

GEOMAGNET DAN HUBUNGANNYA DENGAN KONFIGURASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN PATI BAGIAN SELATAN, JEPARA, JAWA TENGAH

Andi Agus Noor

Laboratorium Geofisika, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

ABSTRACT

The Area of Southern part of Pati Basin located in, Jepara Regency, Central Java Province was a frontier area. Because of that will held a further research to know about geological condition at this area especially about the subsurface structure geology.

In this area expand some phenomena of Quaternary Geology such a fault, earthquake and volcanism, with active and re-activated activities. The regional structure influences on forming the smaller faults and volcanism Quaternary. The faults are Tayu Regional Fault (L-1) with northwest - southeast direction, Rahtawu Fault (L-2) with north - south direction, and Jepara and Bangsri Fault (L-3) with southwest - northeast directions. This regional structure experience the reactivated, and cross the bedrock. The product of this process is magma came out from the crust and formed the volcanism.

Based on result of geomagnet interpretation record on territorial waters of Muria Peninsula (Pati's Basin South's part) show the existence of breaking structure at Trajectory L-1, L-2 and L-3. Predicted by the fault structure is effect from continuity of structures which there are in land

Keywords: *geomagnetic's method, fault structure, Southern part of Pati Basin*

ABSTRAK

Cekungan Pati Bagian Selatan terletak di Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Wilayah ini belum banyak data tentang kondisi bawah permukaan. Oleh karena itu penelitian lebih lanjut dengan metode geomagnet untuk mengetahui kondisi struktur geologi bawah permukaan.

Wilayah ini berkembang fenomena geologi kuartar seperti sesar, gunungapi, dan kegempaan baik aktif maupun teraktifkan kembali. Terdapat struktur regional yang berpengaruh dalam pembentukan sesar-sesar kecil dan gunungapi kuartar. Sesar tersebut adalah Sesar Tayu (L-1) dengan arah Baratdaya-Timurlaut, Sesar Rahtawu (L-2) dengan arah Utara-Selatan, dan Sesar Jepara dan Bangsri (L-3) dengan arah Baratdaya-Timurlaut. Struktur regional ini mengalami reaktifasi dan menembus batuan dasar. Hasil dari proses ini adalah keluarnya magma dan membentuk gunungapi.

Hasil rekaman geomagnetik dilaut Semenanjung Muria menunjukkan adanya struktur sesar pada penampang L-1, L-2, dan L-3. Diperkirakan struktur sesar di laut tersebut merupakan terusan dari struktur yang berkembang di darat.

Kata kunci: metode geomagnet, struktur sesar, Cekungan Pati Bagian Selatan

PENDAHULUAN

Cekungan Pati bagian Selatan merupakan wilayah yang akan dijadikan sebagai tapak pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Muria dan diduga terdapat potensi akan hidrokarbon (Patra Nusa Data, 2006). Dengan demikian penelitian kondisi geologi bawah permukaan merupakan penyediaan data dasar yang sangat penting dan mutlak dilakukan. Salah satu metode geofisika, khususnya struktur geologi bawah permukaan adalah dengan menggunakan metode geomagnetik.

Metode geomagnetik didasarkan atas variasi sifat kemagnetan batuan

bawah permukaan. Penelitian tentang kemagnetan batuan ini pertama kali dilakukan oleh Sir William Gilbert (1903 - 1940) atas sifat kemagnetan bumi.

Dengan mengukur medan potensial magnetik dipermukaan kemudian diturunkan menjadi anomali magnetik. Untuk mendapatkan harga anomali magnetik, dimulai dengan menentukan variasi harian kemudian dikompilasikan dengan data observasi di laut dan direduksi dengan medan magnet utama.

Ke arah utara, Palung Pati masih berkembang membentuk *Muria Trough* yang dibatasi oleh Tinggian Karimunjawa (*Karimunjawa Arch*) di

bagian barat dan Lembah Bawean (*Bawean Trough*) di bagian timur. Berdasarkan kedudukan tektonik dan ketebalan sedimen, diduga cekungan ini terdapat potensi hidrokarbon. Berkembangnya sedimentasi yang tebal disebabkan oleh seluruh cekungan yang terdapat di bagian utara Jawa Tengah – Jawa Timur berkembang sistem Cekungan Busur Belakang (*Back Arc Basin*) yang dikontrol oleh sistem sesar normal dan graben.

Cekungan Jawa Timur bagian utara dialasi oleh batuan beku dan batuan malihan berumur Pra-Tersier yang merupakan bagian dari *Sunda Craton* dari Lempeng Benua Eurasia yang posisinya relatif stabil (Asikin, 1974).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Kajian Pustaka

Secara regional, proses tektonik di Jawa dipengaruhi secara langsung oleh proses tumbukan antara Lempeng Indo-Australia di selatan yang bergerak ke utara dan Lempeng Eurasia di utara yang relatif stabil. Tumbukan ini menghasilkan sesar-sesar normal, sesar-sesar geser dan pusat-pusat gempa yang bersifat dangkal, menengah dan dalam (Hamilton, 1979). Tekanan kompresif dari arah selatan Jawa yang terjadi terus-menerus menyebabkan sebagian Jawa membentuk blok yang terangkat yang disertai terbentuknya sesar-sesar lokal yang lebih kecil dan sesar-sesar tua menjadi aktif kembali (*reactivated*) – (Simandjuntak, 1995). Kondisi ini merupakan fenomena baru berkembangnya sesar-sesar lokal yang lebih kecil yang dapat saja dikuti oleh gempa-gempa dangkal dan pembentukan gunungapi muda.

Sejarah struktur geologi Pati erat kaitannya dengan sejarah Struktur Pulau Jawa bagian Barat dan Tektonik regional Asia Tenggara. Daerah ini berada pada Paparan Barito bagian Tenggara dan batuan alasnya adalah

Cretaceous sampai basal *Tertiary melange*.

Terdapat tiga tahap peristiwa tektonik yang berpengaruh pada wilayah cekungan Jawa Timur Utara, yaitu :

1. Kapur atas sampai Eosen Tengah. Pada Kapur akhir terjadi deformasi kompresi mengikuti *collision* lempeng Laut Jawa bagian timur dengan Paparan Sunda. Pada eosen terjadi rifting yang diikuti oleh pengaktifan kembali sesar naik pre-Eosen dan pembentukan sesar normal.
2. Miosen Tengah, pengangkatan pada Miosen Tengah ditandai oleh peristiwa regresi. Fase ini juga ditandai oleh hiatus didaerah Cepu dan dicirikan oleh perubahan fasies dari transgresi menjadi regresi di seluruh zona Rembang. Pada tahap ini juga terbentuk zona sesar RMKS (Rembang – Madura – Kangean – Sakala) yang merupakan *Wrenching Left Lateral*.
3. Plio-Plistosen, pada Pliosen akhir terbentuk lipatan-lipatan hingga plistosen akhir. Aktivitas vulkanik busur Sunda – Jawa dimulai pada pliosen akhir berlanjut hingga sekarang.

Cekungan Pati berada pada bagian Tenggara dari *Barito Platform*. Cekungan Pati merupakan bagian dari rendahan dari Lembah Muriah. Lembah Muriah dipisahkan dengan Lembah Tuban Camar yang merupakan bagian Cekungan Jawa Timur Utara berarah Tenggara terhadap Tinggian Bawean.

Bagian Tenggara dari Cekungan Pati dikontrol oleh sesar berpasangan yang berarah NE – SW. Sesar tersebut adalah *lateral slip faults*. Sesar ini aktif apabila terjadi kontak antara Cekungan Pati dan Tinggian Bawean. Cekungan Pati diklasifikasikan sebagai struktur *halfgraben*, yang mana bagian Utara – Barat Laut merupakan *hanging wall*. (Patra Nusa Data, 2006).

Hasil penafsiran struktur sesar bawah permukaan menunjukkan adanya celah-celah yang menembus batuan dasar, sehingga memungkinkan magma menembus hingga ke permukaan bumi membentuk gunungapi G. Muria dan G. Genuk. Sesar yang paling berpengaruh dalam pembentukan sesar-sesar yang lebih kecil dan pembentukan gunungapi G. Muria dan G. Genuk adalah Sesar Regional Tayu (Hutubessy, 2003). Sesar Tayu merupakan sesar mendatar mengiri dengan bidang sesar miring ke utara dan berarah baratdaya - timurlaut menerus hingga ke pantai Tayu.

Metode Magmatik

Survey magnetik pada dasarnya ditujukan untuk mengukur medan magnet bumi di tiap titik yang ada dipermukaan bumi. Dalam prospek geofisika, penggunaan metode magnetik didasarkan pada adanya anomali medan magnetik bumi yang diakibatkan oleh adanya perbedaan sifat kemagnetan dari berbagai macam batuan. Secara sederhana dapat kita peroleh 3 macam hasil pengukuran metode magnetik, yaitu : struktur geologi (dengan analisis anomali magnetik), sifat fisis batuan (berdasarkan kemagnetan batuan), umur serta posisi geografik batuan ketika terbentuk.

Teori Dasar

Jika dua buah benda atau kutub magnetik terpisah pada jarak r dan muatannya masing-masing m_1 dan m_2 maka gaya magnetik yang dihasilkan adalah

$$\vec{F} = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r}$$

Keterangan :

μ = permeabilitas magnetik

\vec{F} = gaya magnetik pada m_2

\vec{r} = vektor satuan ber-arah dari m_1 ke m_2

Kuat medan magnetik pada suatu titik dengan jarak r dari muatannya, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\vec{H} = \frac{m_1}{\mu r^2} \vec{r}$$

Keterangan :

H = Kuat Medan Magnet

m = Kuat kutub, banyaknya muatan magnet

Secara umum kuat medan magnet adalah besarnya medan magnet pada suatu titik dalam ruang yang timbul sebagai akibat sebuah kutub yang berada pada sejauh r dari titik tersebut.

Dalam Satuan Internasional, H adalah Ampere per Meter, sedangkan dalam system cgs H dinyatakan dalam Oersted.

Suatu benda magnetik yang ditempatkan pada suatu medan magnet dengan kuat medan H, maka akan terjadi polarisasi magnetik pada benda tersebut yang besarnya diberikan oleh persamaan :

$$\vec{M} = k \vec{H}$$

Keterangan :

M' = Kutub khayal pada titik diruang yang diukur pada alat

Nilai \vec{M} biasa disebut juga sebagai Intensitas Magnetisasi dan k adalah kerentanan magnetik (suseptibilitas) yang merefleksikan sifat kemagnetan suatu benda atau batuan.

Suseptibilitas adalah tingkat/derajat kemagnetan suatu benda karena pengaruh medan magnetik. Dalam satuan SI dinyatakan sebagai :

$$k = 4\pi k'$$

Nilai k' adalah susceptibilitas magnetik dalam satuan emu dan k adalah suseptibilitas magnetik dalam satuan SI. Harga suseptibilitas ini sangat penting didalam pencarian benda anomali karena sifatnya yang sangat khas untuk setiap jenis mineral.

Adanya medan magnetik regional yang berasal dari bumi dapat menyebabkan terjadinya induksi magnetik pada batuan yang mempunyai susceptibilitas baik. Total medan magnetik yang dihasilkan pada batuan ini dinyatakan sebagai induksi magnetik. Medan magnetik yang terukur oleh magnetometer adalah medan magnet induksi termasuk efek magnetisasi yang diberikan oleh persamaan:

$$\bar{B} = \mu_0 (\bar{H} + \bar{M}) = \mu_0 (1 + k) \bar{H}$$

Variabel μ adalah permeabilitas magnetik ruang hampa dan $\mu = (1+k)$ adalah permeabilitas magnetik relatif, sehingga persamaan di atas dapat dituliskan juga dalam :

$$\bar{B} = \mu_0 \mu \bar{H}$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa jika medan magnetik remanen dan luar bumi diabaikan, medan magnet total yang terukur oleh magnetometer di permukaan bumi adalah penjumlahan dari medan bumi utama H dan variasinya (M). M adalah anomali magnet dalam eksplorasi magnetik.

Klasifikasi batuan atau mineral berdasarkan sifat magnetik yang ditunjukkan oleh kerentanan magnetiknya sebagai berikut : Diamagnetik mempunyai kerentanan magnetik (k) negatif dan sangat kecil artinya bahwa orientasi elektron orbital substansi ini selalu berlawanan arah dengan medan magnet luar. Contohnya : graphite, marble, quartz dan salt, Paramagnetik mempunyai harga kerentanan magnetik (k) positif dan lebih besar dari 1. Nilai k tergantung pada temperatur, contoh materialnya kapur. Ferromagnetik mempunyai harga kerentanan magnetik (k) positif dan besar yaitu sekitar 106 kali dari diamagnetik / paramagnetik. Sifat kemagnetan substansi ini dipengaruhi oleh temperatur, yaitu pada suhu diatas suhu Curie, sifat kemagnetannya hilang. Contoh materialnya : pirit, magnetit , hematit.

Anomali Medan Magnetik

Variasi medan magnet yang terukur dipermukaan merupakan target dari survey magnetik (anomali magnetik). Besarnya anomali magnetik berkisar ratusan sampai ribuan nano tesla, tetapi ada juga yang lebih besar 100.000 nT yang berupa medan magnetik. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh medan magnet remanen dan medan magnet induksi.

Medan magnet remanen mempunyai peranan yang besar pada magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnet serta sangat rumit diamati karena berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang dialami sebelumnya. Sisa kemagnetan ini disebut dengan *Normal Residual Magnetism (NRM)* yang merupakan akibat dari magnetisasi medan magnet utama. Anomali yang diperoleh dari survey merupakan gabungan dari keduanya. Bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar begitu pula sebaliknya. Dalam survey magnetik, efek medan magnetik akan diabaikan apabila medan anomali magnet kurang dari 25% medan magnet utama bumi (Telford, 1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan anomali magnetik dibuat dengan menggunakan Program Geomodel. Pemodelan anomali magnetik merupakan bentuk pemodelan dua dimensi. Interpretasi yang dilakukan merupakan interpretasi dua dimensi berdasarkan hasil tampilan akhir Program Geomodel. Pada pemodelan anomali magnetik terdapat dua buah garis. Garis pertama (putus – putus/tidak tegas) merupakan garis *field magnetic*. Garis *field magnetic* merupakan hasil output awal dari Program Geomodel. Garis *field magnetic* merupakan *output geomodel* tanpa memperhitungkan adanya perbedaan nilai susceptibilitas batuan. Dalam hal ini perbedaan

suseptibilitas batuan ditunjukkan oleh adanya bodi berwarna merah dan biru, Garis Kedua (tegas) merupakan garis *calculated magnetic*. Garis *calculated magnetic* merupakan garis yang *output geomodel* dengan memperhitungkan adanya perbedaan suseptibilitas batuan.

Leg 1 Line 1

Pada *leg 1 line 1* dapat dikelompokkan secara garis besar ada dua buah bodi batuan. Bodi pertama yaitu bodi berwarna merah. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas bernilai 0.0035.nT Bodi dengan nilai positif diartikan sebagai batuan yang mempunyai mineral yang bersifat magnetik. Besar harga suseptibilitas bergantung terhadap kemampuan mineral menerima dan terpengaruh oleh medan magnetik. Bodi kedua yaitu bodi berwarna biru. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas -0.000nT. Bodi kedua ini disebut juga bodi acuan. . Dalam program geomodel nilai nol dijadikan sebagai bodi acuan (Teknik Geofisika ITB,2004). Bodi dengan nilai positif adalah batuan beku atau batuan vulkanik. Bodi dengan nilai negatif adalah batuan sedimen (Teknik Geofisika ITB,2004). Pembentukan bodi batuan diproses oleh menu *edit the model*. Pada menu tersebut kita dapat memperkirakan jumlah bodi pada suatu model. Pada menu tersebut kita juga dapat memperkirakan nilai suseptibilitas batuan

Lintasan ini melintasi Sesar Tayu arah Barat Daya – Timur Laut yang berada pada Semenanjung Muria. Pada lintasan 1 ini, nilai kemagnetan umumnya didominasi oleh nilai positif. Bila dilihat dari penampang yang bernilai rata – rata positif maka dapat disimpulkan bahwa daerah tersebut tersusun atas batuan yang masih segar dan belum berubah atau bisa disebut batuan tersebut berkomposisi mineral mafik (Alanda Idral,2005).

Yang harus diperhatikan pada penampang *leg 1 line 1* tersebut adalah terdapatnya sebuah tonjolan ano-

mali positif pada penampang. Anomali ini terlihat pada titik amat 125 m – 175 m. Selanjutnya akan dibahas tentang anomali tersebut.

Pada penampang tersebut terlihat sebuah anomali magnetik yang berbentuk tonjolan positif sebanyak satu buah pada titik amat pada jarak 120 - 140m. Nilai kemagnetan pada anomali tersebut mencapai >186nT. Bila dilihat sekilas betuk anomali tersebut berbentuk seperti sebuah intrusi, tapi kita tidak dapat mengambil kesimpulan langsung bahwa anomali tersebut adalah intrusi. Untuk mengetahui hal tersebut harus dipelajari lebih dalam tentang geologi bawah permukaan dengan menggunakan data seismik dan data geologi yang lebih lengkap. Dapat diperkirakan bahwa anomali tersebut adalah batuan segar yang belum berubah atau terlapukan dan mengandung mineral magnetik yang lebih tinggi dari batuan sekitarnya.

Dari data suseptibilitas terdapat angka kontras suseptibilitas yang tidak terlalu besar antara bodi satu yakni yang berwarna merah dengan bodi acuan yakni yang berwarna biru. Dengan didukung oleh data peneliti terdahulu bisa diasumsikan bahwa anomali tersebut merupakan batuan andesit ,sedangkan batuan sekitarnya berupa basal (Sutikno Bronto, 2007). Ini terlihat dari data suseptibilitas yang menunjukkan bahwa andesit memiliki nilai lebih tinggi dari basal.

Leg 1 Line 2

Pada *leg 1 line 2* dapat dikelompokkan secara garis besar ada dua buah bodi batuan. Bodi pertama yaitu bodi berwarna merah. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas bernilai 0.4018nT. Bodi dengan nilai positif diartikan sebagai batuan yang mempunyai mineral yang bersifat magnetik. Besar harga suseptibilitas bergantung terhadap kemampuan mineral menerima dan terpengaruh oleh medan magnetik. Bodi kedua yaitu bodi berwarna biru. Bodi ini

memiliki nilai suseptibilitas -0.006nT . Bodi ini memiliki mineral dengan sifat non - magnetik. Bodi dengan nilai positif adalah batuan beku atau batuan vulkanik. Bodi dengan nilai negatif adalah batuan sedimen (Teknik Geofisika ITB, 2004). Pembentukan bodi batuan diproses oleh menu *edit the model*. Pada menu tersebut kita dapat memperkirakan jumlah bodi pada suatu model. Pada menu tersebut kita juga dapat memperkirakan nilai suseptibilitas batuan.

Lintasan ini melintasi Sesar Tayu arah Barat Daya - Timur Laut yang berada pada Semenanjung Muria. Pada lintasan ini didominasi oleh nilai magnetik positif. Model grafik berbentuk relatif datar tanpa adanya anomali magnetik apapun.

Dengan pola pemodelan seperti ini dan bila dilihat dari suseptibilitas batuan antara bodi berwarna merah dengan bodi acuan yang berwarna biru dapat disimpulkan kalau batuan bawah permukaannya relatif sejenis walaupun untuk mengetahui hal tersebut harus dibantu oleh data bor. Kemungkinan batuan ini merupakan batuan dari Gunung Muria dan Gunung Genuk yang mengisi Cekungan Pati yang merupakan batuan intrusi. Apabila dilihat dari nilai kemagnetannya yang tinggi maka kemungkinan batumannya adalah basal dan andesit (Sutikno Bronto,2007).

Leg 1 Line 3

Lintasan ini melintasi Sesar Tayu arah Barat Daya - Timur Laut yang berada pada Semenanjung Muria. Pada lintasan 3 ini nilai kemagnetan didominasi oleh nilai negatif. Mempunyai nilai minimum lebih kecil dari -58.6 nT pada titik amat 500 - 600m. Pada titik amat 0 - 300m terdapat anomali nilai kemagnetan positif. Anomali tersebut mempunyai nilai maksimum mencapai 117.3 nT . Pada titik amat 1100 - 1400m yang mempunyai nilai kemagnetan maksimum antara $58.6\text{nT} - 117.3\text{nT}$.

Kemungkinan terdapat dua buah struktur geologi. Ini dapat dilihat dari kontras anomali magnetik positif dan negatif pada titik amat 0 - 300 m dan pada titik amat 1100 - 1400 m. Bila dibandingkan dengan pola pada leg 1 line 1 maka terdapat perbedaan yang cukup jelas. Pada lintasan 1 terdapat satu buah tonjolan positif dengan daerah sekitarnya yang relatif rata. Sedangkan pada lintasan 3 ini terdapat dua buah tonjolan positif dengan daerah sekitarnya yang tidak rata. Pada pola pemodelan seperti itu bisa diasumsikan daerah tersebut mempunyai struktur geologi. (Alanda Idral,2005). Bila didukung oleh data sesar yang berkembang di daerah Semenanjung Muria (Usman dan Lugra,2007) kemungkinan indikasi sesar yang terlihat pada pemodelan merupakan penerusan dari Sesar Tayu yang berarah Barat Daya - Timur Laut. Ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Usman dan Lugra.

Dari data suseptibilitas batuan dan data kemagnetan bisa diasumsikan bahwa daerah tersebut tersusun atas bongkah batuan intrusi yang berasal dari Gunung Muria dan Gunung Genuk (Sutikno Bronto,2007) dan (Usman dan Lugra,2007). Hal ini terlihat dari dua buah bodi batuan berwarna merah yang mempunyai nilai suseptibilitas lebih tinggi dari bodi batuan yang berwarna biru. Diperkirakan bodi berwarna merah adalah batuan intrusi berasal dari Gunung Muria dan Gunung Genuk. Bodi berwarna biru adalah batuan sedimen yang berasal dari Formasi MT. Tersusun oleh batulempung, batupasir karbonatan, dan batu gamping pasiran (Patra Nusa Data,2006).

Leg 1 Line 4

Pada *leg 1 line 4* dapat dikelompokkan secara garis besar ada empat buah bodi batuan. Bodi pertama yaitu bodi berwarna merah. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas 0.0055nT . Bodi dengan nilai positif diartikan sebagai batuan yang mempunyai

mineral yang bersifat magnetik. Besar harga suseptibilitas bergantung terhadap kemampuan mineral menerima dan terpengaruh oleh medan magnetik. Bodi dua yaitu bodi berwarna coklat tua. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas $0.0017nT$. Bodi kedua ini memiliki mineral bersifat magnetik lebih kecil dari bodi berwarna merah. Bodi ketiga adalah bodi berwarna biru tua. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas $-0.002nT$. Bodi ini tidak memiliki mineral bersifat magnetik. Bodi nomor empat berwarna biru muda. Mempunyai nilai nilai suseptibilitas $-0.001nT$. Bodi dengan nilai negatif tidak mempunyai mineral magnetik. Bodi tersebut memiliki mineral dengan sifat non - magnet lebih besar dari bodi nomor tiga. Bodi dengan nilai positif adalah batuan beku atau batuan vulkanik. Bodi dengan nilai negatif adalah batuan sedimen. (Teknik Geofisika ITB,2004). Pembentukan bodi batuan diproses oleh menu *edit the model*. Pada menu tersebut kita dapat memperkirakan jumlah bodi pada suatu model. Pada menu tersebut kita juga dapat memperkirakan nilai suseptibilitas batuan

Lintasan ini melintas Sesar Tayu arah Barat Daya - Timur Laut yang berada pada Semenanjung Muria. Pada lintasan 4 ini kemagnetan juga didominasi oleh nilai negatif dengan hanya sedikit nilai positif. Titik positif terdapat pada titik amat 0 - 150 m dan 1400 m. Bisa diasumsikan bahwa daerah ini tersusun atas batuan sedimen dengan sedikit bongkah batuan intrusi hasil Gunung Muria dan Gunung Genuk (Usman dan Lugra, 2007; Sutikno Bronto,2007).

Bodi berwarna merah diperkirakan adalah batuan andesit. Bodi berwarna coklat diperkirakan adalah basal. Bodi berwarna biru dengan nilai kemagnetan negatif adalah batuan sedimen. Batuan sedimen ini berasal dari Formasi MT. Tersusun atas batupasir, batulempung, dan batugamping (Sutikno Bronto, 2007; Patra Nusa Data, 2006).

Di daerah titik amat 700 - 1000m terlihat sebuah anomali negatif. Dilihat dari perbedaan suseptibilitas batuan, bisa diasumsikan bahwa daerah tersebut terdapat struktur geologi atau kontak geologi antar batuan yang berbeda. Berdasarkan data geologi daerah Semenanjung Muria maka dapat diasumsikan bahwa anomali tersebut merupakan sesar yang merupakan perpanjangan dari Sesar Tayu yang berarah Barat Daya - Timur Laut.

Leg 2

Pada *leg 2* dapat dikelompokkan secara garis besar ada empat buah bodi batuan. Bodi pertama yaitu bodi berwarna merah. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas $0.01nT$. Bodi dengan nilai positif diartikan sebagai batuan yang mempunyai mineral yang bersifat magnetik. Besar harga suseptibilitas bergantung terhadap kemampuan mineral menerima dan terpengaruh oleh medan magnetik. Bodi dua yaitu bodi berwarna hijau. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas $0.0048nT$. Bodi kedua ini memiliki mineral bersifat magnetik lebih kecil dari bodi berwarna merah. Bodi ketiga adalah bodi berwarna biru tua. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas $0.0002nT$. Bodi ini memiliki mineral bersifat magnetik yang sangat kecil. Bodi nomor empat berwarna biru muda. Mempunyai nilai nilai suseptibilitas $-0.001nT$. Bodi dengan nilai negatif tidak mempunyai mineral magnetik. Bodi dengan nilai positif adalah batuan beku atau batuan vulkanik. Bodi dengan nilai negatif adalah batuan sedimen (Teknik Geofisika ITB, 2004). Pembentukan bodi batuan diproses oleh menu *edit the model*. Pada menu tersebut kita dapat memperkirakan jumlah bodi pada suatu model. Pada menu tersebut kita juga dapat memperkirakan nilai suseptibilitas batuan.

Lintasan ini melintasi Sesar Rahtawu yang berarah Utara - Selatan pada Semenanjung Muria. Pada

leg 2 ini nilai kemagnetan didominasi oleh nilai negatif dengan nilai minimum mencapai $< -157\text{nT}$. Hampir tidak ada nilai kemagnetan positif yang mencolok kecuali pada titik amat 1750 – 2000m yang mencapai nilai maksimum sekitar $> 78.5\text{nT}$.

Pada bagian tengah penampang tepatnya pada titik amat 1750 – 2000m terdapat perbedaan nilai kemagnetan yang sangat besar mencapai $\pm 235.5\text{nT}$. Dengan perbedaan yang besar seperti itu bisa dikatakan kalau di daerah tersebut terdapat sesar. Kemungkinan sesar tersebut adalah perpanjangan Sesar Rahtawu sesuai dengan arah lintasan yang memotong Sesar Rahtawu yang berarah Utara – Selatan.

Bila dilihat dari intensitas magnet dan harga suseptibilitas, batuanya didominasi oleh batuan sedimen, yaitu untuk bodi berwarna biru muda dan biru tua berupa batupasir, batugamping dan batulempung (Patra Nusa Data, 2005). Sedangkan bodi berwarna merah dan hijau adalah batuan hasil intrusi Gunung Muria dan Gunung Genuk berupa andesit. Bodi berwarna hijau adalah basal yang mempunyai intensitas magnet lebih rendah (Sutikno Bronto, 2007).

Leg 3

Pada leg 3 dapat dikelompokkan secara garis besar ada enam buah bodi batuan. Bodi pertama yaitu bodi berwarna merah muda. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas 0.0030nT . Bodi dengan nilai positif diartikan sebagai batuan yang mempunyai mineral yang bersifat magnetik. Besar harga suseptibilitas bergantung terhadap kemampuan mineral menerima dan terpengaruh oleh medan magnetik. Bodi dua yaitu bodi berwarna merah tua. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas 0.0027nT . Antara bodi satu dengan bodi dua tidak memiliki harga suseptibilitas yang berbeda jauh. Diasumsikan jenis batuanya sama (Teknik Geofisika ITB, 2004). Bodi tiga adalah bodi berwarna merah

kecoklatan. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas 0.0022nT . Bodi ini memiliki mineral bersifat magnetik lebih kecil dari bodi satu dan dua. Bodi keempat adalah bodi berwarna biru tua. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas 0.000nT . Bodi lima adalah bodi berwarna biru tua. Bodi ini memiliki nilai suseptibilitas 0.000nT . Tidak ada perbedaan antara bodi empat dan bodi lima. Kedua bodi ini dijadikan sebagai bodi acuan. Bodi dengan nilai suseptibilitas 0nT dijadikan sebagai bodi acuan (Teknik Geofisika ITB, 2004). Bodi nomor enam berwarna biru muda. Mempunyai nilai suseptibilitas -0.001nT . Bodi dengan nilai negatif tidak mempunyai mineral magnetik. Bodi dengan nilai positif adalah batuan beku atau batuan vulkanik. Bodi dengan nilai negatif adalah batuan sedimen (Teknik Geofisika ITB, 2004). Pembentukan bodi batuan diproses oleh menu *edit the model*. Pada menu tersebut kita dapat memperkirakan jumlah bodi pada suatu model. Pada menu tersebut kita juga dapat memperkirakan nilai suseptibilitas batuan.

Lintasan ini melintasi Sesar Jepara dan Sesar Bangsri dengan arah Tenggara – Barat Laut. Pada lintasan leg 3 ini kemagnetan didominasi oleh. Pada lintasan ini bisa terdapat dua buah anomali magnetik yang mencolok. Pada titik amat 300 – 500m dan pada titik amat 2000 – 2100m. Pada pola pemodelan yang terdapat pada titik amat 300 – 500m terlihat sebuah bentuk kompleks yang berbentuk seperti gergaji. Daerah tersebut merupakan daerah yang memiliki struktur geologi yang kompleks (Alanda Idral, 2005). Pada titik amat 2000 – 2100m juga terdapat sebuah anomali yang mencerminkan perbedaan kontras nilai kemagnetan dengan kondisi sekitar. Anomali tersebut berbentuk seperti sebuah tonjolan sebanyak satu buah. Dapat disimpulkan bahwa anomali tersebut juga berupa struktur sesar tetapi dengan kondisi yang tidak sekompleks seperti pada titik amat 300 – 500m.

Bila dilihat dari nilai kemagnetannya yang didominasi oleh nilai negatif dengan sedikit nilai positif, maka daerah tersebut disusun oleh batuan sedimen dan sedikit bongkah dari Gunung Muria dan Gunung Genuk (Sutikno Bronto, 2007). Bila dilihat dari susceptibilitas dan penelitian geologi sebelumnya (Patra Nusa Data, 2006) maka batuan penyusunnya merupakan batugamping, batupasir dan batulempung untuk bodi berwarna biru muda. Sedangkan nilai susceptibilitas tinggi merupakan batuan intrusi Gunung Muria dan Gunung Genuk berupa batuan andesit untuk bodi berwarna merah dan basal untuk bodi berwarna coklat (Sutikno Bronto, 2007).

Bila dilihat dari pola struktur sesar penelitian sebelumnya (Huttubessy, 2003), kemungkinan sesar yang terlihat pada pemodelan magnetik adalah penerusan dari Sesar Bangsri dan Sesar Jepara. Hal ini juga mendukung pernyataan Usman dan Lugra yang meneliti daerah tersebut pada tahun 2006 bahwa kemungkinan terjadi penerusan Sesar Bangsri dan Sesar Jepara ke arah laut dengan arah Tenggara – Barat Laut.

Penampang Anomali Magnet Total Leg 1, Leg 2 dan Leg 3

Dari pembahasan data diatas dapat dikaji bahwa hampir pada semua lintasan menampakkan adanya indikasi sesar, baik yang kompleks maupun yang sederhana. Penentuan ada tidaknya sesar tersebut dapat dilihat dari besarnya kontras anomali positif dan negatif serta berdasarkan data susceptibilitas batuan antara bodi utama yang mempunyai nilai tinggi dengan batuan acuan yang mempunyai nilai lebih rendah. Dalam hal ini leg 1 terdapat perpanjangan sesar Tayu berarah Barat Daya – Timur Laut. leg 2 terdapat perpanjangan sesar Rahtawu yang berarah Utara – Selatan, dan leg 3 terdapat perpanjangan sesar Sesar Bangsri dan Sesar

Jepara yang berarah Tenggara – Barat Laut.

Pada *leg 1 line 3* terdapat empat buah sesar. Dua sesar mayor dan dua buah sesar minor. Pada *leg 1 line 3* terdapat perpanjangan dua buah sesar mayor hingga *leg 1 line 4*, *leg 2* dan *leg 3*.

Pada *leg 1 line 4* terdapat dua buah sesar mayor, merupakan perpanjangan dari sesar mayor dari *leg 1 line 3*.

Pada *leg 2* terdapat dua buah sesar mayor. Sesar ini kemungkinan juga mempunyai hubungan dengan sesar mayor dari sesar mayor *leg 1 line 3* dan *4*. Sesar mayor yang besar terdapat pada titik amat 1750 – 2000 m.

Pada *leg 3* terdapat dua buah sesar mayor dan empat buah sesar minor. Kedua sesar mayor mempunyai hubungan dengan *leg 1 line 3, 4*, dan *leg 2*.

Berdasarkan data susceptibilitas dan data geologi peneliti terdahulu (Sutikno Bronto, 2007; Usman & Lugra, 2007) bisa disimpulkan batuan bawah permukaan tersusun atas batuan intrusi hasil Gunung Muria dan Gunung Genuk yang kemungkinan berupa andesit dan basal. Batuan ini berlaku untuk bodi yang mempunyai harga susceptibilitas tinggi dari bodi sekitarnya. Untuk menentukan jenis batuan sebenarnya tidak dapat hanya dengan menggunakan data geomagnet karena kurang tepat untuk dijadikan sebagai acuan untuk menentukan nama batuan secara tepat. Yang dapat diambil kesimpulan pada data susceptibilitas geomagnet hanyalah menentukan kemungkinan nama batuan. Untuk itu harus dikombinasikan dengan data bor.

Bodi dengan nilai susceptibilitas rendah $< -0.0001\text{nT}$ kemungkinan berupa batuan sedimen (Teknik Geofisika ITB, 2004). Tersusun atas batupasir, batugamping dan batulempung. Batuan termuda pada Cekungan Pati adalah Batuan Gunungapi Muria dan Gunungapi Genuk (Patra Nusa Data, 2006; T.suwarti & Wikarno, 1992).

KESIMPULAN

Zona anomali dengan kontras yang besar antara nilai anomali positif dan anomali negatif terdapat pada semua *leg*, kecuali pada *leg 1 line 1* dan *leg 1 line 2*. Sesar mayor yang terdapat pada kedua *leg* ini kemungkinan menerus sampai *leg 2 & leg 3*.

Leg 1 memotong Sesar Tayu yang berarah Barat Daya - Timur Laut. Pada *line 3* dan *line 4* terdapat indikasi sesar yang menunjukkan ada penerusan Sesar Tayu ke arah laut. Khusus pada *line 3* terdapat indikasi struktur sesar yang kompleks.

Leg 2 memotong Sesar Rahtawu yang berarah Utara - Selatan. Pada bagian tengah *leg* yang berarah Barat - Timur ini juga terdapat indikasi sesar yang menunjukkan bahwa Sesar Rahayu menerus ke arah laut. Diperkirakan ada pergeseran sesar yang cukup besar.

Leg 3 memotong memotong Sesar Jepara dan Sesar Bangsri. Pada *leg* ini terdapat struktur sesar yang kompleks pada bagian Barat Daya. Dari pemodelan *leg 3* ini kedua sesar tersebut juga diperkirakan menerus ke arah laut. Pada *leg 3* ini diperkirakan terdapat dua sesar mayor dan tiga sesar minor.

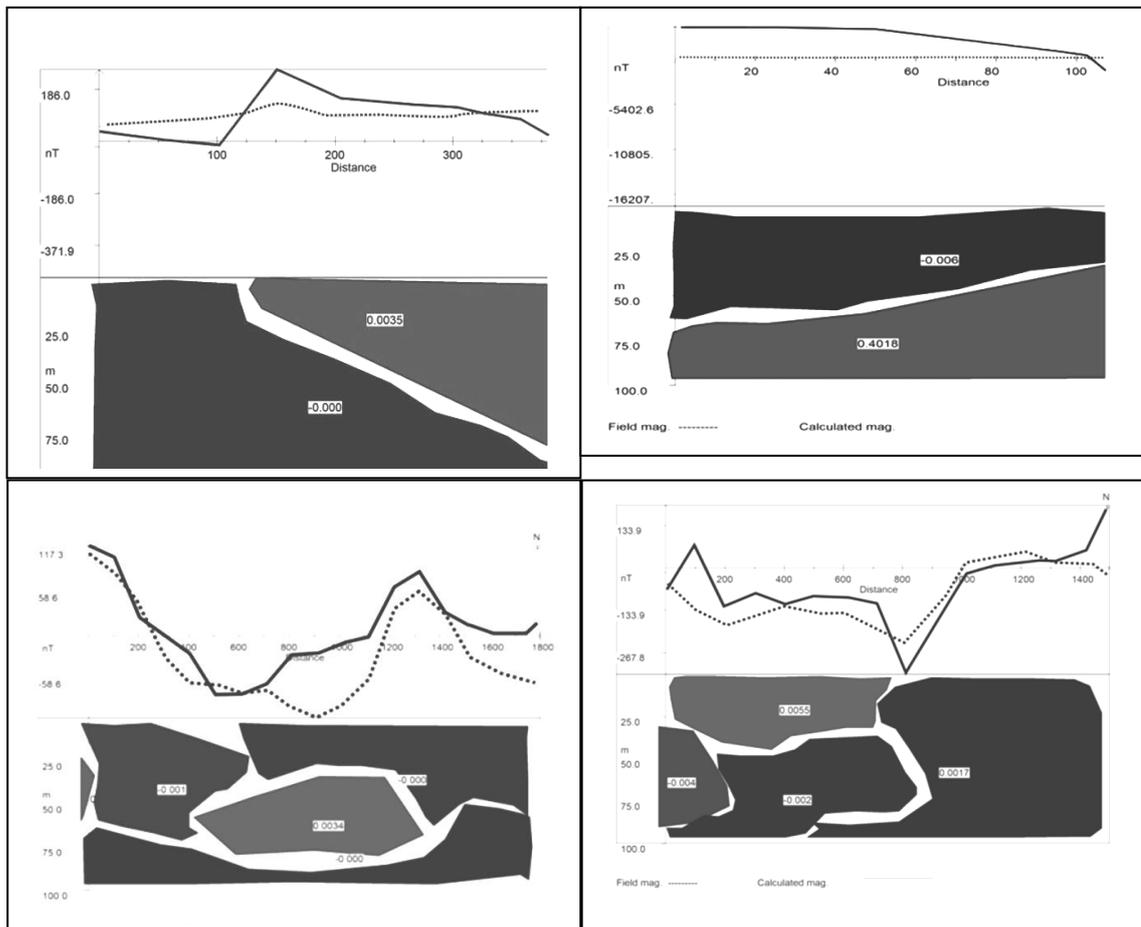
Batuan yang dapat diidentifikasi secara umum adalah batuan sedimen yang terdiri dari batupasir, batulempung, dan batugamping. Sedangkan untuk batuan vulkanik adalah batuan yang berasal dari Gunung Genuk dan Gunung Muria seperti diorit dan basal.

Dari hasil kesimpulan di atas ternyata dapat diketahui semua *leg* menunjukkan bahwa sesar - sesar yang terdapat di daerah Semenanjung Muria menerus ke arah laut. Sesar tersebut sangat berpengaruh bagi kestabilan daerah Cekungan Pati bagian Selatan. Daerah Cekungan Pati bagian Selatan kemungkinan dapat terjadi gempa dangkal akibat adanya kembali sesar - sesar yang terdapat di Cekungan Pati bagian Selatan.

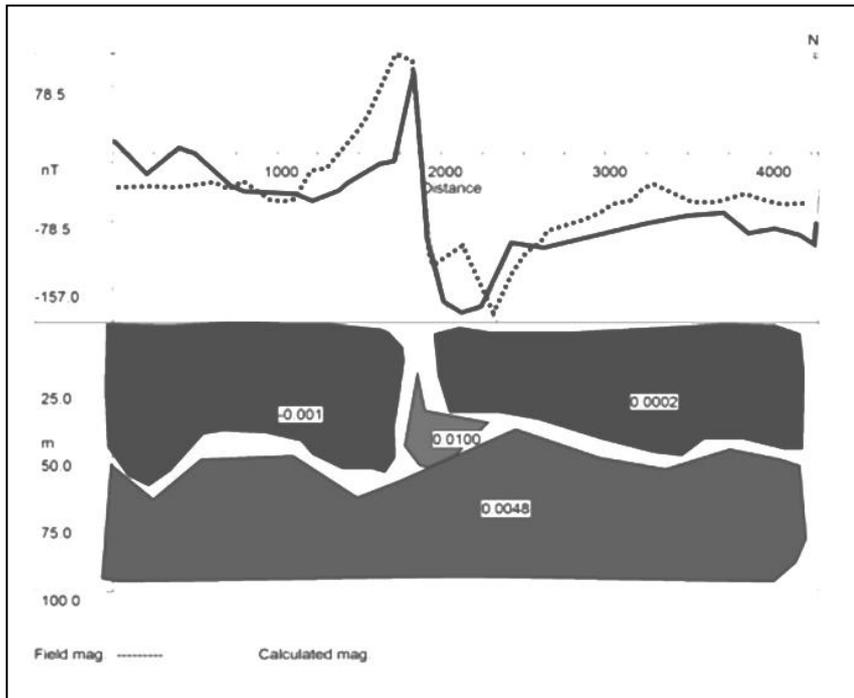
DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S., 1974. *Evolusi Geologi Jawa Tengah dan Sekitarnya Ditinjau dari Teori Tektonik Dunia yang Baru*, Tesis Doctor ITB.
- Afrianta. 2004. Laporan Kerja Praktik. *Penentuan Struktur Batuan Perairan Pulau Karimata Dengan Menggunakan Metode Geomagnetik Marine*, P3GL. Bandung. Tidak diterbitkan.
- Batan Tenaga Nuklir Nasional, 2006. *Status Persiapan Pembangunan PLTN di Indonesia*, Rapat Batan - Balitbang ESDM - Badan Geologi, Jakarta 22 Juni 2006.
- Bronto, Sutikno, 2007. *Gunung Api Maar di Semenanjung Muria*. Pusat Survei Geologi. Bandung.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonic of the Indonesian Regions*, United States Geological Survey Prof. Paper DC, 1078, 345 p.
- Hutubessy, S., 2003. Struktur Sesar Bawah Permukaan dan Implikasinya Terhadap Pemunculan Kelompok Gunungapi di Semenanjung Muria, Jawa Tengah, Berdasarkan Pendekatan Analisis Gaya Berat, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral* No. 133 Vol. XII, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, hal.37 - 54.
- Kadar, D. dan Sudijono. 1993, Peta Geologi Lembar Rembang, Skala 1 : 100.000, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.
- Kertapati, E., A. Soehaimi dan Djumhana, 1992, Peta Seismotektonik Indonesia, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.
- Kertapati, E., 2006. *Peta Seismotektonik Indonesia*, Bahan Presentasi Rapat Persiapan Tapak PLTN Muria, Cisarua Bogor.
- Kusnida, Dida, 2000. *Teori dan Aplikasi Metode Magnetik Laut. PPGL Bidang Geofisika Kelautan*. Bandung
- Patra Nusa Data, 2006, *Indonesia Basin Summaries*, Jakarta
- Perissoratis, C., 1995. The Santorini Volcanic Complex and its Relation to the Stratigraphy and Structure

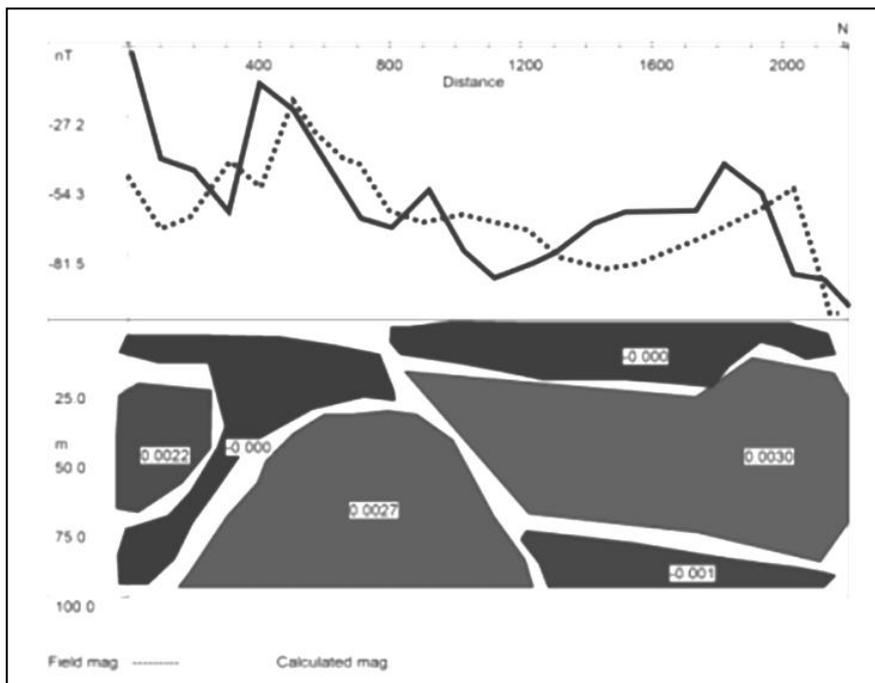
- of the Aegean Arc, Greece, *Marine Geology*, Vol. 128. No. 1 / 2, p.37-58.
- Satyana, Awang H., 2007, *Pulau dan Selat Muria*. iagi-net@iagi.or.id.
- Sidarto, N. Suryono dan P. Sanyoto, 1999. Sistem sesar Pengontrol Pemunculan Kelompok Gunungapi Muria Hasil Penafsiran Citra Landsat, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, No. 99. Vol. IX, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simandjuntak, T.O., 1994. Tsunami dan Gempabumi Dalam Pinggiran Lempeng Aktif Indonesia, Seminar Sehari Masalah Tsunami di Indonesia dan Aspek-aspeknya, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung, hal. 42 - 77.
- Suwarti, T. dan R. Wikarno. 1992, Peta Geologi Lembar Kudus, Skala 1 : 100.000, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.
- Telford.W.M, Geldart L.P, Sherif R.E, Keys D.A. 1988. *Applied Geophysics*. Cambridge University. Sydney
- Usman, E. Dan Luga, I.W., 2007. Struktur Sesar di Perairan Semenanjung Muria dan Pengaruhnya Terhadap Rencana Tapak Konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), *Jurnal Geologi Kelautan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.



Gambar 1. Leg 1 line 1, Leg 1 line 2, Leg 1 line 3 dan Leg 1 line 4

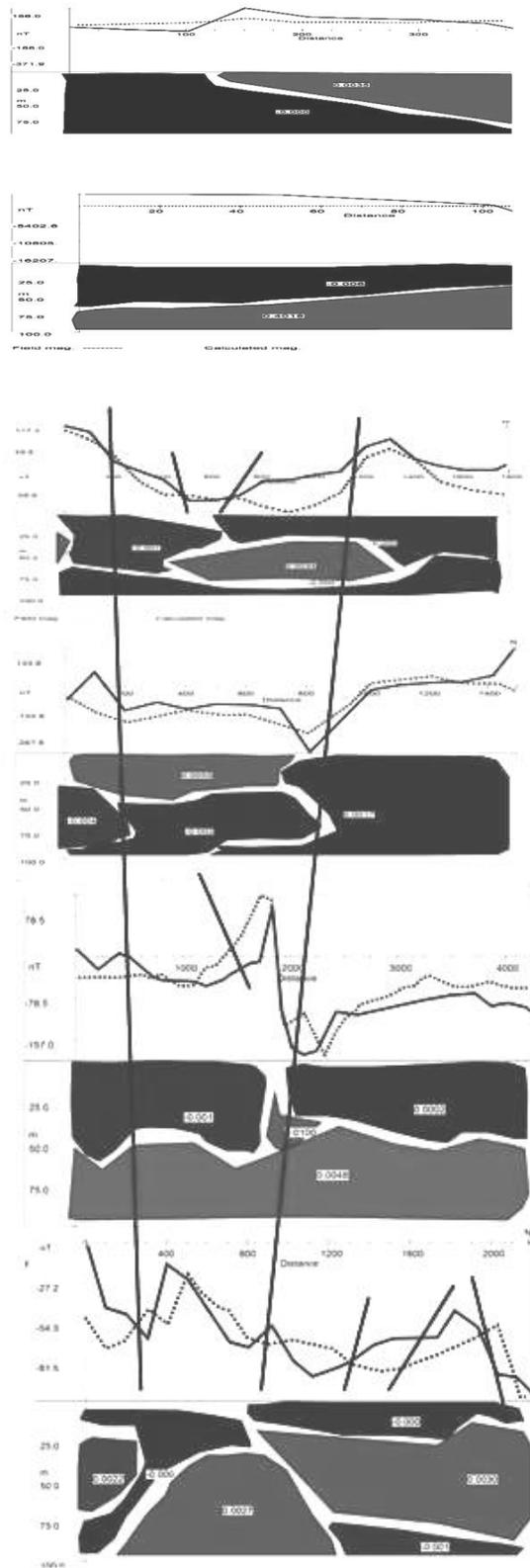


Gambar 2. Leg 2

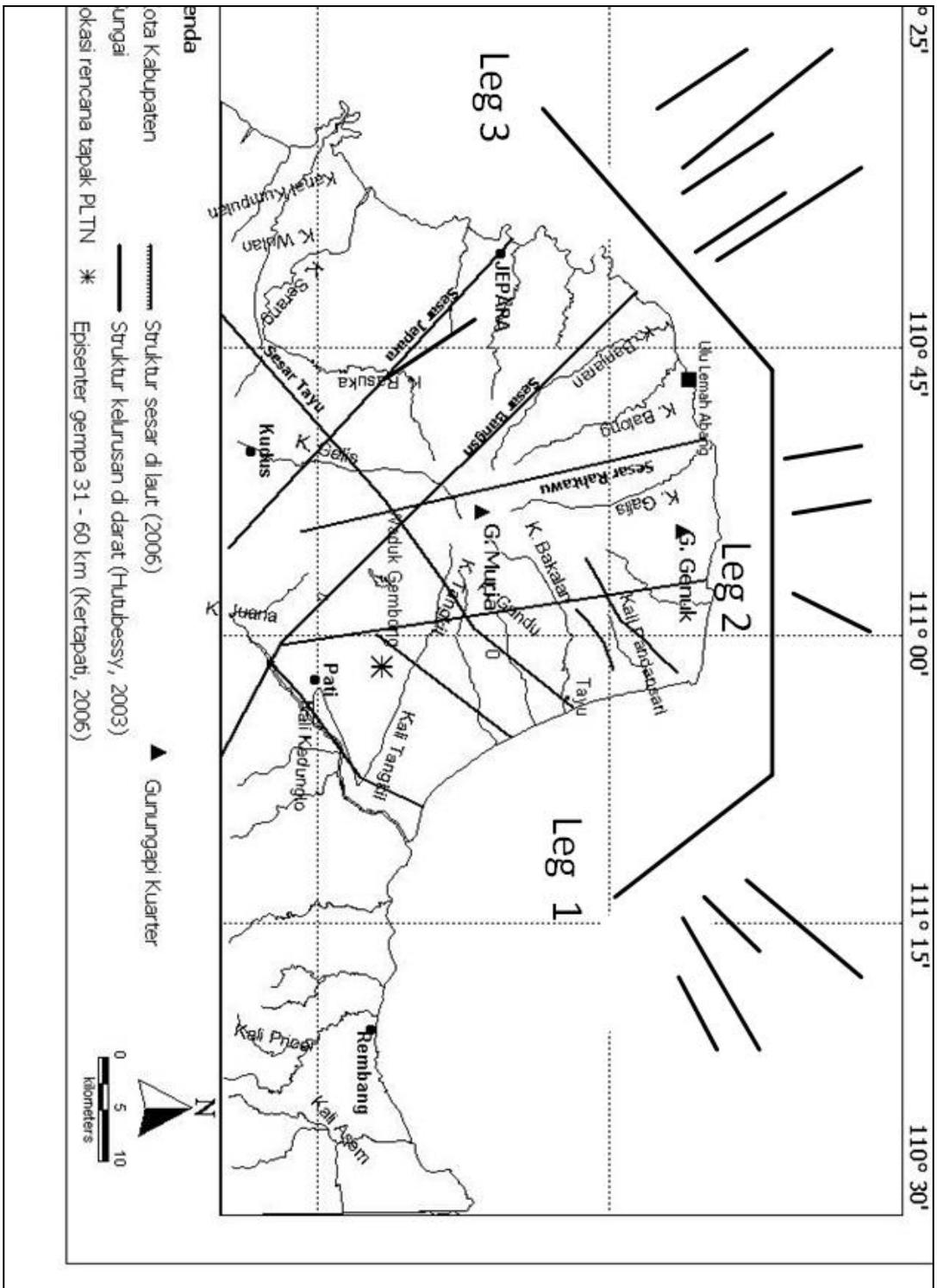


Gambar 3. Leg 3

Geomagnet dan hubungannya dengan konfigurasi struktur geologi bawah permukaan Cekungan Pati Bagian Selatan, Jepara, Jawa Tengah (Andi Agus Noor)



Gambar 4. Penampang Anomali Magnet Total Leg 1, Leg 2 dan Leg 3



Gambar 5. Peta Pola struktur bawah permukaan Cekungan Pati bagian selatan