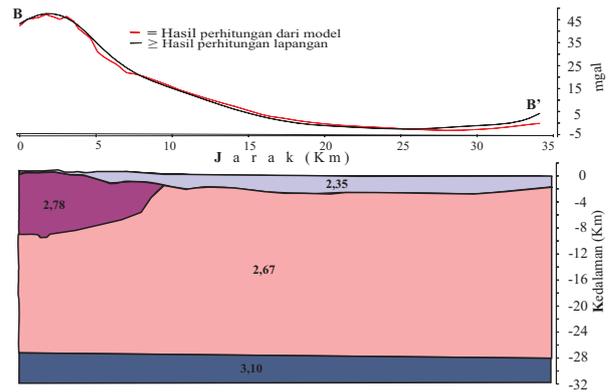
Gambar 6b. Model geologi dari penampang A-A', anomali sisa.



Gambar 6c. Model geologi dari penampang A-A', anomali sisa dan geologi.

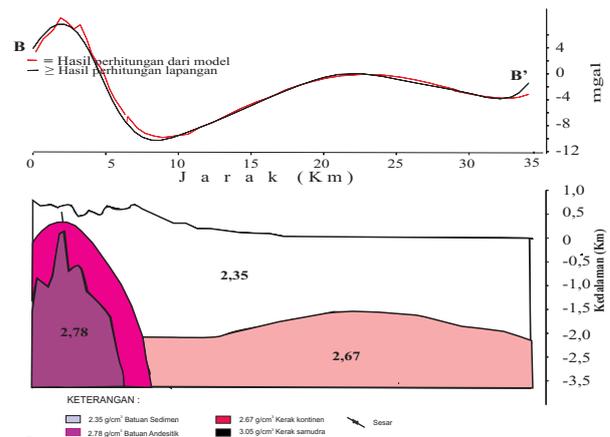
Penampang B - B'

Penampang B-B' anomali Bouguer (Gambar 7a) ini mempunyai panjang kira-kira 35 km dan arah penampang hampir utara - selatan, dengan bentuk kurva anomali yang sederhana. Penampang anomali Bouguer mempunyai kurun nilai dari -2 mgal sampai 45 mgal. Dari awal penampang sampai KM 4 nilai anomali mempunyai besaran antara 37 sampai 45 mgal, dan membentuk tinggian. Dari KM 4 sampai ujung penampang kurva anomali cenderung membentuk rendahan yang tidak simetris. Model ini tersusun dari empat jenis batuan yaitu batuan sedimen dengan rapat massa 2,35 grcm⁻³, kerak benua dengan rapat massa 2,67 grcm⁻³, batuan andesitik dengan rapat massa 2,78 grcm⁻³, dan kerak samudra dengan rapat massa 3,10 grcm⁻³.



Gambar 7a. Model geologi dari penampang B-B', anomali Bouguer.

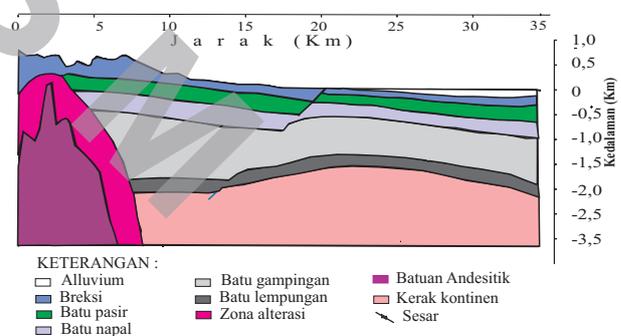
Penampang anomali sisa (Gambar 7b) mempunyai nilai dari -10 mgal sampai 8 mgal, dengan bentuk kurva yang sederhana seperti anomali Bouguer. Dari awal penampang sampai KM 7, kurva anomali membentuk suatu tinggian dengan landaian yang cukup tajam (sekitar ± 3 mgal/ km), yang diduga dihasilkan oleh suatu batuan andesitik. Kemudian dari KM 7 sampai ujung penampang, kurva anomali juga membentuk suatu punggung, yang diduga dihasilkan oleh penebalan dan penipisan batuan sedimen.



Gambar 7b. Model geologi dari penampang B-B', anomali sisa

Penampang C - C'

Penampang C-C', anomali Bouguer (Gambar 8a) mempunyai panjang kira-kira 57 km dan arah penampang hampir barat laut - tenggara, dengan bentuk kurva anomali yang bervariasi, dengan nilai dari -17 mgal sampai 6 mgal. Pada awal nilai anomali mempunyai besaran sekitar -3 mgal, kemudian naik dengan perlahan hingga mencapai nilai sekitar -2 mgal pada KM 23. Dari KM 23 sampai KM 34 kurva anomali membentuk suatu tinggian, yang di hasilkan oleh keberadaan batuan andesitik antara KM 25 - 35. Dari KM 34 sampai KM 42 kurva anomali cenderung mendatar, kemudian menurun dengan tajam (dengan landaian sekitar 1,5 mgal/km) hingga mencapai nilai anomali -17 mgal pada KM 50. Dari sini kurva anomali naik menjadi -15 mgal pada KM 52,5 dan menerus sampai ujung penampang dengan nilai sekitar -13 mgal. Tataan model ini mempunyai empat jenis batuan, yaitu batuan sedimen dengan rapat massa 2,35 grcm⁻³, kerak benua dengan rapat massa 2,67 grcm⁻³, dan andesitik dengan rapat massa 2,78 grcm⁻³.



Gambar 7c. Model geologi dari penampang B-B', dari anomali sisa dan geologi.

Penampang anomali sisa (Gambar 8b) mempunyai nilai dari -5 mgal sampai 1,5 mgal, bentuk kurvanya sangat berbeda dengan anomali Bouguer. Pada penampang anomali sisa ini kurvanya membentuk tiga buah bentukan tinggian/rendahan. Bentukan tinggian ini di hasilkan oleh batuan andesitik seperti terlihat antara: KM 7 dan 20, antara KM 27 dan 35, antara KM 37 dan 47 dan antara KM 52 sampai ujung penampang. Sementara kurva anomali yang berupa bentukan-bentukan rendahan yang di

hasilkan dari penurunan batuan alas disebabkan oleh sesar. Hasil analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif digabungkan menjadi peta penyebaran struktur pada Gambar 11.

ANOMALI MAGNET

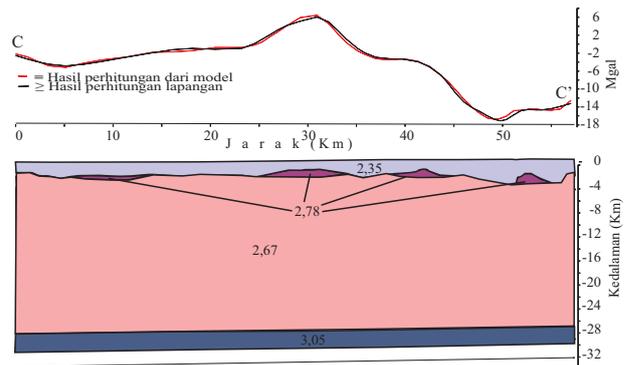
Data anomali magnet total daerah penelitian diperoleh dari basis data hasil survei magnet udara (*airborne magnetic*) yang dilakukan Pertamina. Anomali magnet total daerah ini berkisar dari sekitar 50 s/d 190 nanoTesla (nT). Seperti pada anomali Bouguer, anomali magnet total (Gambar 9) ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. **Daerah anomali tinggi** dengan nilai ≥ 125 nT menempati daerah pantai utara, dengan pola kelurusan kontur hampir sejajar dengan garis pantai, tetapi di timur Batang (daerah Tulis di bagian barat dan daerah Subah di bagian timur) membelok ke arah hampir utara - selatan. Kemudian, dari sini berbelok lagi ke arah barat dengan membentuk bulatan anomali tinggi di antara Gunung Lumping dan Daerah Kajen.
2. **Daerah anomali rendah** dengan nilai ≥ 125 nT menempati daerah - daerah di luar daerah anomali tinggi tersebut di atas. Daerah ini ditempati oleh batuan - batuan yang bersifat non magnetic, seperti batuan basal dan batu gamping.

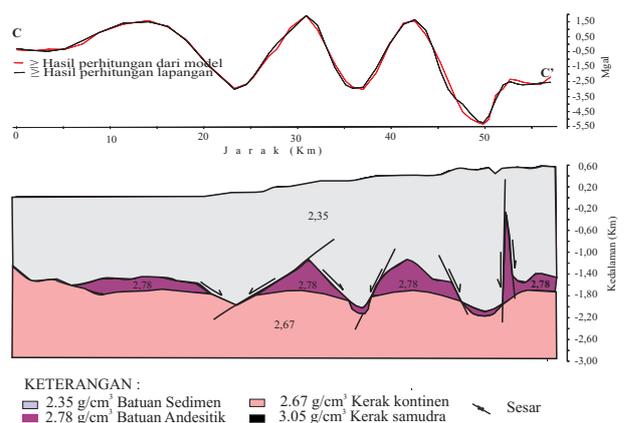
Anomali magnet sisa (Gambar 10) di daerah penelitian mempunyai nilai dari -95 s/d 115 nT, dan memberikan gambaran sebagai berikut : Daerah anomali tinggi (dengan nilai 25 nT), menempati daerah Kajen, barat daya lembar peta, daerah Blado dan Subah di bagian timur. Pada permukaan yang lebih dangkal, daerah - daerah tersebut ditempati oleh batuan yang bersifat magnetik. Daerah anomali rendah menempati daerah - daerah di luar daerah anomali tinggi tersebut di atas.

Seperti anomali Bouguer sisa, anomali magnet sisa daerah penelitian juga terbagi menjadi tiga rangkaian, yaitu rangkaian bagian timur, tengah dan barat, walaupun tidak sejelas pada anomali Bouguer sisa. Antara anomali gaya berat dan anomali magnet terdapat beberapa hal yang menarik, seperti:

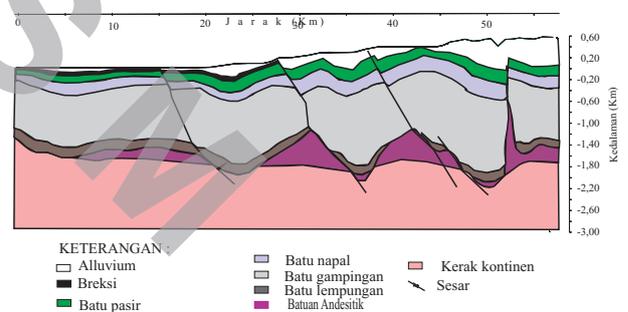
1. Daerah anomali tinggi (anomali gaya berat sisa) di selatan Kalibenik dan selatan Tulis, merupakan



Gambar 8a. Model geologi dari penampang C-C', anomali Bouguer.



Gambar 8b. Model geologi dari penampang C-C', anomali sisa.



Gambar 8c. Model geologi dari penampang C-C', dari anomali sisa dan geologi.

daerah anomali rendah anomali magnet sisa, sehingga diduga di daerah tersebut terdapat suatu intrusi batuan yang mempunyai densitas besar ($>2,67$ grcm⁻³), tapi tidak mempunyai sifat kemagnetan (*basaltic* ?). Menurut Condon dr. (1975) batuan yang terdapat disana adalah batuan Gunung Api Jembangan, Aluvium dan Formasi Damar. Kipas aluvium yang terdapat disana mengandung unsur besi yang cukup signifikan.

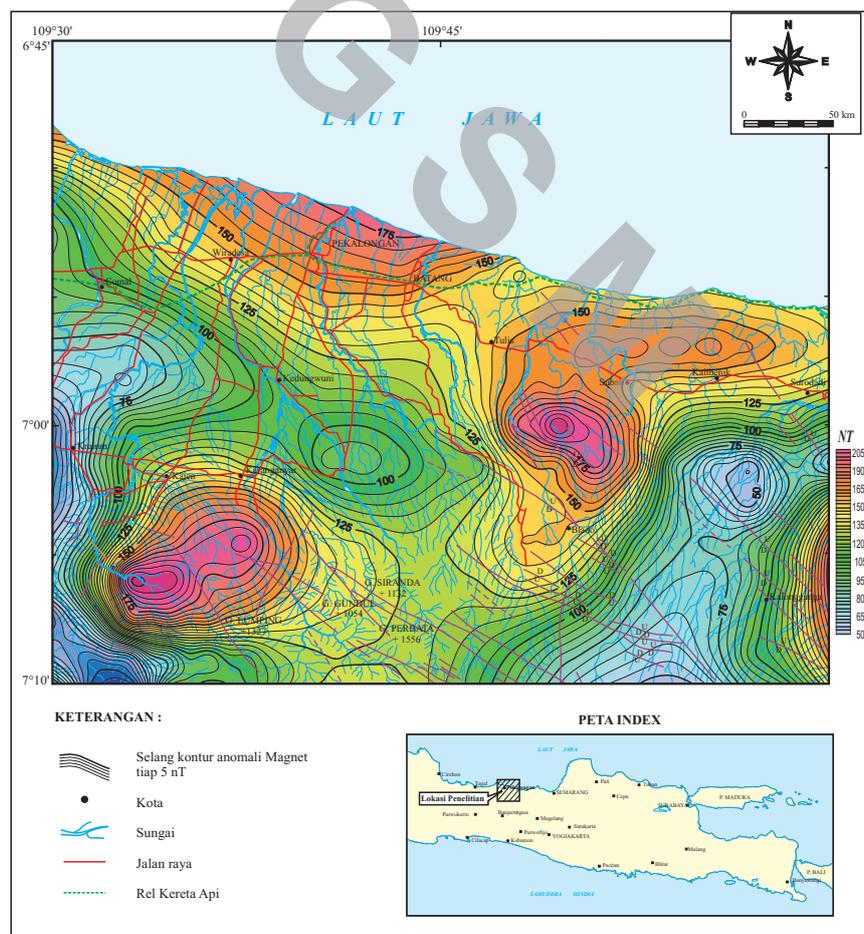
2. Daerah anomali tinggi (anomali gaya berat sisa) di selatan Kalongganga, selatan Gunung Gundul, dan sebelah timurnya (Gambar 4) merupakan daerah anomali rendah anomali magnet sisa, sehingga diduga disana terdapat suatu intrusi batuan yang mempunyai densitas besar ($>2,67 \text{ grcm}^{-3}$), tapi tidak mempunyai sifat kemagnetan (*basaltic*?). Menurut Condon dr. (1975) batuan yang terdapat disana hanya batuan Gunung Api Jembangan.
3. Daerah anomali tinggi (anomali gaya berat sisa) di Kajen sampai pantai utara dan di sudut batas lembar peta di selatan Kajen (Gambar 4) merupakan daerah anomali tinggi anomali magnet sisa, sehingga diduga disana terdapat suatu intrusi batuan yang mempunyai densitas besar ($>2,67 \text{ grcm}^{-3}$) dan mempunyai sifat kemagnetan (*andesitic*?). Menurut Condon dr. (1975) batuan yang terdapat disana hanya batuan aluvium (Gambar 2).

4. Daerah anomali rendah (anomali gaya berat sisa) di daerah Subah dan Blado merupakan daerah anomali tinggi anomali magnet sisa. Dari peta geologi (Condon dr., 1975) batuan yang terdapat disana adalah satuan batu pasir Formasi Damar (Gambar 2) dan merupakan lokasi terban/sembul hasil pemodelan Gambar 6, sehingga diduga satuan batupasir tersebut mengandung unsur besi yang cukup tinggi.

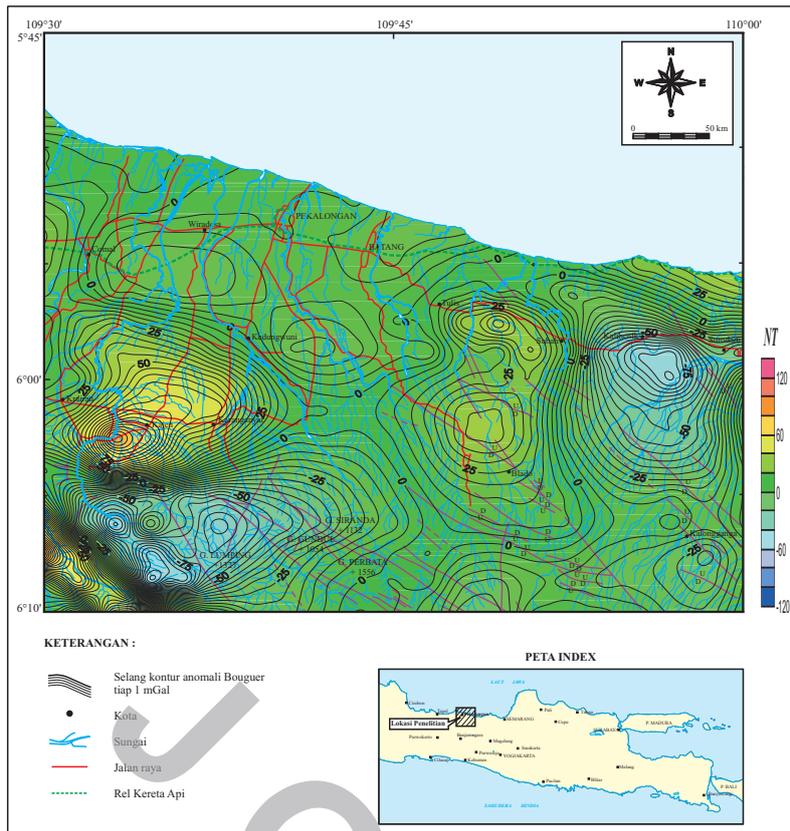
KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

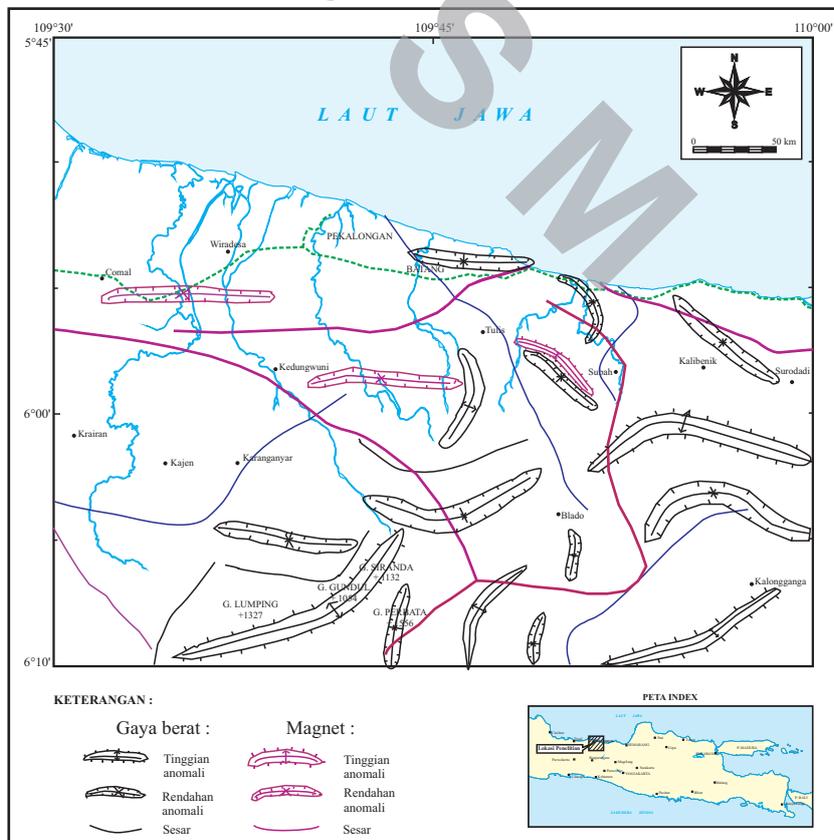
Dari hasil analisis kualitatif maupun kuantitatif anomali Bouguer dan analisis kualitatif anomali magnet diduga ada dua jenis intrusi pada daerah penelitian, yaitu : batuan yang mempunyai kemagnetan (*andesitic*?) dan yang non magnetik (*basaltic*?).



Gambar 9. Peta anomali magnet udara daerah Pekalongan dan sekitarnya.



Gambar 10. Peta anomali magnet sisa daerah Pekalongan dan sekitarnya.



Gambar 11. Pola struktur hasil analisis kualitatif daerah Pekalongan dan sekitarnya.

Hasil analisis kuantitatif anomali Bouguer dan sisa menunjukkan adanya struktur terban dan sembul di sekitar Subah, yang ketebalan terbannya mencapai 4000 m lebih.

Saran

Hasil interpretasi data gaya berat dan magnet ini dapat digunakan untuk mengetahui adanya cebakan hidrokarbon merupakan suatu indikasi awal karena selang pengukuran titik pengamatan gaya berat masih cukup besar, yaitu sekitar 3 sampai 5 km. Untuk membuat interpretasi yang lebih definitif

masih diperlukan survei gaya berat yang lebih detail dengan jarak pengukuran antara 50 sampai 200 m, dan kemudian dilanjutkan survei geofisika yang lain seperti dengan metode seismik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi, Koordinator Program Program Pemetaan dan Penelitian Dasar (P2D) dan semua yang terlibat dalam penerbitan makalah ini. Penulis juga menghargai semua rekan yang terlibat dalam pengukuran dan pengambilan data lapangan.

ACUAN

- Adkins J., Sukardi S., Said H., and Untung M., 1978. *A Regional Gravity Base Station Network for Indonesia*, Publikasi Teknik Seri Geofisika No. 6, Direktorat Geologi Bandung.
- Condon, W. H., Pardyanto. L., dan Ketner. K. B., 1976. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa*, skala 1:100.000. Direktorat Geologi, Bandung.
- Dobrin M.B. and Savit C.H., 1988. *Introduction to Geophysical Prospecting*, Fourth Edition, McGraw-Hil Book Cpmpany, New York
- Dibyantoro. H., dan Sutisna. T., 1977. *Peta Anomali Bouguer Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa*, skala 1:100.000. Direktorat Geologi, Bandung, Bandung.
- Parasnis. D.S., 1986. *Principles of Applied Geophysics*. Fourth Edition. Chapman and Hall. 29 west 35th Street. New York, NY 10001, USA.
- Sidarto., Santoso., dan Jamal., 2008. Penelitian Struktur Geologi Daerah Pekalongan Selatan, Jawa Tengah. Pusat Survei Geologi, Bandung. Tidak diterbitkan.
- Thanden, R. E., Sumadirdja, H., Richards.PW., Sutisna. K., dan Amin. T. C., 1996. *Peta Geologi Lembar Semarang dan Magelang, Jawa*, skala 1:100.000. Puslitbang Geologi, Bandung
- Widianto. E., 2008. Penentuan Konfigurasi Struktur Batuan Dasar dan Jenis Cekungan dengan Data Gaya Berat serta Implikasinya pada Target Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi di Pulau Jawa. Disertasi Untuk memperoleh gelar Doktor. Program Studi Teknik Geofisika, Institut Teknologi Bandung. Tidak diterbitkan.