

INTERPRETASI POLA ANOMALI GAYA BERAT REGIONAL KAITANNYA TERHADAP  
POTENSI SUMBER DAYA GEOLOGI DI LENGAN SELATAN SULAWESI  
*REGIONAL GRAVITY INTERPRETATION, IN RELATION WITH POTENSIAL GEOLOGICAL  
RESOURCES IN SOUTH ARM SULAWESI*

Subagio dan Bambang S. Widijono

Pusat Survei Geologi,  
Jl. Diponegoro no 57 Bandung 40122

Sari

Daerah penelitian secara regional termasuk Mendala Geologi Sulawesi Barat, yang disusun oleh batuan berumur pra Tertier hingga Kuartar. Batuan pra-Tersier tersingkap di Pegunungan Latimojong di bagian timur laut dan Pegunungan Maros di dekat Bantimala, di sebelah barat daya daerah penelitian. Batuan pra Tertier tersebut terdiri dari batuan malihan dan batuan ultrabasa, ditindih oleh batuan endapan *flysch*. Batuan endapan *flysch* ini ditindih oleh batuan Paleogen berupa endapan darat dan batuan karbonat. Batuan Oligosen hingga Miosen awal tersingkap di Pegunungan Bone, terdiri atas batuan karbonat dan sedimen gunung api klastik. Pada Graben Wallanae didapatkan sedimen klastik berumur Miosen Tengah hingga Pliosen dan endapan Kuartar di sekitar Sungai Wallanae. Anomali gayaberat regional menunjukkan pola kelurusan struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian ini, yang mempunyai kecenderungan arah utara-selatan, barat laut-tenggara, dan utara barat laut-selatan tenggara. Sesar Wallanae yang diindikasikan oleh kontur anomali sejajar berarah utara-selatan, memisahkan tinggian anomali di sebelah barat dengan rendahan anomali di sebelah timur Sesar Wallanae. Pola anomali tinggi diduga merupakan gambaran dari batuan dasar ultrabasa yang mempunyai rapat massa batuan  $2,90 \text{ gr/cm}^3$ , sedangkan pola anomali rendah merupakan gambaran dari batuan dasar metamorf yang berapat massa batuan  $2,80 \text{ gr/cm}^3$ , yang melandasi batuan di atasnya. Undulasi dari anomali sisa menggambarkan kelurusan struktur geologi dangkal. Potensi sumber daya geologi yang terdapat di daerah penelitian antara lain hidrokarbon, batubara, dan mineral logam. Potensi hidrokarbon diduga terdapat pada daerah anomali rendah, batubara di dapatkan pada daerah pinggiran anomali rendah, sedangkan mineral logam di dapatkan pada daerah anomali tinggi.

Kata kunci : Kelurusan, anomali, batuan dasar, batuan metamorf, sumber daya geologi, Sulawesi

Abstract

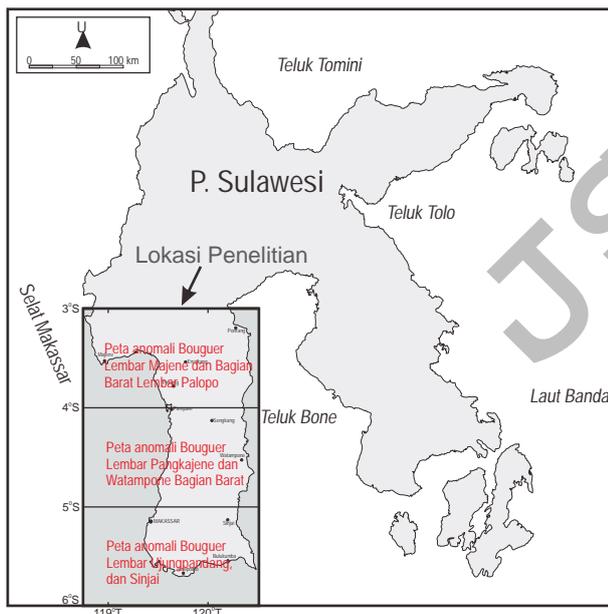
*The research area is part of Western Sulawesi Geological Terrain, arranged by pre-Tertiary to Quaternary rocks. The pre Tertiary rocks exposed in Latimojong Mountain located at northeastern research area and Maros Mountain near Bantimala district at southwestern area. The pre Tertiary rocks consist of metamorphic, and ultrabasic rocks overlain by flysch sediments. These flysch sediments overlain by Paleogen terrestrial sediments and carbonate rocks. The Oligosen - Early Miosen rocks exposed at Bone Mountains. These rocks consist of clastic and volcanic clastic sediments. The carbonate rocks have also been found in that area. The Middle Miosen - Pliosen clastic sediments exposed along the valley in Graben Wallanae. The Quaternary sediments is distributed in Wallanae River. Regional gravity anomalies indicate the main lineaments geological structure that developed in the study area. The lineaments are north-south, northwest-southeast, and north northwest-south southeast directions. Wallanae fault is indicated by north-south direction indicating parallel contours anomaly that separate high anomaly in the west and low anomaly in the east of Wallanae Fault. The high anomaly pattern indicates the occurrence of ultramafic basement rock with having a mass density  $2.9 \text{ gr/cc}$ , while low anomaly indicates the occurrence of metamorphic basement rock with having mass density  $2.8 \text{ gr/cc}$ . The undulation of residual anomaly reflects the straightness of shallow geological structures. The geological resources of the region area are hydrocarbon, coal, and metallic minerals. This hydrocarbon probably present in the low anomaly, coal in the marginal basinal anomaly, while metallic mineral is found at high anomaly area.*

Key words : Lineament, anomalies, basement rocks, geological resources, Sulawesi

## Pendahuluan

### Latar Belakang

Penelitian geologi dan geofisika regional di daerah Lengan Selatan Sulawesi dilakukan secara bertahap, melalui pemetaan sistematis berskala 1:250.000 dan tercakup dalam 3 lembar peta (Sukanto dan Supriatna, 1982; Sukanto, 1982; Djuri dr., 1998; Simamora dan Sani, 1990; Sani, 1990; Sobari dan Miranda, 1996). Daerah penelitian ini tercakup dalam tiga lembar peta geofisika, masing-masing secara berurut dari selatan ke utara adalah Lembar Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai, kemudian Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, serta paling utara adalah Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo. Secara geografis, daerah penelitian ini terletak dalam selang koordinat  $03^{\circ} 00' - 05^{\circ} 45' S$  dan  $118^{\circ} 45' - 120^{\circ} 30' T$ , secara administratif keseluruhan daerah penelitian termasuk ke dalam Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Lengan Selatan Sulawesi.

Secara tektonostratigrafi (Simandjuntak, 1993), daerah penelitian ini termasuk ke dalam Mendala Geologi Sulawesi Barat yang disusun oleh batuan berumur pra Tersier hingga Kuartar (Gambar 2). Batuan pra Tersier tersingkap di bagian timur laut daerah penelitian, yaitu sekitar Pegunungan Latimojong, dan di bagian barat daya, dekat Bantimala, tepatnya di Pegunungan Maros. Batuan ini terdiri atas batuan ultrabasa, batuan malihan, dan

batuan melange. Batuan-batuan ini tertindih oleh batuan endapan "flysch" dari Formasi Balangbaru dan Marada yang tersingkap di pegunungan di sebelah barat daerah penelitian. Pada masa Paleosen di daerah ini terjadi vulkanisme, yang ditunjukkan oleh sisipan lava pada endapan "flysch". Batuan Paleogen berupa endapan darat dengan sisipan batubara dan batuan karbonat menumpang tak selaras di atas endapan "flysch" tersebut. Selanjutnya pengendapan karbonat dari Formasi Tonasa berkembang di pegunungan sebelah barat, sementara di daerah timur di Pegunungan Bone berkembang pengendapan sedimen gunung api klastik dan karbonat dari Formasi Salokalumpang hingga kala Oligosen. Pada kala Miosen awal terjadi pengendapan batuan gunung api klastik dari Formasi Camba, peristiwa ini diikuti oleh pembentukan graben Wallanae yang selanjutnya diikuti oleh pengendapan Formasi Wallanae hingga kala Pliosen akhir. Endapan Kuartar ditemukan di sepanjang Sungai Wallanae.

### Permasalahan

Peta geologi dan geofisika di Sulawesi dihasilkan melalui pemetaan sistematis oleh Pusat Survei Geologi (dahulu Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi). Pemetaan ini bersifat regional dengan skala 1:250.000. Pada pemetaan geofisika menggunakan metode gayaberat spasi titik ukur mempunyai jarak yang relatif jauh, sekitar 5-10 km. Pemetaan tersebut dilaksanakan secara bertahap, dan menghasilkan tiga lembar peta (Tabel 1).

Untuk memperoleh informasi geologi bawah permukaan, maka dilakukan penafsiran pola anomali gayaberat dengan kontrol data geologi permukaan.

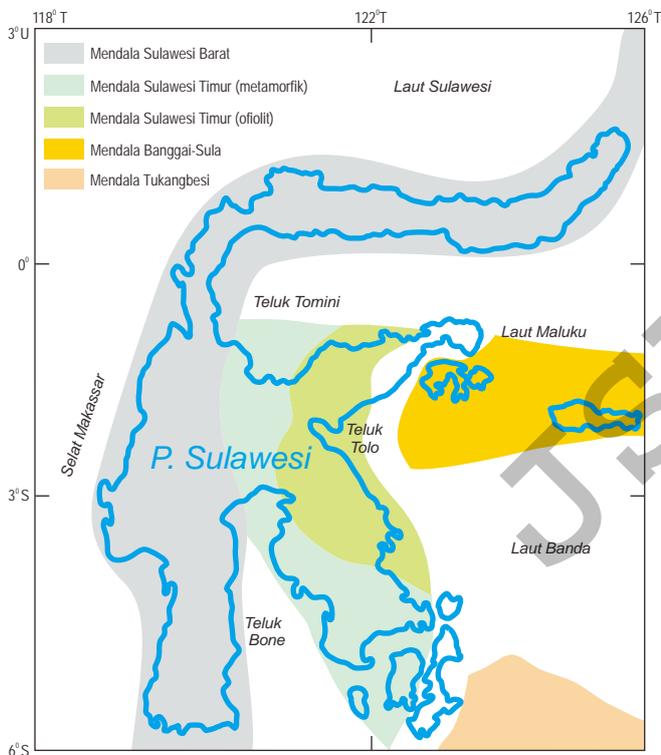
Dengan demikian diharapkan hasil penafsiran dapat mendekati keadaan yang sebenarnya.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan penafsiran secara kualitatif dan kuantitatif pola-pola anomali lokal gayaberat, dengan memperhatikan geologi permukaan yang mencakup litologi, ketebalan, struktur, densitas, dan geologi. Sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui potensi sumber daya geologi di daerah penelitian, yang dapat menjadi pijakan penelitian rinci berikutnya, terutama untuk menggali lebih jauh potensi sumber daya geologi yang ada.

Tabel 1. Pemetaan geologi dan geofisika Lengan Selatan Sulawesi

LEMBAR PETA	PETA GEOLOGI	PETA GEOFISIKA
Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai, Sulawesi	Dipetakan tahun 1971-1974 dan diterbitkan tahun 1982 (Sukamto dan Supriatna, 1982)	Dipetakan tahun 1983 dan diterbitkan tahun 1990 (Simamora dan Sani, 1990)
Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi	Dipetakan tahun 1971-1973 dan diterbitkan tahun 1982 (Sukamto, 1982)	Dipetakan tahun 1983 dan diterbitkan tahun 1990 (Sani, 1990)
Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi	Dipetakan tahun 1972 dan diterbitkan tahun 1998 (Djuri, dr., 1998)	Dipetakan tahun 1992 dan diterbitkan tahun 1996 (Sobari dan Mirnanda, 1996)



Gambar 2. Mendala geologi Sulawesi menurut Simanjuntak (1993).

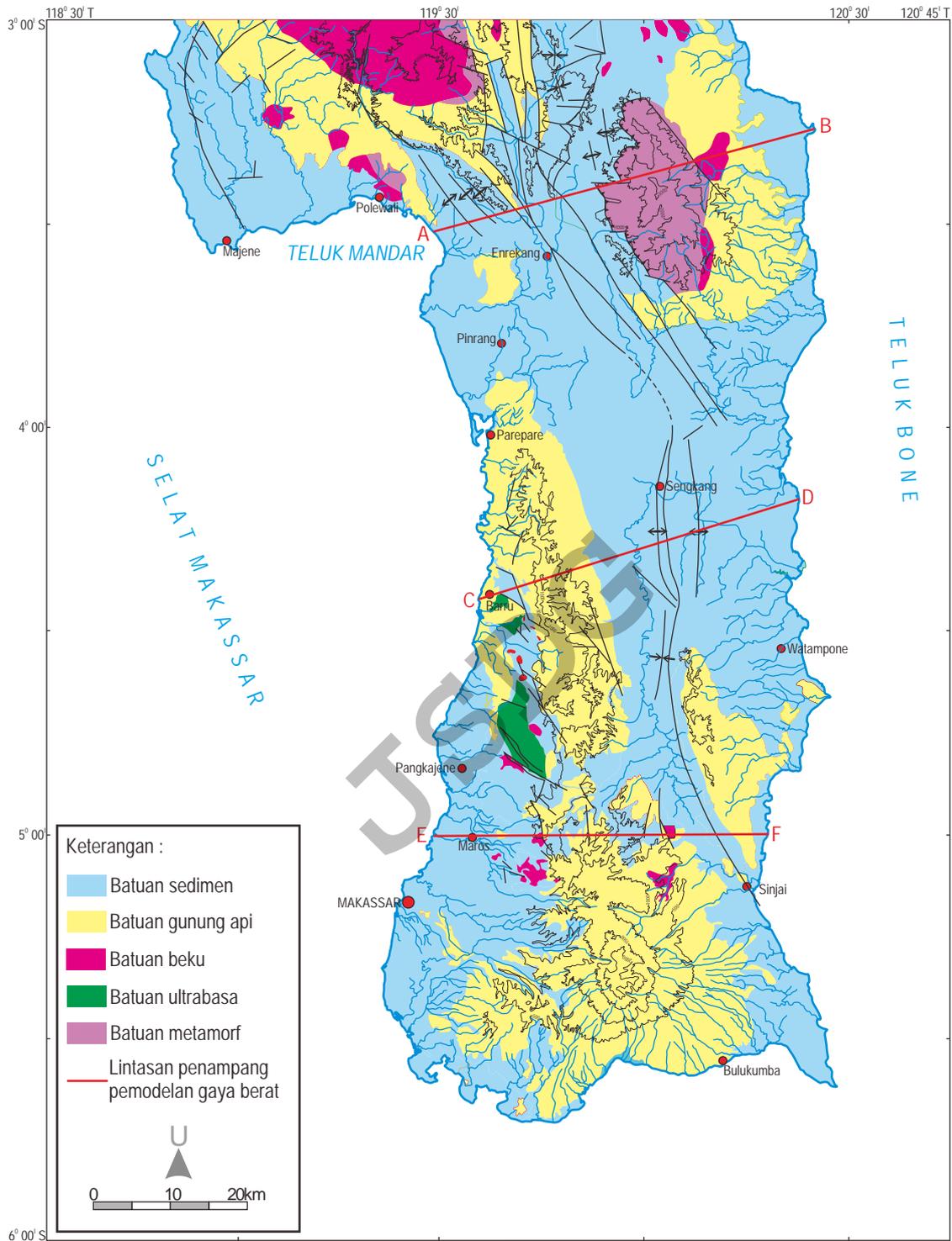
### Metodologi

Anomali gayaberat adalah perbedaan antara gayaberat hasil ukuran yang telah direduksi ke bidang datum (geoid) dengan gayaberat teoritis (gayaberat normal) yang dihitung berdasarkan bidang datum tertentu (elipsoid) (Heiskanen dan Moritz, 1967; Tsuboi, 1983). Anomali Bouguer dihitung menggunakan densitas batuan  $2,67 \text{ gr/cm}^3$ , gayaberat normal dihitung berdasarkan formula yang mengacu kepada GRS 1967 (*Geodetic Reference*

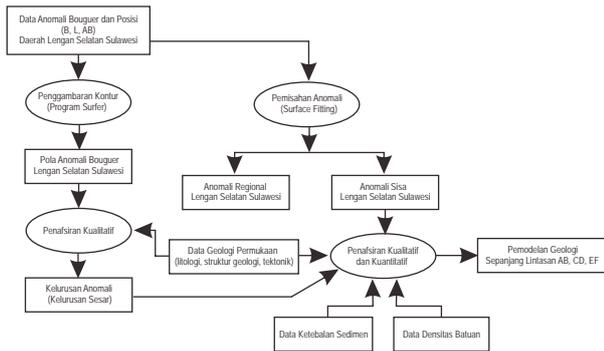
*System 1967*), serta titik ikat gayaberat yang bereferensi IGSN 1971 (*International Gravity Standard Network 1971*) (Adkins dr., 1978).

Untuk dapat mengetahui struktur geologi lokal yang banyak tersingkap di permukaan (Gambar 3), maka dilakukan proses pemisahan anomali lokal (anomali sisa) dari pengaruh struktur regional dengan menggunakan metode *surface fitting*, yaitu suatu metode yang menggunakan operasi kuadrat terkecil (*least square*) dan dilakukan secara bertahap, hingga diperoleh anomali regional paling mendekati anomali Bouguer. Dengan melakukan pengurangan anomali regional terhadap anomali Bouguer akan diperoleh anomali sisa yang mencerminkan struktur geologi dekat permukaan, sehingga dapat dibandingkan dengan data geologi permukaan (Gambar 5; Hays, 1976).

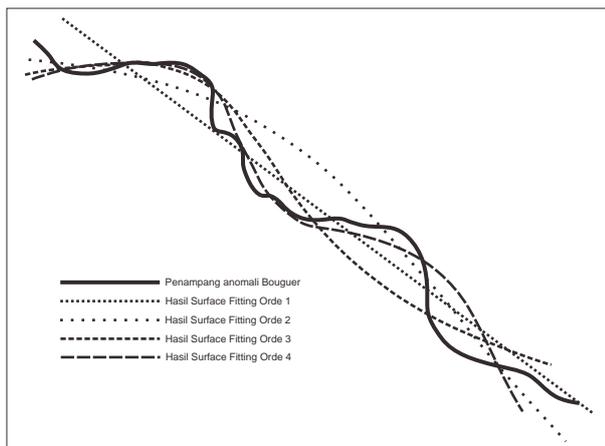
Penafsiran pola anomali dilakukan melalui dua tahap, pertama adalah penafsiran secara kualitatif terhadap pola anomali Bouguer, untuk melihat kecenderungan anomali terhadap tatanan geologi yang ada. Kemudian dilakukan penafsiran kuantitatif terhadap pola anomali sisa sepanjang lintasan tertentu. Penafsiran kuantitatif diproses menggunakan perangkat lunak Gravmag (Pedley, 1991). Pemodelan geologi dilakukan sepanjang tiga lintasan (lintasan AB, CD, dan EF, Gambar 8), dengan mmengacu pada data geologi permukaan dan data densitas batuan. Secara keseluruhan proses ini digambarkan dalam bentuk bagan alir (Gambar 4).



Gambar 3. Peta Geologi Lengan Selatan Sulawesi (disederhanakan dari Sukamto, 1975).



Gambar 4. Bagan Alir Metodologi Penelitian Gayaberat



Gambar 5. Proses pemisahan anomali lokal dari anomali regional melalui metoda Surface Fitting (Hays, 1976).

### Tatanan Geologi

Secara fisiografis Lengan Selatan Sulawesi ini termasuk kedalam zona morfologi vulkanik Mendala Sulawesi Barat, dan dapat digolongkan ke dalam 3 satuan morfologi (Gambar 3), yaitu morfologi pegunungan yang dibentuk oleh batuan pra-Tersier dari Formasi Latimojong, terdiri atas batuan metamorf, dan batuan terobosan Tersier berupa batuan beku bersusunan asam (Djuri dr., 1998). Morfologi perbukitan dibentuk oleh batuan pra Tersier dari Formasi Latimojong, batuan beku Tersier, serta batuan Tersier berupa batuan gunung api Walimbong (Djuri dr., 1998). Morfologi perbukitan di bagian tengah tersusun oleh batuan gunungapi Tersier dari Formasi Camba dan batuan gunungapi Soppeng, sedangkan di bagian selatan didominasi oleh batuan Tersier, berupa batuan gunungapi Baturape-Cindako, dan batuan Kuarter berupa batuan gunung api Lompobatang (Sukanto dan Supriatna, 1982). Morfologi dataran rendah aluvial, tersebar meluas di bagian utara sebelah barat, bagian tengah, dan bagian selatan dari Lengan

Selatan Sulawesi.

Struktur geologi yang terbentuk di daerah Sulawesi Selatan adalah perlipatan, sesar, dan kelurusan. Struktur-struktur geologi ini terbentuk dan berhubungan dengan pemekaran Selat Makassar pada Tersier Awal, juga dipengaruhi oleh gaya kompresi barat-timur sebagai akibat dari peristiwa tumbukan antara benua mikro (pecahan Benua Australia) dengan mintakat geologi busur magmatik Sulawesi Barat pada Neogen (Mangga dr., 2005). Perlipatan pada umumnya berarah utara-selatan dan baratlaut-tenggara. Sesar yang terbentuk adalah sesar mendatar, sesar naik, dan normal. Sesar mendatar umumnya berarah baratlaut-tenggara, setempat utara-selatan. Sesar naik berarah timurlaut-baratdaya yang kemudian melengkung dengan arah hampir utara-selatan. Sementara itu, sesar normal berarah hampir barat-timur dan baratdaya-timurlaut. Sesar naik berkembang di bagian utara (Polewali- Majene, Mamuju, Enrekang, Tanah Toraja, dan Luwu), sedangkan sesar normal dan sesar mendatar terdapat di bagian selatan (Sengkang-Bone, Soppeng, Barru, dan Sinjai) (Mangga dr., 2005).

Pola struktur utama maupun lipatan pada umumnya berarah utara-selatan, barat laut - tenggara, dan utara barat laut - selatan tenggara. Struktur utama yang berkembang adalah Sesar Palu-Koro dan Sesar Walanae yang memisahkan Sulawesi Selatan menjadi Sulawesi Selatan bagian barat dan bagian timur (Suyono and Kusnana, 2010).

### Analisis dan Hasil

Guna keperluan penafsiran pola anomali gaya berat ini, maka dilakukan pengelompokan batuan berdasarkan jenis batumannya dan perkiraan densitasnya. Secara umum, batuan di Lengan Selatan Sulawesi ini dapat dikelompokkan ke dalam 5 kelompok batuan (Gambar 3) :

- Batuan sedimen, mendominasi sebagian besar daerah Lengan Selatan Sulawesi, khususnya di sepanjang pantai, dan di bagian tengah lengan ini. Berdasarkan kandungan batumannya, kelompok sedimen ini diperkirakan mempunyai densitas  $2,50 \text{ gr/cm}^3$ .
- Batuan gunungapi, terdapat di bagian barat laut, bagian timur laut, bagian tengah, dan bagian selatan lengan ini, dengan densitas batuan sekitar  $2,60 \text{ gr/cm}^3$ .

- c. Batuan beku, sebagian besar tersingkap di bagian utara lengan ini dan hanya sebagian kecil saja yang tersingkap di bagian selatan. Densitas batuan ini adalah  $2,85 \text{ gr/cm}^3$ .
- d. Batuan Metamorf, tersingkap di bagian utara lengan ini, dengan densitas batuan sebesar  $2.70 \text{ gr/cm}^3$ .
- e. Batuan ultrabasa, tersingkap di bagian tengah sebelah barat lengan ini, dengan densitas batuan  $2,90 \text{ gr/cm}^3$ .

### *Anomali Bouguer Lengan Selatan Sulawesi*

Berdasarkan besaran nilai dan polanya, anomali Bouguer daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 3 wilayah anomali, yaitu :

#### ■ Wilayah Anomali Tinggi.

Wilayah anomali ini menempati daerah bagian barat, timur laut, tenggara dan selatan daerah penelitian. Kelompok anomali ini mempunyai kisaran nilai dari 50 mGal hingga 120 mGal, dengan pola anomali tertutup. Wilayah ini ditempati batuan terobosan, batuan metamorf dan batuan ultrabasa yang diduga merupakan batuan alas dari cekungan sedimen di daerah tersebut. Wilayah anomali tinggi sebarannya tidak menerus dan letaknya berkelompok dan terpisah satu sama lain. Keadaan ini diduga disebabkan oleh adanya sesar yang melewati kompleks batuan alas di wilayah tersebut.

#### ■ Wilayah anomali sedang.

Kisaran anomali gayaberat ini dari 0 mGal hingga 50 mGal. Anomali secara umum membentuk kelurusan. Interval antar kontur berjarak sedang hingga sangat rapat, dan diduga merupakan respon dari sesar. Berdasarkan peta geologi, diketahui bahwa daerah ini merupakan daerah yang ditempati oleh sedimen Paleogen yang mengalami penyesaran dan perlipatan. Anomali ini terdapat di daerah utara, dan selatan daerah penelitian. Anomali sedang di daerah selatan mempunyai kekhususan, yaitu mempunyai kisaran nilai dari 10 mGal hingga 50 mGal dengan pola tertutup. Wilayah anomali ini merupakan cerminan dari Gunungapi Lompobatang.

#### ■ Wilayah anomali rendah.

Wilayah anomali rendah mempunyai kisaran anomali dari -40 mGal hingga 0 mGal. Sebaran wilayah anomali ini terdapat di daerah penelitian sebelah utara, tengah, dan selatan, diapit oleh tinggian anomali di sebelah barat dan timurnya.

Rendahan anomali ini tersebar di daerah : Sengkang, Tacipi, Watampone, dan Anabanua. Secara umum kontur anomali berpola elips dengan sumbu elips berarah umum utara - selatan hingga barat laut - tenggara. Pola anomali ini merupakan manifestasi dari sesar yang membatasi anomali rendahan. Dari peta geologi diketahui bahwa wilayah anomali rendah ini berlanjut dengan cekungan sedimen Neogen di wilayah tersebut.

### *Anomali Regional Gayaberat Lengan Selatan Sulawesi*

Pola anomali Bouguer pada dasarnya merupakan gabungan dari anomali sisa (*residual anomaly*) dengan anomali regionalnya (Dobrin and Savit, 1986). Anomali sisa dapat menggambarkan struktur geologi di sekitar permukaan, sedangkan anomali regionalnya menggambarkan struktur dalamnya. Dengan demikian, anomali Bouguer ini merupakan refleksi dari struktur geologi dalam hingga struktur di sekitar permukaan.

Penentuan anomali regional dilakukan hingga orde ke-9, karena pada orde ini sudah diperoleh pola anomali yang mendekati pola anomali Bouguer, sehingga dapat dianggap sebagai anomali regionalnya. Sebagai bahan perbandingan dengan pola anomali orde rendah (di bawah orde ke-9), berikut ini dibahas pola anomali regional orde ke-3, orde ke-7, dan orde ke-9. Pola anomali regional orde ke-3 masih menunjukkan pola yang sangat sederhana sekali, dengan kisaran nilai dari 5 hingga 90 mGal. Anomali rendah hanya tersebar di bagian utara lengan ini, dengan kisaran nilai dari 5 hingga 30 mGal. Sedangkan anomali tinggi tersebar di bagian selatan, barat daya, dan pantai timur lengan ini, dengan kisaran nilai dari 35 hingga 90 mGal. Pola anomali regional orde ke-7 ini semakin mendekati pola anomali Bouguernya, dengan kisaran nilai sekitar -50 hingga 130 mGal. Pola anomali rendah tersebar dari utara ke selatan, dengan posisi diapit oleh anomali tinggi di sebelah barat dan timurnya. Pada anomali regional orde ke-9, kisaran anomali sekitar -40 hingga 120 mGal. Dibandingkan dengan pola anomali regional orde sebelumnya, anomali ini mempunyai pola anomali yang mendekati pola anomali Bouguernya. Pola anomali yang membentuk rendahan anomali tersebar dari utara ke selatan dengan kedudukan yang diapit oleh anomali tinggi di sebelah barat dan timurnya.



Anomali regional ini menggambarkan struktur dalam wilayah penelitian. Pada anomali tersebut tampak tinggian anomali di sepanjang pantai barat Lengan Selatan Sulawesi yang diduga merupakan cerminan dari busur magmatik Sulawesi Barat, sedangkan tinggian anomali di bagian timur laut lengan ini merupakan gambaran dari keberadaan batuan metamorf Latimojong. Tinggian anomali di bagian tenggara lengan ini diduga disebabkan oleh batuan gunung api Pegunungan Bone. Sesar Wallanae yang membagi lengan ini menjadi dua bagian (bagian barat dan bagian timur) dan merupakan sesar geser turun berarah barat laut – tenggara, dan menyebabkan terjadinya cekungan sedimen di bagian tengah lengan yang membujur dari utara ke selatan, yang terbagi kedalam 6 (enam) sub cekungan.

### *Anomali Sisa Gayaberat Lengan Selatan Sulawesi*

Anomali sisa (*residual anomaly*) yang merupakan pengurangan anomali regional dari anomali Bouguernya, menggambarkan keadaan struktur di permukaan. Anomali sisa orde 9 daerah penelitian mempunyai pola anomali bergelombang dengan sebaran terpusat di beberapa tempat. Puncak anomali tertinggi (+5,5 mGal) dan lembah anomali terendah (-6,5 mGal) menempati daerah sebelah timur laut Gunung Rantemario (+3440 m) dan Gunung Latimojong (terletak di bagian timur laut Lengan Selatan Sulawesi). Puncak anomali tertinggi lainnya (+5,5 mGal) dan lembah anomali terendah berikutnya (-4,0 mGal) terletak di sebelah timur Maros (di bagian selatan dari lengan Sulawesi ini). Tinggian dan rendahan anomali lainnya dijumpai di bagian utara daerah penelitian, tepatnya di sekitar G. Palisuso (+1485 m). Untuk lebih jelasnya, sebaran tinggian dan rendahan anomali dapat dilihat pada Gambar 8.

### *Kelurusan Struktur Geologi*

Kelurusan struktur geologi daerah penelitian dapat ditafsirkan dari pola anomali gayaberat, yaitu dari pola anomali regional yang menunjukkan kelurusan struktur di bawah permukaan dan dari pola anomali sisa yang memperlihatkan struktur geologi dekat permukaan. Pola kelurusan tersebut dapat dilihat Gambar 7 (kelurusan struktur geologi di bawah permukaan) dan Gambar 8 (kelurusan struktur

geologi dekat permukaan). Dari kedua pola kelurusan tersebut, kemudian dibandingkan satu dengan yang lainnya dengan cara membuat "*superimpose*" Gambar 8 di atas Gambar 7 (pada skala yang sama) sehingga dapat ditentukan hubungan/kaitan kelurusan struktur-struktur tersebut di atas.

### *Kelurusan anomali regional.*

Kelurusan anomali regional wilayah penelitian dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok arah kelurusan (Gambar 7), yaitu :

#### a. Kelurusan dengan arah barat laut - tenggara

Kelurusan ini terdapat di bagian utara dan bagian selatan Lengan Selatan Sulawesi, merupakan batas antara tinggian dengan rendahan anomali. Kelurusan ini diduga merupakan gambaran dari sesar geser turun, yang menyebabkan terbentuknya cekungan di bagian tengah lengan ini.

#### b. Kelurusan dengan arah utara-selatan.

Kelurusan ini terdapat hampir di seluruh wilayah penelitian, baik di utara, tengah maupun selatan, diduga merupakan sesar geser.

#### c. Kelurusan dengan arah timur laut - barat daya.

Kelurusan ini hanya dijumpai di bagian tengah dan selatan daerah penelitian, diduga merupakan pencerminan dari sesar geser turun.

### *Kelurusan anomali sisa.*

Anomali sisa membentuk beberapa kelompok arah kelurusan (Gambar 8), seperti :

a. Kelurusan dengan arah barat - timur. Kelurusan ini dijumpai di bagian utara dari Lengan Selatan Sulawesi, yaitu di sekitar G. Rantemario. Kelurusan berarah ini dijumpai pula di bagian selatan lengan ini, yaitu di sebelah utara Jeneponto. Kelurusan yang dijumpai di sebelah utara diduga merupakan sesar normal, sedangkan yang terletak di sebelah selatan merupakan kelurusan dari sumbu antiklin.

b. Kelurusan dengan arah utara – selatan, terdapat di wilayah utara, tengah, dan selatan daerah penelitian. Di wilayah utara, terdapat di sebelah timur G. Rantemario, merupakan sesar turun dan sesar naik. Di bagian tengah, muncul sesar turun di sekitar Sengkang, dan sesar naik di Pinrang dan Parepare. Di bagian selatan, muncul sesar turun di daerah Makassar dan di daerah Sinjai.

- c. Kelurusan timur laut – barat daya. Kelurusan ini dijumpai di seluruh wilayah lengan ini. Di daerah utara, muncul sesar turun di sebelah selatan Makale. Di bagian tengah, nampak sesar turun di sebelah timur daerah Barru. Di bagian selatan, nampak sesar turun di daerah Maros dan daerah Bukit Lompobatang, serta sesar geser di sekitar Sinjai.
- d. Kelurusan barat laut – tenggara, dijumpai di wilayah utara, tengah, hingga bagian selatan, berupa sesar geser turun, dan dikenal dengan nama Sesar Wallanae yang membagi lengan ini menjadi bagian barat dan bagian timur. Di sekitar Majene muncul pula sesar turun dan sesar naik. Di sebelah timur Makassar muncul pula sesar turun.

#### *Pemodelan struktur bawah permukaan.*

Model struktur bawah permukaan dilakukan dengan analisis pemodelan anomali sisa melalui lintasan AB, CD, dan EF. Namun demikian, pemodelan tersebut juga didasarkan atas interpretasi secara kualitatif pola anomali regional. Secara regional, pola anomali tersebut memperlihatkan dua kelompok anomali yang dibatasi oleh pola kelurusan berarah hampir utara selatan (Gambar 7). Pola kelurusan tersebut yang diduga merupakan sesar, membagi Lengan Selatan Sulawesi ini menjadi dua bagian, yaitu bagian barat dan bagian timur. Menurut Suyono dan Kusnama (2010) kelurusan struktur yang membagi Lengan Sulawesi Selatan menjadi dua bagian adalah Sesar Wallanae.

Pengelompokkan anomali tersebut diperkirakan merupakan refleksi dari perbedaan batuan dasar yang melandasi batuan sedimen di atasnya. Sebagai batuan dasar yang melandasi batuan sedimen di bagian barat diperkirakan adalah batuan ultrabasa, yang tersingkap di permukaan di sekitar daerah Barru (Sukamto, 1982). Sedangkan di bagian timur, diduga yang menjadi batuan dasarnya adalah batuan metamorf, yang banyak tersingkap di daerah Gunung Latimojong, dan daerah disekitarnya (Djuri dr., 1998). Pendugaan ini didukung oleh pendapat Parkinson (1991) yang menyatakan bahwa batuan dasar di daerah Sulawesi Selatan adalah campuran dari batuan metamorf dan batuan ultrabasa, yang merupakan fragmen dari kompleks prisma akresi Kapur.

Atas dasar itu, maka pada pemodelan sepanjang penampang AB, didefinisikan batuan metamorf

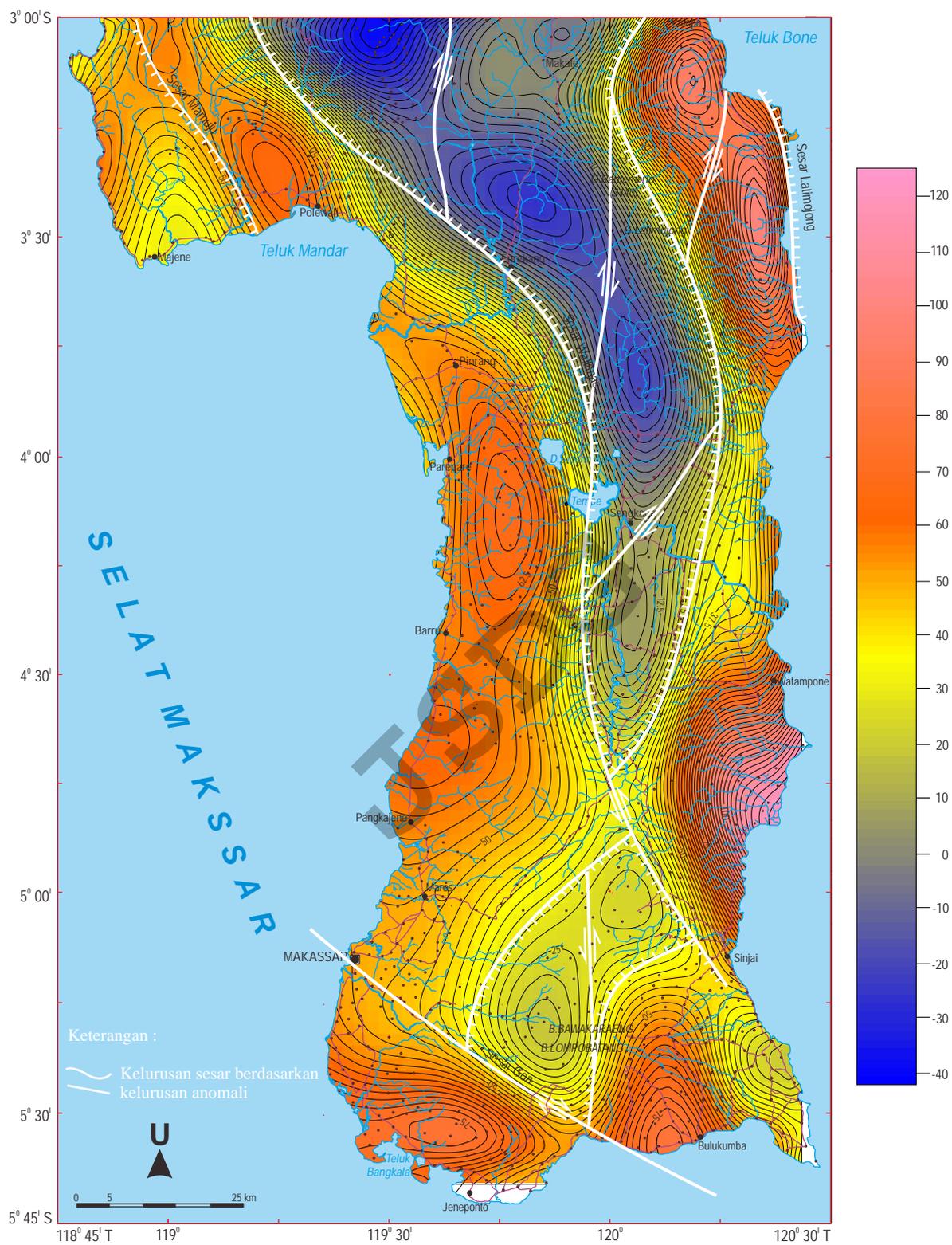
sebagai batuan dasar, sedangkan pada penampang CD yang menjadi batuan dasarnya adalah batuan ultrabasa dan metamorf. Demikian juga pada penampang EF. Uraian selanjutnya hasil analisis pemodelan ini adalah sebagai berikut :

#### Penampang AB

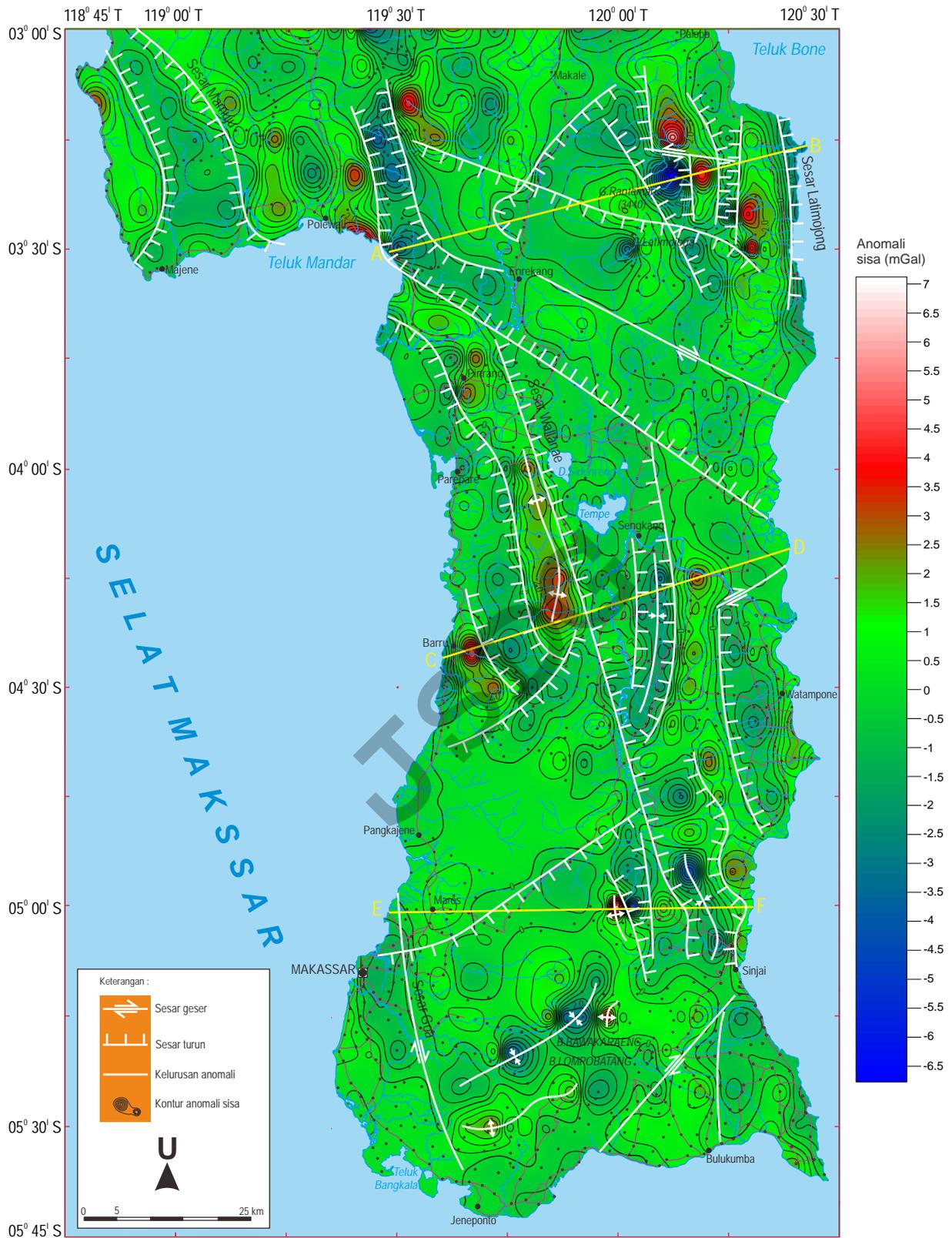
Penampang ini dibuat dari titik A ke titik B dengan jarak lintasan sepanjang sekitar 130 km. Analisis pemodelan menghasilkan luaran berupa kurva anomali lintasan yang dipengaruhi oleh undulasi 3 seri satuan rapat massa batuan. Satuan tersebut adalah batuan dengan rapat massa  $2,70 \text{ gr/cm}^3$  yang diduga sebagai batuan alas metamorf. Satuan ini menempati lapisan paling bawah. Kemudian di atas satuan ini terdapat satuan batuan dengan rapat massa  $2,50 \text{ gr/cm}^3$  yang diduga merupakan batuan sedimen. Pada km 100-110 nilai anomali mencapai puncaknya, hingga 5 mGal. Diduga puncak anomali ini diakibatkan oleh terobosan batuan beku yang mempunyai rapat massa  $2,85 \text{ gr/cm}^3$ . Analisis pemodelan juga menunjukkan bahwa pola anomali sepanjang lintasan tersebut dipengaruhi oleh kedalaman masing masing satuan batuan yang disebabkan oleh pengaruh struktur geologi yang terjadi di lintasan tersebut. Struktur geologi yang terbentuk sepanjang lintasan ini diduga dapat menjadi perangkap sesar naik (*structural trap*) (A), dan prospek mineralisasi (B) (Gambar 9a).

#### Penampang CD

Penampang ini dibuat dari titik C ke titik D dengan jarak lintasan 115 km. Pemodelan menghasilkan luaran berupa kurva anomali lintasan yang dipengaruhi oleh undulasi 4 satuan rapat massa batuan. Sebagai batuan dasar sepanjang lintasan ini, diduga dibangun oleh dua satuan batuan, yaitu batuan ultrabasa (km 0-40) dan batuan metamorf (km 40-115). Di atas batuan dasar ini diendapkan batuan sedimen yang diduga mempunyai rapat massa batuan  $2,50 \text{ gr/cm}^3$ . Pada km 0-20 pola anomali sisa mencapai nilai puncaknya hingga 5.50 mGal, fenomena ini diperkirakan sebagai akibat dari terobosan batuan beku (rapat massa batuan  $2,85 \text{ gr/cm}^3$ ) terhadap batuan sedimen. Struktur geologi yang terbentuk sepanjang lintasan ini diduga dapat menjadi perangkap sesar naik (*structural trap*) (A), dan prospek mineralisasi (B) (Gambar 9b).



Gambar 7. Pola Anomali Regional Lengan Selatan Sulawesi Orde 9.



Gambar 8. Pola anomali sisa gaya berat Lengan Selatan Sulawesi (Sumber : basis data gayaberat PSG).

## Penampang EF

Penampang ini dibuat dari titik E ke titik F dengan jarak sekitar 105 km. Analisis pemodelan menghasilkan luaran berupa kurva anomali lintasan yang dipengaruhi oleh undulasi 4 seri satuan rapat massa batuan. Dari km 0-70 satuan paling bawah adalah satuan batuan alas ultrabasa dengan rapat massa  $2,90 \text{ gr/cm}^3$ , sedangkan dari km 70-105 batuan alasnya adalah batuan metamorf yang mempunyai rapat massa batuan  $2,70 \text{ gr/cm}^3$ . Di atas satuan ini terendapkan satuan batuan sedimen dengan rapat massa  $2,50 \text{ gr/cm}^3$ . Pada km 10-20 dan km 60-70 terdapat undulasi positif yang diduga disebabkan oleh terobosan batuan beku dalam bentuk sill. Analisis pemodelan juga menunjukkan bahwa pola anomali sepanjang lintasan tersebut dipengaruhi oleh kedalaman masing-masing satuan batuan yang dikontrol oleh adanya struktur patahan yang terdapat di daerah tersebut. Struktur geologi yang terbentuk sepanjang lintasan ini diduga dapat menjadi perangkap sesar naik (*structural trap*) (A), dan prospek mineralisasi (B) (Gambar 9c).

## Bahasan

Secara umum, pola anomali sisa yang diperlihatkan pada Gambar 8 menunjukkan pola anomali rendah dan pola anomali tinggi yang tersebar secara acak sedemikian rupa, sehingga membentuk kelurusan struktur geologi yang lebih kompleks dibandingkan kelurusan struktur geologi yang terlihat pada pola anomali regional (Gambar 7). Kelurusan struktur geologi bawah permukaan yang diperlihatkan Gambar 7 merupakan struktur dalam (hingga kedalaman Moho) (Sardjono, 2003), sedangkan kelurusan struktur geologi yang diperlihatkan Gambar 8 merupakan struktur geologi di permukaan yang nampak lebih kompleks.

Berdasarkan hasil "*superimpose*" kedua gambar di atas, ternyata terdapat beberapa kelurusan sesar pada kedua pola anomali di atas yang saling berhubungan satu dengan lainnya, seperti :

1. Sesar Wallanae dapat diidentifikasi dari kedua anomali (anomali regional dan anomali sisa), artinya sesar tersebut merupakan sesar dalam yang menerus hingga ke permukaan. Sesar ini yang berarah utara barat laut – selatan tenggara

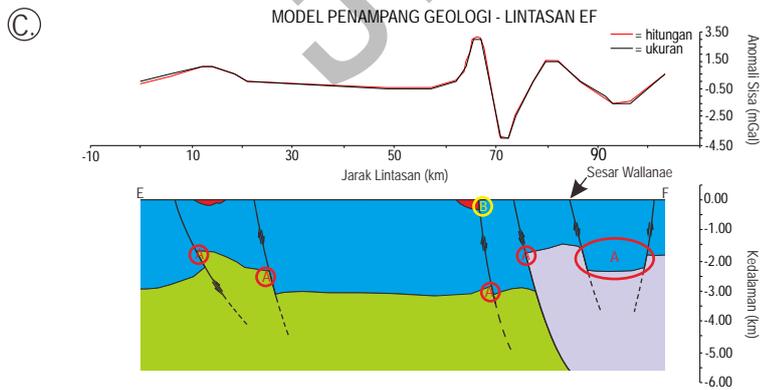
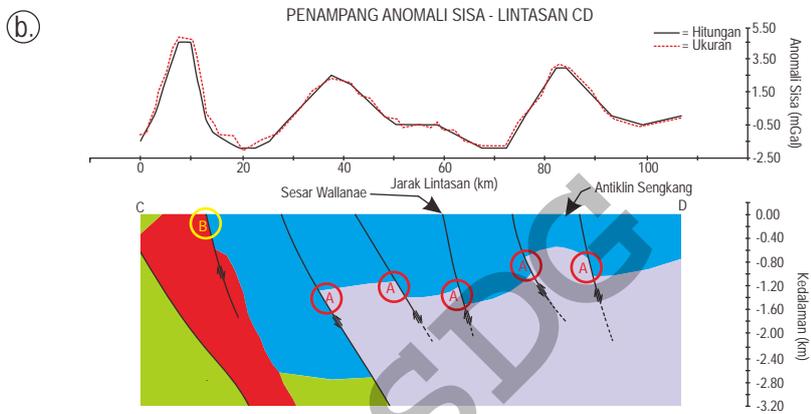
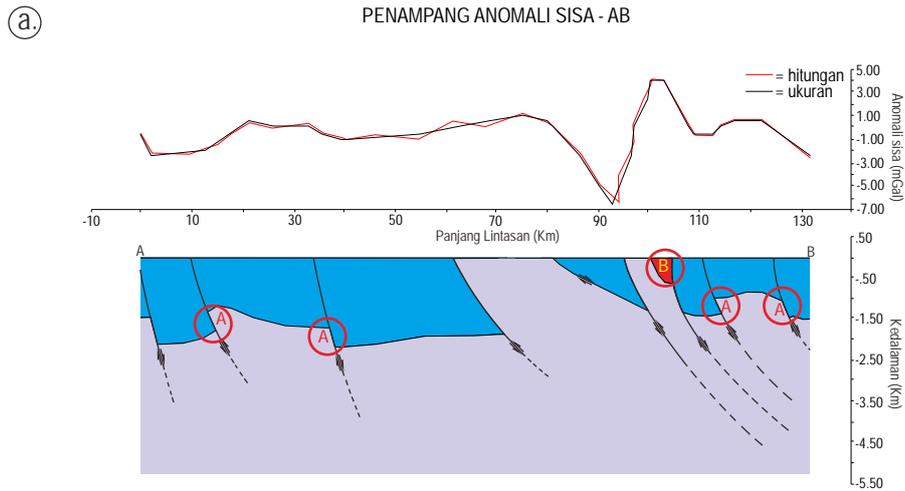
mengakibatkan terbentuknya Cekungan Sengkang, yang diikuti oleh pengendapan sin-orogenik pada Neogen Akhir (Suyono dan Kusnana, 2010).

2. Sesar Mamuju, yaitu kelurusan sesar yang diperkirakan melalui Mamuju, dapat diidentifikasi pada kedua pola anomali, sehingga dapat diduga bahwa sesar ini menerus dari struktur dalam hingga struktur permukaan.
3. Sesar Latimojong, yaitu kelurusan sesar yang terletak di kaki timur Gunung Latimojong, dapat diidentifikasi pada kedua pola anomali, sehingga diperkirakan bahwa sesar ini menerus dari struktur dalam hingga struktur permukaan.
4. Sesar Goa, yaitu kelurusan sesar yang diperkirakan melalui Goa, dapat diidentifikasi pada kedua pola anomali, sehingga diperkirakan bahwa sesar ini menerus dari struktur dalam hingga struktur permukaan.

## Potensi Sumber Daya Geologi

Potensi sumber daya geologi yang terdapat di daerah penelitian antara lain hidrokarbon, batubara, dan mineral logam. Potensi hidrokarbon diduga terdapat pada daerah anomali rendah yang membentuk cekungan anomali. Daerah tersebut diisi oleh sedimen klastik yang terdiri dari batuserpih, batuan karbonat, batupasir, dan batulempung. Serpih dari Formasi Malawa dapat berfungsi sebagai batuan induk. Demikian pula batuan karbonat dari Formasi Tonasa dan Formasi Taccipi berfungsi sebagai batuan induk dan reservoir. Batuan lempung dari Formasi Wallanae dapat berfungsi sebagai batuan penutup. Di daerah ini diduga berkembang perangkap struktur, baik berupa antiklin dan sesar naik maupun terban. Keberadaan struktur ini dapat terlihat pada ketiga penampang di atas (Gambar 9a, b, c, ditandai dengan notasi A).

Adanya hidrokarbon di daerah ini ditunjukkan oleh adanya rembesan minyak di Daerah Sengkang, dan adanya gas bumi di daerah Kampungbaru (utara Sengkang). Di daerah selatan Sengkang diduga juga terdapat hidrokarbon, maka disarankan cekungan anomali di daerah tersebut dapat dikembangkan untuk daerah eksplorasi hidrokarbon (Widijono, 2010; Hadipandoyo, dr., 2005; Grainge and Davies, 1983).



Keterangan :

A : Struktur perangkap hidrokarbon,

B : potensi mineralisasi

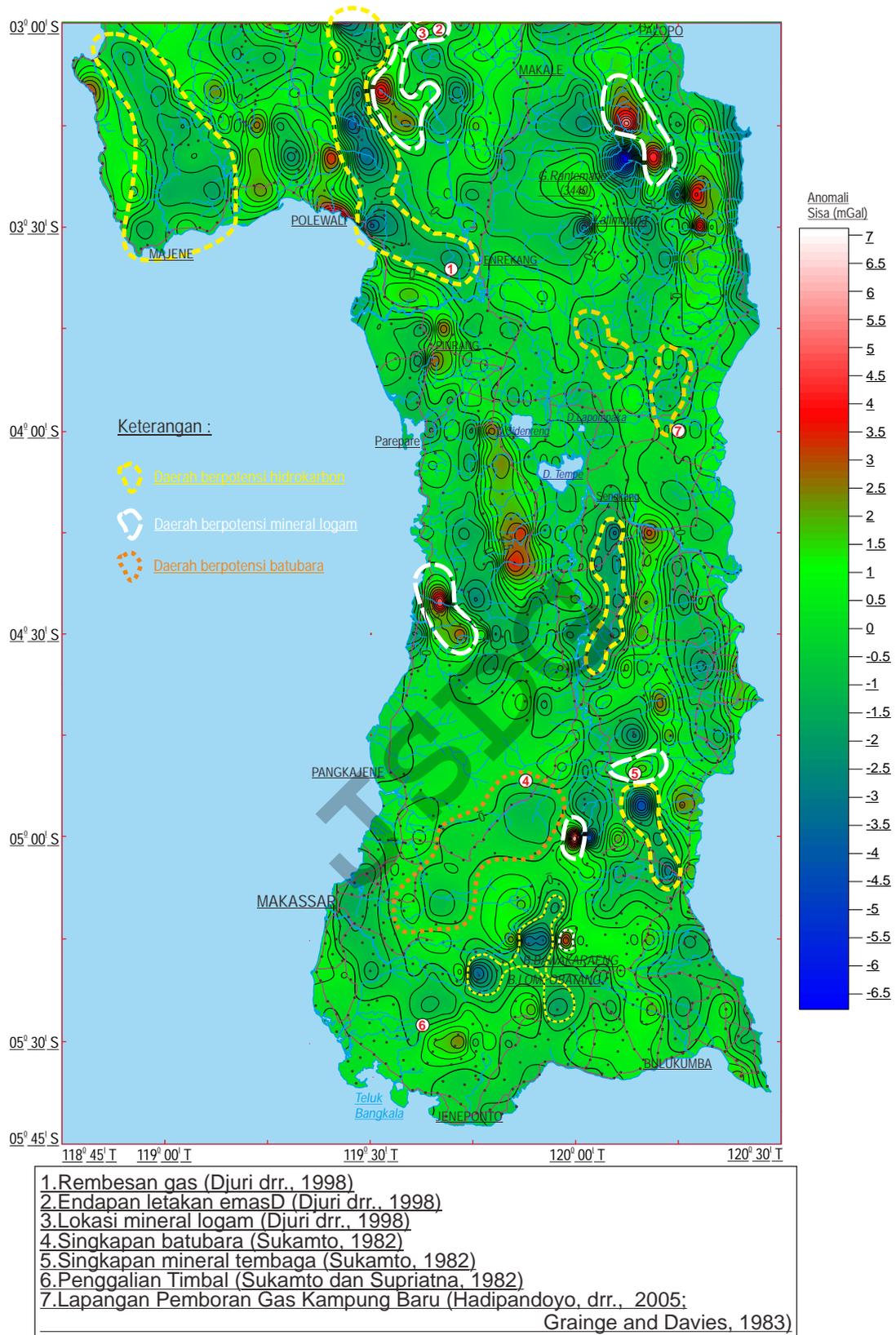
Batuan Sedimen & bat. gunungapi (2.50 gr/cm<sup>3</sup>)

Batuan Metamorf (2.70 gr/cm<sup>3</sup>)

Batuan Ultrabasa (2.90 gr/cm<sup>3</sup>)

Batuan Beku (2.85 gr/cm<sup>3</sup>)

Gambar 9a. Penampang pemodelan anomali sisa gayaberas sepanjang lintasan AB  
 b. Penampang pemodelan anomali sisa gayaberas sepanjang lintasan CD  
 c. Penampang pemodelan anomali sisa gayaberas sepanjang lintasan EF



Gambar 10. Perkiraan sebaran daerah berpotensi terhadap sumber daya mineral dan energi

Batubara di dapatkan pada daerah pinggiran anomali rendah. Daerah ini ditempati oleh Formasi Malawa dan Formasi Camba. Keberadaan batubara di wilayah ini ditunjukkan oleh terdapatnya singkapan batubara di daerah Malawa. Eksplorasi batubara dapat dikembangkan di daerah pinggiran anomali rendah yang terdapat di daerah penelitian (Sukamto, 1982).

Mineral logam di dapatkan pada daerah anomali tinggi, di daerah perbatasan anomali tinggi tersebut merupakan batas patahan dan ditunjukkan oleh kontur anomali berpola sejajar. Keberadaan mineral logam ini ditunjukkan oleh terdapatnya kromit di daerah Barru, sulfida seng dan tembaga pada urat kuarsa di timur laut Camba dan Mangan di daerah Salomeko dan daerah Barru. Kromit terdapat pada batuan ultrabasa, sedangkan mangan dijumpai pada kontak antara batuan gunung api dengan batu gamping. Dari penampang CD dan EF dapat diduga keberadaan mineral kromit dan mangan, dikontrol oleh patahan dan batuan terobosan yang menerobos batuan alas ultrabasa (Pada Gambar 9a, b, c ditandai dengan notasi B). Eksplorasi mineral logam dapat dikembangkan di daerah anomali tinggi tersebut. Mineral logam juga didapatkan pada daerah anomali tinggi yang terletak di pinggir timur laut daerah penelitian yaitu di Pegunungan Latimojong. Mineralisasi logam di daerah ini terjadi dari urat kuarsa yang dihasilkan dari penerobosan batuan beku diorit yang menerobos batuan metamorf Formasi Latimojong. Mineral logam yang di dapatkan adalah tembaga, emas, dan perak.

#### Kesimpulan dan Saran

Sesar Wallanae dapat diidentifikasi dengan jelas pada peta anomali Bouguer dan peta anomali sisa, dengan demikian sesar tersebut merupakan bagian dari struktur dalam yang menerus hingga ke permukaan.

Sesar Wallanae membagi Lengan Selatan Sulawesi menjadi dua bagian, yaitu bagian barat dan bagian timur.

Batuan dasar yang melandasi batuan di daerah Lengan Selatan Sulawesi ini terbagi dua, yaitu batuan ultrabasa dengan rapat massa batuan  $2,90 \text{ gr/cm}^3$  melandasi batuan di bagian barat, dan batuan dasar metamorf yang berapat massa batuan  $2,70 \text{ gr/cm}^3$  melandasi batuan di bagian timur.

Berdasarkan analisis anomali gayaberat dan geologi permukaan diperoleh informasi mengenai potensi sumber daya geologi di daerah penelitian. Hidrokarbon terdapat di wilayah anomali rendah yang terperangkap pada antiklin, sesar naik, dan graben. Batubara terdapat di daerah pinggiran cekungan anomali rendah. Mineralisasi logam diduga terdapat di daerah anomali tinggi.

Logam kromit, mangan, dan seng keberadaannya dikontrol oleh struktur patahan dan terobosan batuan terhadap batuan alas ultrabasa. Logam tembaga, perak, dan emas berhubungan dengan patahan, dan batuan terobosan yang menembus kerak granitik dan batuan metamorf.

#### Saran

Berdasarkan pemodelan gayaberat sepanjang lintasan AB, CD, dan EF, dapat diduga potensi sumber daya geologi, berupa sumber daya energi hidrokarbon (A) dan sumber daya mineral (B). Untuk lebih memastikan tentang hal itu, maka disarankan :

- Melakukan pengukuran seismik di lokasi-lokasi yang diperkirakan mempunyai potensi sumber daya hidrokarbon (Lihat notasi A pada Gambar 9a, b, c)
- Melakukan pengukuran GPS diferensial dan GPR untuk dapat memonitor gerakan tanah akibat keaktifan sesar di daerah daerah yang dilalui oleh sesar.
- Melakukan pengukuran geomagnetik, resistifiti, MT rinci, di lokasi-lokasi yang diperkirakan memiliki potensi sumber daya mineral (pada Gambar 9a, b, c diberi notasi B).

#### Ucapan Terimakasih

*Makalah ini dapat terwujud berkat adanya basis data gayaberat yang terkumpul di Program Pemetaan dan Penelitian Dasar (P2D) Pusat Survei Geologi (PSG). Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala PSG dan Koordinator Kelompok P2D (sekarang menjadi Kelompok Keahlian Geofisika) yang telah mengizinkan kami untuk mendapatkan data tersebut guna diproses menjadi peta anomali Bouguer daerah Lengan Selatan Sulawesi.*

## Acuan

- Adkins, J., Sukardi, S., Said, H., and Untung, M., 1978. *A Regional gravity base station network for Indonesia*, Direktorat Geologi, Bandung.
- Djuri, Sudjarmiko, Bachri, S., dan Sukido, 1998. *Peta geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi*. Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Dobrin, M.B., and Savit, C.H., 1986. *Gravity Prospecting : Principles and Instruments*, Introduction to Geophysical Prospecting, Fourth Edition : 581-629
- Grainge, A.M. and Davies, K.G., 1983. Reef exploration in the East Sengkang Basin, *Sulawesi. Proceedings of the Twelfth Annual Convention*, Jakarta, June 7-8, Vol.1, Indonesian Petroleum Association
- Hadipandoyo, S., Setyoko, J., Riyanto, H., Guntur, A., Suliantara, Sunarjanto, D., Tjiptono, A.G., Isnawati, Suprijanto, 2005. *Kuantifikasi sumber daya hidrokarbon. Volume II Kawasan Timur Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, LEMIGAS, Jakarta.
- Hays, W.W., 1976. Interpretation of gravity data. Open File Report 76-479, United States Department of the Interior Geological Survey.
- Heiskanen, W.A., and Moritz, H., 1967. *Physical Geodesy*. W. H. Freeman and Company, San Francisco & London : 131-363.
- Mangga, S.A., Zajuli, M.H.H., dan Sihombing, T., 2005. Tinjauan Geologi dan Potensi Batubara Daerah Sulawesi Selatan, *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 15 (1): 124-142.
- Parkinson, C.D., 1991. The petrology structure and geologic history of the metamorphic rocks of Central Sulawesi, Indonesia 17 p, [http : // en – wiki books.org](http://en-wiki-books.org)
- Pedley, R.C., 1991. *Interactive 2.5 D gravity and magnetic modelling program (Gravmag)*. User Manual, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham.
- Sani, M., 1990. *Peta anomali Bouguer Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat*. Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Sardjono, 2003. Anomali gayaberat dan dinamika kerak bumi, *Majalah IAGI*, 33 (2): 43-55
- Simamora, H., dan Sani, M., 1990. *Peta anomali Bouguer Lembar Ujungpandang dan Sinjai*. Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simanjuntak, T.O., 1993. Neogene plate convergence in Eastern Sulawesi, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, No.25 Vol.VIII, DGSM, Bandung
- Sobari, I., dan Mirnanda, E., 1996. *Peta anomali Bouguer Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo*. Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sukamto, R., 1982. *Peta geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi*. Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sukamto, R., dan Supriatna, S., 1982. *Peta geologi Lembar Ujungpandan, Benteng, dan Sinjai, Sulawesi*. Sekala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Suyono and Kusnama, 2010. Stratigraphy and tectonics of Sengkang Basin, South Sulawesi, *Jurnal Geologi Indonesia*, 2 (1) : 1-11.
- Tsuboi, C., 1983. *Gravity*. George Allen & Unwin Australia Pty Ltd, North Sydney, Australia : 66-254
- Widijono, B.S., 2010. Penelitian Gayaberat Cekungan Sengkang, Sulawesi Selatan. Badan Geologi, Laporan.