



## Konfigurasi Cekungan Tomori Berdasarkan Data Gayaberat *Tomori Basin Configuration Based on Gravity Data*

Tatang Padmawidjaja

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

e-mail: [tatangpadma@gmail.com](mailto:tatangpadma@gmail.com)

Naskah diterima : 20 April 2018, Revisi terakhir : 31 Januari 2019 Disetujui : 31 Januari 2019, Online : 6 Februari 2019

DOI: 10.33332/jgsm.2019.v.20.1.27-36

**Abstrak-** Penelitian geofisika di Cekungan Tomori, Teluk Kolonodale menggunakan metode gayaberat dilakukan untuk mengetahui perangkap struktur antiklin yang terkait dengan keterdapatan hidrokarbon. Terdapatnya rembesan hidrokarbon di beberapa tempat mengindikasikan bahwa hidrokarbon telah terbentuk di daerah ini, walaupun belum diketahui sebarannya. Hasil survei gayaberat memperlihatkan bahwa anomali *Bouguer* dapat dikelompokkan ke dalam dua satuan, yaitu kelompok anomali gayaberat 40 mGal hingga 120 mGal yang diduga batuan ultrabasa dan kelompok anomali gayaberat 30 mGal hingga -80 mGal yang diduga batuan sedimen. Berdasarkan hasil pemodelan rapat massa bawah permukaan, jenis batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu Lapisan Kenozoikum (rapat massa 2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup>), Batuan Mesozoikum (rapat massa 2.6-2.7 gr/cm<sup>3</sup>), dan Batuan Alas (rapat massa 2.8-2.9 gr/cm<sup>3</sup>). Ditemukan pula pola anomali melingkar memanjang dengan nilai anomali 0-2 mGal dan rapat massa 2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup> yang diduga sebagai perangkap struktur hidrokarbon. Potensi batuan induk terdapat pada anomali 0 mGal hingga -10 mGal yang kemudian ditafsirkan sebagai dapur minyak pada daerah sub-cekungan. Potensi batuan waduk yang diduga lapisan Kenozoikum di Salodik mempunyai rapat massa 2.5 gr/cm<sup>3</sup>. Batuan alas di kedalaman 3.5-4 km, berasal dari Kelompok batuan malihan dan vulkanik.

**Katakunci:** Gayaberat, cekungan, anomali sisa, sesar, antiklin.

*Abstract-Geophysical research in Tomori Basin, Kolonodale Bay using the gravity method was carried out to identified anticline structural trap in associated with hydrocarbon prospect. The occurrence of hydrocarbon seepage in some places, indicates that hydrocarbon have been formed although its distribution is not clearly known. The gravity Bouguer anomaly resulted two groups of rock units: the group of 40 mGal up to 120 mGal gravity anomaly represent ultramafic rocks, and group of 30 mGal up to -80 mGal gravity anomaly reflected a sedimentary rocks basin. The subsurface modelling of the rock density can be grouped into three layers: the Cenozoic (2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup> density), the Mesozoic (2.6-2.7 gr/cm<sup>3</sup> density), and the Basement ( 2.8-2.9 gr/cm<sup>3</sup> density). Elongated and vertical closures are reflected by anomaly 0-2 mGal with density 2.5 gr/cm<sup>3</sup> to 2:55 mGal which are supposed to be oil and gas structures. The Source rock is characterized by 0 to -10 mGal anomaly interpreted as oil kitchen in the sub-basin area. Location of the reservoir rock is assumed in the Cenozoic layer in the Salodik Group with having density of 2.5 gr/cm<sup>3</sup>. The Basement is estimated at depth of 3.5-4 km, derived from the Group of metamorphic and volcanic rocks.*

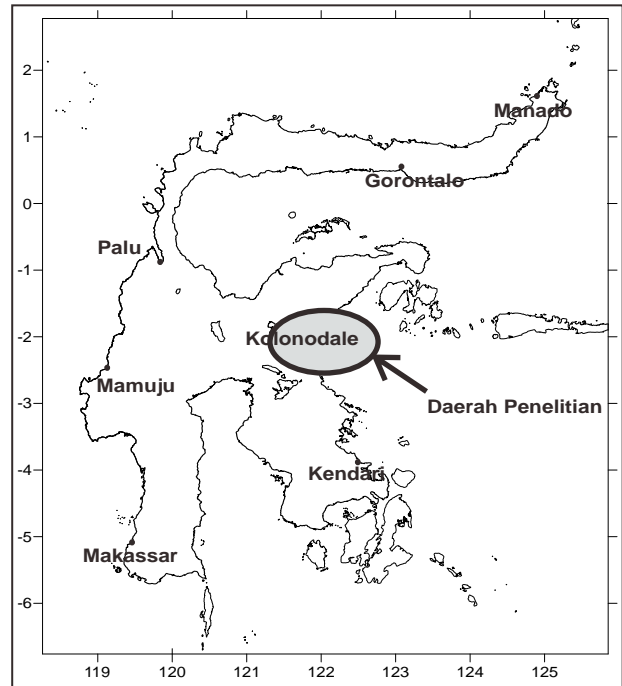
**Keyword:** Gravity, basin, residual anomaly, fault, anticline.

## PENDAHULUAN

Penelitian geofisika dengan metode gayaberat telah selesai dilakukan di Cekungan Tomori, Teluk Kolonodale, Kabupaten Kolonodale, Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan karena data gayaberat di daerah tersebut masih kurang dan bersifat regional. Penambahan data yang lebih rinci dilakukan untuk mengetahui struktur tutupan (*closure*) anomali gayaberat sebagai perangkap struktur hidrokarbon di daerah tersebut. Dengan menambah data yang lebih rinci, diharapkan dapat membantu pihak investor dalam penelitian dan eksplorasi lanjutan wilayah kerja mereka.

Penelitian gayaberat yang dilakukan di daerah ini bermaksud untuk mengetahui keterdapatan struktur antiklin, dalam kaitannya dengan terdapatnya rembesan hidrokarbon di daerah tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk menemukan lapangan hidrokarbon baru yang diduga telah membentuk perangkap struktur dan perangkap stratigrafi. Penggabungan data gayaberat darat dan laut dapat menggambarkan konfigurasi perangkap antiklin di permukaan. Hal yang sama juga telah dilakukan penelitian di daerah lain (Panjaitan dan Subagio, 2014). Dengan diketahuinya nilai rapat massa batuan, kedalaman serta ketebalan batuan sedimen, struktur geologi yang berkembang, dan konfigurasi batuan dasar, diharapkan daerah kandidat waduk hidrokarbon di bawah permukaan dapat ditentukan.

Rembesan minyak di daerah Cekungan Tomori sudah diketahui sejak tahun 1993, seperti yang ditemukan di daerah Boba Kecamatan Baturube pada Formasi Tokala berumur Trias-Jura (Suroño dkk., 1994). Demikian juga di daerah Bungku di S. Wosu sekitar 5 km ke arah barat Desa Wosu, juga merembes pada Formasi yang sama (Simanjuntak dkk., 2011). Rembesan gas juga terdapat di sebelah barat Kampung Emida. Namun dari hasil penelitian selama ini belum ditemukan lokasi-lokasi perangkap hidrokarbon di daerah tersebut. Seismik dan pemboran di darat juga belum pernah dilakukan kecuali di lepas pantai sekitar Teluk Kolonodale pada sumur bor Tolo-1 yang dinyatakan tidak berhasil (*dry hole*), demikian juga di sumur Dongkala-1. Keberadaan hidrokarbon berhasil ditemukan pada Sumur Kalomba-1, walaupun tidak ekonomis. Dilaporkan serpih Formasi Tomori bagian bawah dan serpih Formasi Matindok terbentuk sebagai batuan induk di Cekungan Tomori daerah Batui Luwuk. Formasi tersebut juga bisa diharapkan sebagai batuan induk di Teluk Kolonodale, karena formasi ini juga tersingkap di daerah Wosu atas. Penambahan titik ukur gayaberat di darat maupun di laut akan dapat menentukan lokasi tutupan di permukaan.



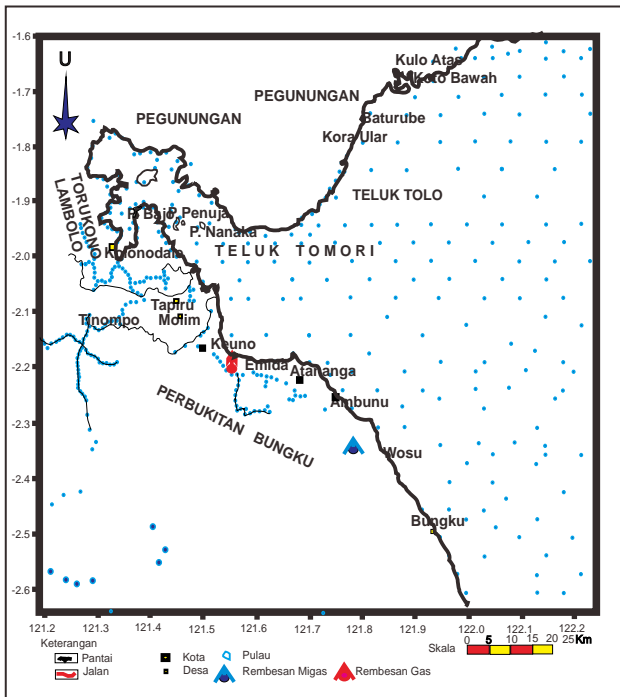
sumber: Panjaitan dan Subagio (2014)

**Gambar 1.** Lokasi daerah penelitian di Cekungan Tomori, Teluk Kolonodale

## METODOLOGI

Penelitian geofisika yang diterapkan di Cekungan Tomori, Teluk Kolonodale adalah dengan metode gayaberat. Interval pengukuran di daerah tersebut dilakukan dengan titik ukur 500-1000 m (Gambar 2), di daerah batuan metasedimen dan ultrabasa dengan interval 2000-3000 m, sedangkan di daerah perbukitan tinggi digunakan data gayaberat regional yang telah ada (Siagian dkk., 2007).

Metode gayaberat menggunakan konsep adanya perbedaan kecil medan gayaberat yang disebabkan distribusi massa jenis batuan tidak merata di kerak bumi. Perbedaan massa jenis ini akan menimbulkan medan gayaberat tidak merata, yang terukur di permukaan bumi. Pengukuran medan gayaberat dilakukan dengan satu perangkat gravimeter La Coste & Romberg Type G816 dengan nilai pembacaan 0-7000 mGal dengan ketelitian 0.01 mGal, dan apungan rata-rata kurang dari 1 mgal setiap bulannya. Sebelum melakukan pengukuran di lapangan, ditentukan terlebih dahulu pembacaan di DGO Museum Geologi Bandung. Nilai pengukuran tersebut diturunkan ke titik pangkal (*base station*) yang ada di daerah Kolonodale yang sudah ditentukan oleh Tim Pusat Survei Geologi terdahulu (2007). Selanjutnya, *base station* berfungsi sebagai titik ikat terhadap pengukuran yang dilakukan selama di lapangan (Siagian dkk., 2007).



**Gambar 2.** Lokasi titik ukur gayaberat interval 500 m, 1000 m dan 2000 m berjumlah 726 titik data sekunder data sekunder daerah darat dan laut 239 titik di Teluk Kolonodale dan sekitarnya.

Pengolahan data gayaberat meliputi konversi nilai skala alat ke nilai satuan gayaberat (mGal) yang dihitung dengan beberapa koreksi sebagai berikut: pasang surut (*tide correction*), apungan alat (*drift correction*), efek udara bebas (*free air correction*), efek *bouguer slab*, dan topografi (*terrain correction*). Setelah selesai, maka didapatkan nilai anomali *Bouguer*, dan selanjutnya disajikan dalam bentuk peta anomali *Bouguer*. Lebih jelasnya, rumus untuk mendapatkan anomali *Bouguer* adalah sebagai berikut:

$$BA = G_{obs} - G_0 - B.C + FA.C + TC + C.$$

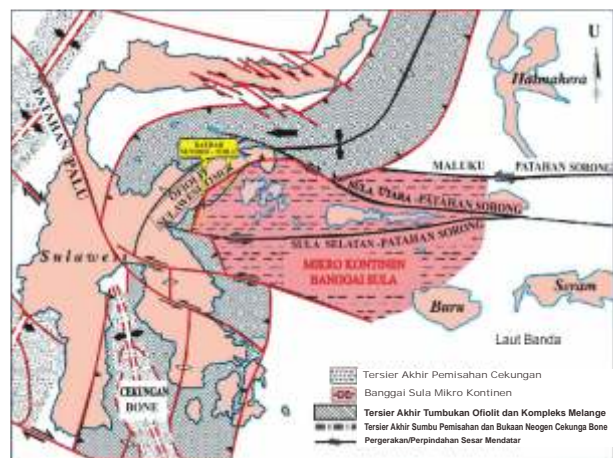
Dimana :

- BA : Anomali *bouguer*
- $G_{obs}$  : Nilai gayaberat pengamatan
- $G_0$  : Nilai gayaberat pada suatu lintang
- BC : Koreksi *bouguer*
- TC : Koreksi medan
- FAC : Koreksi udara bebas
- C : Koreksi pasang surut

## GEOLOGI REGIONAL

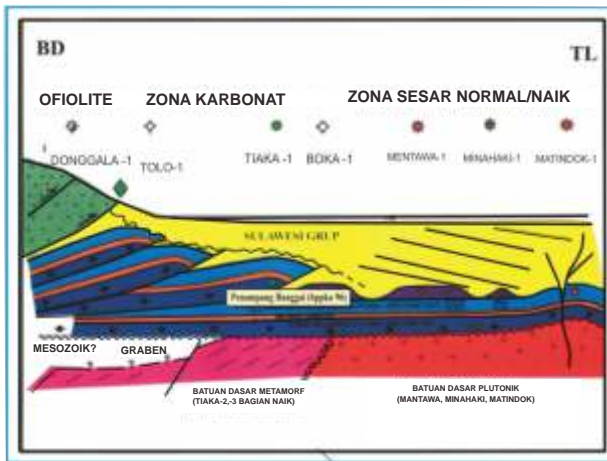
Benua Mikro Banggai-Sula di Indonesia bagian timur merupakan fragmen atau pecahan Benua Australia -

Papua Nugini yang terpisah selama Mesozoikum Akhir (Gambar 3). Stratigrafi di Benua Mikro Banggai-Sula sangat mirip dengan batuan seumur dari Fragmen Benua Australia di Papua Nugini yang kini terpisah lebih 1200 km ke timur. Benua Mikro Banggai-Sula berasal dari Paparan Australia yang telah teralih-tempatkan lebih dari 2500 km. Hal ini didukung oleh kesamaan pada umur dan tipe dari batuan alas pada stratigrafi berumur Mesozoikum dan pada ketidakselarasan berumur Mesozoikum yang merupakan tanda dimulainya pemekaran Australia – Papua Nugini bagian utara (Pigram dan Surono, 1985). Selama Mesozoikum, Benua Mikro Banggai-Sula pecah dan terlepas ke barat dan mengarah ke Lempeng Benua Asia. Banyak teori menerangkan bahwa terjadi perubahan tempat secara lateral sepanjang sistem patahan Sula barat dan selatan Sorong. Struktur-struktur Resen dari bagian barat Taliabu dengan bagian *offshore* menunjukkan dominasi struktur berarah utara-selatan. Peristiwa tersebut kemungkinan menjadi sebagai penyebab dihasilkannya struktur sesar naik (*thrust*) di Sulawesi bagian Timur pada Cekungan Tomori daerah Kolonodale yang bertindak sebagai perangkap struktur hidrokarbon di daerah ini (Gambar 4). Tumbukan antara Banggai-Sula dengan Lempeng Asia terjadi dari Miosen Tengah sampai Pliosen. Tumbukan tersebut menghasilkan Ofiolit Sulawesi dan sesar kelopak pada bagian Timur dari Lempeng Mikro Banggai-Sula (Hall and Wilson, 2000). Akibat terjadinya tektonik di daerah penelitian ini mengakibatkan deformasi yang menghasilkan penyesaran bongkah sehingga terbentuk sejumlah cekungan kecil dan tinggian-tinggian struktur. Tinggian struktur menyebabkan terbentuknya perangkap hidrokarbon yang membentuk beberapa lapangan hidrokarbon di Cekungan Tomori (Gambar 5).



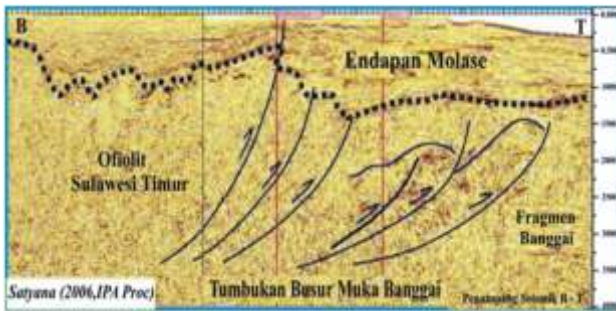
Sumber: Hall and Wilson (2000)

**Gambar 3.** Subduksi Benua Mikro Banggai-Sula dengan Sulawesi bagian timur membentuk zona subduksi di Teluk Tomori di daerah Kolonodale.



Sumber: Pertamina, 1996 dalam Satyana (2006)

**Gambar 4.** Penampang Seismik yang memperlihatkan tumbukan Banggai Fragmen dengan Sulawesi Timur menghasilkan sesar-sesar naik sebagai perangkap struktur hidrokarbon.



Sumber: Satyana (2006)

**Gambar 5.** Penampang subduksi Banggai-Sula dengan Sulawesi Timur hubungannya dengan lapangan minyak Cekungan Tomori, Luwuk dan Kolonodale.

Sejak Paleozoikum, secara tektonik daerah ini merupakan bagian dari kerak Benua Australia yang terdiri dari batuan malihan, granit, dan batuan vulkanik sebagai batuan alas yang diduga berumur Permo-Karbon sampai Trias. Pada jaman Jura Awal terjadi pemekaran Benua Mikro Banggai Sula dari Gondwana di dalam tepian paparan benua. Penurunan akibat pemekaran ini terus berlangsung hingga Jura Akhir, bersama dengan terendapkannya formasi batuan sebagai batuan induk maupun sebagai batuan reservoir (Gambar 6), di lingkungan peralihan sampai laut dalam (Handiwiria, 1990). Stratigrafi lokal daerah penelitian merupakan batuan dari Mandala Banggai Sula yang terdiri dari beberapa formasi, meliputi:

Formasi Tokala: perselingan batugamping klastika, batupasir, serpih napal, dan batulempung pasiran

dengan sisipan argilit, berumur Trias-Jura Awal, ketebalan melebihi 1000 m. Formasi Nanaka: terdiri atas konglomerat, batupasir mikaan, serpih, dan lensa batubara yang berumur Jura, dan berketebalan mencapai 2000 m. Formasi Masiku: berupa batusabak serpih, filit, batupasir, batugamping dengan rijang, berumur Jura Akhir - Kapur Awal, ketebalan sekitar 500 m. Formasi Salodik: terdiri atas kalsilit batugamping pasiran, napal, batupasir, dan rijang, berumur Eosen Akhir - Miosen Awal. Formasi Matano: berupa kalsilit, napal, serpih, dan rijang, berumur Kapur Akhir, ketebalan berkisar 550 m. Formasi Tomata: tersusun oleh perselingan batupasir konglomerat, batulempung, tuf dengan sisipan lignit, umur Miosen Awal - Pliosen. Kompleks Ultramafik: harzburgit, lherzolit, wehrlit, websterit, serpentinit, dunit, diabas, dan gabro (Simanjuntak dkk., 2011).

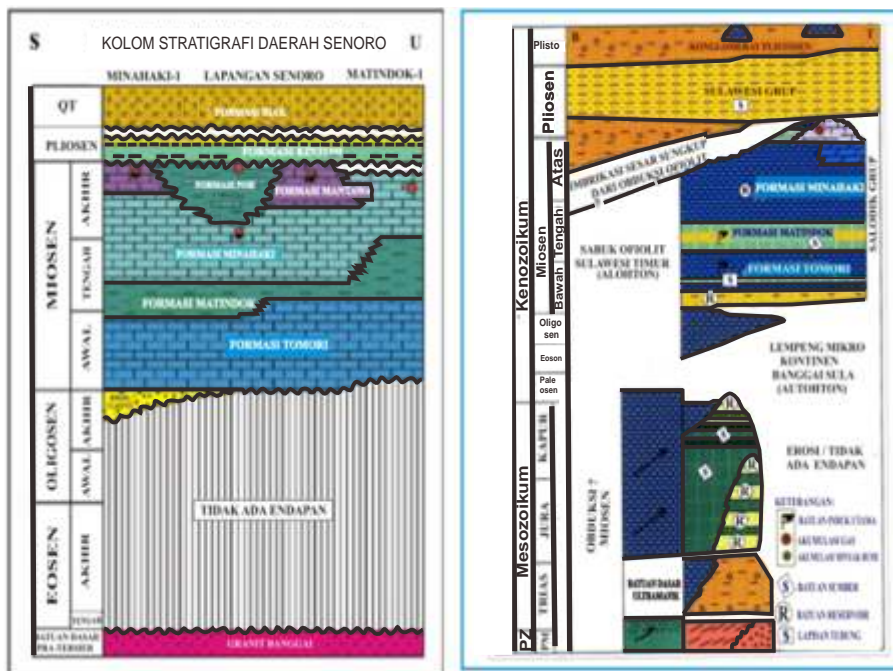
**ANOMALI BOUGUER**

Berdasarkan peta anomali *Bouguer* Cekungan Tomori, Teluk Kolonodale (Gambar 7), secara garis besar anomali di daerah ini dapat di kelompokkan ke dalam dua satuan, kemudian dikorelasikan dengan singkapan batuan di permukaan atau dengan peta geologi, yaitu:

1. Kelompok anomali gayaberat 40 mGal hingga 120 mGal menempati daerah batuan ultrabasa.
2. Kelompok anomali gayaberat 30 mGal hingga -80 mGal menempati daerah cekungan batuan sedimen.

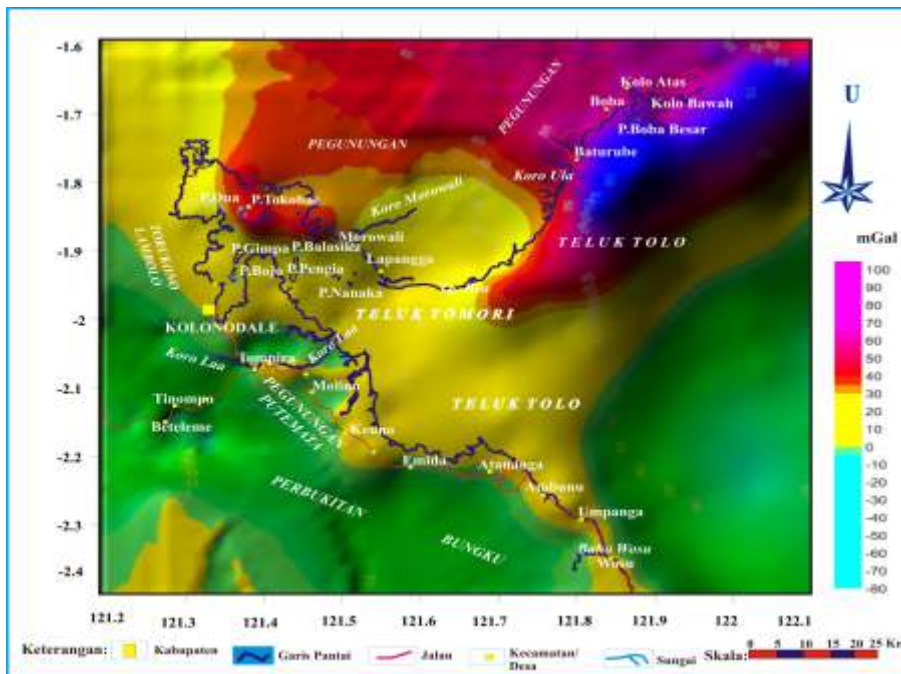
Terbentuknya anomali *Bouguer* tinggi di daerah penelitian terdapat di batuan ultrabasa yang tersebar cukup luas di bagian utara. Anomali tinggi, lebih besar dari 40 mGal, membentang arah baratdaya-timurlaut menerus hingga ke daerah timur Baturube, dan meluas hingga ke daerah Luwuk. Singkapan batuan dijumpai secara setempat di sepanjang jalan raya dan pesisir pantai Baturube. Di daerah Kolonodale, anomali menurun ke utara hingga batas 0 mGal, dan menunjam ke arah tenggara hingga ke arah lepas pantai, mencerminkan bahwa lapisan batuan sedimen miring ke arah tersebut.

Anomali yang lebih rendah antara 30 mGal hingga -80 mGal umumnya terbentuk di arah selatan dengan sebaran cukup luas dari arah barat Kolonodale hingga ke selatan lepas pantai Teluk Kolonodale dan Teluk Tolo. Cerminan anomali tersebut menandakan cekungan lapisan batuan sedimen cukup tebal mencapai 3-4 kilometer, tercermin dari data seismik maupun pada penampang anomali sisa.



Sumber: Handiwiria (1990)

**Gambar 6.** Kolom stratigrafi Lapangan Senoro Cekungan Tomori dan Cekungan Banggai yang memperlihatkan batuan induk dan reservoir hidrokarbon berumur Kenozoikum dan Mesozoikum.



**Gambar 7.** Peta anomali Bouguer yang memperlihatkan anomali tinggi di utara dan di selatan membentuk cekungan dari Beteleme hingga lepas pantai Cekungan Tomori, Kolonodale.

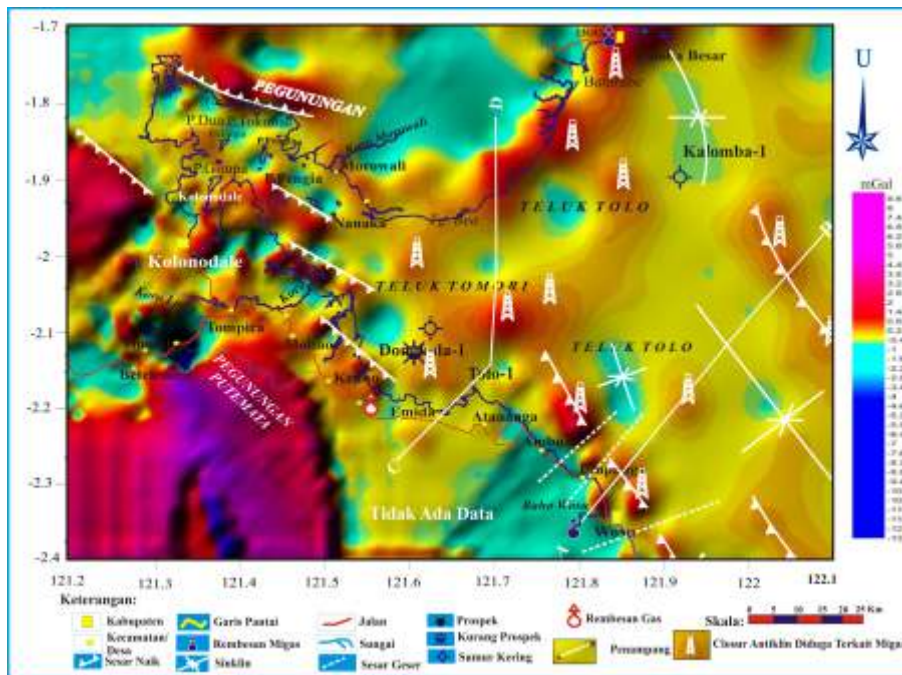
**ANOMALI SISA**

Peta anomali sisa yang ditafsirkan secara kualitatif (Gambar 8) adalah anomali yang lebih rinci jika dibandingkan dengan anomali regional dan anomali *Bouguer*. Anomali sisa merupakan selisih antara anomali *Bouguer* dengan anomali regional. Anomali ini digunakan untuk menganalisis anomali-anomali lokal dan struktur yang lebih dangkal. Anomali sisa antara 0.2 mGal hingga 8.6 mGal merupakan cerminan dari tinggian batuan ultrabasa yang membentang baratdaya-timurlaut searah dengan pola anomali *Bouguer*. Batuan ultrabasa tersebut umumnya tersingkap di permukaan akibat sesar naik, dicirikan oleh morfologi perbukitan sepanjang pesisir pantai. Batuan ultrabasa ini selalu bersentuhan dengan batuan Formasi Tokala yang berumur Trias-Jura di daerah Teluk Kolonodale. Rembesan minyak di daerah Boba Baturube dan di S. Wosu kemungkinan keluar melalui kontak bidang sesar antara batuan ultrabasa dengan Formasi Tokala.

Di daerah Boba, anomali sisa membentuk pola tinggian memanjang pada 8.6 mGal. Di daerah ini terdapat rembesan minyak di kebun dan di bawah jembatan sungai, yang keluar pada saat menggali pondasi. Rendahan anomali dari 0.2 mGal hingga -13 mGal

membentuk cekungan sedimen sangat luas di wilayah darat maupun lepas pantai. Pola anomali yang membentuk pola tinggian di lepas pantai dicirikan oleh lipatan-lipatan memanjang pada anomali 0 mGal hingga 2 mGal, dan sebagian kecil membentuk struktur tutupan lokal. Daerah anomali gayaberat yang membentuk struktur tutupan tersebut ditafsirkan sebagai daerah-daerah batuan waduk yang terkait dengan terbentuknya hidrokarbon di daerah ini. Luas tutupan umumnya berlebar mencapai 15-20 km, panjang mencapai 20-30 km, seperti yang terbentuk di dekat Sumur Tolo-1 lepas pantai. Struktur tutupan yang sama juga terdapat di lepas pantai Wosu, membentuk lipatan memanjang berarah utara-selatan. Struktur tutupan di wilayah darat umumnya lebih kecil jika dibandingkan dengan di lepas pantai, sehingga ditafsirkan di daerah darat kurang potensial dibanding potensi di laut.

Batuan sumber (*source rock*) diduga mempunyai anomali rendah antara -1 mGal hingga -4 mGal, dan membentuk sub-cekungan. Apabila hidrokarbon telah terbentuk di daerah ini, maka diduga telah bermigrasi melalui bidang patahan, dan terperangkap di tutupan anomali gayaberat berbentuk antiklin.



**Gambar 8.** Peta anomali gayaberat sisa dan peta struktur geologi yang memperlihatkan tinggian antiklin dan sinklin serta sesar naik berasosiasi dengan *closures*, Cekungan Tomori, Kolonodale.

Anomali sisa di Teluk Kolonodale terbentuk dari 0.2 mGal hingga 3.8 mGal, yang diduga terkait dengan tutupan tinggian sebagai perangkap struktur. Anomali yang membentuk tutupan memanjang berarah baratlaut-tenggara, tepatnya di P. Nanaka dan P. Pengia dan Morowali, tersingkap Formasi Nanaka yang disebut sebagai batuan induk hidrokarbon Mesozoikum. Selanjutnya, anomali lebih besar terbentuk di daerah pesisir pantai Tokobai utara membentuk morfologi perbukitan terdiri dari batuan ultrabasa. Bila dikorelasikan dengan tutupan anomali sisa terhadap lokasi titik pemboran, kemungkinan besar titik bor berada pada sayap lipatan yang menyebabkan terdapat daerah yang kurang prospek.

Struktur yang terbentuk pada anomali sisa tercermin dari variasi nilai anomali, liniasi, dan tutupan yang diakibatkan oleh perubahan rapat massa batuan. Peta anomali *Bouguer* menggambarkan bahwa daerah penelitian mempunyai perbedaan anomali yang mencolok. Anomali 40 mGal hingga 100 mGal umumnya dibentuk oleh batuan ultramafik yang tersesarkan hingga ke permukaan seperti di daerah Baturube (Garrard dkk., 2006). Rendahan anomali umumnya membentuk sinklin dan antiklin hingga ke lepas pantai dan ke sebelah barat Kolonodale. Sesar naik pada anomali sisa terbentuk cukup banyak, membentuk tutupan memanjang dan pada umumnya berarah baratlaut-tenggara. Sesar naik pada umumnya membentuk tutupan memanjang sebagai perangkap struktur yang diduga terkait dengan ketersediaan hidrokarbon.

### Penampang Anomali Sisa A-B

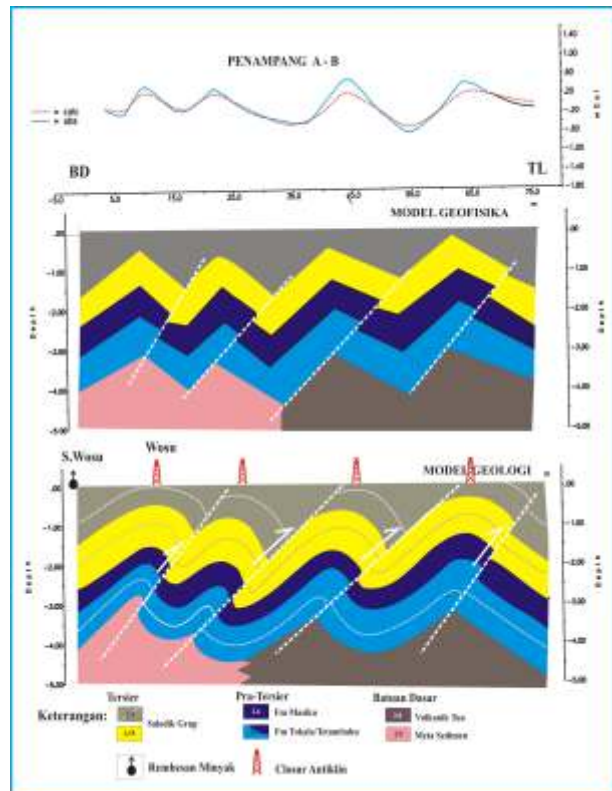
Penafsiran kuantitatif pada penampang dilakukan sepanjang  $\pm 75$  km arah baratdaya-timurlaut dari Wosu hingga lepas pantai (Gambar 9). Analisis penampang dilakukan dengan mengkorelasikan data anomali, perubahan rapat massa batuan, ketebalan perlapisan batuan serta data geologi setempat. Lintasan penampang dibuat memotong struktur tutupan tinggian dan rendahan, secara berurutan lapisan yang muda hingga lapisan tua dikelompokkan berdasarkan rapat massa batuan.

Lapisan Kenozoikum: mempunyai rapat massa 2.5-2.55  $\text{gr/cm}^3$  dibentuk oleh Formasi Salodik, di daerah Lapangan Senoro daerah Batui Luwuk dinamakan Kelompok Salodik yang terbagi atas tiga formasi yaitu: Formasi Tomori, Formasi Matindok, dan Formasi Minahaki. Formasi Tomori yang berumur Miosen Awal, berupa batugamping, batupasir, lapisan tipis serpih dan berfungsi sebagai batuan induk. Formasi Matindok umur Miosen Tengah didominasi oleh serpih,

batulempung, dan batupasir, dapat berfungsi sebagai batuan waduk yang baik dengan ketebalan 350 m. Formasi Minahaki yang berumur Miosen Akhir, terdiri atas batugamping sebagai batuan waduk (Hasanusi dkk., 2004). Di S. Wosu terdapat rembesan minyak yang keluar di antara kontak batuan ultramafik dengan Formasi Tokala. Kemudian, pada penampang gayaberat daerah ini terbentuk dua struktur tutupan (antiklin) berdiameter 3-4 km pada anomali sisa 3 mGal. Di daerah lepas pantai juga terbentuk dua struktur tutupan, paling timur penampang membentuk antiklin simetri berarah baratlaut-tenggara sepanjang  $\pm 40$  km.

Lapisan Mesozoikum: lapisan batuan dengan rapat massa antara 2.6-2.7  $\text{gr/cm}^3$  yang terdiri dari Formasi Masiku, Formasi Tokala, dan Formasi Tetambahu, berumur Trias-Jura. Formasi-formasi tersebut terdiri atas batugamping, batupasir halus merah serta serpih. Satuan batuan yang dapat berfungsi sebagai batuan induk adalah serpih dari Formasi Tokala dan Formasi Nanaka, yang merupakan bagian dari Mendala Banggai Sula.

Batuan Dasar: mempunyai rapat massa 2.8-2.9  $\text{gr/cm}^3$  terdiri atas batuan malihan, vulkanik, dan ultrabasa yang umumnya membentuk sesar-sesar menerus ke permukaan sebagai perangkap struktur hidrokarbon.



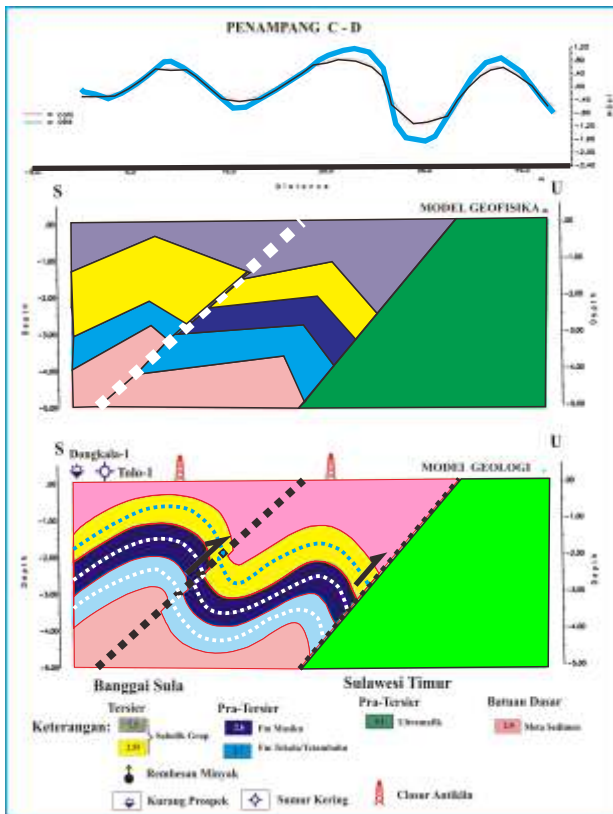
**Gambar 9.** Penampang anomali gayaberat sisa A-B arah baratdaya-timurlaut dari Wosu sampai lepas pantai dengan lokasi rembesan minyak di Wosu dan beberapa *closure* antiklin yang diduga terkait dengan perangkap struktur, Cekungan Tomori, Kolonodale.

**Penampang Anomali Sisa C-D**

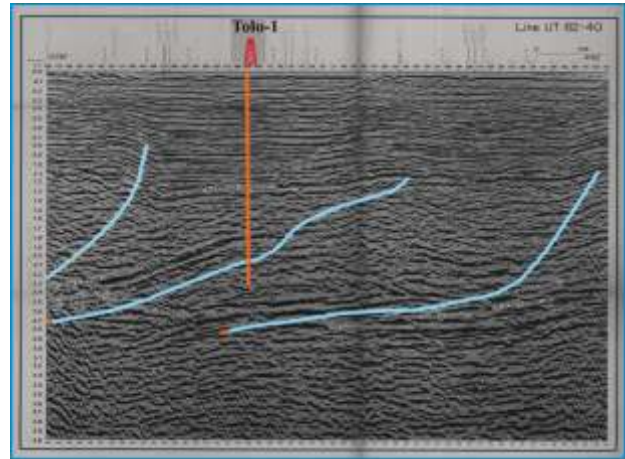
Penampang ini mempunyai panjang lintasan ± 50 km, berarah baratdaya-utara, melalui titik bor Dongkala-1 dan Tolo-1, lepas pantai hingga daerah darat di utara Tanjung Bea (Gambar 10).

Lapisan Kenozoikum: mempunyai rapat massa 2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup> umur Trias-Jura dan diduga tidak jauh berbeda dengan penampang A-B, kecuali lapisan Kelompok Salodik yang dipisahkan oleh kontak struktur sesar naik membentuk thrust sheed. Tutupan antiklin terdapat di dua lokasi, dengan tutupan vertikal berdiameter 8 km dan panjang antiklin sekitar 30 km, berarah baratdaya-timurlaut. Penampang C-D ini melintasi sumur bor Dongkala-1 yang dilaporkan kurang potensial. Disarankan posisi bor digeser ke arah timur sejauh 2 km ke puncak tutupan. Pada penampang seismik Sumur-Tolo-1 (Gambar 11), apabila diperhatikan lokasi titik bor mengenai antiklin kecil yang diakibatkan sesar naik. Pemboran menembus lapisan paling bawah batugamping dan berhenti pada bidang sesar. Namun demikian, sumur tersebut tidak menghasilkan produksi hidrokarbon, yang kemungkinan dikarenakan tidak terjadi migrasi dari batuan induk ke arah antiklin tersebut. Terlihat pula pada lintasan seismik letak sumur terdapat pada sayap lipatan.

Lapisan Mesozoikum: diperkirakan masih sama dengan lintasan A-B di atas.



**Gambar 10.** Penampang anomali sisa C-D arah selatan-utara dari Emiga-Dongkala-1 dan Tolo-1 lepas pantai dan *clousur* antilin yang diduga terkait dengan perangkap struktur, Cekungan Tomori dari Emida hingga lepas pantai Kolonodale.



**Gambar 11.** Lintasan seismik dan titik bor Tolo-1 lepas pantai daerah Cekungan Tomori, Kolonodale.

**DISKUSI**

Cekungan Tomori di daerah Batui Luwuk hingga Teluk Kolonodale terbentuk akibat tumbukan Benua Mikro Banggai Sula dan batuan Ofiolit Sulawesi Timur (Hall and Wilson, 2000; Gambar 3). Peristiwa tersebut kemungkinan menjadi penyebab dihasilkannya struktur sesar naik di Cekungan Tomori, daerah Luwuk dan Kolonodale yang bertindak sebagai perangkap struktur hidrokarbon (Satyana, 2006). Kelompok batuan tersebut tercermin pada anomali *Bouguer* tinggi 100 mGal dan anomali rendah -80 mGal. Batuan ultrabasa pada anomali sisa terbentuk antara 0.2 mGal hingga 8.6 mGal, sedangkan batuan sedimen terbentuk antara 0.2 mGal hingga hingga -13 mGal membentuk cekungan sangat luas di darat maupun di lepas pantai. Struktur antiklin di lepas pantai dan darat dicirikan oleh lipatan memanjang yang ditafsirkan sebagai perangkap struktur hidrokarbon. Anomali gayaberat yang membentuk tinggian antiklin besar terdapat di lepas pantai, seperti di Teluk Tolo. Dari hasil Sumur Tolo-1, kemungkinan tutupan tersebut cukup potensial. Tinggi tutupan secara vertikal mencapai 5-10 km dan panjangnya 20 -30 km, dicirikan oleh anomali sisa 2 mGal. Tinggian di daerah ini pada umumnya bersentuhan dan berasosiasi dengan sesar-sesar naik yang terbentuk pada umur Miosen hingga Pliosen (Surono dkk., 1994). Tutupan di wilayah darat umumnya lebih kecil jika dibandingkan dengan di lepas pantai. Apabila dikorelasikan dengan tutupan anomali sisa terhadap lokasi titik pemboran, umumnya titik bor berada di sayap lipatan yang menyebabkan produksi sumur ada yang kurang prospek dan prospek. Seharusnya titik pemboran diletakkan di daerah puncak-puncak tutupan anomali sisa. Dapur minyak (*oil kitchen*) dicirikan oleh anomali rendah antara -1 mGal hingga-4 mGal membentuk rendahan. Ditafsirkan



bahwa hidrokarbon telah bermigrasi melalui bidang patahan hingga terperangkap pada tutupan tinggian. Batuan induk dan reservoir terbentuk pada rapat massa 2.5 - 2.55 gr/cm<sup>3</sup>, ditafsirkan sebagai Kelompok Salodik yang berumur Kenozoikum. Lapisan Mesozoikum kemungkinan adalah batuan induk dari Formasi Tokala atau Formasi Nanaka, walaupun belum terbukti sampai sekarang. Batuan induk daerah penelitian diperkirakan masih sama dengan batuan induk di daerah Lapangan Senoro Luwuk, karena di dekat rembesan minyak di S. Wosu terdapat Formasi Salodik. Rembesan minyak di S. Wosu dan dua tempat di daerah Boba Kecamatan Baturube keluar melalui bidang sesar atau kontak batuan ultramafik dan Formasi Tokala yang berumur Trias-Jura. Penampang yang dibuat berdasarkan rapat massa batuan dipisahkan menjadi batuan Kenozoikum, Mesozoikum, dan batuan dasar. Batuan tersebut dibentuk oleh dua kelompok batuan yang bersumber dari Banggai Sula dan batuan sedimen dari Ofiolit Sulawesi Timur. Batuan dasar terbentuk pada rapat massa 2.8-2.9 gr/cm<sup>3</sup> dengan kedalaman beragam 3.5-4 km, berdasarkan penampang seismik dan penampang bor. Batuan dasar tersebut terdiri atas batuan malihan dan vulkanik yang secara umum mengalami pematahan bongkah, kemudian membentuk tinggian di atasnya sebagai perangkap struktur hidrokarbon.

---

## KESIMPULAN

Pola anomali *Bouguer* Cekungan Tomori, Teluk Kolonodale bisa dikelompokkan menjadi 2 wilayah, yaitu wilayah anomali gayaberat tinggi dengan nilai antara 40 mGal sampai 120 mGal yang dibentuk oleh batuan ultrabasa, dan wilayah kelompok anomali gayaberat rendah antara 40 mGal sampai - 80 mGal yang dibentuk oleh cekungan sedimen. Berdasarkan model geologi hasil penafsiran penampang anomali

gayaberat maka diperoleh tiga lapisan batuan, yaitu lapisan batuan Kenozoikum dengan rapat massa 2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup>, batuan Mesozoikum dengan rapat massa antara 2.6-2.7 gr/cm<sup>3</sup>, dan batuan alas dengan rapat massa 2.8-2.9 gr/cm<sup>3</sup>.

Nilai anomali gayaberat sisa antara 0 mGal hingga 2 mGal dengan rapat massa 2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup> membentuk tutupan anomali gayaberat memanjang dan tutupan vertikal terdapat di darat dan laut, diduga sebagai perangkap struktur hidrokarbon di daerah tersebut.

Cekungan atau rendahan yang dicirikan oleh 0 mGal hingga -4 mGal ditafsirkan sebagai dapur minyak (*oil kitchen*). Batuan reservoir diduga terdiri dari lapisan Kenozoikum pada Kelompok Salodik dengan rapat massa 2.5 gr/cm<sup>3</sup>. Batuan dasar mempunyai kedalaman yang bervariasi antara 3.5-4 km, berupa batuan malihan dan vulkanik.

Struktur antiklin dicirikan oleh tinggian anomali gayaberat dan merupakan perangkap struktur hidrokarbon di Cekungan Tomori. Struktur ini membentuk tutupan anomali gayaberat sisa dengan arah memanjang dan ditunjukkan oleh nilai anomali gayaberat sisanya antara 0-2 mGal, dengan rapat massanya 2.5-2.55 gr/cm<sup>3</sup>. Tutupan vertikal terdapat di darat dan di laut, diduga sebagai perangkap struktur hidrokarbon di daerah tersebut.

---

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah mengizinkan untuk mempublikasikan data daerah penelitian, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada tim editor yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan tulisan ini.

---

## ACUAN

- Garrard, R.A., Supandjono dan J.B., Surono., 2006. The geology of the Banggai-Sula Microcontinent Eastern Indonesia. *Proceedings Indonesian Petroleum Association Seventeenth Annual Convention*, October 1988.
- Hall, R. and Wilson, M.E.J., 2000. Neogene sutures in Eastern Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences* 18: 787-814.
- Handiwiria, Y.E., 1990. The stratigraphy and hydrocarbon occurrences of the Salodik Group, Tomori PCS area, east arm of Sulawesi. *Proceedings PITXIX Ikatan Ahli Geologi Indonesia*, Bandung 11-13 Desember 1990, p. 69-97.
- Hasanusi, R.D., Abimanyu E and Baasir, A.A., 2004. Prominent Senoro gas field discovery in Central Sulawesi. *Proceedings Deepwater And Frontier Exploration In Asia & Australasia Symposium, Indonesia Petroleum Association*, December 2004.
-

- Panjaitan, S. dan Subagio, 2014. Pola anomali gayaberat daerah Taliabu-Mangole dan laut sekitarnya terkait dengan prospek minyak bumi dan gas. *Jurnal Geologi Kelautan*, 12(2).
- Pigram, C.J. and Surono, 1985. Origin of the Sula Platform, Eastern Indonesia. *Geologi* 13: 246-248.
- Satyana, A., 2006. Docking and post-docking tectonic escapes of Eastern Sulawesi: collisional convergence and their implications to petroleum habitat. *International Geosciences Confrence and Exhibition*, Jakarta, p. 1-16.
- Siagian, H.P., Nasution, J dan Widijono, B.S., 2007. *Peta anomali Bouguer lembar Poso Sulawesi Tengah Skala 1:250.000*. Pusat Survei Geologi Bandung.
- Simanjuntak, T.O., Rusmana, E., Supanjono. A. dan Koswara, A., 2011. *Peta Geologi Lembar Bungku Sulawesi Maluku, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Surono, Simanjuntak T.O., Situmorang dan Sukido., 1994. *Peta Geologi Lembar Batui, Sulawesi Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
-