

STRUKTUR DAN GEOMETRI CEKUNGAN *OIL SHALE* DI DAERAH TALUK, RIAU, BERDASARKAN METODE GAYA BERAT

Saultan Panjaitan *)

SARI

Anomali gaya berat di daerah Taluk dapat dikelompokkan menjadi: a. Anomali gaya berat tinggi, yaitu antara 19 hingga 55 mgal. Kisaran ini mencerminkan tinggian batuan Pratersier yang tersesarkan ke permukaan. b: Anomali gaya berat rendah, yaitu antara 19 mgal hingga -25 mgal yang diperkirakan sebagai cekungan sedimen.

Singkapan serpih minyak Formasi Keruh sebarannya sangat terbatas. Namun berdasarkan hasil penelitian dengan metode gaya berat, bentuk cekungan di bawah permukaan Formasi Keruh ditandai oleh anomali rendah dari 0 hingga -8 mgal dan terdapat pada kontak sesar naik Formasi Kuantan, dan sebagian besar ditutupi oleh lapisan batuan yang lebih muda.

Dari antiklin Jakai, Taluk, dan Lipai dibentuk anomali sisa dari 0 mgal hingga 12 mgal. Antiklin Jakai menunjukkan dimensi yang lebih luas, sedangkan antiklin Emas dan Logen dimensinya lebih kecil dan anomalnya lebih rendah.

Antiklin Muarapantai dan antiklin Kualanangau yang berada di timur laut tersebut belum pernah dibor. Antiklin Muarapantai dianggap menunjukkan keberadaan *oil shale* di daerah TBS.

Kata kunci: Taluk, oil shale, cekungan, antiklin, anomali

ABSTRACT

Gravity anomaly in Taluk area can be grouped into : a. high gravity anomaly of 19 mgal to 55 mgal showing the Pretertiary high faulted to the surface. b. low gravity anomaly of 19 mgal to - 25 mgal predicted as a sedimentary basin.

Distribution of oil shale of Keruh Formation is very limited. However, based on the result of investigation using gravity method, the subsurface basin configuration where the Keruh Formation occurred is marked by a low anomaly from 0 to - 8 mgal and is situated in fault contact of the Kuantan Formation covered by younger rock.

Anticlines comprising : anticlines of Jakai, Taluk, and Lipai were formed by residual anomaly of 0 mgal to 11 mgal. The Jakai anticlines shows more extended dimension. While the Emas and Logen anticlines have much smaller dimension with lower anomaly. Muarapantai and Kualanangau anticlines in the northeast part have never been drilled. Anticline of Muarapantai was assumed to contain oil shale in TBS.

Keywords: Taluk, oil shale, basin, anticlines, fault, anomaly, gravity

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada Tahun Anggaran 2004 - 2005, kegiatan lapangan yang didanai oleh Proyek Penelitian Geologi Sumber Daya Energi dan Mineral telah dilaksanakan pada pertengahan bulan Mei hingga akhir Juni 2004. Adapun penelitian yang dilakukan adalah dengan metode gaya berat terhadap keberadaan cekungan *oil shale* di bawah permukaan yang terbentuk sebagai cekungan antar gunung pada Formasi Keruh, Cekungan Kuansing, Sumatera Tengah (Kusumahbrata dan Suminto, 2003).

Serpih minyak atau *oil shale* adalah serpih yang mengandung zat organik, yang jika dipanaskan pada temperatur tinggi (diatas 400° C) akan mengurai dan kemudian menghasilkan hidrokarbon cair yang serupa dengan minyak bumi. Produksi serpih minyak yang terkenal adalah dari Formasi Green River di Uinta Basin negara bagian Colorado, Utah, dan Wyoming. Serpih yang mengandung kerogen sangat tebal dan sebarannya luas. Produksinya sampai triliunan barel dengan kandungan minyak 150 galon per ton. Hal serupa juga didapatkan di Jerman utara dengan sebutan *Kuchersicher*.

Oil shale yang merupakan salah satu energi alternatif di masa mendatang terdapat di daerah penelitian dalam batuan sedimen klastika halus

*) Pusat Survei Geologi

Formasi Keruh (Formasi Kelesa) yang kaya akan material organik, khususnya eksinit yang berasosiasi dengan batubara (Kusumahbrata dkk., 2003).

Lapisan *oil shale* terdapat pada bagian atas Formasi Keruh yang posisinya terletak di atas batubara. Batuan ini terdiri atas dari serpih dan batulumpur berwarna kelabu gelap sampai hitam, berlaminasi tebal. Setempat berstruktur sedimen laminasi sejajar dan mengandung urat-urat oksida besi, serta kaya akan material organik.

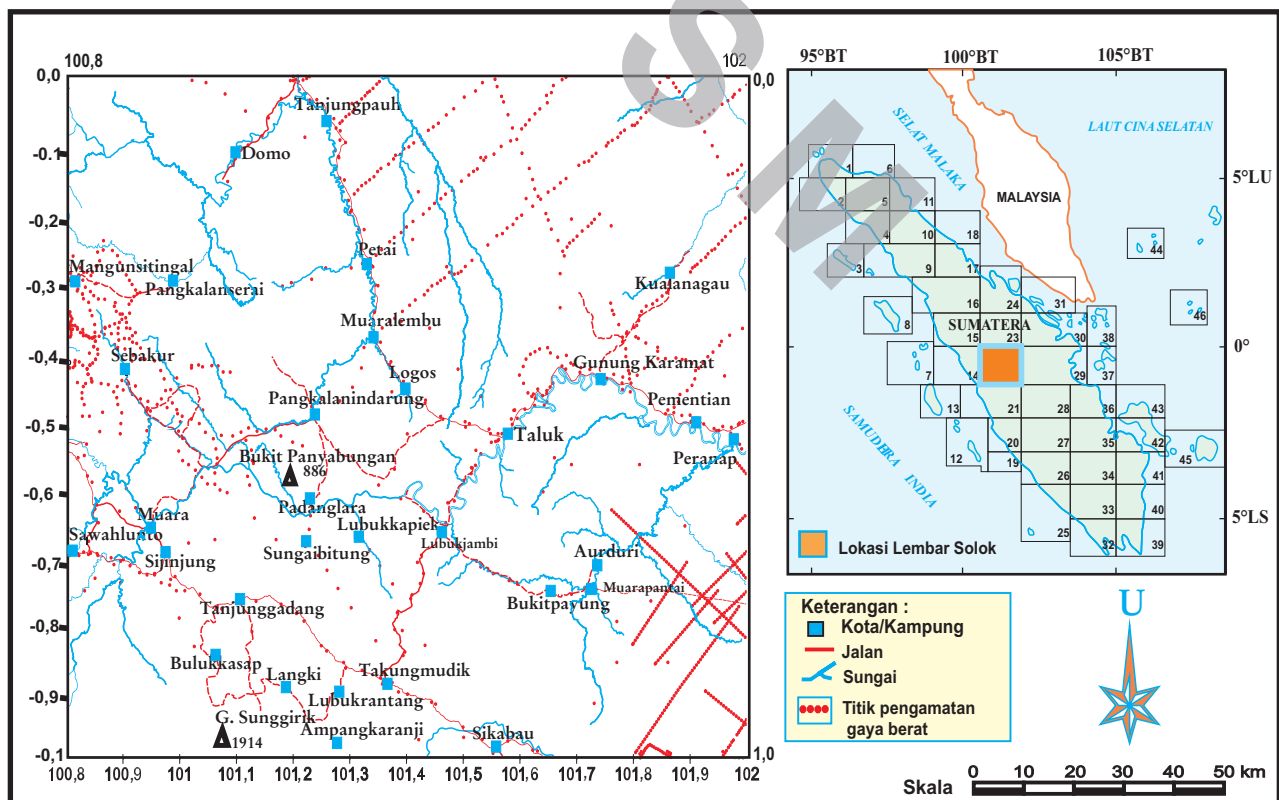
Batuan sedimen klastika halus Formasi Keruh yang berwarna gelap terendapkan dalam lingkungan lakustrin (Kusumahbrata dkk., 2003) yang diduga sebagai sumber minyak bumi dan gas alam (*oil source*). Selain *oil shale*, batubara juga terdapat di daerah PT. Manunggal setebal 4,75 meter, dan di Kuari Nusa Riau setebal 12,2 meter. Batubara menumpuk secara selaras di atas endapan batulumpur karbonan berwarna abu-abu dan berstruktur masif. Litotipe batubara tersebut termasuk dalam *dull banded-bright banded* sampai *bright* kaya *vitritine* dan banyak mengandung resin dan pirit.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari data awal dalam upaya Pemerintah untuk melakukan pencarian energi alternatif untuk menggantikan minyak bumi (hidrokarbon) yang cadangannya semakin berkurang.

Penelitian ini merupakan tindak lanjut kajian *oil shale* terdahulu, yang telah dilakukan tim geologi di daerah Kiliran, Kunangan, Lubuk Jambi, Muaralembu, Petai, dan perkebunan Sawit TBS. Kegiatan ini mencakup penelitian energi batubara di daerah Kuari PT Manunggal dan Kuari Nusa Riau Kabupaten Kuantan-Singingi dengan lapisan batubara yang mencapai ketebalan hingga 12,04 meter.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui geometri lapisan serpih minyak (*oil shale*) Formasi Telisa di bawah permukaan, dan menentukan geometri cekungan termasuk struktur geologi di bawah permukaan.



Gambar 1. Peta lokasi dan titik pengamatan gaya berat.

Metode Penelitian

Secara garis besar penelitian berdasarkan metode gaya berat. Diharapkan metode gaya berat ini dapat melihat konfigurasi cekungan di bawah permukaan berupa:

- Gambaran bentuk bawah permukaan
- Kedalaman dan ketebalan batuan sedimen
- Dimensi dan geometri cekungan
- Struktur bawah permukaan berupa antiklin, sinklin, sesar
- Bentuk tiga dimensi dari paleotopografi anomali batuan dasar
- Melokalisasi tubuh intrusi di permukaan dan bawah permukaan

Dengan mengetahui aspek batuan termasuk rapat massa setiap batuan pembawa lapisan *oil shale*, kedalaman, dan ketebalan batuan perangkap, maka hamparan lapisan *oil shale* di bawah permukaan dapat ditentukan.

Obyek Penelitian

Ditemukannya lapisan serpih yang menghasilkan hidrokarbon 18,44 - 116,04 kg/ton pada beberapa percontoh batuan, memberikan petunjuk bahwa *oil shale* terbentuk di cekungan ini.

Obyek penelitian ditekankan di daerah PT. Manunggal, PT. Nusa Riau, dan Perkebunan TBS di tenggara, yaitu pada Formasi Keruh, dimana formasi ini setara dengan Formasi Kelesa yang berumur Eosen - Oligosen (Suwarna dkk., 1994). Pengukuran juga dilakukan di daerah pedataran sebelah timur laut. Pada daerah-daerah tersebut penelitian gaya berat yang dilakukan berbentuk lintasan dan acak dengan jarak tiap titik pengamatan antara 500 - 1500 m meter. Data tambahan adalah data base gaya berat milik Puslitbang Geologi Bandung. Dengan sistem tersebut maka akan dapat diketahui daerah-daerah hamparan geometri dan sebaran formasi pembawa *oil shale*.

GEOLOGI REGIONAL

Daerah penelitian sebagian besar termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Tengah dan sebagian kecil merupakan cekungan antar gunung berarah barat laut-tenggara, sejajar dengan Cekungan Ombilin.

Bagian selatan daerah penelitian ditempati oleh morfologi perbukitan terjal yang tersusun oleh batuan Pratersier, sedangkan bagian utara ditempati oleh morfologi perbukitan bergelombang hingga datar yang tersusun oleh batuan berumur Tersier sampai dengan Kuartar (Gambar 2).

Berdasarkan kerangka tektonik regional, di Sumatera terdapat tiga tipe cekungan sedimentasi, yaitu Cekungan Busur Belakang (*Back-Arc Basin*) seperti Cekungan Sumatera Utara, Cekungan Sumatera Tengah, dan Cekungan Sumatera Selatan. Tipe kedua adalah Cekungan Antar Gunung (*Intermontane Basin*), seperti Cekungan Ombilin, dan tipe ketiga yaitu Cekungan Busur Depan (*Fore-Arc Basin*) seperti Cekungan Sibolga, Cekungan Bengkulu, dan sebagainya. Evolusi cekungan sedimentasi di Sumatera ditandai oleh pemekaran (*rifting*) di dasar samudera yang berasosiasi dengan berkembangnya cekungan-cekungan besar di Busur Belakang. Selanjutnya aktifitas tektonik berasosiasi dengan mekanisme gerakan patahan mendatar mengangan Sumatera (*the great dextral Sumatera Fault*) yang diperkirakan sangat berpengaruh pada evolusi pembentukan Cekungan Antar Gunung di daerah penelitian. Patahan Sumatera yang berarah tenggara - barat laut diperkirakan telah mengalami beberapa periode pergerakan akibat adanya zone tunjaman miring (*oblique subduction*) Lempeng Indo-Australia yang menyusup ke bawah Lempeng Asia, sekitar 250 km di sebelah barat selatan Pulau Sumatera. Aktifitas tektonik Patahan Sumatera diperkirakan berlangsung sejak Zaman Tersier dan menerus sampai saat ini. Namun demikian skala besaran kegiatannya tidaklah berlangsung secara merata di setiap periode.

Para ahli tektonik regional Sumatera percaya bahwa gerakan pada zone patahan mendatar Sumatera yang cukup lebar (sekitar 40-90 km) telah menyebabkan terbentuknya bukaan-bukaan berbentuk cekungan (*basin*) di permukaan kulit bumi. Cekungan-cekungan tersebut terbentuk sebagai manifestasi adanya pola tektonik tegangan tarikan (*extensional regime*) di sepanjang patahan Sumatera yang dikenal dengan jalur Terban Sumatera *graben lakes*, seperti Danau Toba, Danau Singkarak, Danau Diatas-Dibawah, Danau Maninjau Danau Kerinci, dan Danau Ranau yang ditafsirkan memiliki kaitan dengan gaya tarik tersebut.

andesit, juga dikenal sebagai Formasi Gumai (Suwarna dkk., 1994) yang berumur Miosen Awal - Tengah. Formasi Telisa ditindih secara selaras oleh Formasi Palembang yang berumur Miosen Akhir - Plistosen. Sedangkan Formasi Palembang terbagi dalam tiga anggota, yaitu Anggota Bawah Formasi Palembang yang tersusun oleh batulempung dengan beberapa sisipan batupasir dan batupasir glaukonitan, dan anggota ini dikenal sebagai Formasi Airbenakat. Anggota Tengah Formasi Palembang tersusun oleh batupasir, lempung pasir dengan sisipan lignit dan tuf, dikenal sebagai Formasi Muaraenim. Anggota Atas Formasi Palembang terdiri atas tuf asam berbatu apung, batupasir tufan, bentonit, sisipan lignit, dan kayu terkarsikkan yang dikenal sebagai Formasi Kasai (Suwarna dkk., 1994).

HASIL PENGUKURAN DATA GAYA BERAT

Anomali Bouguer

Hasil pengukuran data gaya berat dengan tampilan anomali Bouguer (Gambar 3) secara umum dapat dibedakan menjadi:

- Anomali gaya berat tinggi yaitu dengan nilai berkisar antara 19 hingga 55 mgal yang diinterpretasikan sebagai tinggian batuan sedimen Pratersier yang tersesarkan ke permukaan.
- Anomali gaya berat rendah antara 19 mgal hingga -25 mgal yang ditunjukkan sebagai zone rendah yang kemungkinan membentuk cekungan.

Anomali tinggi yang tercermin pada peta anomali Bouguer terdapat pada bagian tengah membentang dengan arah barat laut - tenggara (warna kuning-merah), dan diduga merupakan batuan sedimen Pratersier Formasi Kuantan yang telah mengalami metamorfosis membentuk sembulan yang di permukaan membentuk bentang alam perbukitan terjal. Anomali tertinggi yang bernilai hingga 55 mgal diduga menggambarkan zone suatu intrusi batuan beku.

Anomali gaya berat yang meliputi bagian timur laut berbentuk lonjong memanjang berarah barat laut-tenggara, dan diinterpretasikan sebagai daerah-daerah atau zone struktur lekukan dan sembulan rendah. Anomali bagian barat (warna biru) yang

mencapai nilai -25 mgal merupakan lekukan dalam yang kemungkinan merupakan bagian dari cekungan Ombilin yang berarah barat laut-tenggara. Anomali di bagian tengah dan utara membentuk lekukan kecil dan rendahan datar yang sangat luas. Daerah ini kemungkinan merupakan bagian dari sub-cekungan Kuansing dimana terdapat formasi pembawa *oil shale*.

Kelurusan zone kontur anomali Bouguer adalah barat laut-tenggara yang juga mencerminkan pola kelurusan arah struktur secara regional di daerah ini.

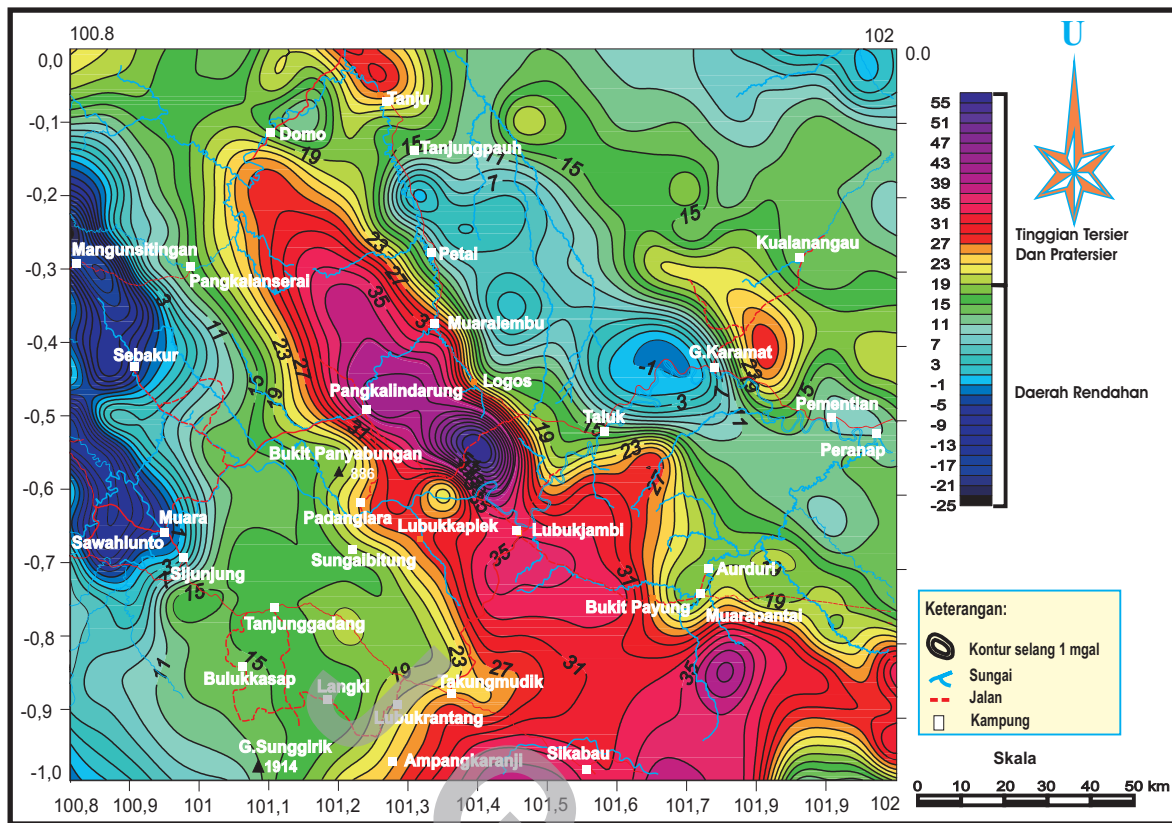
Anomali Sisa

Anomali sisa lebih rinci (Gambar 4) dibuat setelah mengurangi anomali regional. Pola anomali sisa yang tergambar sangat beragam dan dikelompokkan menjadi tiga (3), yaitu:

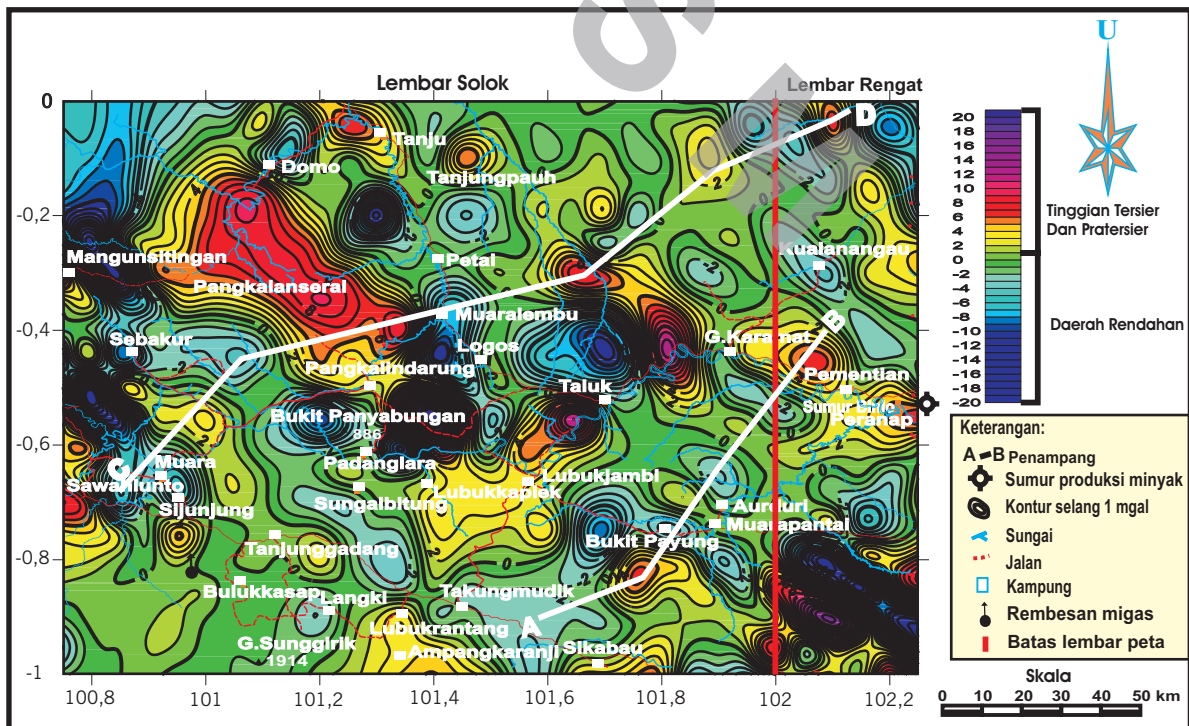
1. Nilai anomali tertinggi dengan kisaran 9 mgal hingga 20 mgal mengindikasikan intrusi batuan beku dan batuan Pratersier.
2. Anomali dengan kisaran antara 0 mgal hingga 9 mgal adalah berupa bentukan sembulan (*horst*).
3. Nilai anomali rendah dengan kisaran antara 0 mgal hingga -20 mgal ditafsirkan sebagai lekukan atau cekungan dan subcekungan.

Nilai anomali tertinggi dengan kisaran antara 9 mgal hingga 20 mgal meliputi daerah Logos yang ditandai oleh kontur anomali melingkar sebagai cerminan intrusi batuan beku. Intrusi ini diduga sebagai batuan induk emas plaser di Sungai Logos. Di daerah Sijunjung intrusi mempunyai nilai anomali dengan kisaran antara 0 mgal hingga 5 mgal yang juga membentuk kontur melingkar dan ditafsirkan sebagai pembawa emas plaser di Sungai Sijunjung. Sementara itu intrusi yang ditandai kontur anomali berbentuk memanjang dan lonjong merupakan cerminan tubuh granit memanjang dengan sebaran yang cukup luas di daerah Tanjunggadang, berarah barat laut-tenggara.

Nilai anomali sedang dengan kisaran antara 0 mgal hingga 9 mgal nampak tersebar secara acak (warna kuning-merah), di sebelah barat bagian selatan Pangkalanserau membentuk anomali memanjang berarah barat laut-tenggara. Kisaran anomali tersebut dicirikan oleh Formasi Kuantan berumur Perem-Karbon, yang telah mengalami



Gambar 3. Peta anomali Bouguer memperlihatkan struktur zone lekukan dan sembulan batuan Pratersier dan Tersier daerah Taluk, Riau.



Gambar 4. Peta anomali sisa memperlihatkan tinggian dan rendahan batuan Pratersier dan Tersier dengan anomali berbentuk bulat, lonjong, dan memanjang.

metamorfosis berupa filit dan serpih. Anomali tersebut merupakan batuan tua yang tersingkap ke permukaan membentuk perbukitan yang diakibatkan oleh pematahan bongkah. Di sebelah timur laut terdapat pengelompokan anomali dengan cerminan kontur membulat hingga lonjong berupa daerah pedataran yang luas dan diduga berupa bentukan antiklin-antiklin lokal.

Nilai anomali rendah dengan kisaran antara 0 mgal hingga -20 mgal merupakan wilayah yang sangat luas (warna biru). Di sebelah barat anomali tersebut mencerminkan suatu zone lekukan yang kemungkinan adalah cekungan Ombilin, yang ditandai oleh kontur memanjang hingga ke Sawahlunto. Sedangkan wilayah subcekungan umumnya dicirikan oleh kontur anomali yang berbentuk lonjong, yang diduga membentuk wadah atau dapur hidrokarbon (Kevin dan Asril, 1988). Formasi Keruh bagian bawah yang dilaporkan mengandung *oil shale* tersingkap di sebelah barat Petai, Muaralembu, Lubuk Jambi, dan Muarapantai.

Nilai anomali gaya berat dimana terdapat lapisan *oil shale* berkisar antara 0 mgal hingga -6 mgal, dan umumnya tersingkap pada batas kontak sesar batuan metamorf Formasi Kuantan yang berbentuk subcekungan memanjang hingga ke arah selatan. Sementara itu Formasi Keruh yang mengandung *oil shale* kemungkinan masih menyebar hingga ke arah timur pada anomali rendah yang membentuk subcekungan, tetapi *oil shale* tidak tersingkap karena tertutup oleh batuan sedimen yang lebih muda dari Formasi Palembang.



Gambar 5. Pengukuran pada singkapan batubara dengan nilai -2 mgal pada anomali sisa dengan ketebalan 4,75 m sebelah timur Kuari PT. Manunggal dan 11 m TBS Muarapantai.

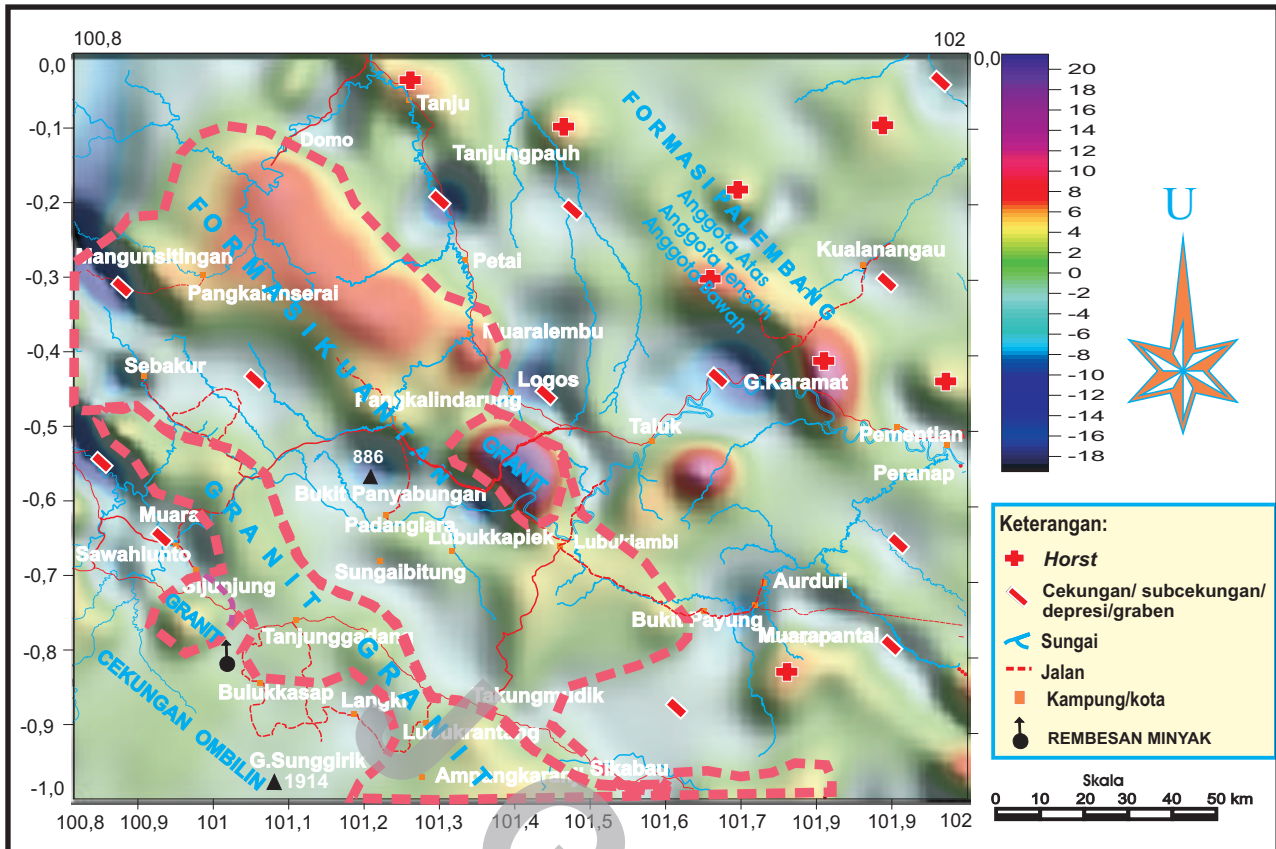
Singkapan batubara yang terbentuk pada Formasi Telisa tercermin pada anomali sisa 0 mgal hingga -2 mgal pada Gambar 5, seperti di daerah tambang PT. Manunggal, Nusa Riau, dan TBS Muarapantai yang terbentuk pada 4 mgal (Gambar 6). Pada eksplorasi batubara secara rinci untuk melokalisasi sebaran batubara di daerah-daerah tambang tersebut harus dilakukan pengukuran dengan jarak titik pengamatan yang rapat untuk mencari anomali rendah yang terkait dengan rapat massa batubara tersebut.

Citra Tiga Dimensi

Berdasarkan penampilan citra anomali sisa, (Gambar 7) kelompok batuan di daerah penelitian dapat dipisahkan, yaitu di selatan bagian barat didominasi oleh Formasi Ombilin yang kemungkinan membentuk Cekungan Ombilin. Intrusi batuan beku granit yang berbentuk memanjang tidak menghasilkan mineral sulfida, sedangkan Formasi Palembang tersingkap sangat luas di timur laut. Anggota Bawah Formasi Kuantan yang terdiri atas serpih, dan batupasir, tercermin pada nilai anomali lebih rendah dari -4 mgal. Anggota Filit dan Serpih terdiri atas serpih, filit, sisipan batusabak, kuarsit, batulanau, dan rijang yang ditandai dengan nilai anomali 12 mgal. Sedangkan ke arah timur di dominasi oleh Formasi Palembang yang dibagi menjadi Anggota Bawah Formasi Airbenakat, Anggota Tengah sebagai Formasi Muaraenim, dan Anggota Atas sebagai Formasi Kasai (Suwarna dkk., 1994).



Gambar 6. Pengukuran pada singkapan batubara di daerah TBS antiklin Muarapantai bernilai 4 mgal pada anomali sisa dengan ketebalan 12 m.



Gambar 7. Peta citra tiga dimensi anomali sisa menunjukkan sebaran batuan daerah Taluk, Riau.

Peta citra ini juga dapat membedakan daerah-daerah struktur lekukan terban (*graben*) dan sembulan (*horst*) yang terbentuk di wilayah utara bagian timur (bertanda positif). Sedangkan daerah-daerah cekungan dan subcekungan bertanda negatif.

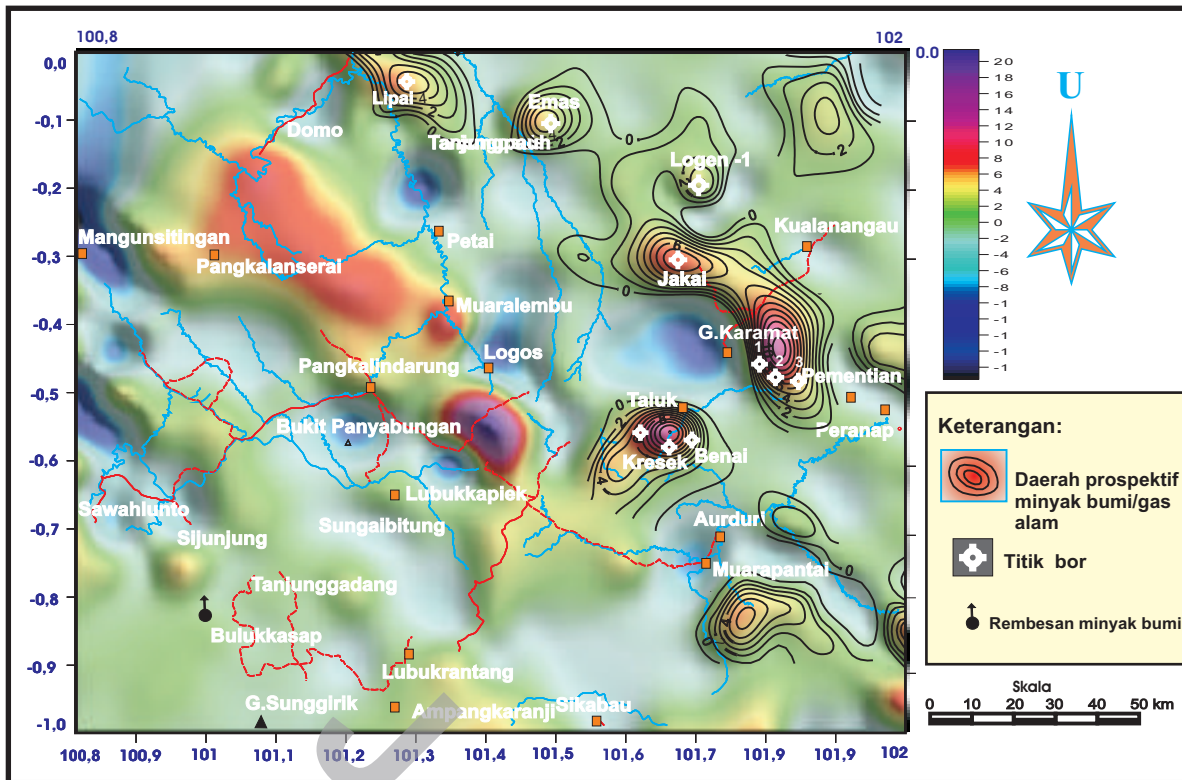
Pada daerah negatif tersebut kemungkinan terdapat formasi pembawa *oil shale* yang sebarannya memanjang ke arah selatan yang tercermin dalam peta geologi.

Gambar 8 mencerminkan pola sembulan (*horst*) dengan nilai anomali Bouguer dari 0 mgal hingga 11 mgal pada anomali sisa. *Horst* tersebut terkait dengan sesar-sesar normal sembulan tegak. Sembulan atau horst Taluk dan Lipai menunjukkan nilai kontur 5 hingga 11 mgal. Sedangkan sembulan *horst* Emas dan Logen berdimensi lebih kecil, yang ditandai dengan anomali sisa berkisar 3-5 mgal. Daerah-daerah sembulan ini pada umumnya telah dibor bahkan di daerah Taluk pemboran dilakukan pada tiga lokasi, sedangkan di sembulan Jakai pada empat lokasi. Sembulan yang belum dibor adalah

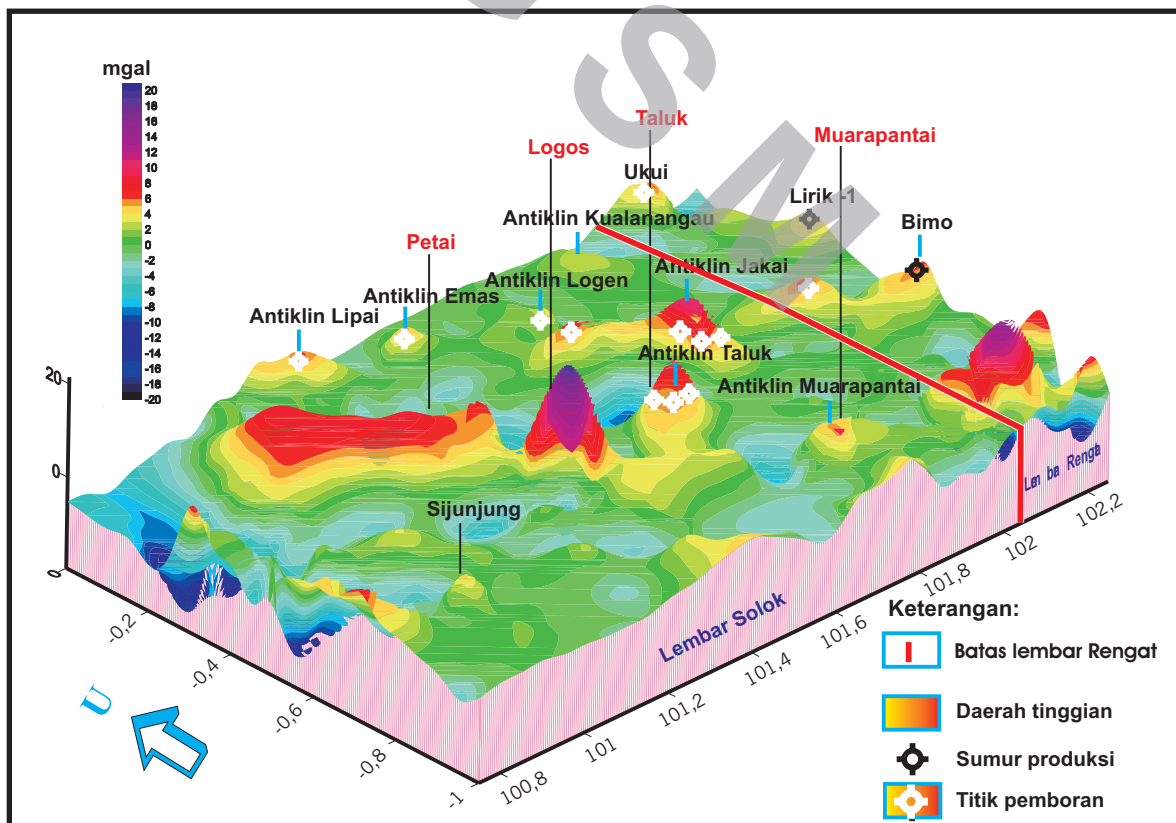
Muarapantai di selatan dan sembulan Kualanangau di utara. Informasi mengenai pemboran yang dilakukan di daerah ini belum didapat. Martin dan Kamal (1988) dalam laporannya tidak menyinggung hal tersebut, kecuali menganalisis lapangan minyak Lirik -1 dan lapangan Bimo maupun yang terdapat di Jalur Merbau dan Jalur Kampar-Japura.

Proyeksi Tiga dimensi

Proyeksi ini dapat memperlihatkan bentukan sembulan dan lekukan ke arah vertikal maupun ke arah horizontal (Gambar 9). Sembulan yang terbentuk di daerah penelitian umumnya akibat pengangkatan yang diperlihatkan oleh perbedaan nilai anomali yang tajam antara anomali yang tinggi dengan yang rendah. Batas tersebut pada umumnya merupakan bidang sesar-sesar yang ditandai dengan tinggian-tinggian anomali. Sembulan-sembulan yang terbentuk di daerah ini dinamakan Blok Pamai-Taluk yang meliputi sembulan Lipai, Emas, Logen, Jakai, dan Taluk.



Gambar 8. Kontur anomali sisa peta citra tiga dimensi yang menunjukkan tinggian Tersier daerah Taluk, Riau.



Gambar 9. Blok diagram tiga dimensi anomali sisa yang memperlihatkan daerah tinggian Taluk, Riau.

Konfigurasi Bawah Permukaan A - B Lintasan Anomali Sisa

Panjang lintasan ini sekitar 90 km ke arah barat laut-tenggara dari Sikabau melintasi antiklin Muaralembu dan sumur bor Angko. Lintasan ini dibuat tegak lurus dengan struktur geologi regional (Gambar 10). Penentuan rapat massa sebagian dilakukan dengan pengukuran percontoh batuan di laboratorium, sebagian lagi dengan mengkorelasikan jenis batuan dari suatu formasi dengan tabel nilai rapat massa. Secara berurutan dari atas ke bawah, rapat massa lapisan batuan diketahui dengan mengkorelasikannya terhadap geologi setempat.

Lapisan pertama mempunyai massa batuan $2,45 \text{ gr/cm}^3$, dan terdiri atas Formasi Palembang yang berumur Miosen Akhir-Pliosen. Formasi ini dibagi menjadi Anggota Atas, disusun oleh tuf asam berbatu apung, batupasir tuffaan, bentonit, dan kayu terkarsikan dengan sisipan lignit dan dikenal sebagai Formasi Kasai (Suwarna dkk., 1994). Anggota Tengah disusun oleh batupasir, lempung pasir, sisipan lignit, dan tuf yang dikenal sebagai Formasi Muaraenim. Anggota bawah disusun oleh batulempung dengan sisipan batupasir dan batupasir glaukonitan yang dikenal sebagai Formasi Airbenakat. Ketebalan formasi ini pada penampang mencapai 1000 meter dan terbentuk pada kedalaman 0 hingga 1200 m. Anomali di daerah subcekungan bagian tengah ditandai dengan nilai -3 mgal hingga 6 mgal . Sebaran batuan ini di permukaan mencapai 60% dari luas seluruh daerah penelitian, dan menempati wilayah pedataran hingga ke sisi timur lembar Rengat.

Lapisan kedua mempunyai rapat massa batuan $2,5 \text{ gr/cm}^3$ dan terdiri atas Formasi Tualang berumur Miosen Bawah, sedangkan bagian bawah disusun oleh batulempung sisipan batupasir kuarsa, setempat gampingan dan lanauan. Bagian atas disusun oleh batupasir kuarsa, sisipan batulempung, dan batu-lumpur. Ketebalan batuan ini berkisar antara 700 - 900 meter dengan kedalam sekitar 900 meter, dan di daerah lekukan mencapai 2100 m.

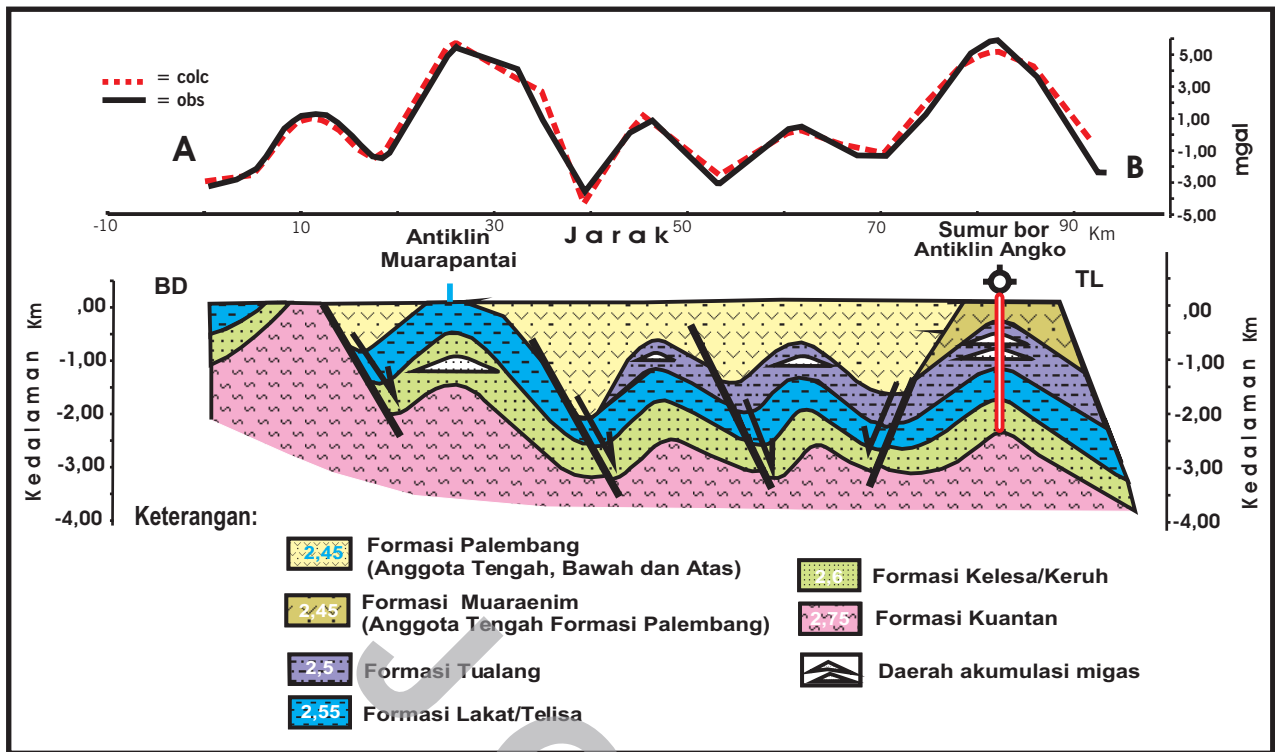
Lapisan ketiga adalah batuan dengan rapat massa $2,55 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai Formasi Telisa yang berumur Oligosen-Miosen. Suwarna dkk. (1994) mengatakannya Formasi Lakat. Sedangkan Kusumahbrata dkk. (2003) mengatakan Formasi Keruh yang terdiri atas Anggota Bawah dan disusun oleh batulanau, batulempung, dan serpih mengan-

dung lapisan *oil shale*. Sementara itu Anggota Atas disusun oleh serpih, batupasir, lignit, dan tuf. Sebaran formasi Telisa pada penampang sangat luas dan diduga menerus hingga ke daerah Jambi dan Sumatera Selatan. Ketebalan batuan ini berkisar antara 600 - 800 meter dengan kedalaman hingga 1,5 km yang pada sebelah barat penampang muncul atau tersingkap hingga ke permukaan akibat struktur yang kemudian tererosi.

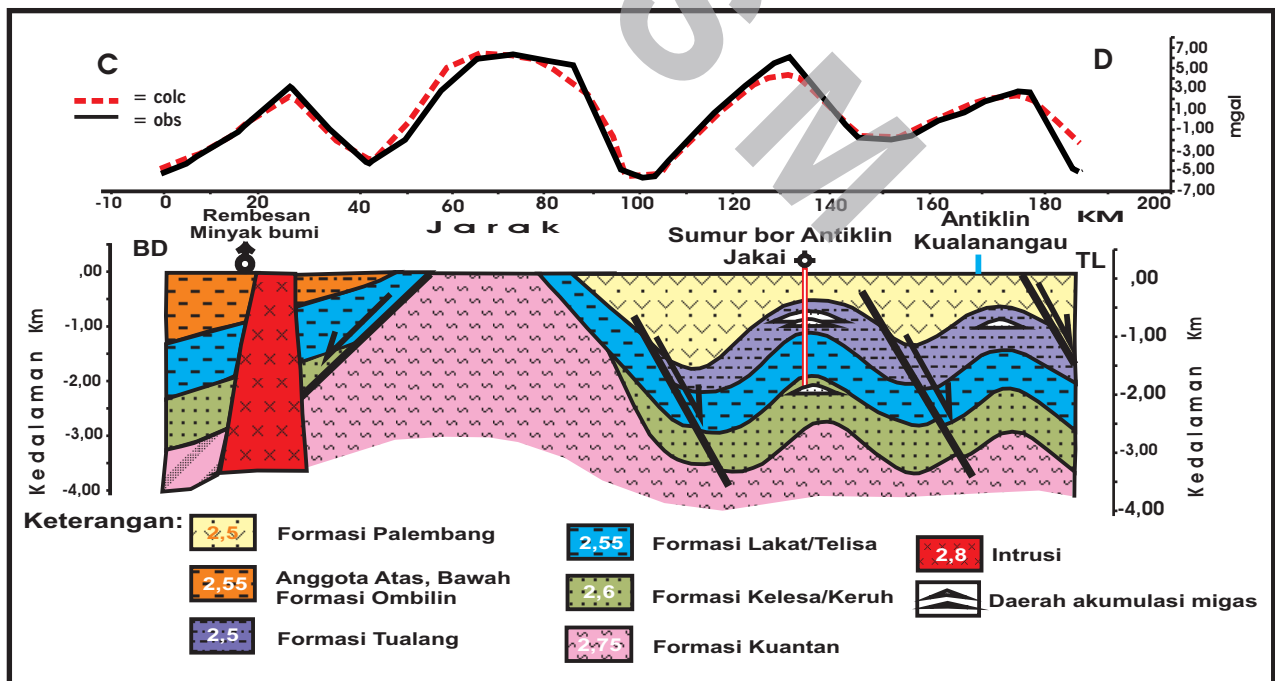
Lapisan keempat adalah batuan dengan rapat massa $2,6 \text{ gr/cm}^3$ yang terdiri atas Formasi Keruh berumur Eosen dan disusun oleh konglomerat, batupasir, serpih, batubara, dan tuf dengan ketebalan sekitar 400 meter dengan kandungan batupasir sekitar 10% (Martin dan Kamal, 1988), dan kedalaman mulai dari 1600 meter. Sebaran batuan ini pada penampang merupakan kontak tidak selaras dengan batuan metamorf di bawahnya. Formasi ini merupakan dapur hidrokarbon yang sangat potensial dimana di daerah ini terbentuk graben yang ditandai dengan cekungan yang pada penampang diduga sebagai bagian cekungan busur belakang pada serpih lakustrin.

Lapisan kelima mempunyai rapat massa $2,76 \text{ gr/cm}^3$ dan terdiri atas Formasi Kuantan berumur Perem-Karbon yang dibagi menjadi Anggota Filit dan disusun oleh serpih, filit, sisipan batusabak, kuarsit, batulanau, rijang, dan aliran lava. Sedangkan Anggota Batugamping disusun oleh batugamping, batusabak, filit, serpih, dan kuarsit. Anggota Bawah disusun oleh kuarsit, batupasir kuarsa sisipan filit, batusabak, serpih, batuan gunung api, tuf kuarsit, konglomerat, dan rijang. Formasi ini mempunyai ketebalan antara 1000 hingga 2000 meter dan tersingkap hingga ke permukaan akibat tektonik di daerah jalur perbukitan sebelah barat. Diperkirakan sebarannya hingga ke daerah Sumatera Utara yang bernama Formasi Kluet dengan ketebalan mencapai 3000 meter.

Intrusi batuan beku dengan rapat massa batuan $2,8 \text{ gr/cm}^3$ terdapat pada penampang C - D (Gambar 11) dan terdiri atas granit dengan sebaran yang sangat luas dan tersingkap di sebelah barat. Batuan ini dicirikan oleh anomali sisa yang membentang dengan arah barat laut-tenggara, dari Sebaku hingga ke daerah Lubukrantang dan kemungkinan membentuk *stock*. Sedangkan batuan beku di daerah Sijunjung dan Logos membentuk intrusi lokal yang membawa mineral sulfida yang ekonomis di daerah ini. Rembesan minyak bumi terdapat di selatan



Gambar 10. Penampang A - B lintasan anomali sisa menunjukkan struktur sesar dan sembulan-sembulan.



Gambar 11. Penampang C - D lintasan anomali sisa yang memperlihatkan tinggian dan sesar normal.

Sijunjung pada Formasi Ombilin, dan diduga sumbernya dari kerogen *oil shale* Formasi Keruh yang keluar dari patahan ataupun berasosiasi dengan intrusi batuan beku tersebut.

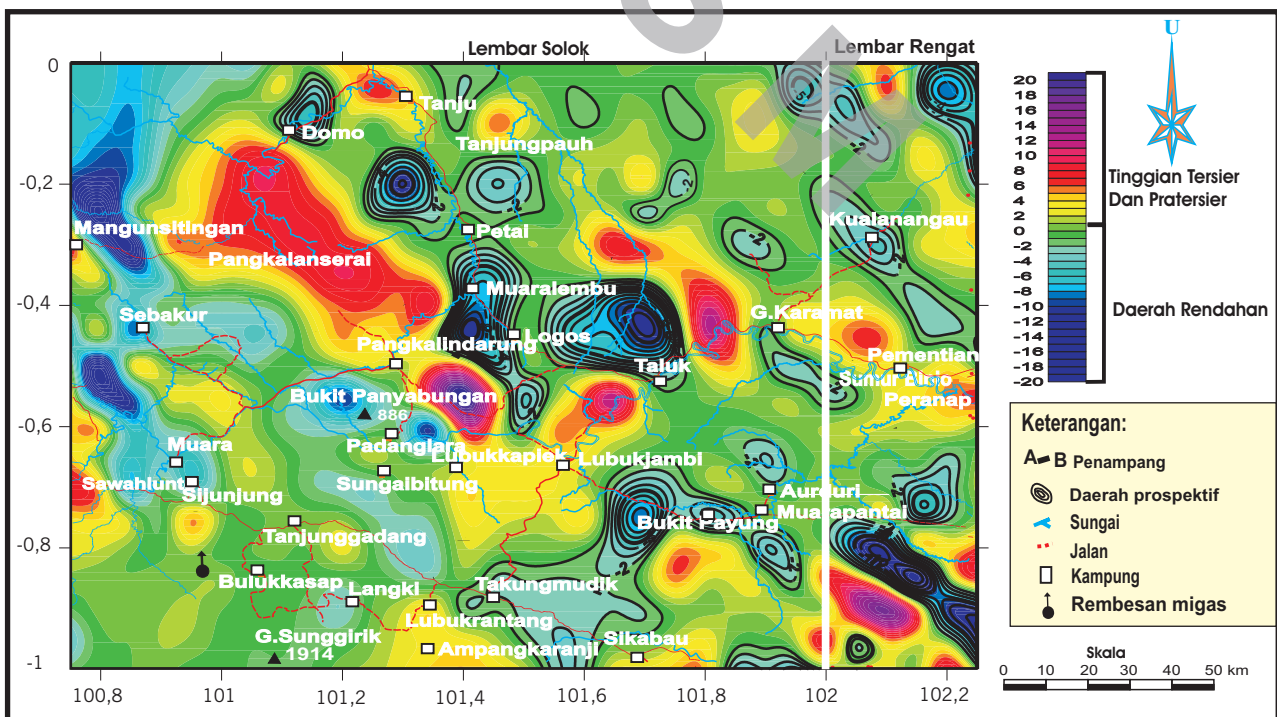
Sedangkan batuan serpih minyak (*oil shale*) (Gambar 12) singkapannya sangat terbatas, dan sebagian besar tertutup oleh lapisan yang lebih muda, yang umumnya ditutupi Formasi Palembang ataupun formasi lain. Sebaran *oil shale* tersebut pada peta bernilai -1 mgal hingga -8 mgal pada anomali sisa. Ketebalan lapisan *oil shale* pada penampang terukur di daerah Kuari Nusa Riau (Gambar 13) terlihat sekitar 5 meter (Kusumahbrata dkk., 2003). Lapisan batubara Formasi Keruh juga tersingkap yang tercermin pada anomali antara 0 mgal hingga -2 mgal (Gambar 14), seperti di daerah tambang PT. Manunggal, Nusa Riau, dan TBS Muarapantai. Berdasarkan ciri litologi dan posisi stratigrafinya sikuen ini diperkirakan terbentuk sebagai endapan saluran distribusi (*distributary channel*) di paparan delta bagian atas, dimana pengaruh fluviatil berenergi tinggi cukup kuat (Kusumahbrata dkk., 2003).

Di Kuari Nusa Riau, di atas lapisan batubara terbentuk sikuen sedimen berupa perselingan lapisan tipis serpih menerus dengan batas antar

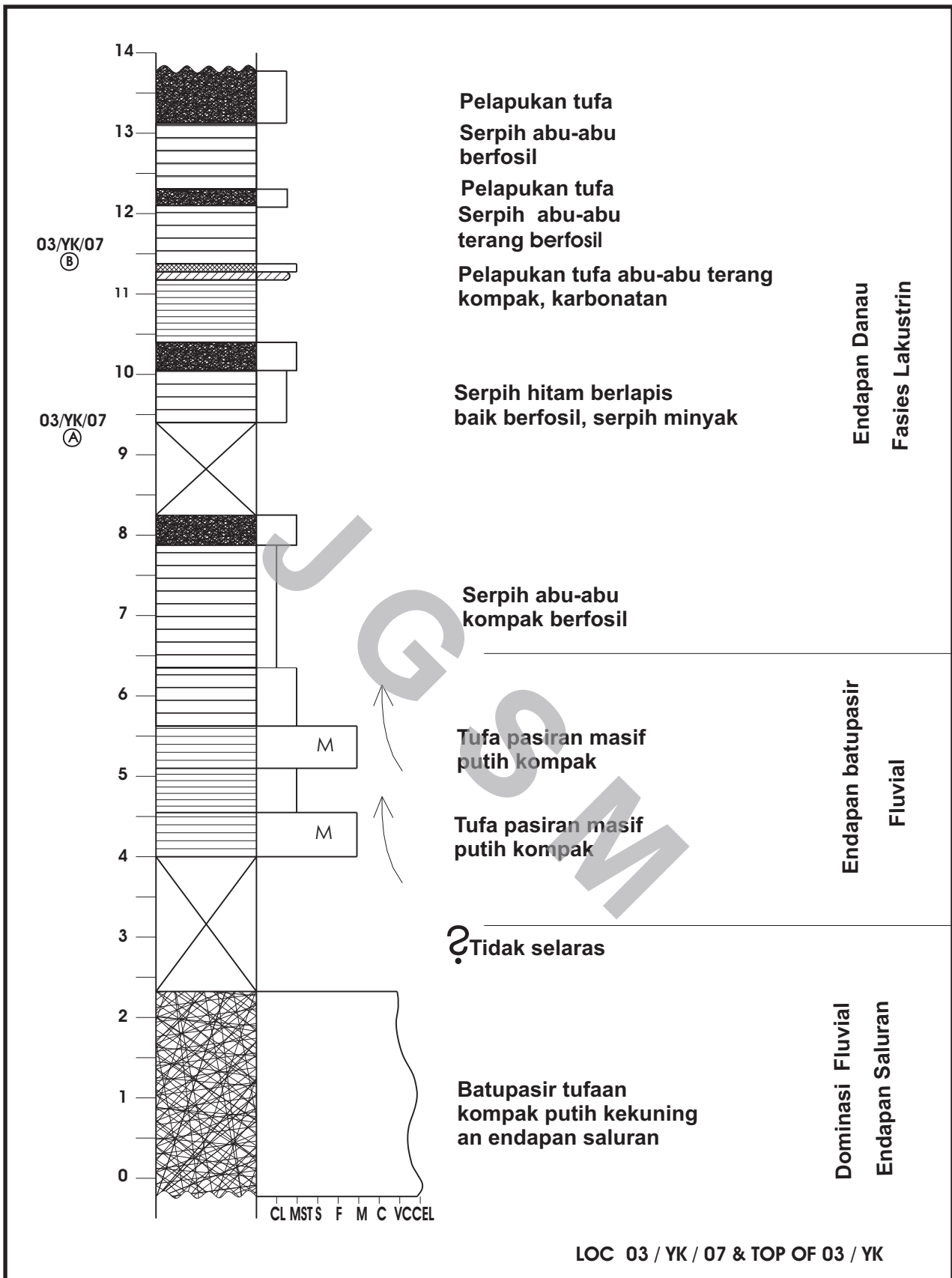
lapisan tebal batubara sekitar 12,2 meter. Lapisan ini menumpuk secara selaras di atas endapan batulumpur karbonan, sedangkan di daerah PT Manunggal ketebalan lapisan batubara sekitar 4,75 m (Kusumahbrata dkk., 2003).

Konfigurasi Batuan Dasar Hasil Analisis Anomali Sisa

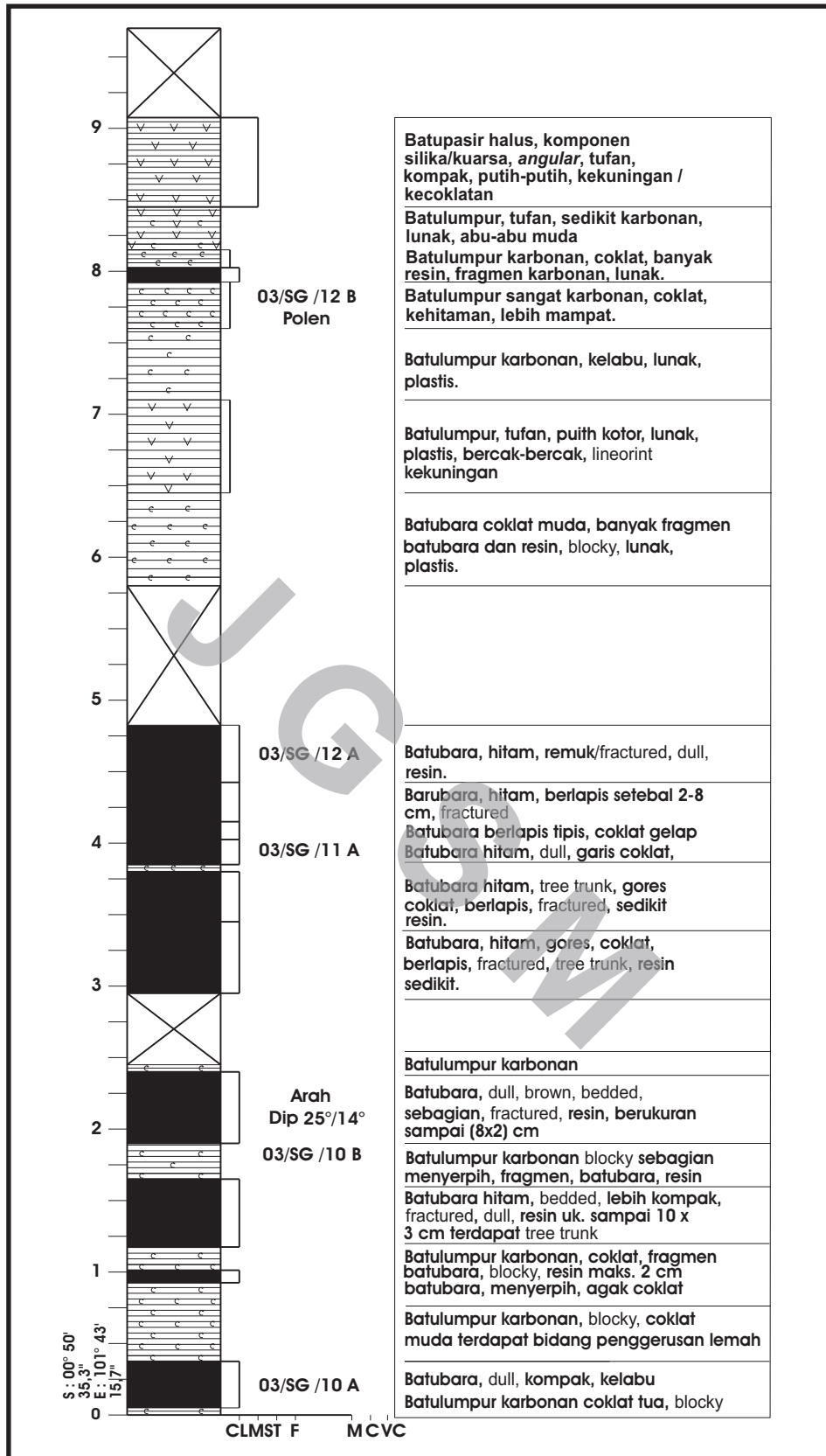
Konfigurasi batuan dasar (Gambar 15) tampak tergambar hingga kedalaman 5,5 km, (warna merah). Kontur melingkar di bagian tengah diagram blok mencerminkan jalur tinggian purba batuan dasar (*old basement high*) yang membentuk sembulan-sembulan atau "horst" di daerah ini. Perbedaan relief pada batuan dasar diperkirakan akibat pensesaran batuan dasar berupa bongkah-bongkah. Batuan dasar ke arah selatan lebih dalam hingga lebih 20 km, dan diduga menerus ke daerah Painan. Sedangkan ke arah barat bagian utara pada Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, batuan ultrabasa sudah tersingkap hingga ke permukaan. Batuan dasar yang lebih dalam dicirikan oleh pengisian batuan sedimen yang lebih tebal, sebaliknya batuan dasar yang lebih dangkal diisi oleh batuan sedimen yang lebih tipis.



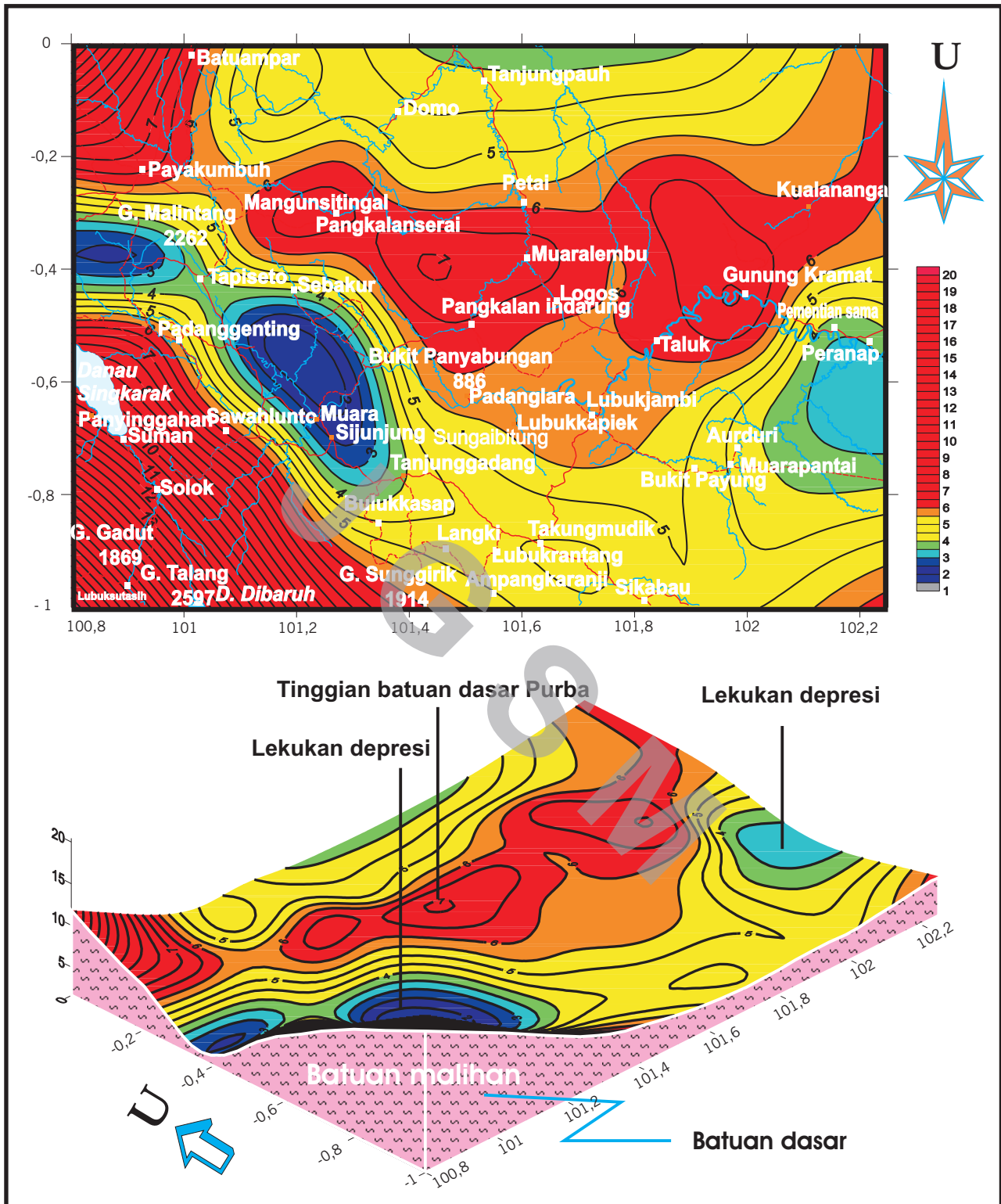
Gambar 12. Peta sebaran Formasi Telisa memperlihatkan anomali sisa -1 hingga -12 mgal yang diduga mengandung "oil shale" dan batubara daerah Taluk, Riau.



Gambar 13. Penampang terukur Formasi Keruh di jalan Kuari Nusa yang memperlihatkan lapisan *oil shale* Formasi Keruh daerah Taluk, Riau (Kusumahbrata, dkk., 2003).



Gambar 14. Penampang terukur Formasi Keruh di sungai areal PT. TBS memperlihatkan perselingan antara batubara dan lapisan tipis serpih daerah Taluk, Riau (Kusumahbrata dkk., 2003).



Gambar 15. Peta batuan dasar anomali sisa menunjukkan konfigurasi bawah permukaan batuan malihan pada kedalaman 2 - 4 km daerah Taluk, Riau.

Peta Struktur Bayangan Anomali Sisa

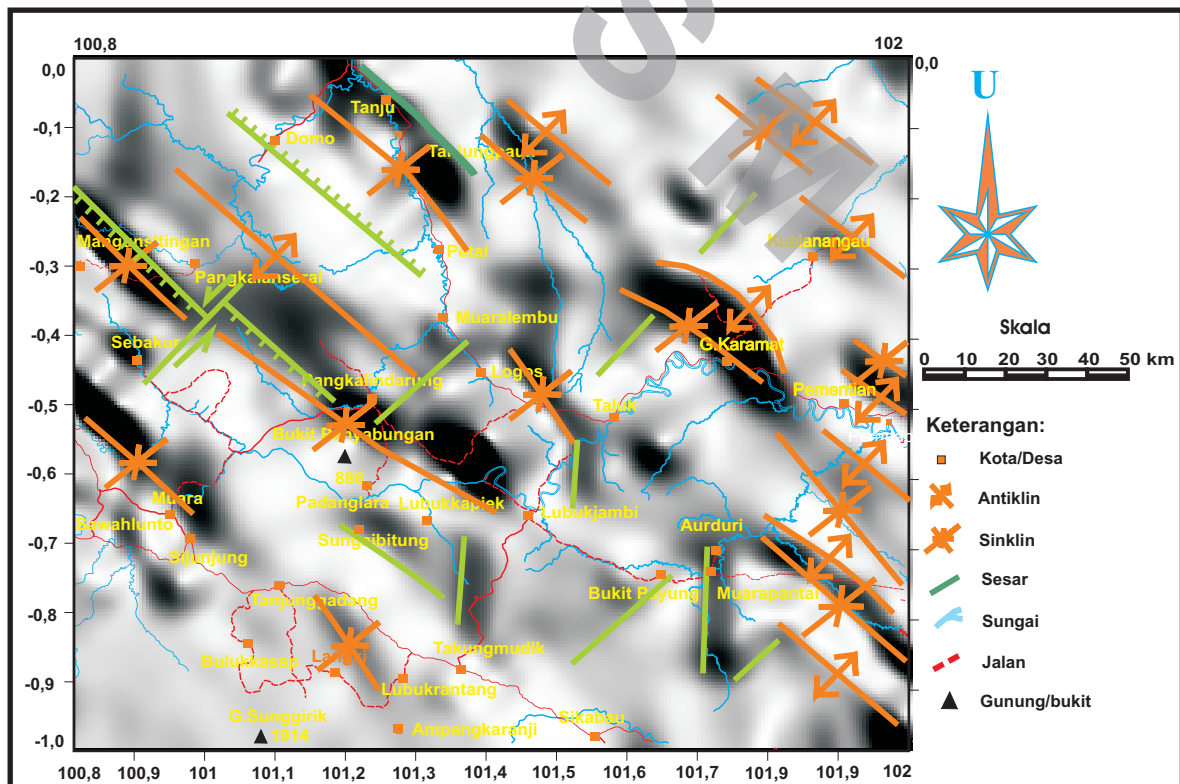
Daerah penelitian meliputi Cekungan Sumatera Tengah yang termasuk ke dalam Cekungan Busur Belakang (*Back-Arc Basin*) (Gambar 16) dan sebagian kecil merupakan cekungan antar gunung. Cekungan terbentuk akibat adanya gerakan pada zone patahan mendatar Sumatera yang cukup lebar (sekitar 40 - 90 km), dan telah menyebabkan terbentuknya bukaan-bukaan berbentuk lekukan/depresi (*basin*). Lekukan-lekukan ini terbentuk akibat manifestasi pola tektonik tegangan/tarikan (*extensional regime*) di sepanjang sesar Sumatera. Gerakan diferensial sesar ini adalah karakter yang mengisi lekukan-lekukan atau daerah depresi. Deformasi fase kedua menghasilkan lipatan tegak yang berarah timur tenggara-barat laut. Kegiatan magma selama periode tektonika tersebut ditandai oleh terobosan pluton granit ke dalam batuan Permo-Karbon yang menghasilkan mineral sulfida di daerah Sijunjung dan di Lagos yang kemudian menyebabkan metamorfosis sentuh pada Formasi Kuantan.

Selama Miosen Tengah sebagian lekukan tersebut terangkat lagi dan menyebabkan terjadinya erosi yang luas terhadap tinggian batuan dasar Formasi

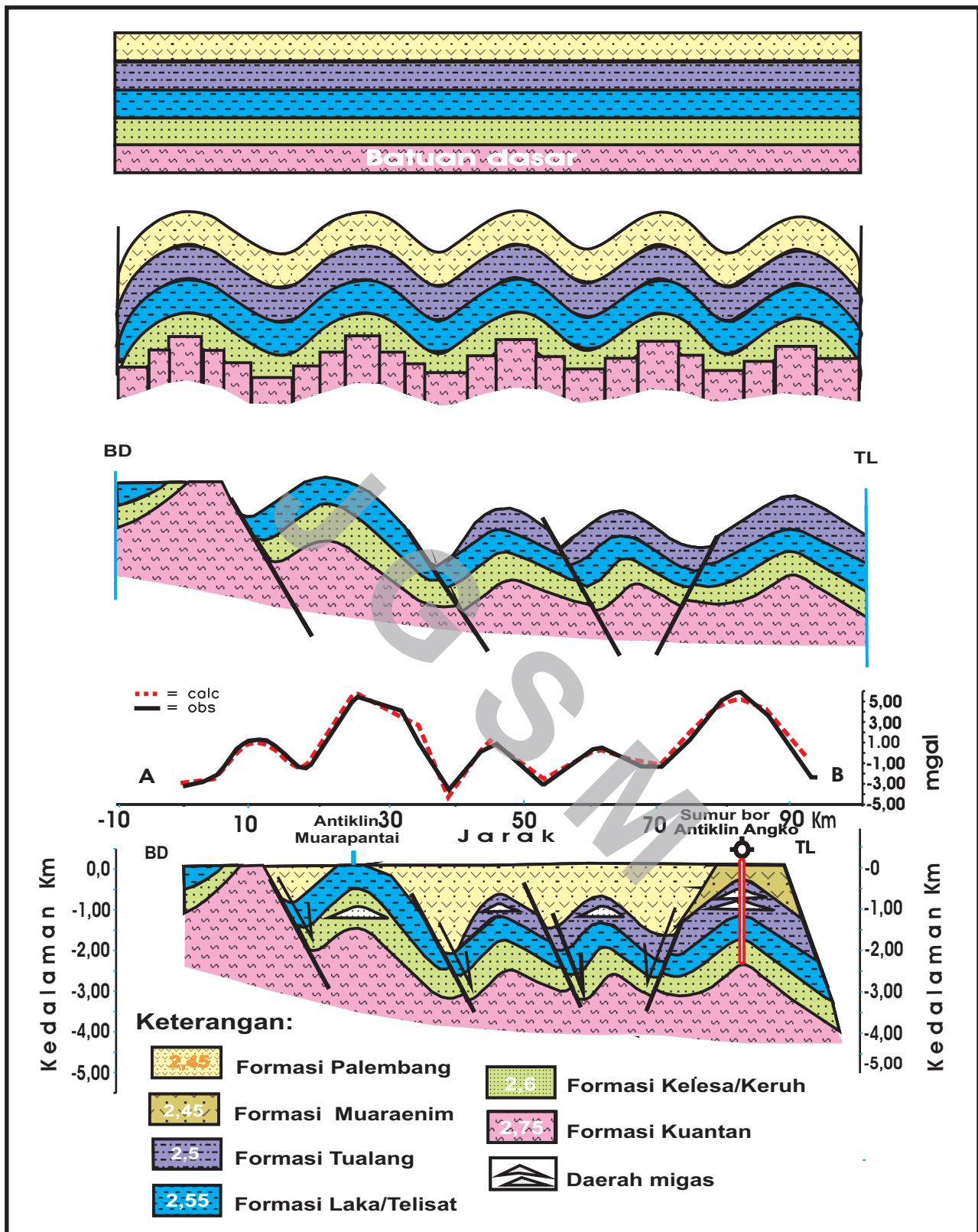
Kuantan. Pada Pliosen Akhir pengangkatan mempengaruhi hampir semua batuan di Lembar Rengat. Peristiwa ini menghasilkan lipatan regional tegak dengan sumbu berarah barat laut-tenggara. Arah sumbu lipatan tersebut terbentuk akibat depresi dari arah barat daya-timur laut, sebagai akibatnya maka terbentuk sesar-sesar turun tinggian Formasi Kuantan yang berumur Permo-Karbon. Semuanya berimpit ke arah barat laut-tenggara, yang kemudian membentuk sesar-sesar geser berarah barat daya-timur laut di Pangkalanserau yang memotong sesar turun batuan metamorfosis Formasi Kuantan. Sesar-sesar tersebut terbentuk di daerah Tanju, Gunung Kramat, dan Aurduri yang merupakan struktur perangkap bagi terbentuknya hidrokarbon.

Paleostruktur Daerah Taluk, Riau

Cekungan Kuansing (Gambar 17) terbentuk akibat adanya gerakan pada zone patahan mendatar Sumatera yang kemudian mengalami gerakan tekanan mendatar (*kompresi*) berarah barat laut-tenggara. Akibat adanya tekanan mendatar yang terus-menerus maka pada puncak lipatan terjadi tarikan (*tension*) yang menyebabkan terjadinya bukaan-bukaan. Kemudian daerah lekukan tersebut



Gambar 16. Peta struktur regional bayangan anomali sisa yang memperlihatkan antiklin, sinklin, dan sesar daerah Taluk, Riau.



Gambar 17. Rekonstruksi paleostruktur berdasarkan anomali sisa akibat, basin konfigurasi daerah Taluk, Riau.

menjadi tempat mengendapkan batuan sedimen. Pada waktu yang bersamaan batuan Pratersier tererosi kemudian mengendapkan Formasi Keruh di bagian atas lekukan tersebut dengan lingkungan pengendapan lakustrin. Tahap berikut terjadi pengendapan batuan sedimen Tersier dan patahan bongkah hingga membentuk tinggian dan rendahan di daerah ini. Pada tahap akhir seluruh batuan terpatahkan hingga ke batuan dasar. Diduga puncak tektonik terjadi pada Plio-Plistosen yang menyebabkan batuan Pratersier tersesarkan hingga tampak di permukaan, dimana daerah-daerah tersebut membentuk tinggian-tinggian sebagai struktur perangkap hidrokarbon maupun gas alam di daerah ini.

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan gaya berat dengan tampilan anomali Bouguer disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Anomali gaya berat tinggi antara 19 mgal hingga 55 mgal adalah tinggian batuan sedimen Pratersier yang mengalami pengangkatan dan membentuk sembulan *horst* hingga tersesarkan ke permukaan.
- b. Anomali gaya berat rendah antara 19 hingga -25 mgal membentuk lekukan/depresi atau cekungan sebagai wadah pengendapan formasi pembawa *oil shale*.
- Rapat massa batuan dari lapisan atas ke bawah secara berturut-turut yaitu: lapisan pertama adalah batuan dengan rapat massa $2,45 \text{ gr/cm}^3$ yang terdiri atas Formasi Palembang berumur Pliosen dengan ketebalan mencapai 1000 meter. Lapisan kedua batuan dengan rapat massa $2,5 \text{ gr/cm}^3$ yang terdiri atas Formasi Tualang berumur Miosen Bawah dengan ketebalan berkisar 700 meter. Lapisan ketiga batuan dengan rapat massa $2,5 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai Formasi Telisa berumur Eosen Akhir dan mempunyai ketebalan sekitar 900 meter. Lapisan keempat batuan dengan rapat massa $2,6 \text{ gr/cm}^3$ yang terdiri atas Formasi Keruh berumur Eosen dengan ketebalan mencapai 400 meter. Lapisan kelima batuan yang mempunyai rapat massa $2,76 \text{ gr/cm}^3$ yang terdiri atas Formasi Kuantan berumur Perem-Karbon dengan ketebalan lebih dari 1000 meter. Intrusi batuan beku mempunyai rapat massa $2,8 \text{ gr/cm}^3$ dan terdiri atas granit.
- Bentuk cekungan Kuansing berarah barat laut-tenggara dengan ketebalan mencapai 3 - 4 km pada kedalaman rata-rata 3,5 km, terbentuk di atas batuan metamorfosis Formasi Kuantan sebagai batuan dasar yang diterobos oleh batuan granit.
- Singkapan serpih minyak Formasi Keruh sangat terbatas, dan hasil penelitian geologi ketebalannya berkisar 5 m yang ditandai oleh anomali rendah dari 0 hingga -8 mgal. Lapisan *oli shale* tersebut terdapat di antara kontak sesar Formasi Kuantan, yang sebagian besar ditutupi oleh lapisan batuan yang lebih muda sehingga kurang prospektif untuk ditambang.
- Singkapan batubara yang terbentuk di Formasi Telisa terbentuk pada anomali 0 mgal hingga -2 mgal di daerah tambang PT. Manunggal, dan lapisan batubaranya setebal 4,75 meter. Nusa Riau terbentuk pada anomali 4 mgal setebal 12,2 meter, dan TBS Muarapantai 11 meter. Untuk mengetahui sebaran batubara secara rinci di daerah tambang tersebut, harus dilakukan pengukuran gaya berat detail berjarak 10 - 40 m, sehingga didapatkan anomali-anomali rendah yang terkait dengan rapat massa kecil batubara tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Dengan selesainya tulisan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak pada pimpinan Pusat Survei Geologi, tim editor Dr. Hermes Panggabean, Dr. Rachmat Heryanto, Dra. Nenen Adriyani, MA dan Dewan Redaksi, serta semua pihak yang telah membantu hingga karya tulis ini dipublikasikan. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangannya, tapi kami tetap optimis dan pada masa yang akan datang akan terus berusaha untuk memperbaikinya. ■

ACUAN

- Kusumahbrata, Y. dan Suminto, 2003. Penelitian stratigrafi dan sedimentologi batuan sedimen mengandung oil shale di daerah Kuantan Singingi, Propinsi Riau. Laporan *Puslitbang Geologi*, Bandung.
- Kevin Martin, and Asri Kamal, 1988. Hydrocarbon Generation, Migration and Entrapment in the Kampar Block, Central Sumatera. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, seventeenth Annual Convention, October 1988, IPA 88 11. 10.*
- Silitonga, P.H., and Kastowo., 1995. Geological Map of the Solok Quadrangle, Sumatera, Edisi 2, Scale 1 : 250.000. *Geological Research and Development Centre*, Bandung.
- Suwarna, N., Budhitrisna, T., Santosa, S., dan Andi Mangga, S, 1994. Peta Geologi Lembar Rengat, Riau, Skala 1 : 250.000. *Puslitbang Geologi*, Bandung.

J
G
S
M