
STUDI KONFIGURASI REFLEKSI SEISMIK DAN KARAKTERISTIK SEDIMEN DASAR DI PERAIRAN BATUATA, SULAWESI TENGGARA

Dinda Mazed, Alfi Satriadi, Heryoso Setyono ^{*)}

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email : satriad_as@yahoo.co.id ; heryoso@yahoo.com

Abstrak

Penelitian mengenai dasar laut telah dilakukan di Perairan Batuata Sulawesi Tenggara untuk mengetahui konfigurasi refleksi seismik dan karakteristik sedimen dasar laut. Penelitian ini dilakukan selama bulan Mei 2012 menggunakan kapal Geomarin III milik Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral.

Eksplorasi dasar laut khususnya sumber daya non hayati, banyak menggunakan metode akustik bawah laut. Metode ini dapat menggambarkan kondisi dasar laut secara cepat dan insitu tanpa mengubah atau merusak objek yang diteliti. Materi yang diteliti berupa contoh sedimen dasar laut yang diambil menggunakan alat gravity core sebanyak 6 (enam) titik lokasi dan rekaman seismik. Selain itu dilakukan pula pemeruman dasar laut untuk mengukur kedalaman Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara.

Hasil penelitian menunjukkan sedimen dasar di Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara termasuk dalam sedimen laut dalam yang berjenis sedimen biogeneus, dengan ukuran butir pasir dan lempung. Hasil pemeruman menunjukkan bagian terdalam yang terukur di sekitar Perairan Batuata adalah 2500 meter. Interpretasi rekaman seismik menunjukkan lapisan struktur dasar laut perairan Batuata memiliki konfigurasi refleksi seismik parallel, divergent, sigmoid dan chaotik. Konfigurasi refleksi seismik parallel discontinue terlihat di beberapa lintasan survei yang diduga terjadi akibat adanya ketidakselarasan maupun jalur sesar.

Kata Kunci : Sedimen laut dalam, Refleksi seismik, Perairan Batuata

Abstract

A study of seafloor was conducted in Batuata Sea Southeast Sulawesi to determine seismic reflection configuration and the sediment characteristic. This study was carried out on may 2012 using Geomarin III ship of Marine Geology Research and Development Center, Ministry of Energy and Mineral Resources.

Seafloor exploration, especialy non biological resources mostly used underwater acoustic method. This method can describe condition of seafloor quickly and insitu without changing or destructing the research object. The research material were sample of seafloor sediment using gravity core as much 6 (six) points location and seismic record. Moreover, seafloor sounding also conducted to measure the depth of the seabed of Batuata Sea, Southeast Sulawesi.

The results showed that sediments in Batuata Sea Souteast Sulawesi were deep-sea sediment, biogenous sediment type. They were classified by grain size into sand and clay. The deepest part of seafloor measured around the Batuata Sea was 2500 meters. Interpretation of seismic record showed that the layer of seafloor according to seismic reflection was parallel, divergent, sigmoid and chaotik. Parallel discontinue configuration showed on some survey track that allegedly occurred due to disconformity and fault lines.

Key Word : Deep-sea sediment, Seismic reflection, Batuata sea

I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan atau *archipelago* dengan jumlah pulau lebih dari 17 ribu pulau. Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar berada pada bagian dari jalur *The Pasific Ring of Fire* yang merupakan jalur rangkaian gunung api aktif dunia. Kondisi tersebut menyebabkan dasar laut di Indonesia banyak dipengaruhi oleh aktivitas tektonik maupun vulkanik.

Dasar laut Indonesia terbagi menjadi tiga struktur besar yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan Indo-Australia. Lempeng Eurasia mencakup pulau Sumatera, Jawa dan Kalimantan yang memiliki struktur laut dangkal karena adanya paparan sunda yang stabil dan memiliki endapan dari lumpur dan lumpur berpasir. Lempeng Pasifik dan Indo-Australia berperan dalam pembentukan Indonesia bagian timur, struktur dasar lautnya lebih kompleks dengan adanya deretan pulau - pulau yang berbentuk busur lengkung, dipisahkan oleh laut dalam yang mempunyai palung maupun gunung bawah laut dan memiliki endapan lumpur asal darat maupun lumpur vulkanik (Nontji, 2007).

Berdasarkan ciri – ciri tersebut maka sedimen dasar laut di Indonesia tersusun oleh komponen sedimen endapan terigenik yang berasal dari batuan maupun aktivitas vulkanik dan endapan biogenik yang berasal dari aktivitas organisme. Sedimen di lingkungan laut yang dalam terdiri dari komponen biogenik yaitu berupa endapan cangkang organisme dan komponen terigenik berupa batuan berbutir halus dan mineral (Witasari, 2003).

Pulau Batuata diduga memiliki kesamaan karakteristik geologi dengan Pulau Buton yang dikenal sebagai daerah penghasil aspal. Sejarah tektonik daerah di sekitar Pulau Buton dianggap berasal dari pecahan benua Australia, aktivitas tektonik tersebut mengakibatkan terbentuknya sesar anjakan, lipatan, pengangkatan dan pembentukan ketidakselarasan regional (Davidson, 1991).

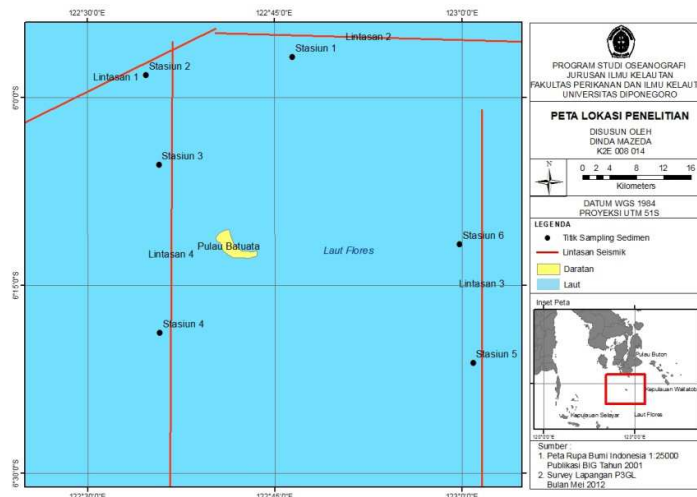
Karakteristik geologi di Perairan Batuata tersebut mengindikasikan adanya potensi batuan dan mineral yang terkandung di dasar Perairan Batuata. Berdasarkan hal tersebut, survei geologi kelautan khususnya mengenai konfigurasi refleksi seismik dan karakteristik sedimen dasar laut sangat diperlukan. Survei tersebut merupakan sebagai salah satu upaya eksplorasi sumberdaya alam non hayati di Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara.

II. Materi dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksploratif dan bersifat deskriptif. Metode penelitian eksploratif adalah penelitian yang bertujuan mencari, mengungkap, menggali secara cermat dan lengkap fakta-fakta yang terkandung dalam suatu permasalahan yang bersifat spesifik (Sukardi, 2009)

Data penelitian diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan menggunakan kapal survei Geomarin III milik Pusat Penelitian Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral.

Pengambilan data dilakukan selama 14 hari yaitu pada 14 - 27 Mei 2012 di Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara. Lingkup penelitian terletak pada koordinat $122^{\circ}19'14,4''$ BT - $123^{\circ}10'34,8''$ BT dan $6^{\circ}12'31,2''$ LS - $6^{\circ}20'16,8''$ LS. Peta penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini melingkupi interpretasi konfigurasi refleksi seismik dan karakteristik sedimen dasar di Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara. Data yang diperlukan berupa data rekaman seismik laut, dari hasil akuisisi seismik 4 lintasan yang akan digunakan untuk interpretasi konfigurasi refleksi seismik, sampel sedimen yang diambil dari 6 titik lokasi pengamatan. pemeruman dasar laut yang dilakukan sepanjang jalur survei, data pemeruman yang digunakan meliputi

kedalaman dasar laut dan koordinat posisi pemeruman. Data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini berupa Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Skala 1 : 25.000 publikasi Badan Informasi Geospasial (BIG) Tahun 2001 sebagai peta dasar dan Peta Geologi publikasi Badan Geologi – Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM).

Data kedalaman didapatkan dari alat akustik bawah laut *Chrip Sub-bottom Profiler Bathy 2010*. Data yang diperoleh berupa kedalaman dasar laut dan koordinat posisi pemeruman. Data hasil pemeruman dasar laut ditunjukkan dalam Lampiran A. Data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak *Surfer 9* sehingga dapat menggambarkan pola kontur kedalaman dan menampilkan topografi 3 dimensi kedalaman dasar Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara.

Hasil akuisisi data seismik dikonversi menggunakan perangkat lunak *ProMAX®* kedalam bentuk format image (Jpeg) sehingga didapatkan hasil rekaman seismik. Setelah rekaman seismik diperoleh, selanjutnya dilakukan interpretasi secara terbatas untuk mengenali pola-pola konfigurasi refleksi dengan anggapan bahwa data yang diperoleh dianggap mempresentasikan bentuk lapisan batuan dibawah permukaan laut.

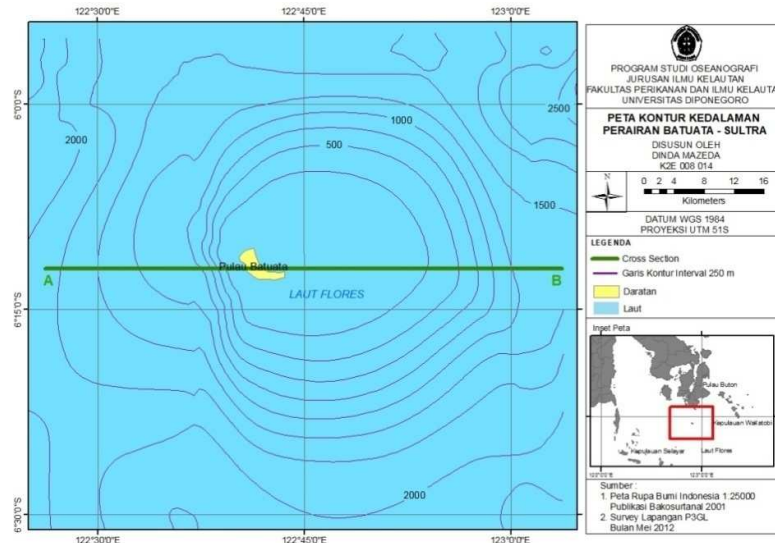
Interpretasi konfigurasi refleksi seismik dilakukan dengan melihat pola refleksi yang terlihat pada rekaman seismik. Peta geologi publikasi Badan Geologi - ESDM digunakan untuk membantu interpretasi konfigurasi refleksi seismik. Jenis konfigurasi refleksi seismik merujuk berdasarkan buku *Geophysics* (Sangree dan Widmier, 1979) yaitu pola reflesi *parallel, divergent, sigmoid, oblique, chaotic* dan *free reflection*. Rekaman seismik tersebut ditandai dan diberi manipulasi warna pada setiap lapisannya serta diberi keterangan pada setiap pola-pola reflektor yang teridentifikasi secara visual sehingga batas-batas perbedaan pola reflektornya akan terlihat jelas. Setelah interpretasi selesai dilakukan, selanjutnya menghitung parameter jarak horisontal menggunakan *tools measure* pada perangkat *ArcMap 9.3* dan melihat arah lintasan seismik dengan melihat data *field file ID*.

Sampel sedimen yang didapat dianalisis menggunakan metode analisis megaskopis, yaitu pengamatan fenomena-fenomena litologis yang terdiri dari pengamatan terhadap warna sedimen, besar butir, kandungan fosil, mineral-mineral penting, struktur sedimen dan arah perubahan perubahannya. (P3GL, 2005). Tujuan metode ini adalah mendapatkan karakteristik sedimen pada lapisan - lapisan sampel *core* sedimen.

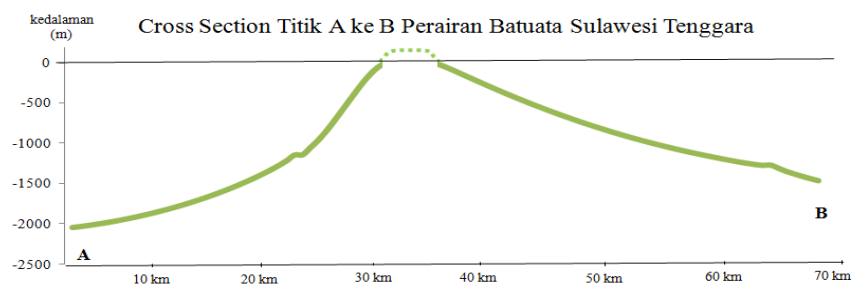
III. Hasil dan Pembahasan

Pemeruman Dasar Laut

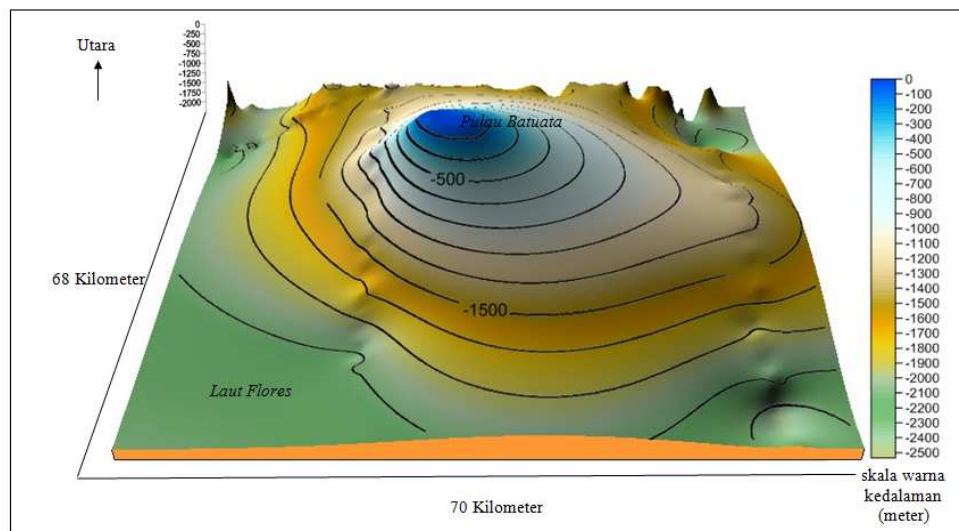
Peta kontur kedalaman Perairan Batuata tersaji pada gambar 2, pada peta terlihat pola kontur perairan yang menyerupai gunung yang muncul ke permukaan laut. Gambar 3 berupa sayatan atau *cross section* dari titik A ke B yang ada pada peta kontur (Gambar 2) semakin memperjelas morfologi yang ada di Perairan Batuata. Gambar 3 menunjukkan topografi 3 dimensi dasar perairan Batuata Sulawesi Tenggara yang memiliki kedalaman sampai 2500 meter yang terukur menggunakan alat pemeruman *Chrip Sub-bottom Profiler Bathy 2010*.



Gambar 2. Peta Kontur Kedalaman Perairan Batuata Sulawesi Tenggara



Gambar 3. Cross Section Titik A ke Titik B



Gambar 4. Topografi 3 Dimensi Dasar Perairan Batuata, Sulawesi Tenggara

Letak Perairan Batuata yang berada jauh dari daratan utama Sulawesi menyebabkan perairan Batuata dapat di kategorikan sebagai perairan dalam dengan bentuk morfologi yang kompleks. Morfologi yang tergambar merupakan hasil dari adanya aktivitas lempeng bumi yaitu lempeng pasifik, eurasia dan IndoAustralia selain itu perairan Indonesia timur yang berada di zona subduksi aktif mengakibatkan aktivitas vulkanik dan tektonik yang lebih tinggi dan struktur tektonik yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan daerah Indonesia Barat.

Sedimen Dasar Laut

Hasil klasifikasi ukuran butir sedimen dasar laut ditampilkan dalam tabel 1. Tabel 1 menyajikan informasi mengenai kedalaman pengambilan sampel sedimen yang diambil hingga kedalaman 1500 meter. Tebal lapisan sedimen yang didapat bervariasi sesuai dengan kemampuan sedimen untuk melekat pada paralon *core*. Lapisan sedimen terpanjang yang didapat sepanjang 220 cm dan hasil sedimen pada stasiun 2 dan stasiun 3 tidak berupa *core* sampel. Berdasarkan hasil analisis, sampel sedimen memiliki ukuran butir yang terdiri dari lempung pasir, pasir lempungan, pasir, dan lempung.

Tabel 1. Hasil klasifikasi ukuran butir sedimen dasar di Perairan Batuata Sulawesi Tenggara

Nama Stasiun	Kedalaman perairan (m)	Tebal lapisan (cm)	Nama Sedimen
Stasiun 1	1412	208	Lempung pasir
Stasiun 2	1490	-	Pasir lempungan
Stasiun 3	1260	-	Pasir
Stasiun 4	1249	58,5	Pasir lempungan
Stasiun 5	1551	176	Lempung
Stasiun 6	1341	220	Lempung

Sumber : Pengolahan data primer

Enam sampel sedimen yang diamati mengandung cangkang *microorganism* terutama foraminifera, selain itu pada sampel stasiun 1 ditemukan cangkang pelecipoda dan gastropoda. Fragmen organik berupa karbon sisa tumbuhan ditemukan pada sampel stasiun 1 dan stasiun 6. Komponen penyusun sedimen umumnya terdiri dari endapan biogenik pelagik laut dalam yaitu foraminifera plankton yang bercangkang karbonat dan mineral. Analisis megaskopis menunjukkan bahwa sampel sedimen yang diamati adalah jenis sedimen *biogeneus*. Sesuai dengan teori yang dikemukakan Kennet (1992) sedimen *biogeneus* adalah sedimen yang bersumber dari sisa organisme hidup seperti cangkang dan rangka biota laut serta bahan-bahan organik yang mengalami dekomposisi atau merupakan sisa dari organisme yang mengandung karbonat, opal, dan kalium fosfat.

Sedimen yang diamati berasal dari laut dalam dengan kedalaman laut mencapai 1500 meter, secara teori sedimen laut dalam memiliki tekstur sedimen masif atau laminasi, butirannya relatif seragam dan berukuran halus, berkisar antar lempung sampai pasir sangat halus. Pengamatan terhadap 5 sampel sedimen menunjukkan hasil sampel sedimen memiliki ukuran butir relatif halus dari lempung sampai pasir lempungan, tetapi pada stasiun 3 diketahui memiliki sedimen dengan ukuran butir pasir walaupun berasal dari kedalaman 1260 meter. Anomali tersebut diduga karena letak stasiun 3 yang relatif dekat dengan daratan sehingga mempengaruhi ukuran butir sedimen dasar disekitar lokasi pengamatan.

Interpretasi Seismik

Hasil interpretasi rekaman seismik menunjukkan adanya lapisan - lapisan dari dasar laut ditinjau dari konfigurasi refleksi seismik di Perairan Batuata Sulawesi Tenggara. Konfigurasi refleksi seismik terdiri dari *parallel*, *divergent*, *sigmoid* dan *chaotik*. Lapisan pertama yaitu *parallel* adalah lapisan sedimen permukaan dasar laut, kenampakan tersebut terkait dengan lingkungan pengendapan yang stabil, sesuai dengan hasil pengamatan ukuran butir sedimen yang memiliki ukuran relatif halus dan mengindikasikan lingkungan pengendapan yang tenang.

Lapisan kedua yaitu lapisan *divergent*, lapisan ini dicirikan dengan adanya laju pengendapan yang bervariasi jika dikaitkan dengan formasi batuan yang ada di daratan, lapisan ini diduga sebagai lapisan batuan gamping, berdasarkan teori yang dikemukakan Sikumbang (1995) yaitu pada Pliosen – Plistosen terjadi kegiatan tektonik yang mengakibatkan terlipatnya batuan Pra-Pliosen dan mengangkat Pulau Buton dan Pulau Muna secara perlahan seiring dengan pembentukan batu gamping terumbu Formasi Wapulaka.

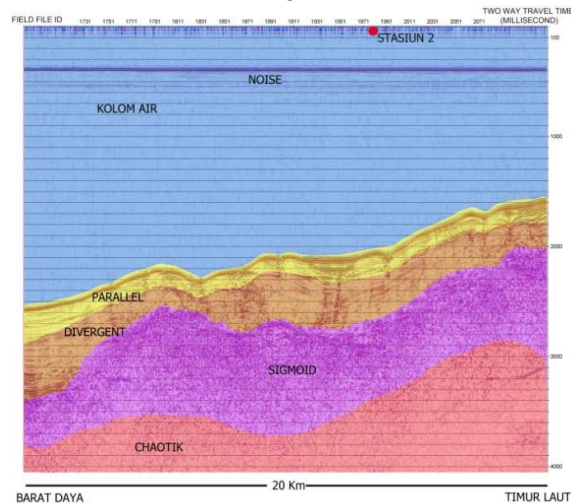
Lapisan ketiga yaitu lapisan *sigmoid* dicirikan oleh sedimen yang belum terdeformasi dengan baik, berada pada pengendapan laut dalam dengan energi rendah yang diduga sebagai batuan karbonat.

Lapisan ke empat adalah lapisan *chaotik*, memiliki pola refleksi yang tidak teratur dan menunjukkan adanya komplikasi endapan dan tektonik yang diduga sebagai batuan malihan. Sesuai dengan yang telah

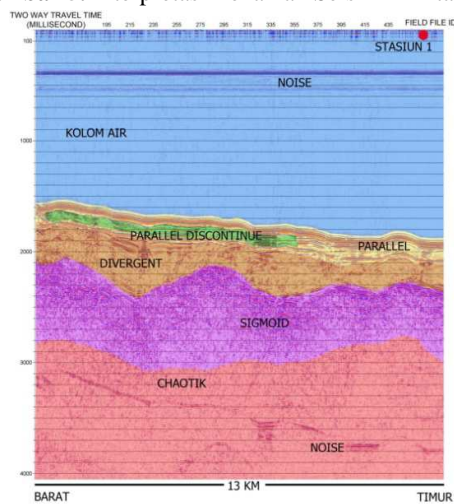
dikemukakan Sikumbang (1995) bahwa Pulau Buton tersusun atas batuan sedimen pinggir benua serta batuan malihan berumur Permo – Karbon sebagai batuan alasnya.

Hasil interpretasi rekaman seismik lintasan 2 (gambar 6) dan lintasan 3 (gambar 7) menunjukkan adanya konfigurasi refleksi seismik *parallel discontinue* di lapisan dasar laut. Adanya konfigurasi *parallel discontinue* diduga disebabkan oleh adanya ketidakselarasan *disconformity* maupun keberadaan jalur sesar. *disconformity* adalah ketidakselarasan yang terjadi dimana lapisan yang berada di bagian atas dan bawah sejajar, namun terdapat bidang erosi yang memisahkan keduanya. Berdasarkan Peta Geologi publikasi Badan Geologi – ESDM, terdapat jalur sesar utama lepas pantai yang melewati Laut Flores didekat Kepulauan Selayar disebelah barat dan didekat Kepulauan Tukangbesi (Wakatobi). Selain itu terdapat pula jalur sesar belakang busur lepas pantai yang berada di sepanjang Pulau Flores dan Pulau Sumbawa.

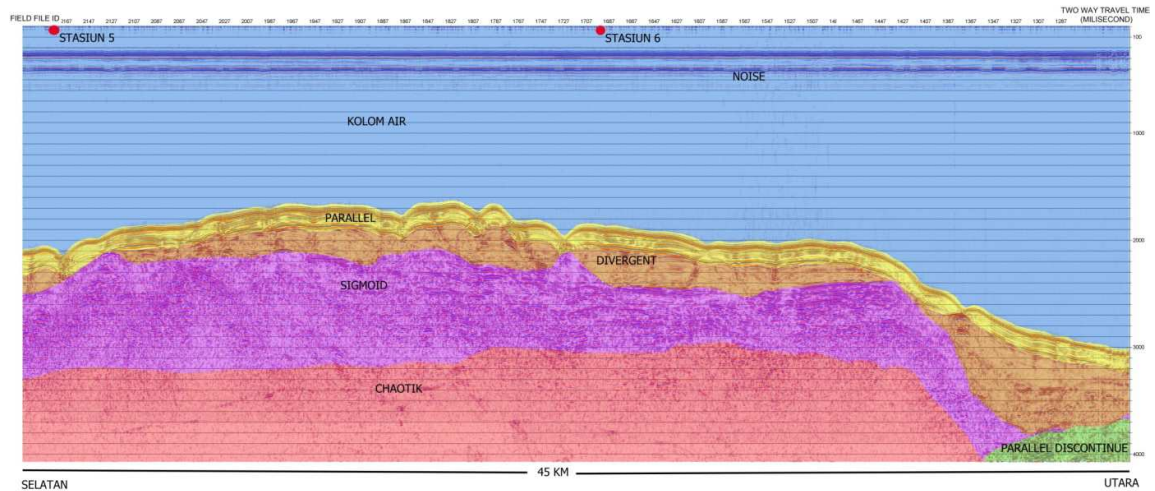
Kenampakan struktur dasar laut yang terlihat adalah hasil dari aktivitas tektonik dan vulkanik yang terjadi di sekitar Perairan Batuata. Menurut Davidson (1991) Sejarah geologi menunjukkan bahwa Pulau Buton dan sekitarnya dianggap berasal dari pecahan Benua Australia, pada Trias Akhir – Oligosen, Pulau Buton memisahkan diri menuju timurlaut. Pulau Buton mengalami tumbukan dengan Pulau Muna (Sulawesi Tenggara) dan kemudian terjadi tumbukan dengan Pulau Tukangbesi (Wakatobi) yang dikenal sebagai masa deformasi. Aktivitas tektonik tersebut mengakibatkan terbentuknya sesar anjakan, lipatan pengangkatan dan pembentukan ketidak selarasan regional.



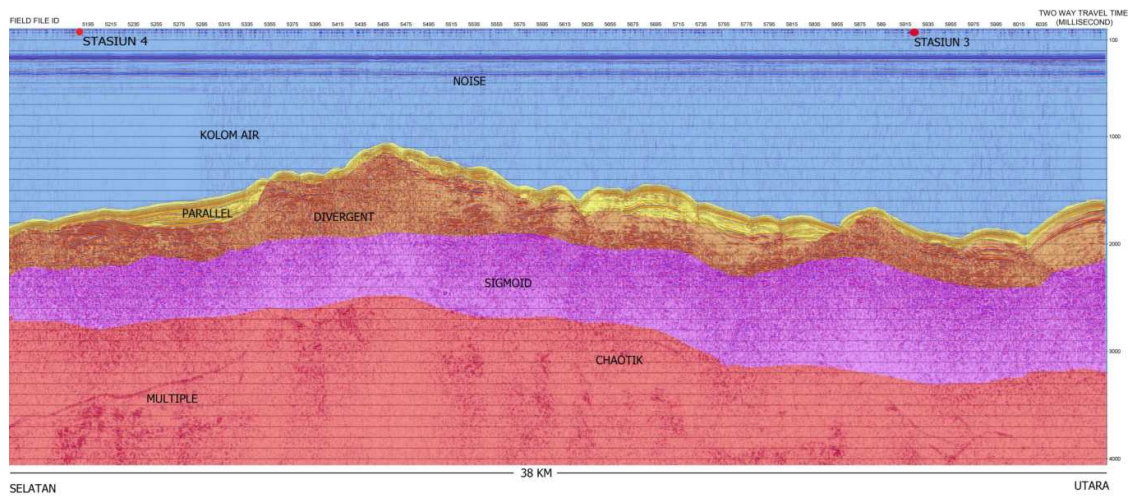
Gambar 5. Interpretasi Rekaman Seismik Lintasan 1



Gambar 6. Interpretasi Rekaman Seismik Lintasan 2



Gambar 7. Interpretasi Rekaman Seismik Lintasan 3



Gambar 8. Interpretasi Rekaman Seismik Lintasan 4

IV. Kesimpulan

Perairan Batuata dapat di kategorikan sebagai perairan dalam, yang memiliki kedalaman laut hingga 2500 meter. Morfologi dasar perairan Batuata, Sulawesi Tenggara berupa gunung yang muncul ke permukaan laut. Hasil sampel sedimen dasar di Perairan Batuata yang diamati memiliki jenis sedimen *biogeneous* yang memiliki ukuran butir pasir dan lempung.

Dari hasil interpretasi rekaman seismik dasar laut diketahui terdapat lapisan dasar laut berupa *parallel* yang mencirikan lapisan batuan sedimen permukaan yang diendapkan pada lingkungan berenergi rendah, dengan kecepatan pengendapan yang seragam. Selain itu, terdapat konfigurasi *divergent*, *sigmoid* dan *chaotik* serta pada beberapa lintasan ditemukan pula konfigurasi *parallel discontinue* yang diduga terjadi akibat adanya ketidakselarasan serta jalur sesar. Data *core* sampel sedimen dasar laut menggambarkan lapisan dasar laut yang memiliki konfigurasi refleksi *parallel*. Hasil *core* sampel tidak dapat mewakili seluruh lapisan *parallel* yang terdapat pada rekaman seismik karena *core* sampel hanya menjangkau lapisan permukaan sedimen dasar laut sedalam 2 meter.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A. 2007-2008. *Ensiklopedia Seismik Online*. E-Book Ensiklopediaseismik.blogspot.com (16 Juni 2012), 193 hlm.
- Chester, R. 1993. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd. London, 698 hlm.
- Davidson, J., 1991, *Geology and prospectivity of Buton Island. SE.Sulawesi, Indonesia*: Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, v. 20, hal. 209-233.
- Kennet, J.P. 1982. *Marine Geology*. Printice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey, 172 hlm.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta, hal. 13 -15.
- Seibold, E dan Berger, WH. 1993. *The Sea floor*. Springer-Verlag. New York, hal 31-50.
- Sikumbang, N., Sanyoto, P., Supandjono, R. J. B. dan Gafoer, S., 1995. *Peta Geologi Lembar Buton, Sulawesi Tenggara skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Sukardi. 2009. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta, hal 11–28.
- Suryana, A dan Tobing, S.M. 2003. *Inventarisasi Endapan Bitumen Padat dengan 'Outcrop Drilling' di daerah Buton Selatan, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara*. Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral – DIM, TA
- Sukanto, R dkk. 2000. Peta Geologi Indonesia yang telah di sederhanakan. <http://www.bgl.esdm.go.id> (5 Agustus 2012)
- Witasari, Y. 2003. *Sedimen di Selat Sunda: Komposisi, Asal –Usul, Proses Pengendapan dan Pengaruh Lingkungan*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakara, 8 hlm.