

# KEDALAMAN BATUAN KERAS PERAIRAN SELAT LAUT SEBAGAI DATA AWAL UNTUK RENCANA PEMBANGUNAN JEMBATAN PULAU LAUT - KALIMANTAN

Oleh:

Noor C.D Aryanto<sup>1)</sup>, Y. Noviadi<sup>1)</sup> dan Syaefudin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No.236, Bandung

<sup>2)</sup> Badan Pengkajian Penerapan Teknologi, Teknologi Inventarisasi Sumber Daya Alam, Jl. MH Thamrin, Jakarta

## SARI

*Kotabaru merupakan ibukota Kabupaten Pulaulaut, Kalimantan Selatan. Guna mempercepat proses pembangunan, diupayakan untuk membangun jembatan yang menghubungkan daratan Pulau Laut dengan daratan Kalimantan.*

*Berdasarkan data seismik hasil survei pendahuluan diperoleh dua lokasi usulan untuk tapak fondasi kaitannya dengan kedalaman batuan kerasnya yang dikenali dari perbedaan reflektor yang demikian ekstrim, baik dari bentuk ataupun warna terhadap reflektor di atasnya. Lokasi-1 memiliki kedalaman batuan keras berkisar antara 4 hingga 20 meter dan 12 hingga 22 meter di bawah dasar laut. Di lokasi ini juga dikenali adanya struktur yang diperkirakan berupa sesar pada kedalaman 14 meter bawah dasar laut. Lokasi-2 di sayap barat dan timur P. Suwangi, memiliki kisaran kedalaman batuan keras antara 2 hingga 18 meter bawah dasar laut dengan kecenderungan makin dalam ke arah tengah perairan Selat Laut.*

**Kata kunci :** batuan keras, seismik, Selat Laut dan Pulau Laut, Kalimantan Selatan.

## ABSTRACT

*Kotabaru is the capital of the Pulaulaut regency, South Kalimantan. The construction of the bridge that will connect Pulaulaut and Kalimantan is aimed to accelerate the development of the areas.*

*Based on the preliminary seismic data, two propose locations for bridge foundation relates to the depth of hard rock that can be recognized by the extremely differences of acoustic impedance. Location-1 has a hard rock's depth between 4 to 20 meters and 12 to 22 meters beneath sea floor. In this location, it is also recognized a fault structure at 14 meters depth. Location-2 in the west and east wings of Suwangi Island has the acoustic basement depth between 2 to 18 meters from the sea floor and it is deeper toward the centre of Selat Laut waters.*

**Keywords :** hard rock, seismic, Laut Strait and Laut Isle, South Kalimantan.

## PENDAHULUAN

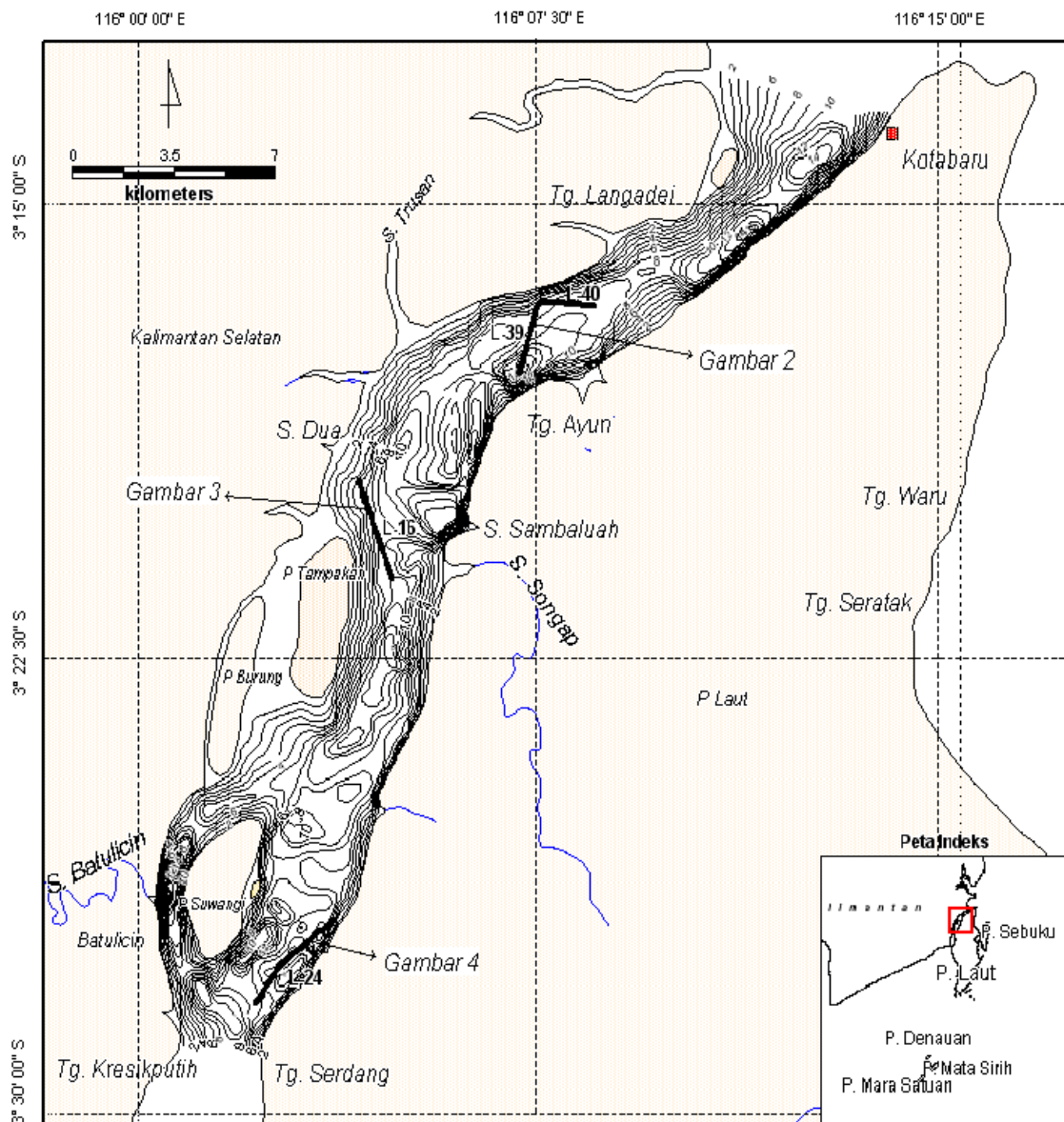
### Latar Belakang

Selat Laut memisahkan Pulau Laut dengan daratan P. Kalimantan, sehingga peranan perairan selat ini memegang peranan penting dalam kehidupan perekonomian dan pemerintahan Kabupaten Pulaulaut. Seiring dengan berjalannya dinamika masyarakat yang terus berkembang, ada keinginan dari pemerintah daerah setempat membangun jembatan yang langsung

menghubungkan daratan P. Laut dengan Kalimantan sehingga dapat mempercepat proses pertumbuhan yang sudah ada.

### Maksud dan Tujuan

Tulisan ini merupakan bagian dari studi pendahuluan hasil kerjasama kegiatan survei antara Badan Pengkajian Penerapan Teknologi - Teknologi Inventarisasi Sumber Daya Alam (Tisda), Puslitbang Geologi Kelautan dan Pemerintah Daerah Kabupaten Kota Baru dengan



Gambar 1. Peta batimetri dan lintasan seismik terpilih daerah penelitian

maksud memperoleh data dan informasi dasar yang diharapkan dapat memberikan gambaran awal dalam rencana pembuatan jembatan Selat Laut, yang menghubungkan Pulau Laut dengan daratan Kalimantan. Data dan informasi dasar yang dimaksud meliputi keberadaan kedalaman batuan keras dan struktur geologi bawah permukaan di perairan Selat Laut berdasarkan metode seismik. Sedangkan tujuan dari studi ini adalah untuk memperoleh jalur atau arah jembatan yang baik (*site selection*), efisien dan efektif dengan mempertimbangkan data dan informasi di atas.

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian masuk dalam perairan Selat Laut yang secara geografis terletak di antara  $115^{\circ}58'00''$  dan  $116^{\circ}17'00''$  BT serta antara  $3^{\circ}12'15''$  dan  $3^{\circ}30'00''$  LS atau secara administratif masuk dalam Kabupaten Kotabaru propinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1). Luas Kabupaten Kotabaru lebih kurang  $9.422,73 \text{ km}^2$ , terletak di sebelah tenggara Ibu Kota Propinsi Kalimantan Selatan, merupakan kabupaten yang terluas dibandingkan kabupaten-kabupaten lain di Propinsi Kalimantan Selatan (Syaeudin, drr., 2004).

## STRUKTUR DAN TEKTONIK

Struktur geologi yang terdapat di Kotabaru adalah lipatan dan sesar. Sumbu lipatan umumnya berarah baratdaya - timurlaut dan utara - selatan, dan sejajar dengan arah sesar normal, sedangkan sesar mendatar umumnya berarah baratlaut - tenggara dan baratdaya - timurlaut.

Menurut Turkandi, dr. (1995), kegiatan tektonik di daerah ini diduga berlangsung sejak jaman Jura, yang mengakibatkan bercampurnya batuan ultramafik (Mub), batuan bancuh (Mb), sekis garnet amfibolit (Mm) dan batupasir terkersikan (Mr). Genang laut dan kegiatan gunung api yang terjadi pada jaman Kapur Akhir bagian bawah yang menghasilkan Formasi Pitap (Ksp), Formasi Manunggul (Km), Formasi Haruyan (Kvh) dan Formasi Paau (Kvp). Pada Kapur Akhir bagian Atas terjadi kegiatan magma yang menghasilkan terobosan diorit (Kdi). Diorit ini menerobos batuan atas Formasi Pitap dan batuan – batuan yang lebih tua. Pengangkatan dan pendataran terjadi pada Paleosen Awal – Eosen yang diikuti oleh pengendapan Formasi Tanjung (Tet) bagian bawah, sedangkan bagian atas formasi ini terbentuk saat genang laut. Gerakan tektonik terakhir terjadi pada Miosen Akhir yang mengangkat batuan tua ke atas dan membentuk Tinggian Meratus dan melipatkan batuan sedimen Tersier disertai dengan sesar normal. Selanjutnya terjadi proses erosi dan pendataran kembali dan diikuti oleh pengendapan Formasi Dahor pada Kala Pliosen sampai Plistosen pada lingkungan paralik. Paparan karbonat Formasi Berai terbentuk dalam kondisi genang laut pada awal Oligosen – Miosen bersamaan dengan pengendapan Formasi Warukin pada lingkungan darat. Kegiatan tektonik terjadi lagi pada Miosen Akhir yang mengakibatkan hampir seluruh batuan Mesozoikum membentuk Tinggian Meratus yang memisahkan antara Cekungan Barito dengan Cekungan Pasir. Pada akhir Miosen Akhir, batuan –batuan Pra-Tersier dan Tersier terlipat kuat dan tersesarkan. Pada Plio-Plistosen berlangsung lagi pendataran dan pengendapan Formasi Dahor pada Pliosen dan kemudian diikuti pengendapan alluvium.

Stratigrafi daerah penyelidikan terdiri dari batuan Pra-Tersier, terdiri dari batuan ultramafik berumur Jura, batupasir dan radiolaria dan endapan flysh, Batuan gunungapi bawah laut, basal amigdaloidal, breksi gunungapi, tuff kaca

anggota Formasi Payau berumur Kapur Akhir dan batuan Tersier berupa endapan klastik.

## METODE

### Sistem Penentuan Posisi

Penentuan posisi dan lintasan survey dari seluruh kegiatan lapangan yang dipasang di kapal menggunakan *Global Positioning System (GPS)* type Garmin 235 dan GPS Map 210 yang telah diintegrasikan dengan *Personal Computer (PC)* atau laptop sehingga dapat langsung diakses dan diproses di lapangan sedangkan untuk kegiatan di darat dan pantainya menggunakan Garmin III plus. Alat ini bekerja dengan dukungan minimal 8 (delapan) satelit, dimana setelah diaktifkan dan diprogram akan terlihat posisi titik-titik koordinat secara geografis dalam bentuk lintang dan bujur dengan bidang proyeksi Universal Transver Mercator (UTM) yang dapat disimpan dan langsung dibaca pada layar monitor, dimana ketepatan posisi (satelite status) yang dicerminkan dengan *Estimated Position Error (EPE)* dan *Position Dilution of Precision (PDOP)* diupayakan tidak lebih dari 2 (dalam skala 1 hingga 10, makin rendah angkanya makin bagus akurasi).

Pengambilan data *fixed point* kedalaman dasar laut dilakukan dengan rentang waktu setiap 1 (satu) menit, begitu pula untuk data lintasan seismik. Sebelum melaksanakan pengambilan data, target posisi kapal disesuaikan dengan rencana lintasan yang telah diplot kedalam perangkat GPS, sehingga semua gerak kapal, termasuk arah haluan (*heading*), posisi kapal (*pos*), arah terhadap target berikutnya (*azimuth*) maupun jaraknya (*destination*) dapat dipantau dan diikuti melalui monitor.

### Pemeruman

Pemeruman (*sounding*) dimaksudkan untuk mengukur kedalaman dasar laut daerah penelitian berikut morfologi dasar lautnya. Kegiatan ini menggunakan alat perum gema (*echosounder*) 200/ 50 KHz merk Odom Hydrotrack yang bekerja dengan prinsip pengiriman pulsa energi gelombang suara melalui *transmitting transducer* secara vertikal ke dasar laut. Kemudian gelombang suara yang dikirim ke permukaan dasar laut dipantulkan kembali dan diterima oleh *receiver transducer*. Sinyal-sinyal tersebut diperkuat dan direkam pada recorder dalam bentuk analog maupun digital.

Posisi *transducer echosounder* berada 0,5 meter dari permukaan air di sebelah kiri kapal dan berjarak lebih-kurang 3 meter dari antenna GPS.

Kalibrasi peralatan pemeruman (*sounding*) berupa bar checking, dilakukan setiap hari pada saat sebelum dan sesudah survey. Prosedur ini dilakukan terutama untuk mengetahui kecepatan rambat suara dalam air yang dapat dipengaruhi oleh variasi harian dari salinitas atau temperatur air laut.

Cara kalibrasi dilakukan dengan cara menggantungkan sebuah pelat/bar di bawah *transducer echosounder* sementara echosounder dihidupkan. Dengan menurunkan kedalaman pelat untuk interval-interval kedalaman yang telah diketahui, kalibrasi echosounder dapat dilakukan dengan mengubah kecepatan putaran perekaman yang mencerminkan kecepatan suara dalam air.

### Seismik

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui kedalaman batuan keras berikut struktur geologi bawah permukaan.

Metode ini menggunakan sistem perangkat seismik pantul dangkal beresolusi tinggi (*uniboom*) dengan sumber energi 300 Joule, lintasan kurang lebih bersamaan dengan lintasan pemeruman. Metoda ini merupakan metoda yang dinamis dan menerus dengan memanfaatkan hasil pantulan gelombang akustik oleh bidang pantul akibat adanya perbedaan impedansi akustik pada bidang batas antara lapisan sedimen yang satu dengan yang lainnya. Gelombang atau signal yang dipantulkan oleh permukaan dasar laut akan ditangkap oleh *hydrophone* yang diletakkan di belakang buritan kapal dan dikirim melalui kabel *hydrophone* sepanjang 4-6 meter untuk direkam oleh *graphic recorder*. Filter dibuka antara 800 hingga 6000 Hz. Perekaman menggunakan kecepatan *firing* 1 detik dan kecepatan *sweep*  $\frac{1}{4}$  detik kemudian direkam menggunakan *graphic recorder* EPC-3200.

Alat yang digunakan untuk kegiatan ini berupa seismik pantul dangkal. Perangkat yang dibutuhkan guna menunjang kegiatan ini adalah:

(1) Sumber Energi tipe EG & G 234; (2) Graphic recorder EPC 3200; (3) Boomer plate 30J tipe AA 200; (4) Hydrophone 10 elemen merk Benthos; (5) Band pass filter merk Kronhite 3700; dan (6) TVG Amplifier tipe TSS/307.

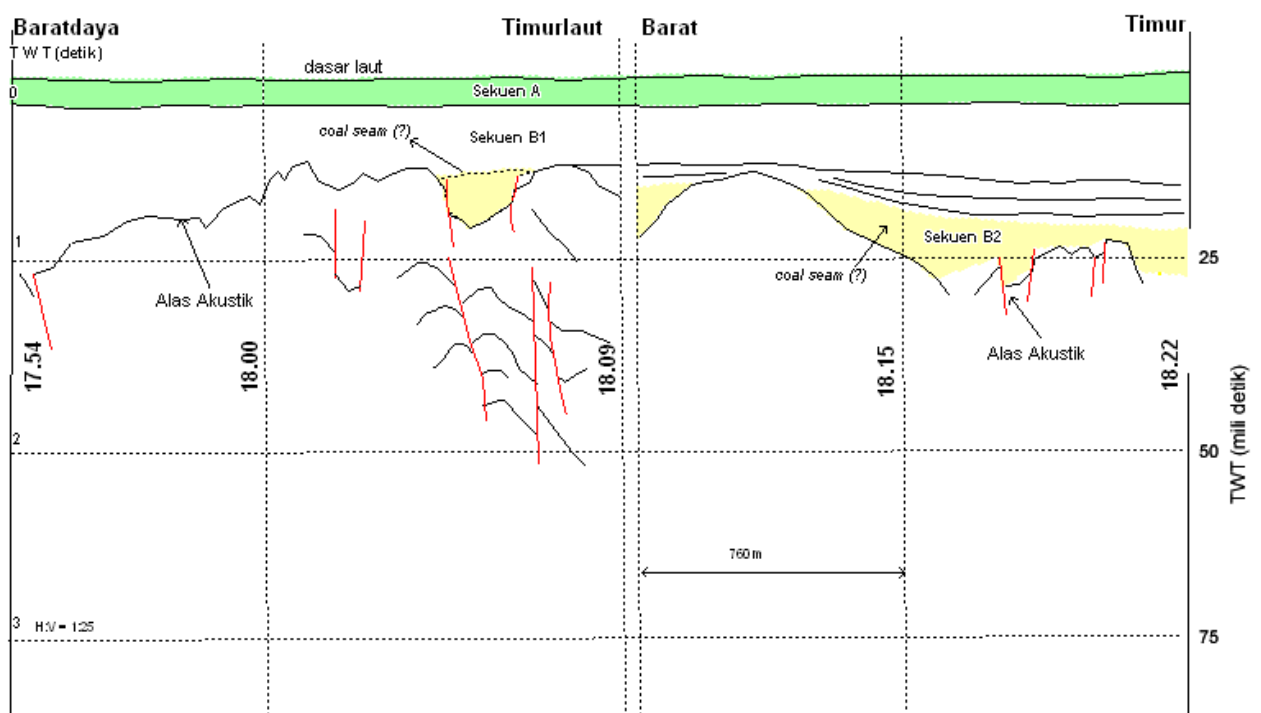
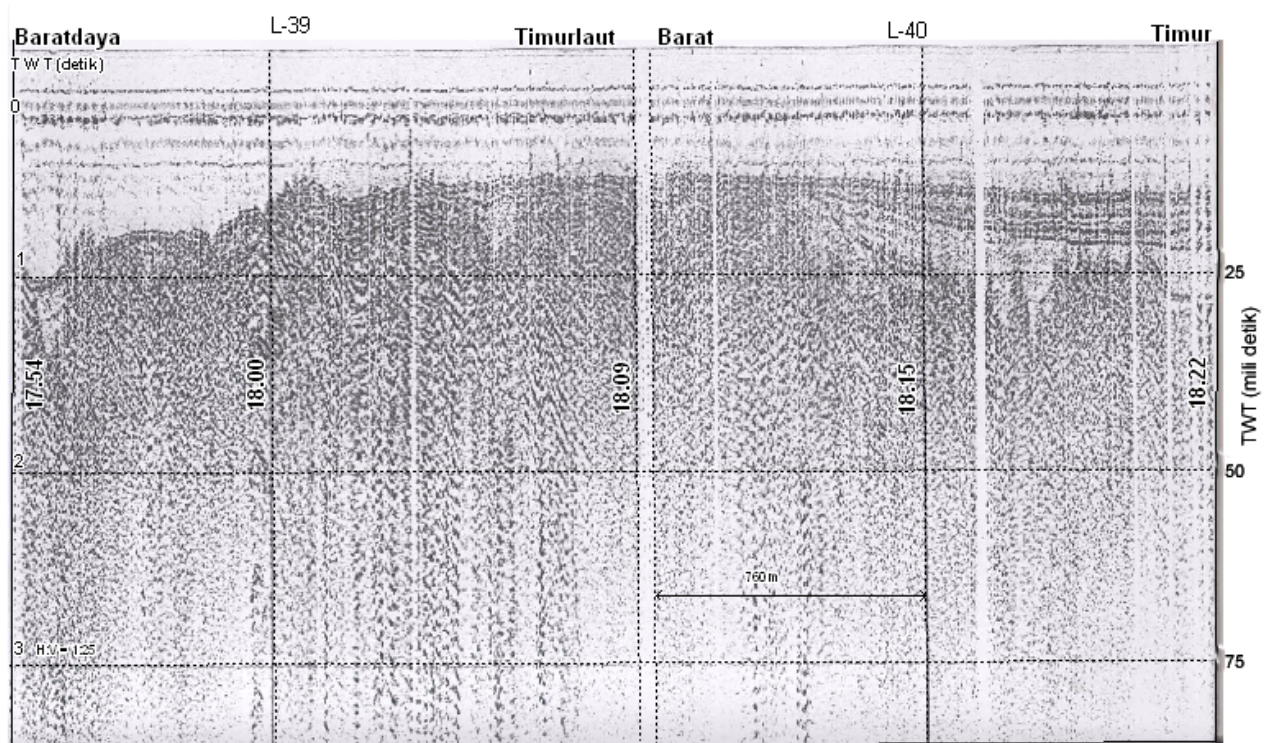
### HASIL DAN ANALISIS

Selama kegiatan lapangan telah dihasilkan total lintasan pemeruman sepanjang kurang-lebih 183.1 kilometer. Pada lokasi sekitar Tg. Ayun diperoleh gambaran kedalaman dasar laut berkisar antara 0,4 hingga 10 meter, bahkan di bagian tengah agak ke selatan dari lokasi ini atau tepatnya berada di muka muara S. Sambaluh diidentifikasi adanya gosong pasir yang cukup dapat mengganggu arus lalu lintas kapal karena kedalamannya sangat dangkal sekali yaitu berkisar antara 20-30 cm. Sedangkan di lokasi sekitar Pulau Suwangi diketahui kedalaman dasar laut berkisar antara 1,5 hingga 15 meter, dimana kedalaman terdangkal dijumpai di sekitar sisi timur P. Suwangi, sedangkan terdalam terdapat di alur jalur masuk ke Pelabuhan Batulicin.

Secara umum kondisi topografi dasar perairan Selat Laut berdasarkan interpretasi rekaman pemeruman menunjukkan bahwa daerah penyelidikan mempunyai kedalaman yang relatif sama. Kedalaman terdangkal (2 meter) terdapat dibagian utara dan tengah, sedangkan kedalaman terdalam (20 meter) di bagian selatan daerah penyelidikan (Gambar 1).

Pengamatan pada peta batimetri tersebut memperlihatkan 2 (dua) pola kontur, yaitu memanjang mengikuti garis pantai daratan Kalimantan dengan kerapatan renggang. Hal ini mencerminkan morfologi dasar laut relatif datar dengan kemiringan  $\pm 3^\circ$ . Pola kontur menutup (*closure*) terdapat hampir diseluruh daerah penyelidikan. Sedangkan dibagian selatan terlihat adanya *closure* dengan nilai kedalaman rendah ke arah tengah tutupan, hal ini mencerminkan bentuk punggungan dasar laut. Kemungkinan adanya suatu deformasi geologi yang terjadi sehingga memunculkan batuan yang lebih tua. *Closure-closure* yang setempat-setempat menunjukkan adanya terumbu karang yang menyebar di bagian utara dan tengah daerah penyelidikan.

Untuk memudahkan dalam pembahasan, daerah penelitian dibagi menjadi 3 zona lokasi, yaitu: utara, selatan dan tengah (di luar utara dan selatan). Berdasarkan hasil interpretasi terhadap beberapa lintasan seismik terpilih di 3 zona lokasi tersebut (Gambar 1) dengan mengasumsikan kecepatan rambat gelombang sebesar 1600 m/detik dan juga perbedaan *acoustic impedance* yang disebabkan oleh adanya perbedaan kekerasan batuan, maka diketahui kedalaman batuan keras adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Rekaman seismik L-39 & L-40 berikut interpretasinya



**Lokasi utara**, yang diapit Tg. Ayun di timur dan muara S. Trusan memiliki kedalaman selat hingga 14 meter dengan jarak horisontal antara ke-2 sisinya (antara pantai Tg. Ayun di sisi selatan ke pantai Trusan di sisi utara) sejauh 3 kilometer. Membentuk dua pola kontur berupa tutupan (*closure*) besar yang memanjang searah dengan bentuk selat masing-masing memiliki kedalaman maksimal 14 meter dan ke arah selatan masih pada lokasi yang sama dijumpai *closure* yang lain dengan kedalaman hingga 12 meter. Kedalaman batuan keras yang diwakili oleh L-39 dan L-40 berkisar antara 12 hingga 22 meter bawah dasar laut dengan kontrol struktur jauh di bawah dasar akustiknya, namun demikian ke arah timur laut - menuju L-40 strukturnya mendangkal ke arah permukaan batuan kerasnya dengan pelamparan lapisan yang diduga sebagai lapisan batubara hanya dijumpai secara setempat-setempat. (Gambar 2). Batuan keras yang dicirikan dengan pola reflektor yang *chaotic* dan *opaque* serta bentuk yang tak beraturan (*irregular*) ini diduga berumur Kapur, dimana konfigurasi internal pemantul ini sedikit banyak dipengaruhi oleh aktivitas tektonik berupa kompresi dan ekstensi yang terjadi selama Tersier (Kusnida, dr., 2004)

**Lokasi tengah dan sekitar perairan Kotabaru**, diwakili oleh daerah sekitar P. Tampakan. Memiliki kedalaman selat maksimal 12 meter - dijumpai di sisi timur P. Tampakan, dengan bentuk lembah yang memanjang (Gambar 1). Kisaran kedalaman batuan keras memperlihatkan di bagian paling utara (perairan dekat Kotabaru) memiliki kisaran kedalaman batuan keras hingga 24 meter bawah dasar laut. Sedangkan untuk daerah di antara lokasi utara dan selatan kedalaman batuan kerasnya relatif lebih dangkal, yaitu berkisar antara 6 hingga 10 meter bawah dasar laut dengan kontrol struktur terdapat pada kedalaman 10 meteran dengan pelamparan yang diduga lapisan batubara (*coal seam*) sepanjang 2700 meter dari arah barat laut ke tenggara (sepanjang lintasan 16) walaupun dengan ketebalan yang hanya berkisar 1 hingga 2 meteran. (Gambar 3).

**Lokasi selatan**, di sayap barat dan timur P. Suwangi. Memiliki kedalaman selat berkisar antara 12 meter (di sisi timur P. Suwangi) hingga 14 meter (di sisi barat P. Suwangi) khususnya yang menuju pelabuhan Batulicin - pola konturnya membentuk alur memanjang menuju muara S. Batulicin dengan pola tertutup memanjang.

Kisaran kedalaman batuan keras terdapat antara 10 hingga 22 meter bawah dasar laut - diwakili oleh L-24 (Gambar 1). Kecenderungan batuan kerasnya makin dangkal ke arah tengah lintasan tepatnya berjarak  $\pm 2000$  m dari awal lintasan dengan pelamparan lapisan yang diduga berupa lapisan batubara (*coal seam*) sepanjang lintasan atau sepanjang 4750m dengan ketebalan berkisar antara 1 - 1.5 meter (Gambar 4).

Struktur geologi bawah permukaan yang mengontrol batuan keras ini cukup rapat (hampir di setiap jarak 250 meter dengan kisaran kedalaman sekitar 18 hingga 10 meter bawah dasar laut, kecuali pada bagian tengah lintasan kedalaman struktur bawah permukaannya di jumpai pada kedalaman yang cukup dangkal (sekitar 10 meter bawah dasar laut) kemudian makin dalam ke arah tenggara (ke arah daratan P.Laut) dengan kisaran hingga 18 meter bawah dasar laut (diwakili oleh L-24), (Gambar 4).

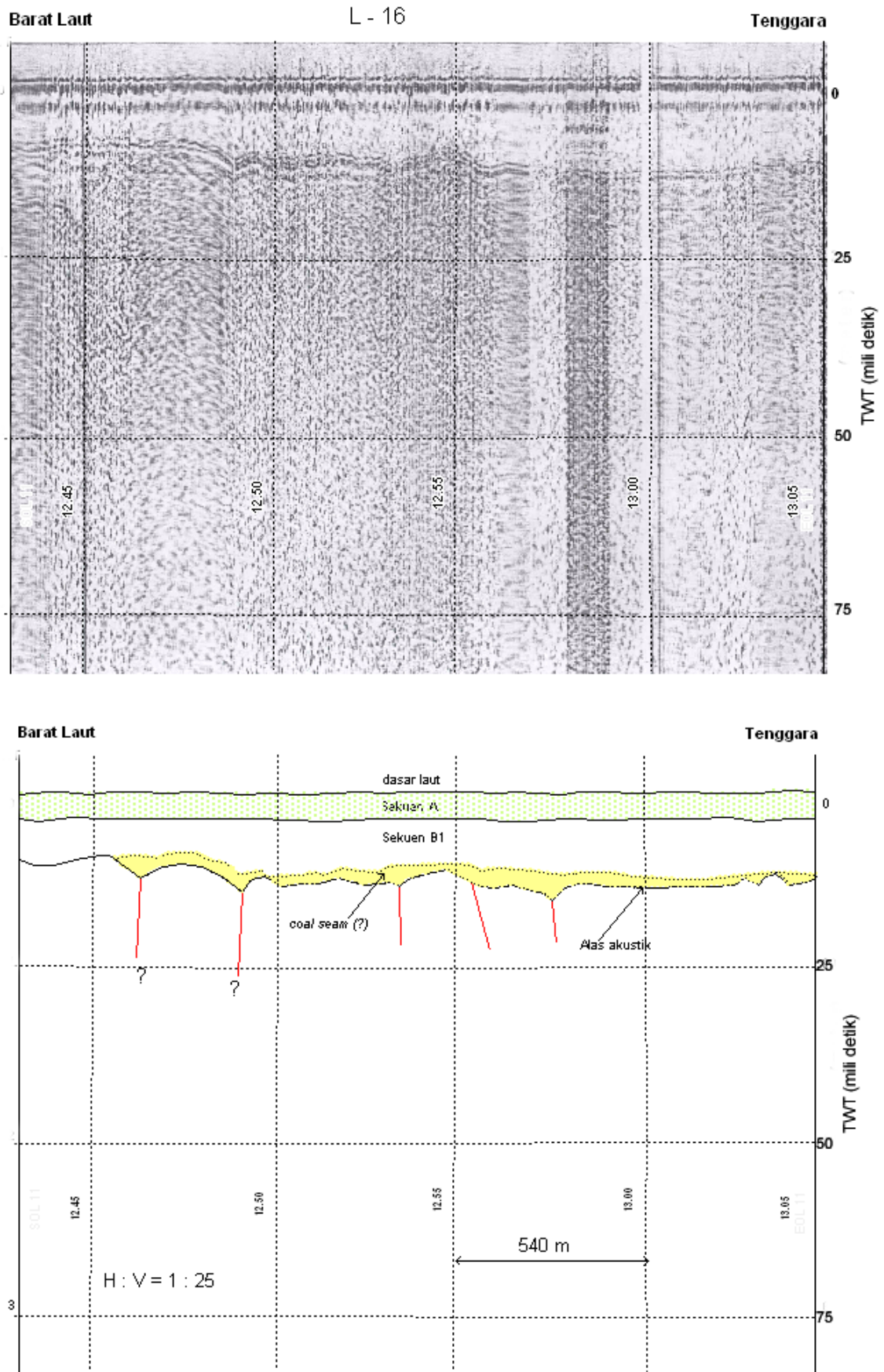
Secara umum ke tiga lokasi di atas berdasarkan konfigurasi pola reflektornya dapat dibagi dalam 2 (dua) pola yang disebut dalam Sekuen A dan B (Mitchum, 1977).

*Sekuen A*, memperlihatkan pola internal reflektor paralel sampai subparalel. Hal ini mencerminkan bahwa material penyusunnya berbutir halus hingga sedang dengan tingkat energi yang rendah sampai sedang. Proses sedimentasi yang terjadi di bagian utara relatif stabil didukung dengan morfologi yang landai dengan lapisan sedimen relatif datar.

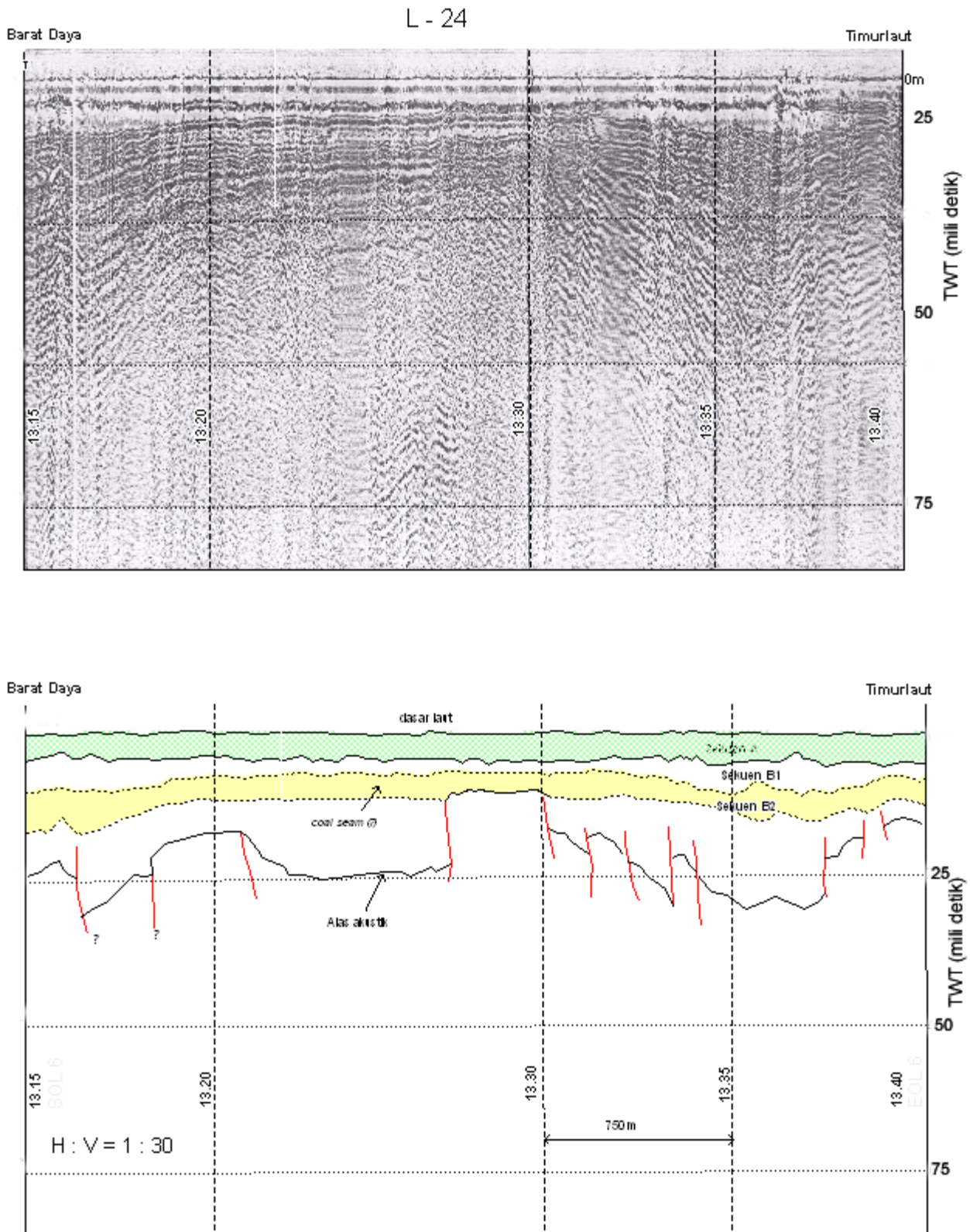
*Sekuen B*, bisa dikatakan memperlihatkan pola reflektor yang terkadang transparan hingga menerus secara beraturan (disebut sebagai sekuen B1) diinterpretasikan sebagai bagian dari Formasi Berai yang secara stratigrafi regional disusun atas sedimen berbutir halus dan pola reflektor yang umumnya paralel hingga subparalel yang diduga material penyusunnya berbutir sedang (disebut sebagai sekuen B2) yang diindikasikan sebagai pelamparan batubara (*coal seam*), dan merupakan bagian dari Formasi Warukin Miosen Tengah hingga Miosen Akhir (Kusnida, 2004)

## SIMPULAN DAN DISKUSI

Secara umum kondisi topografi dasar perairan Selat Laut berdasarkan interpretasi rekaman pemeruman menunjukkan bahwa daerah penyelidikan mempunyai kedalaman yang relatif sama. Kedalaman terdangkal (2 meter) terdapat dibagian utara dan tengah, sedangkan kedalaman



Gambar 3. Rekaman seismik L16 berikut interpretasinya



Gambar 4. Rekaman seismik L24 berikut interpretasinya



terdalam (20 meter) dibagian selatan daerah penyelidikan dengan 2 (dua) pola kontur, yaitu memanjang mengikuti garis pantai daratan Kalimantan dengan kerapatan renggang, dan pola kontur menutup (*closure*) yang setempat-setempat membentuk pola memanjang menyerupai alur kedalaman khususnya yang mengarah ke pelabuhan Batulicin di Kalimantan dan pelabuhan Kotabaru di pulau Laut, sedangkan untuk daerah perairan di sekitar muara S. Sambaluh (bagian tengah selat - di sisi timur P. Tampak, berdasarkan hasil pemeruman diketahui adanya gosong pasir yang cukup dapat mengganggu arus lalu lintas kapal karena kedalamannya sangat dangkal sekali hanya berkisar 20-30 cm;

Berdasarkan hasil penafsiran rekaman seismik di daerah sekitar Tg. Ayun, memperlihatkan kisaran kedalaman batuan keras antara 12 meter hingga 22 meter di bawah dasar laut dengan kontrol struktur jauh di bawah alas akustiknya, namun demikian ke arah timur laut - struktur geologi bawah permukaannya mendangkal ke arah permukaan batuan kerasnya dengan pelampiran lapisan yang diduga sebagai lapisan batubara hanya dijumpai secara setempat-setempat dengan ketebalan diduga tidak lebih dari 2 meter;

Untuk lokasi sekitar P. Suwangi berdasarkan hasil pemeruman diketahui kedalaman dasar laut berkisar antara 1,5 hingga 15 meter, dimana kedalaman terdangkal dijumpai di sekitar sisi timur P. Suwangi sedangkan terdalam terdapat di alur jalur masuk ke Pelabuhan Batulicin;

Masih di lokasi yang sama, berdasarkan hasil seismik diketahui kisaran kedalaman batuan keras antara 10 hingga 22 meter bawah dasar laut dengan kecenderungan makin dangkal ke arah tengah lintasan dengan pelampiran lapisan yang diduga berupa lapisan batubara (*coal seam*) sepanjang 4750m dengan ketebalan berkisar antara 1 - 1.5 meter dengan kedalaman struktur yang mengontrol batuan keras ini cukup rapat dengan kisaran kedalaman sekitar 18 hingga 10 meter bawah dasar laut, kecuali pada bagian tengah lintasan kedalaman struktur bawah permukaannya di jumpai pada kedalaman yang

cukup dangkal (sekitar 10 meter bawah dasar laut) kemudian makin dalam ke arah tenggara (ke arah daratan P.Laut) dengan kisaran hingga 18 meter bawah dasar laut;

Sedangkan untuk lokasi di sekitar Kotabaru memperlihatkan kisaran kedalaman batuan keras yang dalam hingga 24 meter bawah dasar laut;

Untuk melengkapi data kedalaman batuan keras diusulkan dilakukan pemboran sebagai kegiatan tindak lanjut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadiratNya, penulis panjatkan dengan segala kerendahan hati dengan terselesaikannya paper ini. Dalam kesempatan yang berbahagia ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada: Ir. Subaktian Lubis, MSc selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan atas dorongan dan dukungannya; serta anggota tim Puslitbang Geologi Kelautan dan BPP Teknologi dalam pengambilan data selama di lapangan juga tak lupa teman-teman di Bappeda Kabupaten Kotabaru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusnida, D. and A. Faturachman, 2004; Marine acoustic Interpretations of the Selat Laut, South Kalimantan, Indonesia; *Bulletin of Marine Geology*, Vol. 19, No.1.
- Mitchum, R., 1977; Seismic Processing - Short course, *AAPG Bangkok*.
- Syaefudin, Amirdan, Noor C.D Aryanto, Y. Noviadi, B. Rachmat, 2004; Studi Pendahuluan Rencana Pembuatan Jembatan Lintas Selat Pulau Laut Kabupaten Kotabaru, Unpub. Report; *Deputy Bidang Pengembangan Sumber Daya Alam BPP Teknologi*, Jakarta.
- Turkandi, T., Sukarna, D., dan Bawono, S.S., 1995; Peta Geologi Lembar Tepianbalai, Kalimantan skala 1:100.000, *Puslitbang Geologi, Bandung*