

# STRUKTUR GEOLOGI DI PERAIRAN PASANG KAYU, SULAWESI BARAT

Oleh:

**M. Hanafi dan L. Arifin**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. DR. Junjungan 236 Bandung

Diterima : 18-05-2010; Disetujui : 13-11-2010

## SARI

Daerah penelitian dicirikan oleh morfologi dasar laut yang terjal dan bergelombang dengan kedalaman bervariasi dari 40 meter di bagian timur hingga 2150 meter di bagian utara.

Berdasarkan data rekaman seismik pantul dapat diidentifikasi adanya struktur geologi berupa sesar, lipatan, dan diapir. Kenampakan struktur-struktur tersebut ditandai dengan adanya lapisan yang patah, bergelombang, dan bentuk kubah. Sesar umumnya berarah timurlaut-baratdaya, dimana perkembangannya diduga sangat dipengaruhi tektonik regional terutama sesar utama Palu-Koro yang ada di daratan Pulau Sulawesi dan menerus ke laut sekitar lokasi penelitian.

**Kata kunci:** morfologi, struktur geologi, sesar Palu-Koro, Pasangkayu

## ABSTRACT

*The study area is characterized by the steep sea floor morphology with the depth from 40 metres in the east to 2150 metres in the north. On the basis of reflection seismic records, the geological structures such as faults, folds, and diapirs can be recognized. The appearance of such structures is signed by the faulted, wavy and domed layers. The faults in general have NE –SW direction, where it development possibly influenced by the regional Palu-Koro Fault present in Sulawesi island that continue to the study area.*

*Keywords: morphology, geological structures, Palu –Koro Fault, Pasangkayu*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

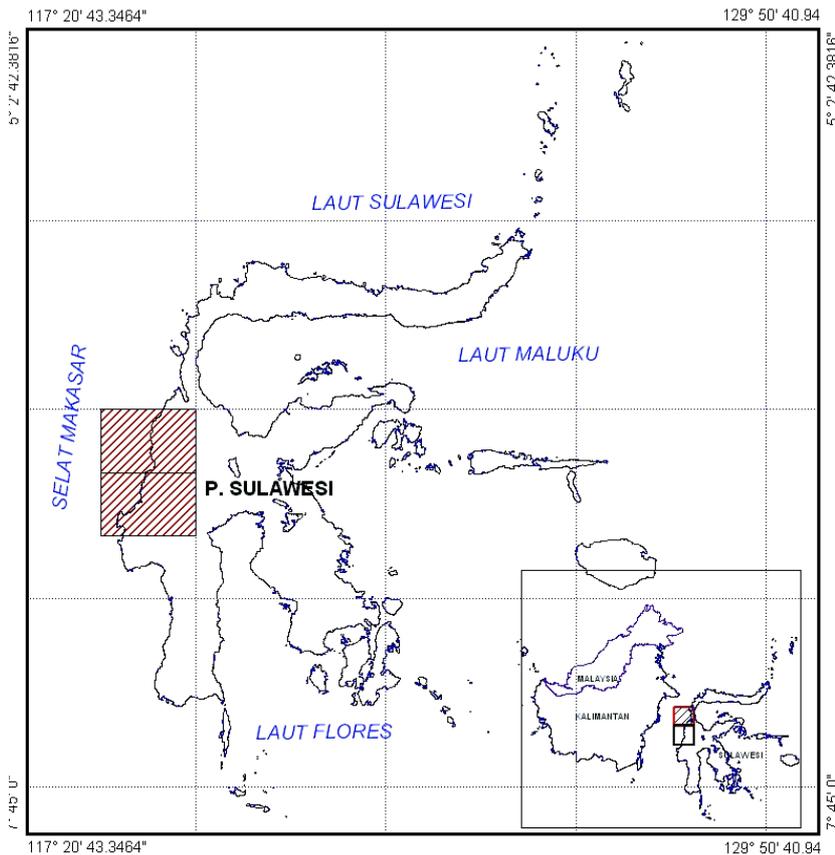
Salah satu tugas dan fungsi Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Geologi Kelautan adalah melakukan pemetaan geologi dan geofisika di perairan Indonesia.

Penelitian seismik pantul dangkal di perairan Pasangkayu Sulawesi Barat adalah salah satu metode yang diterapkan dalam kegiatan pemetaan geologi dan geofisika kelautan yang dilaksanakan Puslitbang Geologi Kelautan pada tahun 2009 (Hanafi, dkk., 2009). Kegiatan penelitian dilakukan dengan menggunakan kapal riset Geomarin I milik Puslitbang Geologi Kelautan. Secara geografis

lokasi penelitian termasuk ke dalam wilayah perairan Selat Makasar, Sulawesi Barat yang terletak pada koordinat 01°00' – 03°00' Lintang Selatan dan 118° 30' – 120° 00' Bujur Timur (Gambar 1).

### Maksud dan Tujuan

Penelitian seismik di daerah perairan Pasangkayu, Sulawesi Barat ini dimaksudkan untuk memetakan tatanan geologi di bawah dasar laut dengan tujuan untuk mengetahui kondisi geologi di daerah penelitian. Dari data rekaman seismik pantul dangkal yang diperoleh dapat diidentifikasi adanya berbagai struktur geologi di daerah penelitian.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

### Struktur dan Tektonika

Peta geologi Lembar Pasangkayu terletak pada mendala Geologi Sulawesi Barat (Hadiwidjoyo, S. dan Sukarna, D., 1993), di tempat mana perkembangan tektonik dan sejarah pengendapan sedimennya mempunyai hubungan yang erat dengan tektonik Sulawesi secara keseluruhan. Struktur yang terdapat di daerah ini adalah sesar, lipatan, kekar perdaunan. Sesar yang dapat dikenali jenisnya dalah mendatar dan turun. Sesar Palu-Koro merupakan sesar utama dan merupakan sesar mendatar mengiri yang masih aktif hingga kini. Sesar Palu-Koro menerus hingga Lembar Palu (daerah penelitian) di bagian utara, Lembar Poso di sebelah timur, dan Lembar Malili di sebelah selatan. Lipatan yang terdapat di daerah ini berupa lipatan terbuka dan lipatan tertutup. Kekar hampir terdapat di semua jenis batuan, terutama di sekitar lajur sesar, baik pada batuan malihan, sedimen maupun batuan beku. Struktur yang dapat diinterpretasikan dari data seismik antara lain adalah, sesar, lipatan, dan intrusi batuan (diapir ?). Struktur tersebut

tampaknya berkembang dan banyak dipengaruhi oleh kondisi geologi di darat.

### METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode seismik pantul dangkal. Metode lainnya yang digunakan untuk mendukung kegiatan penelitian adalah pemeruman dan penentu posisi. Penentu posisi kapal menggunakan *DGPS (Differential Global Positioning System)*. Lintasan penelitian dilakukan sesuai dengan perencanaan yang telah dipersiapkan dan diplot dalam *software navigasi* (Gambar 2).

Metode untuk pengukuran kedalaman dasar laut adalah metode pemeruman (*sounding*) dengan memakai alat *Echosounder Reson*

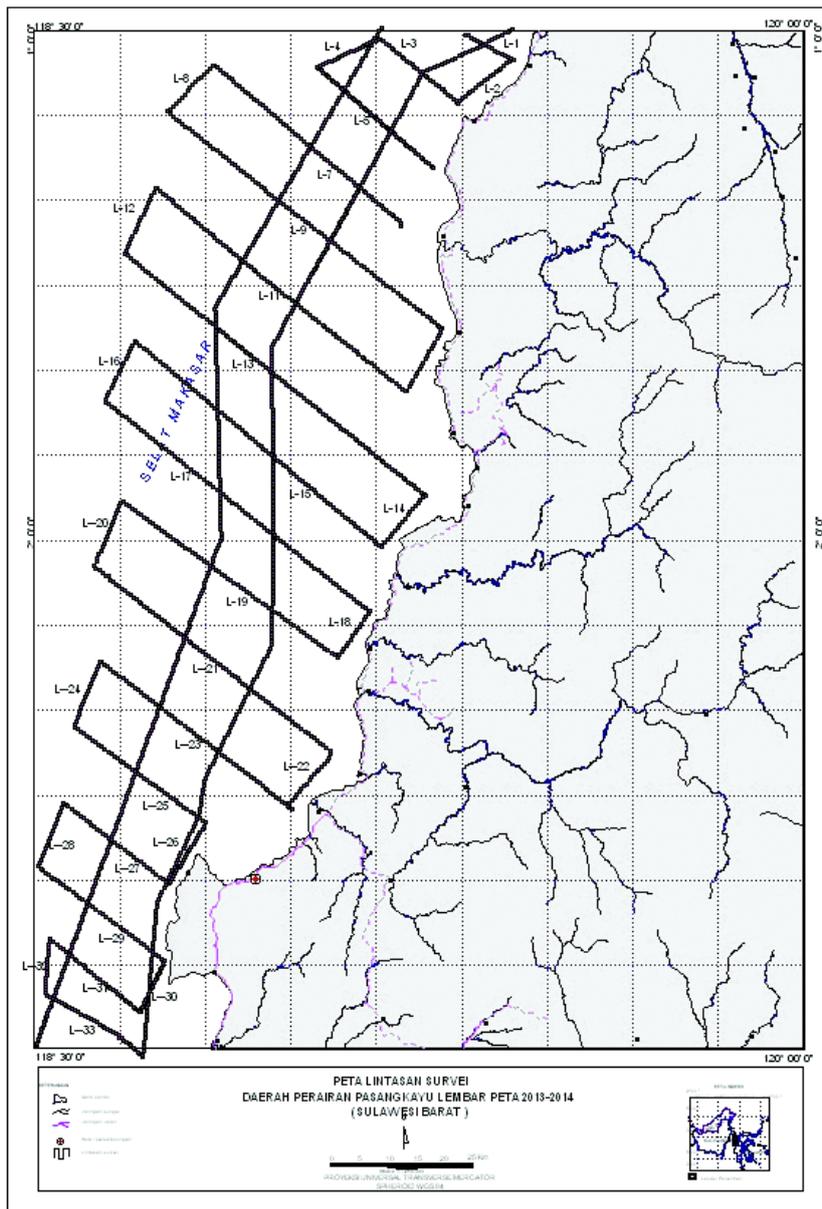
*Navisound 420 DS (Dual Frekuensi)* 11 KHz dan 210 KHz. Metoda seismik pantul dangkal menggunakan sistem *sparkarray* dengan catu daya 600 sampai 3000 Joule, sapuan perekaman  $\frac{1}{2}$  detik, *firing rate* 1 detik, ditapis pada frekuensi 300-4000 Hz.

### HASIL PENELITIAN

#### Batimetri

Lintasan pemeruman dan lintasan seismik pantul terletak pada lintasan yang sama yang terdiri dari lintasan utama (hampir tegak lurus pantai) dan lintasan memotong (sejajar pantai). Arah lintasan utama berarah baratlaut–tenggara dan arah lintasan memotong berarah timurlaut–baratdaya dengan interval antar lintasan 15 km. Panjang lintasan utama rata-rata berkisar antara 25 – 80 km, sedangkan panjang lintasan memotong berkisar antara 225 km.

Data pasang surut yang digunakan untuk koreksi peta batimetri ini adalah pasang surut stasiun Mamuju. Acuan yang digunakan untuk kedalaman dasar laut daerah penelitian ini adalah muka laut rata-rata (*Mean Sea Level*), dengan



Gambar 2. Peta lintasan penelitian

demikian semua kedalaman yang tertera pada peta batimetri adalah kedalaman yang sudah dikoreksi. Koreksi kedalaman laut bervariasi mulai dari  $-0.6$  m sampai dengan  $+0.6$  m. Dari data kedalaman laut diperoleh bahwa kedalaman laut yang terekam di lintasan dekat pantai hingga menjauhi pantai adalah antara  $40$  m sampai dengan  $2150$  m. Data tersebut di plot di peta skala  $1:250.000$  dan didapatkan peta batimetri (Gambar 3) dengan interval kontur  $50$  meter di daerah penelitian. Karena perubahan kedalaman laut sangat besar maka untuk kontur kedalaman laut antara  $0$  m hingga  $250$  m tidak dapat di plot di peta batimetri. Dari peta batimetri dapat dilihat bahwa kontur kedalaman

laut antara  $250$  m (dekat pantai) dan  $1250$  m (menjauhi pantai) agak rapat, dan menunjukkan bahwa di lokasi ini morfologinya cukup terjal. Sedangkan dari kedalaman  $1250$  m sampai dengan  $2150$  m kontur kedalaman laut agak jarang dan menunjukkan bahwa morfologi dasar lautnya agak landai. Secara umum dapat dikatakan bahwa morfologi dasar laut pada kedalaman antara  $0$  m sampai dengan kedalaman  $250$  m agak landai, pada kedalaman laut  $250$  m sampai dengan  $1250$  m morfologinya terjal, dan kedalaman laut  $1250$  m sampai dengan  $2150$  m morfologinya landai.

### Seismik Pantul Dangkal

Perekaman seismik pantul dangkal dilakukan di sepanjang lintasan dengan perolehan data sekitar  $1306$  km. Lintasan umumnya berarah barat-laut-tenggara dan timur-laut-baratdaya seperti pada lintasan pemeruman. Hasil perekaman seismik pantul dangkal saluran tunggal dalam bentuk digital dan analog. Secara umum hasil rekaman seismik pantul dangkal cukup baik, walaupun di sejumlah lokasi terekam tidak jelas. Penetrasi yang dapat

dicapai dari sistem *sparkarray* kurang dari  $200$  milidetik *tw* (*two travel time*). Amplitudo perekaman cukup tegas sehingga pantulan yang menginformasikan kondisi geologi dapat diidentifikasi.

Secara umum dari rekaman seismik dapat terlihat jelas konfigurasi maupun terminasi pantulan dari sekuen seismik. Penafsiran sekuen seismik pada rekaman seismik tidak dilakukan secara rinci. Penafsiran hanya dilakukan untuk kenampakan struktur geologi yang terekam pada rekaman seismik. Dari kenampakan rekaman seismik tersebut dapat diinterpretasikan adanya struktur sesar, pelipatan, dan diapir.

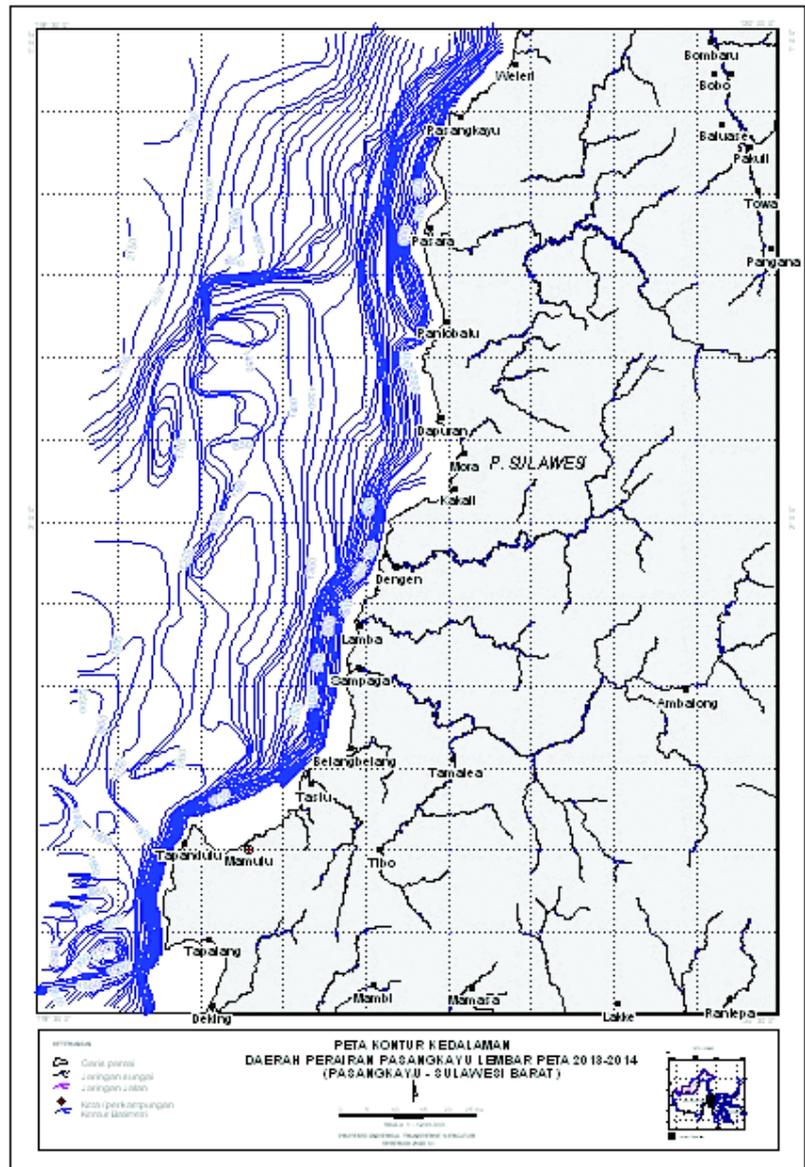
## PEMBAHASAN

### Morfologi Dasar Laut

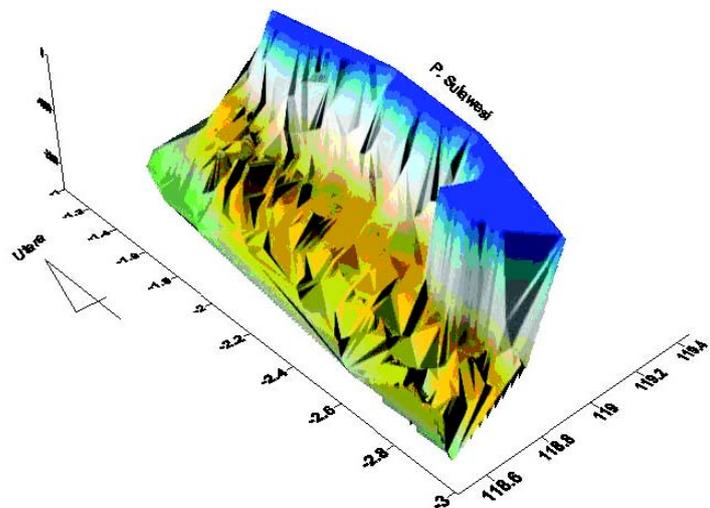
Morfologi daerah penelitian umumnya landai di bagian dekat pantai hingga kedalaman 250 meter. Morfologi terjal ditandai oleh rapatnya garis kontur batimetri hingga di kedalaman 1250 meter di sekitar pantai Mamuju (Gambar 4). Demikian pula di sekitar pantai Sampaga, kontur kedalaman yang cukup rapat hingga kedalaman 1000 meter. Pembentukan morfologi tersebut diduga karena besarnya pengaruh dari sistem arus di Selat Makassar dan tektonik regional. Dari analisis peta batimetri yang dilakukan dapat diketahui bahwa keberadaan diapir terdapat pada kontur batimetri yang rapat. Keberadaan diapir, sesar, dan lipatan, pada peta batimetri tidak dapat di plot secara langsung karena kerapatan data kedalaman laut kurang baik. Melalui rekaman seismik struktur-struktur tersebut dapat langsung diidentifikasi.

### Geologi dasar laut

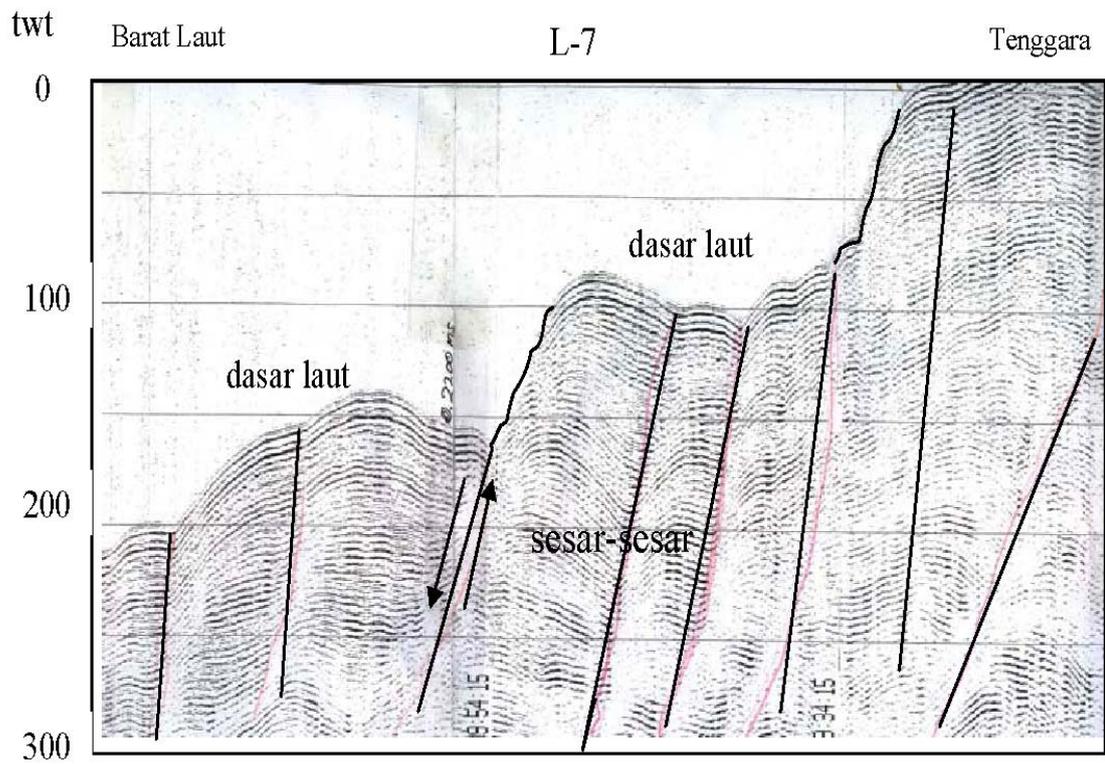
Untuk mengidentifikasi keberadaan struktur geologi seperti sesar, lipatan, dan diapir dari data rekaman seismik dapat secara langsung diketahui dari kenampakan penampang seismik. Biasanya konfigurasi maupun terminasi dari pantulan seismik terganggu atau rusak pada lokasi yang terdapat sesar, pelipatan, maupun diapir. Menurut Quillin, dkk, 1979, struktur sesar pada rekaman seismik dapat dikenali dengan cara memperhatikan adanya pergeseran tegak lapisan dan kerusakan lapisan. Demikian pula adanya gangguan pada konfigurasi maupun terminasi pantulan yang diakibatkan oleh adanya struktur geologi dapat



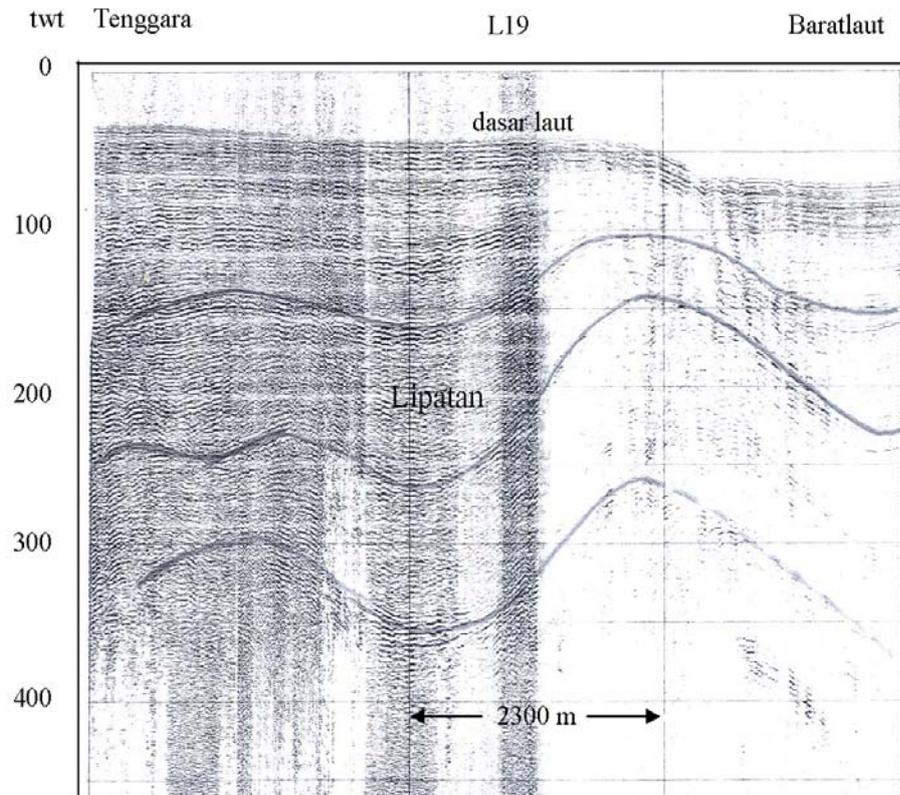
Gambar 3. Peta batimetri daerah penelitian



Gambar 4. Morfologi dasar laut daerah penelitian



Gambar 5. Sesar-sesar di lintasan L7, lapisan sedimen bergelombang akibat terjadinya proses pensesaran



Gambar 6. Struktur lipatan di lintasan L19

secara langsung diamati dari stratigrafi seismiknya (Mitchum, dkk, 1977).

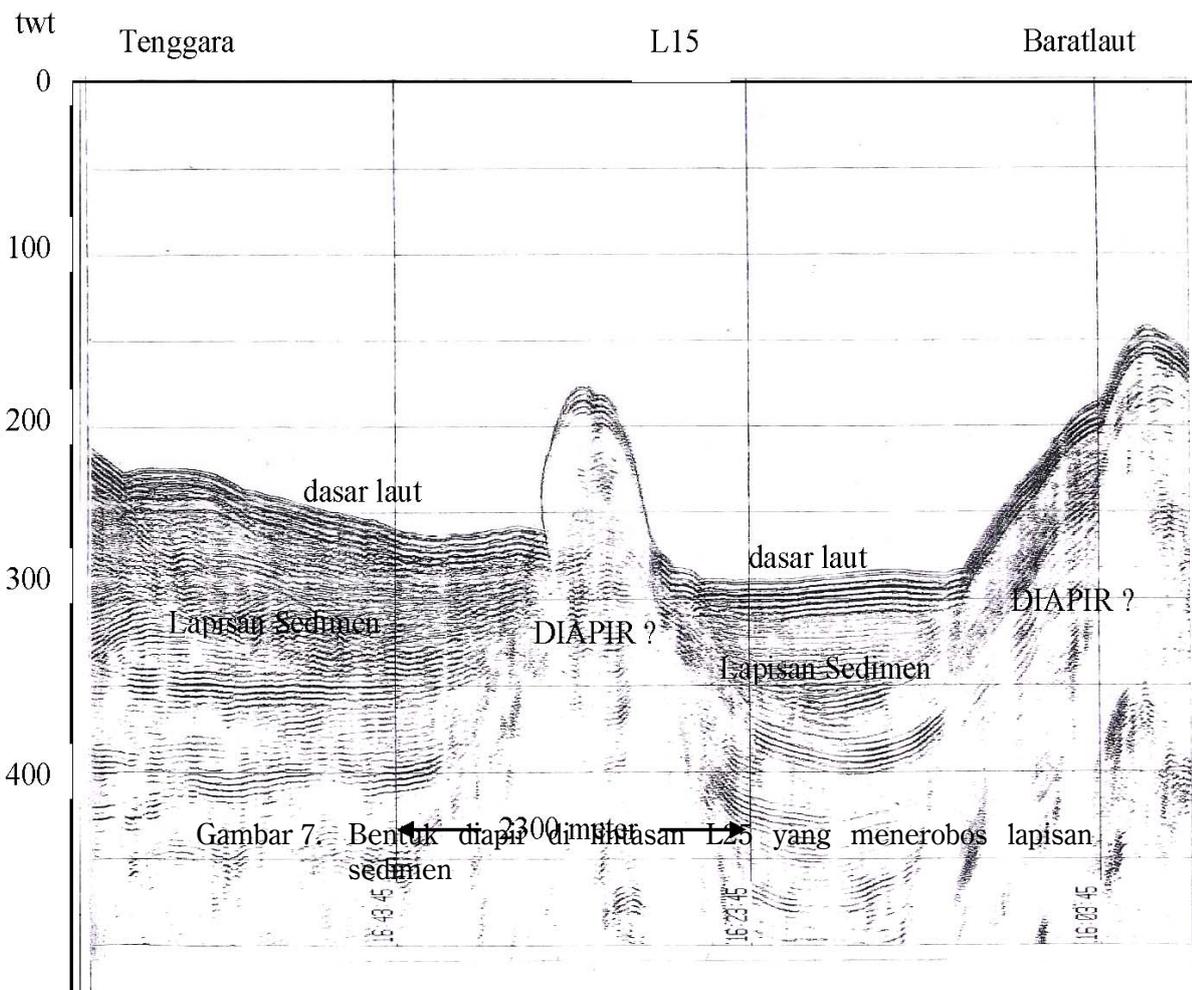
Berdasarkan dari acuan diatas maka dari data rekaman seismik dapat diinterpretasikan adanya struktur geologi. Struktur geologi yang diidentifikasi adalah sesar, lipatan, dan diapir (Gambar 5, 6, 7).

Sesar yang dapat diidentifikasi dari rekaman seismik Gambar 5 adalah sesar normal. Pada lokasi ini tampak jelas adanya *offset* dari lapisan yang mengalami pensesaran. Tampak konfigurasi pantulan paralel hingga *divergen* yang bergelombang dan terminasi lapisannya mengalami pergeseran. Sesar ini menembus hingga lapisan bagian atas. Sesar sesar yang terjadi pada lokasi ini merupakan sesar tumbuh dan dipengaruhi oleh tektonik regional yaitu adanya sesar Palu-Koro yang terdapat di daratan Pulau Sulawesi dan menerus sampai ke laut. Indikasi sesar berarah timur laut-barat daya sesuai dengan arah pergerakan tektonik di

daerah Selat Makasar. Jika dibandingkan dengan geologi darat, perlapisan tersebut merupakan bagian dari Formasi Pasangkayu (Hadiwijoyo, S. dan Sukarna, D., 1993) yang terdiri dari perselingan batupasir dengan batulempung yang berumur Pliosen Akhir hingga Plistosen.

Struktur lipatan dapat diidentifikasi dari rekaman seismik di lintasan L19 (Gambar 6). Akibat dari proses lipatan maka dapat dilihat bahwa lapisannya bergelombang. Proses lipatan ini diduga terjadi bersamaan dengan adanya proses pensesaran dan sangat dipengaruhi oleh adanya sesar utama Palu-Koro yang terdapat di daratan Pulau Sulawesi.

Intrusi batuan banyak terdapat pada daerah penelitian. Intrusi ini biasa disebut sebagai diapir (Gambar 7). Menurut Satyana, 2008, diapir banyak terdapat di Selat Makassar. Diapir didefinisikan sebagai intrusi oleh massa yang relatif lebih *mobile* terhadap lapisan yang sudah



Gambar 7. Bentuk diapir di lintasan L25 yang menerobos lapisan sedimen.

ada sebelumnya akibat adanya *buoyancy* dan perbedaan tekanan. Diapir dengan material berupa lumpur yang memadat atau serpih, biasanya berlangsung dalam bentuk intrusi vertikal terhadap batuan yang lebih kompak di atasnya sepanjang rekahan atau pada zona yang lemah secara struktur. Bentuk diapir yang demikian banyak terdapat di Selat Madura dari mulai Sampang hingga Kalianget (Arifin, L. dan Kusnida, D., 2009). Bentuk diapir di daerah penelitian agak berbeda dengan yang ada di Selat Madura. Hal ini diduga karena pengaruh dari tektonik regional yang berbeda. Diapir yang terdapat di Selat Madura mempunyai tingkat terobosan yang rendah sedangkan diapir di daerah penelitian mempunyai tingkat terobosan yang kuat menerobos lapisan Kuartar. Diapir tersebut umumnya menyerupai kubah yang menjulang cukup tinggi. Pembentukan diapir tersebut menunjukkan bahwa aktivitas tektonik di Selat Makassar terus berlangsung hingga saat ini.

#### **KESIMPULAN**

Struktur sesar, lipatan, dan diapir di daerah penelitian dengan jelas dapat diidentifikasi dari rekaman seismik. Indikasi sesar umumnya berarah timurlaut-baratdaya sesuai dengan arah pergerakan tektonik di daerah Selat Makasar. Diapir menembus hingga lapisan dasar laut dan muncul diatas permukaan dasar laut. Terbentuknya struktur-struktur geologi tersebut diatas menunjukkan bahwa pengaruh tektonik regional sangat dominan. Terutama pengaruh dari sesar utama Palu-Koro yang terdapat di daratan Pulau Sulawesi dan menerus hingga ke daerah penelitian.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bpk. Kepala Puslitbang Geologi Kelautan yang

telah memberikan izin untuk melakukan Pemetaan di Perairan Pasangkayu, Sulawesi Barat. Tidak lupa terima kasih kepada rekan-rekan tim yang telah membantu dan memberikan saran pada pembuatan makalah ini.

#### **ACUAN**

- Arifin, L. dan Kusnida D., 2009. Mud Diapir di Perairan Selatan Pulau Madura. *Jurnal Geologi Kelautan Vol. 7, No. 3, Desember 2009*.
- Hanafi, M., Purwanto, C., Dharmawan, B., Sutisna, N., Yosi, M., Subaryah, 2009. *Laporan Pemetaan Perairan Pasangkayu, Selat Makassar, Sulawesi Barat*. Laporan Intern Puslitbang Geologi Kelautan Bandung. Tidak dipublikasi.
- Hadiwijoyo. S, Sukarna. D., 1993. *Geologi Lembar Pasangkayu, Sulawesi skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Mitchum R.M., Vail, P.R. and J.B. Sangree, 1977. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, In Paiton, C.E (ed). *AAPG, Memoir 26*.
- Satyana, A. H. dan Asnidar, 2008. Mud Diapirs and Mud Volcanoes in Depressions of Java to Madura: Origin, Natures, and Implications to Petroleum System. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association, Thirty-Second Annual Convention & Exhibition*.
- Quillin, R. Mc., Bacon, M., Barclay, W., 1979. *An Introduction to Seismic Interpretation*. Graham & Trotman Limited, London, 84 p.

