

GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DASAR LAUT PERAIRAN LEMBAR PETA 0421, DAERAH ISTIMEWA ACEH

SUB-SEA FLOOR GEOLOGY OF MAP SHEET 0421, SPECIAL PROVINCE OF ACEH

I. N. Astawa, I. R. Silalahi, dan R. Rahardiawan

Puslitbang Geologi Kelautan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jl. Dr. Junjuran No. 236, Bandung 40174

Diterima : 25-11-2011 Disetujui : 01-06-2012

ABSTRAK

Hasil kegiatan penelitian geologi kelautan Lembar Peta 0421 menghasilkan data seismik dan pemeruman sepanjang lebih kurang 963,73 kilometer. Dari peta batimetri ditemukan beberapa kelurusan dengan arah hampir barat laut-tenggara dan diduga merupakan sesar.

Hasil penafsiran data menunjukkan bahwa stratigrafi rekaman seismik, daerah penelitian secara garis besar dapat dibagi menjadi 4 (empat) unit yaitu unit 1; unit 2; unit 3, dan unit 4. Jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian, unit 1 diduga dapat dibandingkan dengan Formasi Peunasu berumur Miosen, unit 2 diduga dapat dibandingkan dengan Formasi Seurula & Formasi Juluraye berumur Pliosen, unit 3 diduga dapat dibandingkan dengan endapan vulkanik Toba berumur Plistosen, dan unit 4 diduga dapat dibandingkan dengan aluvial berumur Holosen. Pembagian unit tersebut berdasarkan pada adanya bidang tidakselarasan (onlap), dan pemat erosi (erosional truncation).

Kata kunci : lembar peta 0421, unit seismik, ketidakselarasan.

ABSTRACT

The results of marine geological investigation of map of sheet 0421 gave a data of seismic and sounding approximately 963.73 kilometers long. Bathymetric map indicates some alignment with the direction of nearly northwest-southeast and presumed to be faults.

Seismic data interpretation indicate that the stratigraphy of the study area can broadly be divided into 4 (four) units those are unit 1; unit 2; unit 3, and unit 4. Correlation balance with regional geology, show that seismic, unit 1 correlates with Peunasu Formation of Miocene, unit 2 correlates with Seurula Formation and Juluraye Formation of Pliocene, unit 3 correlates with Old Toba volcanic deposits of Pleistocene, and unit 4 correlates with Alluvium of Holocene. The division of seismic units was based on unconformity (onlap) and (erosional truncation).

Keywords: map of sheet 0421, seismic units, unconformity.

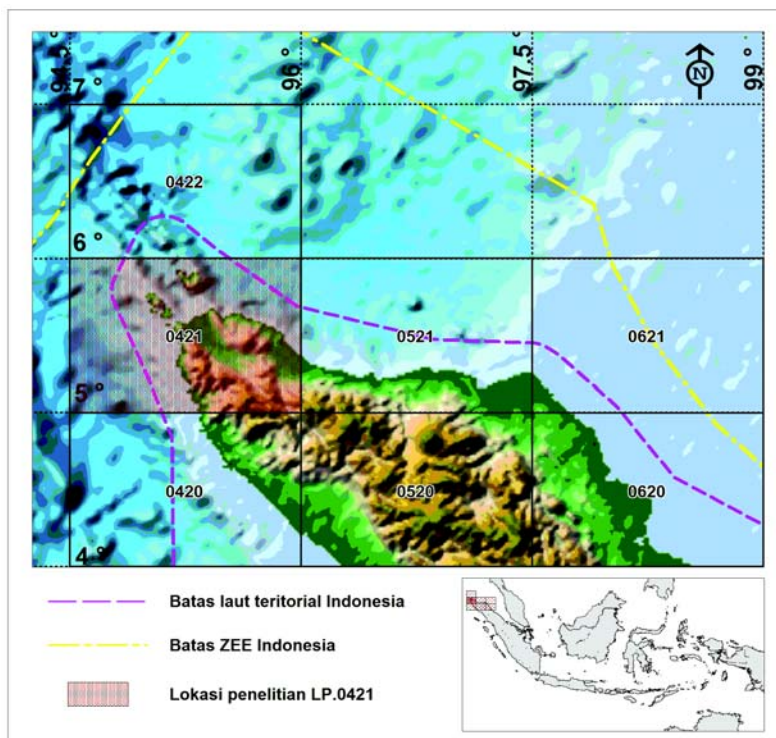
PENDAHULUAN

Sesuai dengan tugas dan fungsi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan yaitu untuk melakukan penelitian geologi permukaan dan bawah permukaan dasar laut secara sistematik. Untuk hal tersebut di atas Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan melakukan penelitian geologi dan geofisika kelautan di Daerah Perairan Aceh Utara atau dalam sistem peta Bakosurtanal termasuk dalam Lembar Peta No. 0421.

Maksud penelitian adalah untuk menginventarisasi data geologi dan geofisika kelautan, khususnya tatanan geologi bawah

permukaan dasar laut, sedangkan tujuannya untuk mengetahui dan memberikan informasi kondisi geologi bawah permukaan dasar laut kepada pihak yang berkepentingan.

Lokasi daerah penelitian terletak di daerah perairan Banda Aceh (Aceh Utara), termasuk dalam Lembar Peta 0421 dengan batas koordinat antara 05⁰⁰' – 06⁰⁰' Lintang Utara dan 94³⁰' – 96⁰⁰' Bujur Timur; di sebelah Utara berbatasan dengan Lembar Peta 0422, di sebelah Timur berbatasan dengan Lembar Peta 0521, dan di sebelah Selatan berbatasan dengan Lembar Peta 0420 (Gambar 1.).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

GEOLOGI REGIONAL

Menurut Cameron, N.R., 1980, Pada akhir Miosen, Pulau Sumatera mengalami rotasi searah jarum jam. Pada zaman Plio-Pleistosen, arah struktur geologi berubah menjadi barat daya-timur laut, di mana aktivitas tersebut terus berlanjut hingga kini. Hal ini disebabkan oleh pembentukan letak samudera di Laut Andaman dan tumbukan antara Lempeng Mikro Sunda (bagian paparan Sunda) dan Lempeng India-Australia terjadi pada sudut yang kurang tajam. Terjadilah kompresi tektonik global dan lahirnya kompleks subduksi sepanjang tepi barat Pulau Sumatera dan pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan pada zaman Pleistosen.

Pada akhir Miosen Tengah sampai Miosen Akhir, terjadi kompresi pada Laut Andaman. Sebagai akibatnya, terbentuk tegasan yang berarah NNW-SSE menghasilkan patahan berarah utara-selatan. Sejak Pliosen sampai Pleistosen, akibat kompresi terbentuk tegasan yang berarah NNE-SSW yang menghasilkan sesar berarah NE-SW, yang memotong sesar yang berarah utara-selatan.

Menurut Hamilton, W., 1979, tektonik wilayah Aceh dikontrol oleh pola tektonik di Samudera Hindia. *Eurasian Plateau* berada di atas lempeng samudera (*Indian – Australian Plate*), yang bergerak ke utara dengan kecepatan 6–8 cm per tahun. Pergerakan ini menyebabkan Lempeng India – Australia menabrak lempeng benua Eropa –

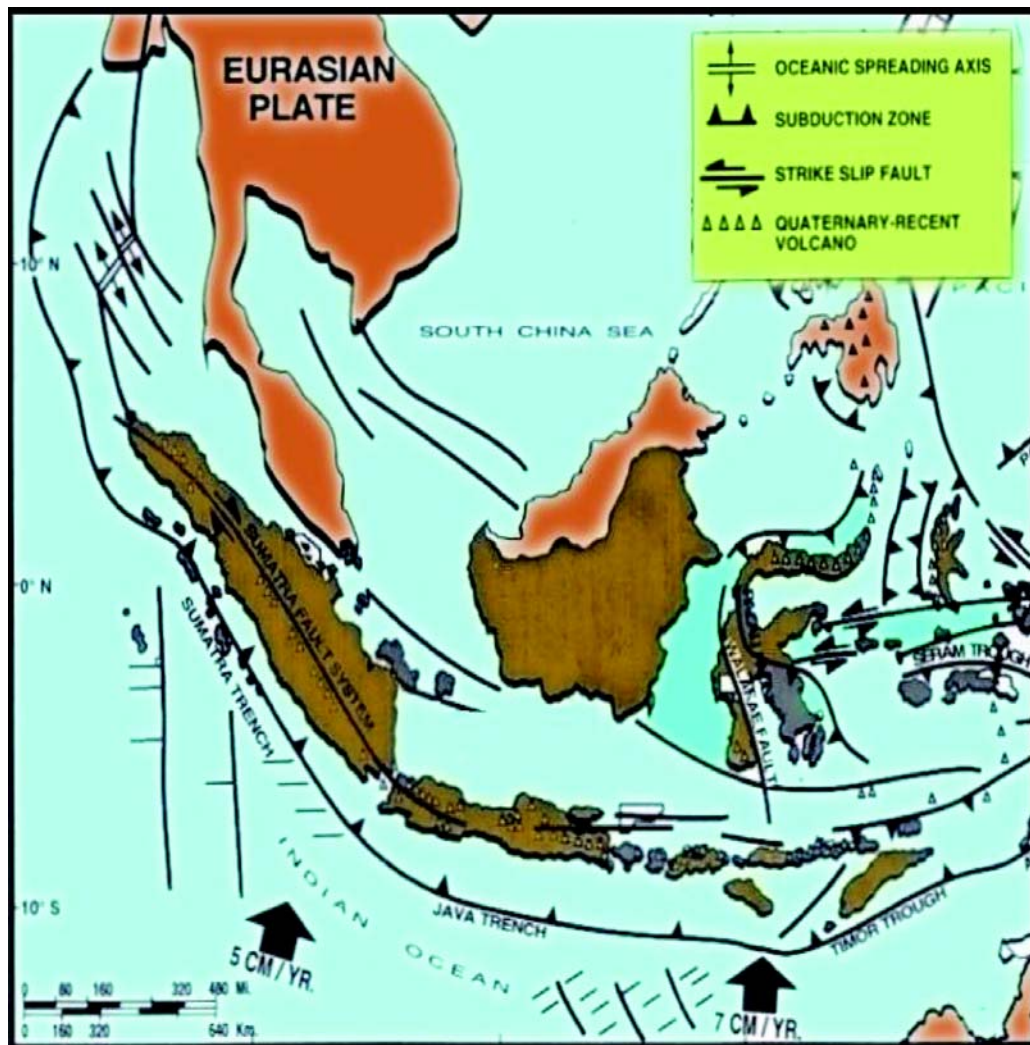
Asia/Eurasian Plateu, (Gambar 2.). Di bagian barat, tabrakan ini menghasilkan Pegunungan Himalaya; sedangkan di bagian timur menghasilkan penunjaman (*subduction*), yang ditandai dengan palung laut "*Java Trench*" membentang dari Teluk Benggala, Laut Andaman, selatan Pulau Sumatera, Jawa dan Nusa Tenggara, hingga Laut Banda di Maluku.

Di Sumatera, penunjaman tersebut di atas juga menghasilkan rangkaian kepulauan busur depan (*forearch islands*) yang non-vulkanik (P. Simeulue, P. Banyak, P. Nias, P. Batu, P. Siberut hingga P. Enggano), pegunungan Bukit Barisan dengan jalur vulkanik, serta sesar aktif '*The Great Sumatera Fault*' yang membelah Pulau Sumatera mulai dari Teluk Semangko hingga Banda Aceh. Sesar besar ini menerus sampai ke

Laut Andaman hingga Burma. Patahan aktif Semangko ini diperkirakan bergeser sekitar sebelas sentimeter per tahun dan merupakan daerah rawan gempabumi dan tanah longsor.

Di samping patahan utama tersebut, terdapat beberapa patahan lainnya, yaitu: Sesar Aneuk Batee, Sesar Samalanga-Sipopok, Sesar Lhokseumawe, dan Sesar Blangkejeren. Khusus untuk Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar dihipit oleh dua patahan aktif, yaitu Darul Imarah dan Darussalam. Patahan ini terbentuk sebagai akibat pengaruh tektonik global yang melahirkan kompleks subduksi sepanjang tepi barat Pulau Sumatera disertai pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan. Daerah-daerah yang berada di sepanjang patahan tersebut merupakan wilayah yang rawan gempa bumi dan tanah longsor, disebabkan oleh adanya aktivitas kegempaan dan kegunungapian yang tinggi. Banda Aceh sendiri merupakan suatu dataran hasil amblesan sejak Plio-Pleistosen, hingga terbentuk sebuah graben. Dataran tersusun oleh batuan sedimen yang berpengaruh jika terjadi gempa bumi di sekitarnya.

Penunjaman Lempeng India – Australia juga mempengaruhi geomorfologi Pulau Sumatera. Adanya penunjaman menjadikan bagian barat Pulau Sumatera terangkat, sedangkan bagian timur relatif turun. Hal ini menyebabkan bagian barat Pulau Sumatera mempunyai dataran pantai



Gambar 2. Peta pergerakan lempeng Daerah Sumatra dan kawasan Asia Tenggara lainnya pada masa kini (Hamilton, W., 1979).

sempit, termal, dan berkembang karang. Bagian timur yang turun akan menerima tanah hasil erosi dari bagian barat (yang bergerak naik), sehingga bagian timur memiliki pantai datar, luas, bergambut dan berbakau.

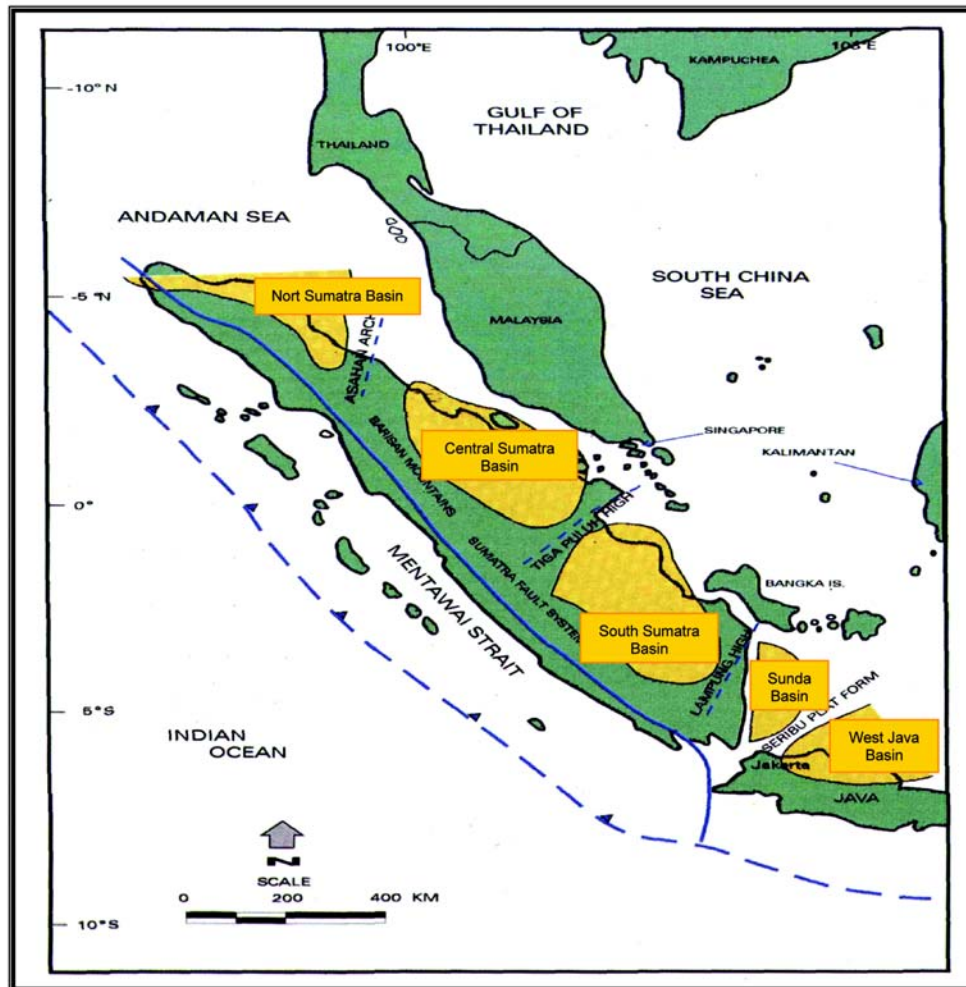
Menurut laporan yang disusun oleh Pertamina & BEICIP, 1985., Cekungan Sumatera Utara (*North Sumatera Basin*) secara tektonik terdiri dari elemen berupa tinggian, cekungan maupun peralihannya, dimana cekungan ini terjadi setelah berlangsungnya gerakan tektonik pada zaman Mesozoikum atau sebelum mulai berlangsungnya pengendapan sedimen Tersier dalam Cekungan Sumatera Utara, (Gambar 3.).

Tektonik yang terjadi pada Akhir Tersier menghasilkan bentuk cekungan bulat memanjang dan berarah barat laut – tenggara. Proses sedimentasi yang terjadi selama Tersier secara umum dimulai dengan *transgressi*, kemudian disusul dengan *regresi* dan diikuti gerakan tektonik

pada Akhir Tersier. Pola struktur Cekungan Sumatera Utara terlihat adanya perlipatan-perlipatan dan pergeseran-pergeseran yang berarah lebih kurang barat laut-tenggara.

Sedimentasi dimulai dengan sub cekungan yang terisolasi berarah utara pada bagian bertopografi rendah dan palung yang tersesarkan. Pengendapan Tersier Bawah ditandai dengan adanya ketidak selarasan antara sedimen dengan batuan dasar yang berumur Pra-Tersier, merupakan hasil *transgressi*, membentuk endapan berbutir kasar-halus, batulempung hitam, napal, batulempung gampingan dan serpih.

Transgressi mencapai puncaknya pada Miosen Bawah, kemudian berhenti dan lingkungan berubah menjadi tenang ditandai dengan adanya endapan napal yang kaya akan fosil foraminifera planktonik dari formasi Peutu. Di bagian timur cekungan diendapkan Formasi Belunai yang berkembang menjadi 2 facies yaitu klastik dan



Gambar 3. Lokasi Cekungan Sumatra Utara dan batas-batasnya (Pertamina & BEICIP, 1985).

karbonat. Kondisi tenang terus berlangsung sampai Miosen Tengah dengan pengendapan serpih dari Formasi Baong.

Setelah pengendapan laut mencapai maksimum, kemudian terjadi proses regresi yang mengendapkan sedimen klastik (Formasi Keutapang, Seurula dan Julu Rayeuk) secara selaras diendapkan di atas Formasi Baong, kemudian secara tidak selaras di atasnya diendapkan Tufa Toba Alluvial.

Menurut laboran yang disusun oleh Pertamina & BEICIP, 1985., Proses tektonik cekungan tersebut telah membagi stratigrafi regional Cekungan Sumatera Utara dengan urutan dari tua ke muda adalah sebagai berikut :

1. *Basement Pre-Tersier*; terdiri dari batuan beku, batuan metamorf, karbonat dan dijumpai fosil Halobia yang berumur Trias terletak tidak

selaras menyudut dibawah batuan sedimen diatasnya.

2. *Formasi Parapat (Awal Oligosen)*; terdiri dari batupasir kasar dan konglomeratan dibagian bawah seta diatasnya dijumpai sisipan serpih. Secara regional dibagian bawah diendapkan dalam lingkungan fluviatil dan bagian atas dalam lingkungan laut dangkal.
3. *Formasi Bampo (Akhir Oligosen)*; terdiri dari serpih hitam tidak berlapis, berasosiasi dengan lapisan tipis batugamping dan batulempung karbonat, dimana formasi ini miskin fosil dan diendapkan dalam lingkungan reduksi.
4. *Formasi Belumai (Awal Miosen)*; dibagian timur cekungan ini berkembang Formasi belumai yang identik dengan Formasi Peutu yang berkembang pada bagian barat dan tengah. Formasi Belumai terdiri dari batupasir

- Glaukonitan berselingan dengan serpih dan batugamping. Di daerah Arun, bagian atas formasi ini berkembang lapisan batugamping kalkarenit dan kalsilitit dengan selingan serpih. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan laut dangkal sampai neritik.
5. *Formasi Baong (Miosen Tengah-Akhir Miosen bagian bawah)*; penyusun utama formasi ini adalah batulempung abu-abu kehitaman, napalan, lanauan, pasir dan pada umumnya kaya akan fosil *Orbulina* Sp dan *Globigerina* Sp, Kadang-kadang diselingi lapisan tipis batupasir. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan laut dalam.
Formasi Baong tersebut di atas di daerah Aru dibagi menjadi 3 satuan :
 - Bagian bawah didominasi oleh lanau dan batulempung dengan sisipan batupasir dan batugamping
 - Bagian tengah (MBS) didominasi oleh batupasir glaukonitan dan lempung dengan sisipan lanau serta lapisan tipis batugamping. Pada anggota ini dikenal beberapa lapisan batupasir yang telah terbukti mengandung hidrokarbon, yaitu Sembilan sand dan besitang river sand (BRS).
 - Bagian atas didominasi oleh lanau dan lempung dengan sisipan batupasir dan lapisan tipis batugamping.
 6. *Formasi Keutapang (Akhir Miosen)*; terdiri dari selang-seling antara batupasir berbutir halus – sedang, serpih, lempung dengan sisipan batugamping dan batubara. Di bagian Barat daerah Aru batupasirnya bertambah ke arah atas, di bagian timur serpih lebih dominan. Formasi ini merupakan lapisan utama penghasil hidrokarbon dan merupakan awal terjadinya siklus regresi, diendapkan dalam lingkungan delta sampai laut dangkal.
 7. *Formasi Seurula (Awal Pliosen)*; terdiri dari batupasir, serpih dan lempung. Dibandingkan dengan Formasi Keutapang, Formasi Seurula berbutir lebih kasar, banyak ditemukan fragmen-fragmen moluska yang menunjukkan endapan laut dangkal atau neritik.
 8. *Formasi Julu Rayeu (Akhir Pliosen)*; terdiri dari batupasir halus – kasar dan lempung, kadang-kadang mengandung mika dan fragmen moluska yang menunjukkan endapan laut dangkal – Neritik.

9. *Volkanik Toba (Kwartar)*; terdiri dari Tufa hasil aktivitas Volkanik Toba, menutupi secara tidak selaras diatas Formasi Seurula.

10. *Endapan Aluvial*; terdiri dari kerakal, kerikil, pasir dan Batulempung (Gambar 4).

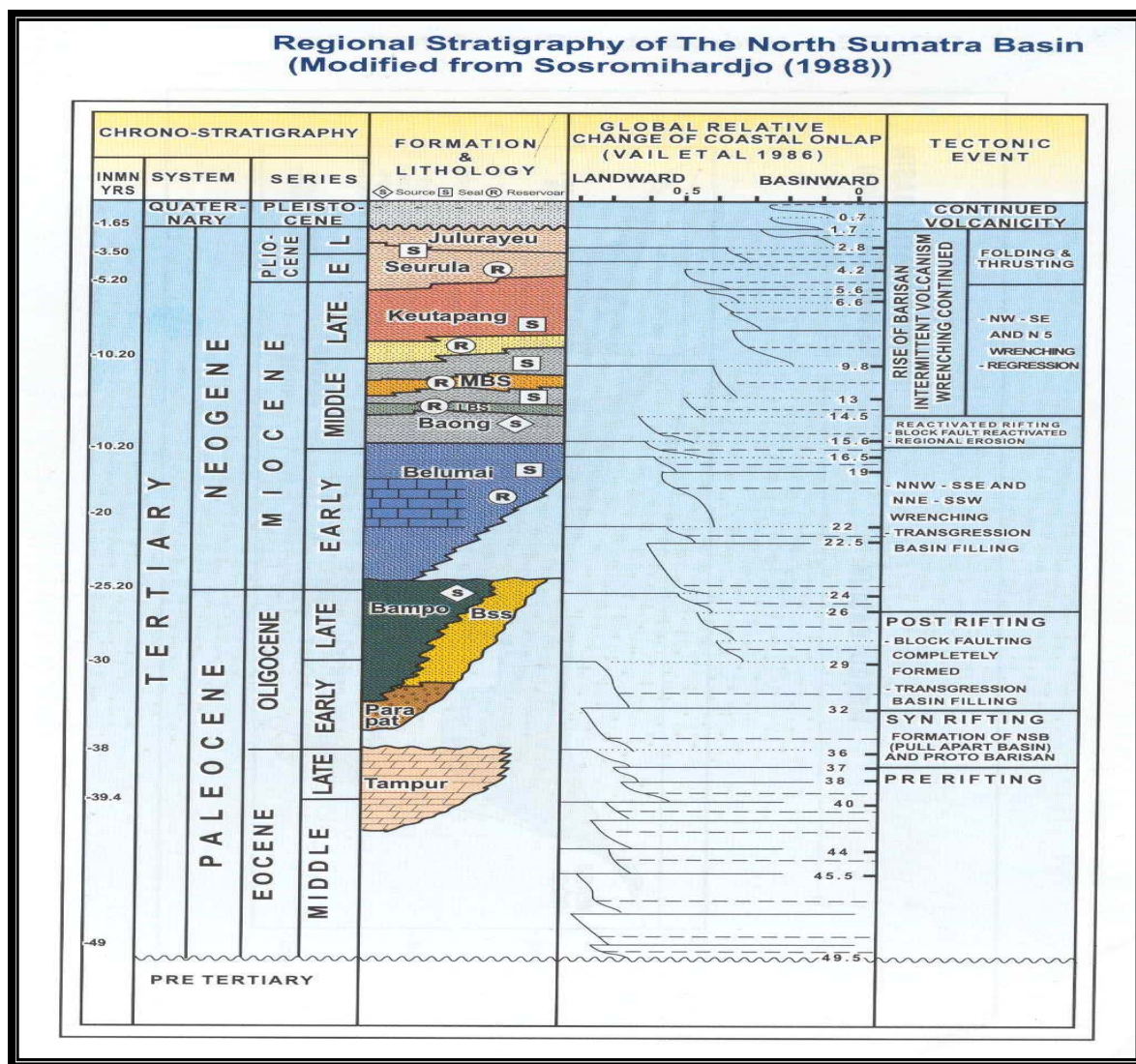
Aktivitas gempa di Naggroe Aceh Darussalam (NAD) bukanlah suatu hal yang luar biasa, karena wilayah NAD memang terletak di jalur gempa. Berdasarkan sejarah gempa yang telah diketahui para ahli geofisika selama 30 tahun ini saja telah terjadi sekitar 100 kali gempa berskala sekitar 5 Skala Richter. Pusat gempa terbanyak di sepanjang laut sebelah timur Aceh, 15 kali gempa diatas 7 skala Richter di laut, dan 6 kali di daratan sepanjang patahan Sumatra yang melintasi Aceh. Keseluruhan gempa ini memiliki kedalaman yang dangkal. Sedangkan gempa menengah telah terjadi 27 kali di sepanjang laut sebelah timur Aceh dan 25 kali di daratan. Sebagian besar gempa-gempa tersebut berkedudukan di Laut sekitar Pulau Seumelue dan Bukit Barisan berarah baratdaya-timurlaut dan menerus sampai ke laut Andaman dan Burma.

METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah, metode penentu posisi dan geofisika.

Penentuan posisi digunakan metode elektrik yang berorientasi pada teknologi instrumen. Peralatan yang digunakan adalah peralatan DGPS (Differensial Global Positioning System) dimana metode ini mempunyai keteletian yang lebih tinggi dari Metode GPS absolut. Pada metode DGPS ini posisi suatu titik atau wahana ditentukan relatif terhadap titik yang telah diketahui koordinatnya (*station referensi*), dimana station referensi ini memberikan koreksi-koreksi jam satelit, jam receiver, dll terhadap titik yang diamati. Peralatan yang dipakai adalah DGPS type C&C Cnav, aktifasi sistem koreksinya dilakukan dengan mengaktifkan kode nomor yang harus dipesan terlebih dahulu ke perusahaan C&C.

Selain peralatan DGPS diperlukan juga untuk alat penentu arah, dalam hal ini digunakan alat gyrocompass Simrad RGC50. Gyrocompass merupakan kompas yang menggunakan sumber tenaga listrik dan menggunakan gyroscope yang berputar. Dengan penerapan hukum fisika, gyrocompass bisa memanfaatkan rotasi Bumi untuk menemukan arah utara sebenarnya. Selain itu, kompas ini juga tidak terpengaruh oleh benda-benda logam yang bersifat ferromagnetic sehingga bisa digunakan dalam kapal/ pesawat yang



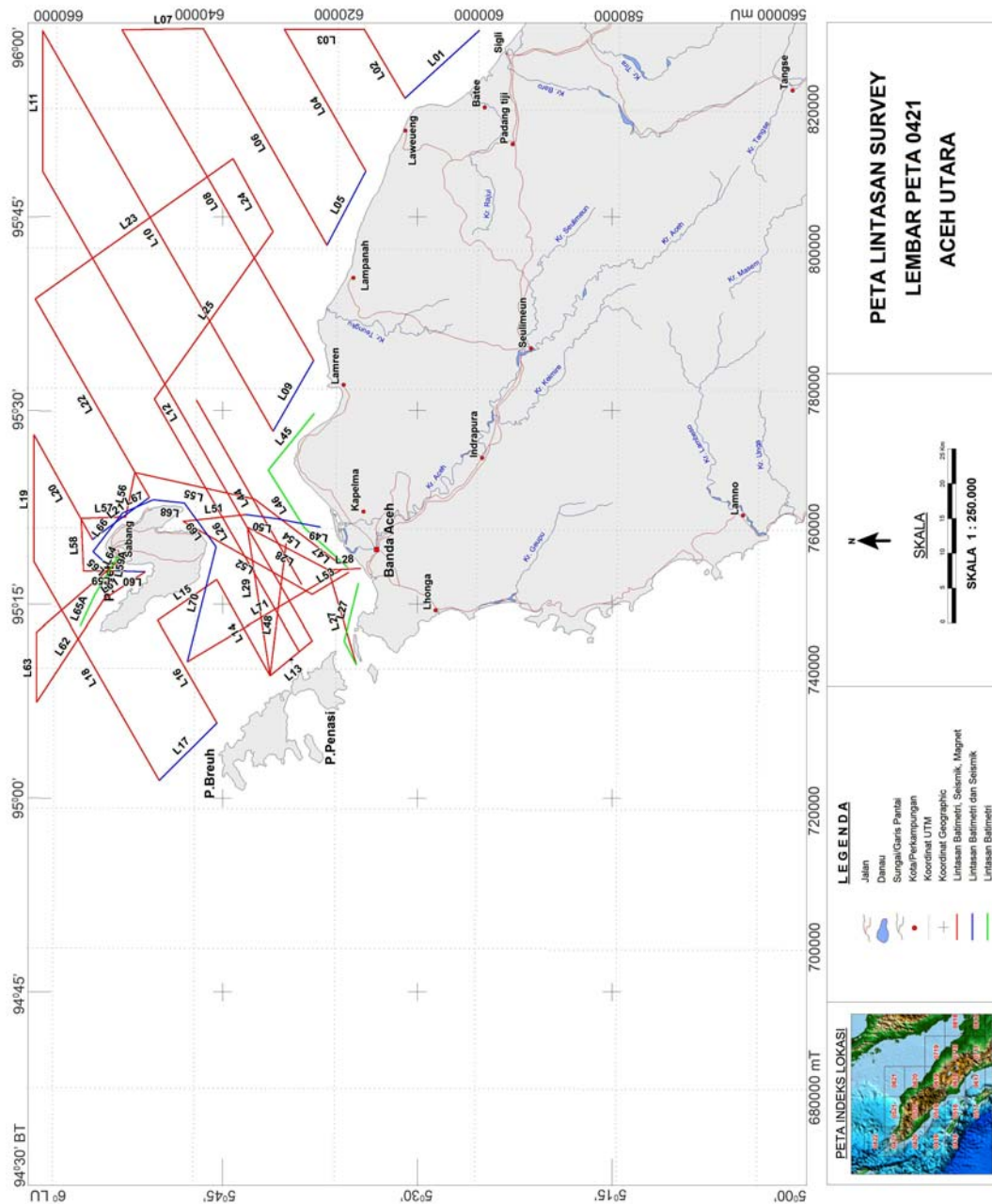
Gambar 4. Kolom stratigrafi Cekungan Sumatera Utara, (Sosromihardjo, 1988 dalam Pertamina & BEICIP 1985).

tersusun dari logam. Gyrocompass Simrad RGC50 mempunyai tingkat kesalahan variasi 1.2 detik (kecuali untuk kesalahan karena gerakan bebas kapal pitch-roll sekitar 1.8 detik).

Berdasarkan laporan dan publikasi dari penelitian terdahulu (Hamilton, W., 1979; Cameron dkk., 1980; Karig et.al., 1980; Pertamina Beicip, 1985 *unpublish*; Sosromihardjo, 1988; dan Bennett, J.D., dkk., 1981), secara umum Geologi Regional Perairan Lembar Peta-0421 dapat dibedakan atas Segmen "*Sikuleh Continental Fragment*" atau disebut juga *Aceh Plate* (di bagian barat *Sumatera Fault System*), Aceh sub-basin (di bagian utara Banda Aceh), "*Sigli High*" (Tinggian Sigli di bagian timur Aceh sub-basin), "*Mergui Ridge*" (di bagian utara daerah penelitian), dan bagian barat Cekungan Sumatera Utara (dibagian timur daerah penelitian); dengan

patahan utama adalah "*Sumatera Fault System*" (SFS) berarah relatif baratlaut-tenggara berupa patahan "*right lateral-strike slip fault*" yang mulai terbentuk zaman Tersier dan masih aktif hingga saat ini, serta patahan "*Lamteuba Baro Fault*" yang berarah utara-selatan di bagian timur SFS.

Berdasarkan hal tersebut di atas arah lintasan seismik utama dan pemeruman dibuat tegak lurus garis pantai (timurlaut-baratdaya) dengan kontrol lintasan melintang (*cross line*) relatif memotong lintasan utama (baratlaut-tenggara) dengan total lintasan sebanyak 71 lintasan, terdiri dari 16 lintasan utama, 12 lintasan memotong, dan 43 lintasan pendek (Gambar 5). Panjang lintasan seismik pantul dangkal maupun pemeruman mencapai lebih kurang 963,73 km (Imelda S., drr., 2012).



Gambar 5. Peta Lintasan Daerah Penelitian

Proses pengambilan data dengan metode geofisika ada 2 (dua) macam yaitu pemeruman dan seismik. Peralatan yang digunakan dalam proses pengambilan data menggunakan metode geofisika adalah antara lain :

Untuk pemeruman menggunakan peralatan *Echosounder NAVISOUND 420 DS RESON* (Foto 3.) dengan frekuensi standard LOW : 20 – 43 kHz dan Standard HIGH : 190 - 220 KHz atau *Navisound Single* atau *Dual* Frekuensi. Prinsip kerja metoda ini yaitu pengiriman pulsa energi gelombang suara dari permukaan laut melalui *transmitting transducer* secara vertikal ke dasar laut. Kemudian gelombang suara akan dipantulkan dari dasar laut dan diterima oleh *receiver transducer*. Gelombang suara yang diterima akan ditransformasikan menjadi pulsa energi listrik ke *receiver*. Sinyal-sinyal tersebut diperkuat dan direkam pada *recorder* dalam bentuk grafis maupun digital. Pengambilan data kedalaman dilakukan secara simultan dengan lintasan kapal tegak lurus dan sejajar garis pantai. Data pemeruman digunakan untuk mendapatkan data kedalaman laut sebagai bahan pembuatan peta kedalaman laut (batimetri), mengetahui morfologi dasar laut dan kemantapan lereng dasar laut. Selain itu juga untuk pengontrol hasil rekaman seismik dan pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut. Dengan Draft 1,5 meter.

Di samping peralatan *Navisound 420 DS Reson*, juga menggunakan peralatan *Echousounder SUB-BOTTOM PROFILER (SBP)*, Pengukuran kedalaman dasar laut dan sub-bottom profiling (SBP) dilaksanakan dengan menggunakan *Syqwest Bathy 1500 C*. Peralatan ini bekerja sebagaimana layaknya *echosounder*, mengirim pulsa suara, menerima pulsa terpantul oleh dasar laut, dan kemudian mengolahnya untuk dihitung kedalaman lautnya berdasarkan asumsi cepat rambat suara di air laut 1500 meter/detik. Oleh karena *Bathy 1500 C* bekerja dengan menggunakan frekuensi sekitar 33 kHz, konfigurasi sedimen permukaan setebal hingga 200 meter dapat ikut tergambarkan dalam rekaman. Metoda *Syqwest Bathy 1500 C* atau frekuensi modulasi yang diterapkan pada peralatan ini juga membuat resolusi perlapisan sedimen menjadi relatif lebih baik jika dibandingkan dengan *echosounder 3.5 kHz* biasa.

Dalam pengambilan data geofisika, metode yang digunakan adalah seismik pantul dangkal saluran tunggal bekerja dengan prinsip pengiriman gelombang akustik yang ditimbulkan oleh *Sparker* ke bawah permukaan laut dan *Hydrophone*

menerima kembali sinyal yang dipantulkan setelah melalui media lapisan bawah laut. Sinyal yang diterima akhirnya direkam dan akan tampak sebagai penampang horison-horison seismik pada kertas rekaman. Peralatan yang digunakan dalam metode seismik antara lain :

- *Sparker* dengan catu daya 500 Joule, sapuan 0.50 per detik.
- *Hydrophone Bentos* 2 x 50 elemen aktif
- *Graphic Recorder* EPC 3200
- *Power Supply* EG & G 232 A, *Band Pass Filter* Khron Hite 3700, *Triggered Capasitor Bank* EG&G 231 A, *TVG amplifier* TSS 307, dan *Sweel Filter* TS 305.

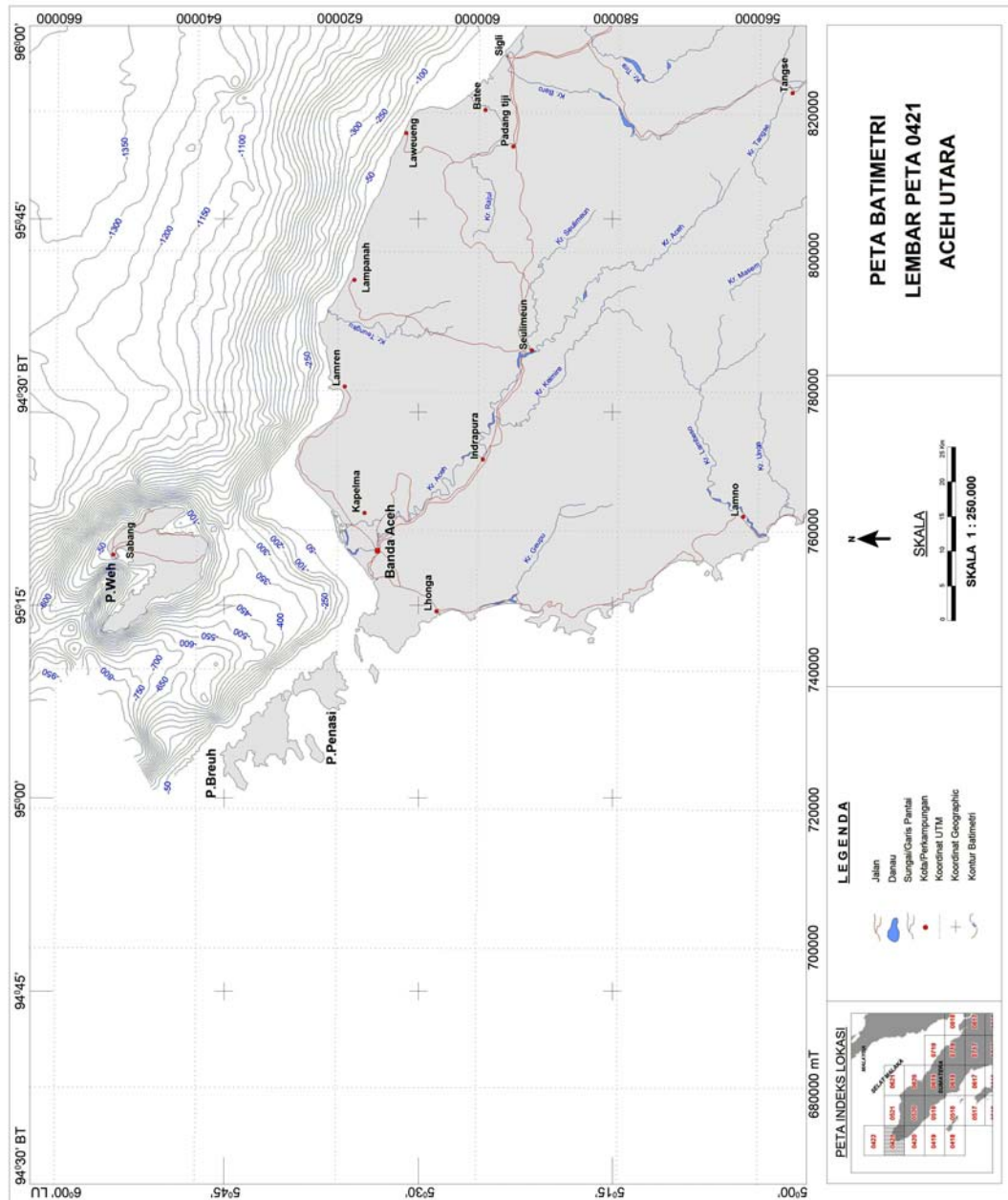
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Batimetri daerah penelitian, dihasilkan dari pemeruman. Selang kontur dalam peta batimetri adalah 50 meter dengan variasi kedalaman antara -50 hingga -1350 meter. Pola kontur daerah penelitian sebagian besar berarah relatif baratlaut-tenggara. Dari garis pantai hingga kedalaman 1100 meter, morfologi dasar lautnya relatif terjal, dan dari kedalaman 1100 hingga 1350 meter relatif lebih landai. Daerah terdalam (hingga >-1350 meter) terletak di timurlaut daerah perairan Aceh seperti terlihat pada Gambar 6 dan 7 (Imelda s., drr., 2012).

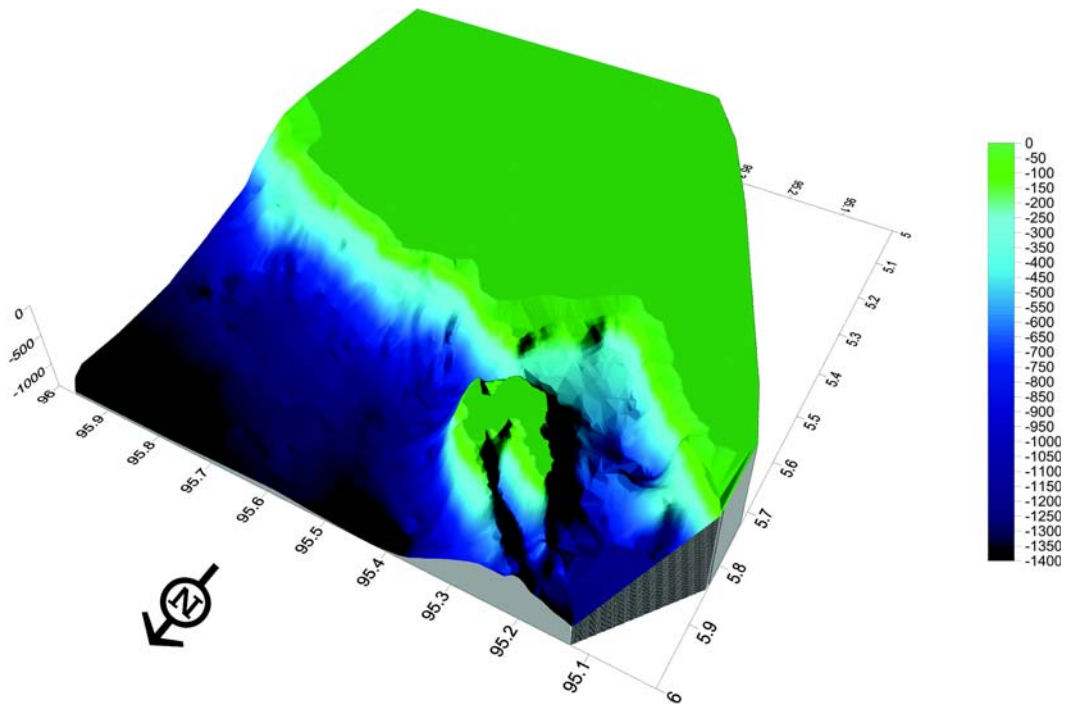
Dari pola konturnya ditemukan beberapa kelurusan yang mempunyai arah hampir baratlaut-tenggara. Pola kelurusan tersebut diduga merupakan sesar, karena arahnya sama dengan sesar utama yang berkembang di daerah penelitian. Kelurusan tersebut terdapat di sebelah timur daratan Aceh, kemudian di sebelah tumurlaut Pulau Breuh dan Pulau Penasi, dan di sebelah baratdaya serta di sebelah timur laut Pulau Weh (Gambar 6). Dengan adanya dua kelurusan yang diduga sebagai sesar normal di selat antara Pulau Weh dengan Pulau Breuh dan Pulau Penasi, diduga selat tersebut merupakan struktur geologi berupa graben.

Dalam penafsiran rekaman seismik, untuk membagi rekaman seismik menjadi beberapa unit, kita harus menemukan kontak ketidak selarasan yang dalam istilah seismik stratigrafi dapat berupa pepad erosi (*erosional truncation*), kontak "*toplap*" dan kontak "*baselap*". Kontak "*baselap*" dapat dibagi menjadi dua yaitu kontak "*onlap*" dan kontak "*downlap*" (Ringis, J., 1986).

Hasil penafsiran seismik menunjukkan bahwa tatanan stratigrafi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 (empat) unit yaitu Unit 1, Unit 2, Unit 3,



Gambar 6. Peta Batimetri daerah penelitian.



Gambar 7. Penampang Tiga Dimensi Morfologi Permukaan Dasar Laut Daerah Penelitian.

Tabel 1. Kesebandingan stratigrafi dengan hasil penafsiran rekaman seismik

Sosromihardjo, 1988.	Satuan Batuan	I N. Astawa drr. 2012	Umur
Aluvial	kerakal, kerikil, pasir dan Batulempung.	Unit 4	Holosen
Volakanik Toba	Tufa hasil aktivitas vulkanik toba, menutupi secara tidak selaras diatas formasi seurula.	Unit 3	Plistosen
Formasi Seurula	Batupasir, serpih dan lempung, banyak ditemukan fragmen-fragmen moluska yang menunjukkan endapan laut dangkal atau neritik.	Unit 2	Pliosen
Formasi Julurayeu	Batupasir halus – kasar dan lempung, kadang-kadang mengandung mika dan fragmen molusca yang menunjukkan endapan laut dangkal – Neritik.		
Serpentinit Tangse	Serpentinit pejal	Intrusi	Mio-Pliosen
Formasi Peunasu	Batu pasir mikaan, konglomerat, serpih, batu lumpur, batu gamping terumbu.	Unit 1	Miosen

dan Unit 4. Pembagian menjadi 4 (empat) unit adalah berdasarkan pada adanya kontak ketidak selarasan berupa kontak *onlap* dan pemat erosi (*erosional truncation*) seperti terlihat pada Gambar 8.

Unit 1 diduga unit tertua di daerah penelitian. Gambar pantul dalamnya paralel hingga sub-paralel, dan perlapisan tergambar cukup jelas. Unit ini sudah mengalami gangguan tektonik berupa perlipatan dan sesar, bahkan sesarnya menembus hingga ke unit yang paling muda. Hal tersebut membuktikan bahwa sesar tersebut adalah sesar aktif. Jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian unit ini diduga dapat dibandingkan dengan Formasi Peunasu yang terdiri atas batupasir mikaan, konglomerat, serpih, batulumpur, dan batugamping terumbu berumur Miosen Awal. Unit ini dibandingkan dengan Formasi Peunasu karena ujung lintasan 12 (L-12) adalah sangat dekat dengan Pulau Pasi, sedangkan formasi termuda yang tersingkap di pulau ini adalah Formasi Peunasu. Kontak antara Unit 1 dengan Unit 2, 3, dan 4 adalah kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak *onlap*.

Gambar pantul dalam Unit 2 adalah paralel hingga sub-paralel dan tergambar cukup tegas. Unit ini juga sudah mengalami gangguan tektonik cukup kuat, berupa perlipatan dan sesar. Hal tersebut dapat dibuktikan dari banyaknya sesar yang berkembang dan perlapisan sedimennya mempunyai kemiringan. Pada unit ini ditemukan 5 (lima) buah sesar aktif, di mana sesarnya menembus hingga ke permukaan dasar laut atau menembus unit yang paling muda. Jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian unit ini diduga dapat dibandingkan dengan Formasi Seurula terdiri atas Batupasir, serpih dan lempung, banyak ditemukan fragmen-fragmen moluska yang menunjukkan endapan laut dangkal atau neritik atau Formasi Juluraye terdiri atas Batupasir halus – kasar dan lempung, kadang-kadang mengandung mika dan fragmen molusca yang menunjukkan endapan laut dangkal – Neritik berumur Pliosen. Kontak antara Unit 2 dengan Unit 3 adalah kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak pemat erosi (*erosional truncation*).

Dilihat dari rekaman seismik tebal perlapisan Unit 2 lebih kurang 50-200 milidetik (TWT). Jika cepat rambat sedimen diasumsikan sebesar 1600 milidetik, maka ketebalan Unit 2 adalah 40-160 meter.

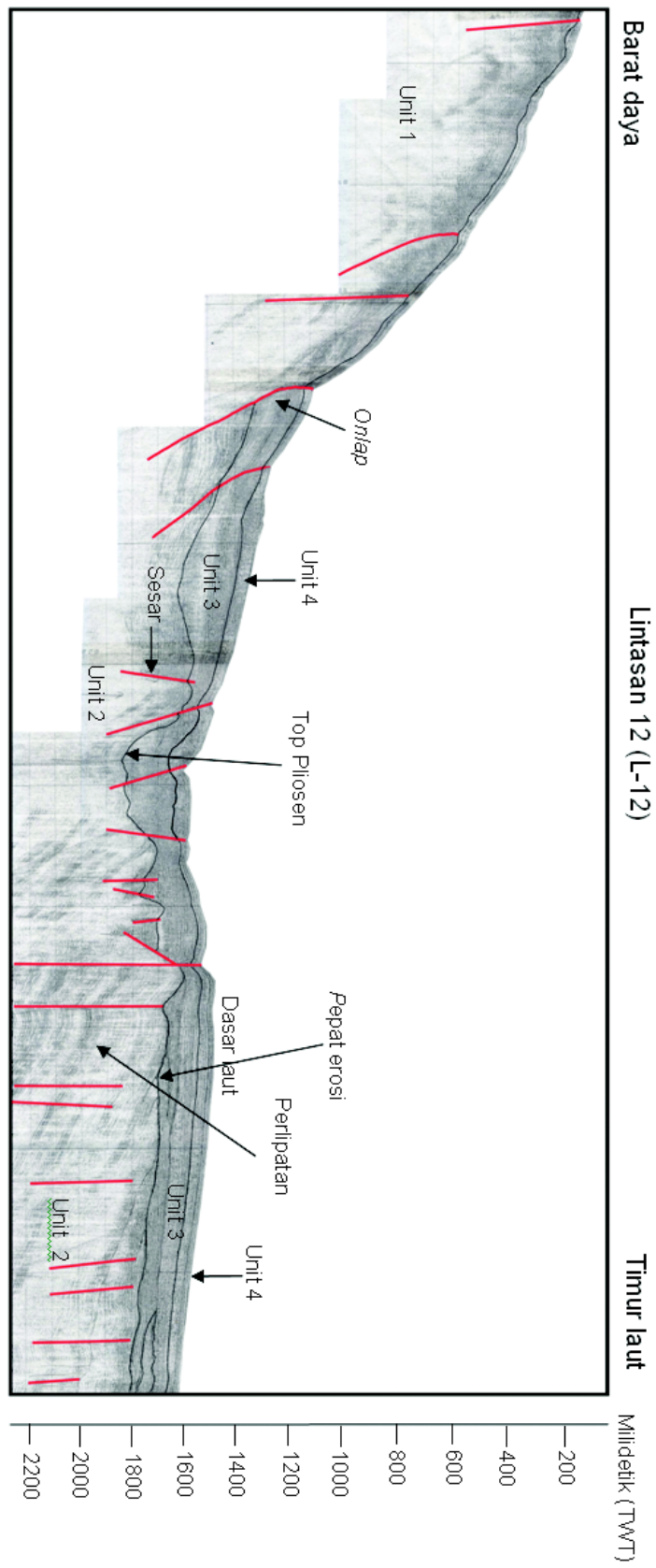
Gambar pantul dalam Unit 3 adalah paralel, perlapisan sedimennya juga tergambar dengan jelas. Unit ini juga sudah mengalami gangguan tektonik berupa sesar aktif yang menembus dari unit yang tertua hingga ke unit yang paling muda. Jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian unit ini diduga dapat dibandingkan dengan Volkanik Toba terdiri atas Tufa hasil aktivitas volkanik toba, menutupi secara tidak selaras diatas formasi seurula berumur Pleistosen. Kontak antara Unit 3 dengan Unit 1 adalah kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak *onlap*.

Gambar pantul dalam Unit 4 adalah paralel, perlapisan sedimennya juga tergambar cukup jelas. Unit 4 adalah unit termuda di daerah penelitian di mana proses sedimentasinya masih berlangsung hingga sekarang. Unit ini juga hanya mengalami gangguan tektonik berupa sesar aktif yang menembus unit yang tertua hingga ke unit termuda. Jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian, unit ini dapat dibandingkan dengan aluvial terdiri atas kerakal, kerikil, pasir dan Batulempung berumur Holosen.

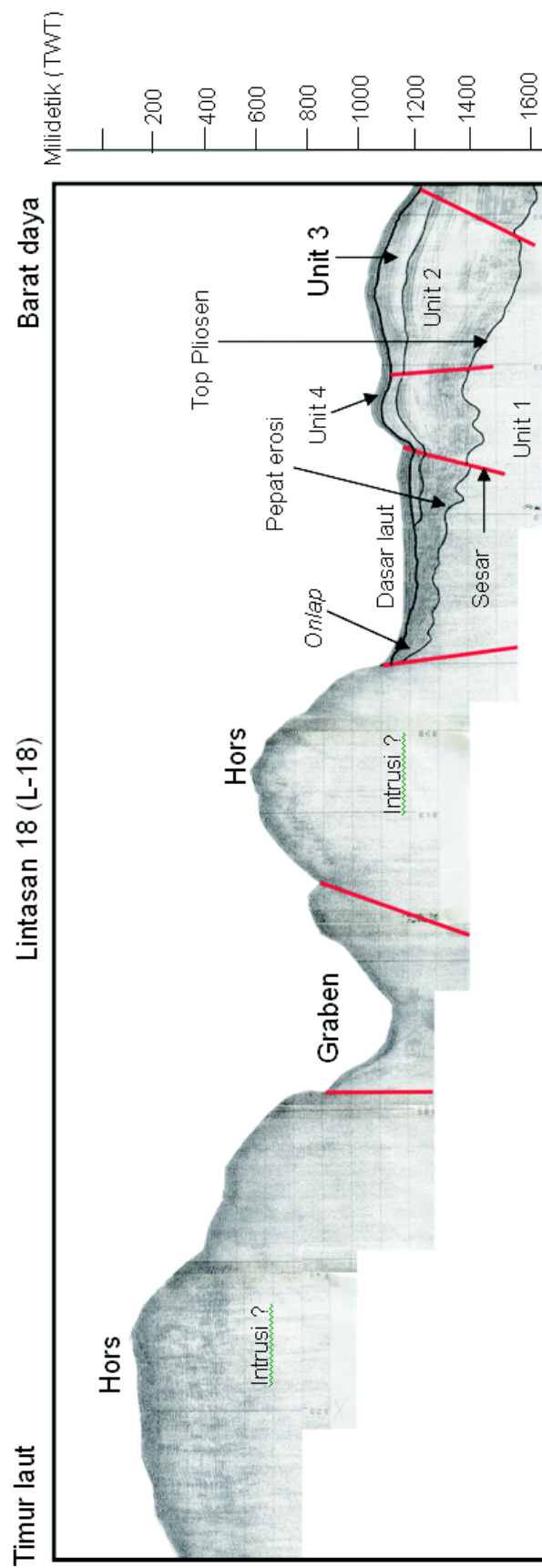
Gambar pantul dalam intrusi adalah tegas di bagian atas dan semakin ke bawah semakin melemah bahkan mengarah ke bebas pantul (“free reflector”). Batuan intrusi menerobos Unit 1. Kontak antara batuan intrusi dengan Unit 1 adalah kontak “onlap”. Jika dikaitkan dengan data geologi regional, maka batua intrusi ini diduga dapat dibandingkan dengan Serpentin Tangse (Gambar 9).

Berdasarkan hasil penafsiran rekaman seismik, kontak antara Unit 2 dengan Unit 3 adalah kontak yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak pemat erosi (*erosional truncation*). Hal tersebut membuktikan bahwa setelah pengendapan Unit 2 di daerah penelitian mengalami pengangkatan, sehingga Unit 2 merupakan daratan. Selanjutnya Unit 2 mengalami erosi, kemudian terjadi genang laut lagi, dan di atas Unit 2 secara tidak selaras diendapkan sedimen dari Unit 3.

Pengaruh tektonik yang cukup kuat di daerah penelitian berlangsung hingga Pliosen. Hal tersebut dapat dibuktikan dari banyaknya struktur geologi berupa perlipatan dan sesar pada Unit 1 yang jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian berumur Pliosen. Di beberapa tempat ditemukan sesar yang menembus hingga ke lapisan sedimen Unit 4, hal tersebut membuktikan bahwa sesar tersebut adalah sesar aktif.



Gambar 8. Penafsiran rekaman seismik Lintasan 12 (L-12).



Gambar 9. Penafsiran rekaman seismik Lintasan 18 (L-18).

KESIMPULAN

Morfologi dasar laut daerah penelitian sangat terjal, terutama dari garis pantai hingga kedalaman 1100 meter. Dari kedalaman 1100 hingga laut yang terdalam, morfologi dasar lautnya relatif landai. Dasar laut yang terdalam terletak di sebelah timurlaut daerah penelitian dengan kedalaman mencapai 1350 meter. Pola kontur daerah penelitian mempunyai arah hampir baratlaut-tenggara. Dari pola kontur daerah penelitian, ditemukan beberapa kelurusan yang mempunyai arah baratlaut-tenggara, di mana kelurusan tersebut diduga dikontrol oleh struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian. Selat antara Pulau Weh dengan Pulau Breuh dan Pulau Penasi diduga berupa graben.

Hasil penafsiran rekaman seismik, bahwa rekaman seismik daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 (empat) Unit, yaitu Unit 1, Unit 2, Unit 3, dan Unit 4. Jika hasil penafsiran rekaman seismik dibandingkan dengan geologi regional, dan stratigrafi Cekungan Sumatera Utara, maka Unit 1 diduga dapat dibandingkan dengan Formasi Peunasu terdiri atas Batu pasir mikaan, konglomerat, serpih, batu lumpur, batu gamping terumbu berumur Pliosen. Unit 1 sudah mengalami gangguan tektonik berupa perlipatan dan sesar. Kontak antara Unit 1 dengan Unit 2 adalah kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak *onlap*.

Unit 2 dapat dibandingkan dengan Formasi Seurula terdiri atas Batupasir, serpih dan lempung, banyak ditemukan fragmen-fragmen moluska yang menunjukkan endapan laut dangkal atau neritik atau Formasi Julurayeue terdiri atas Batupasir halus – kasar dan lempung, kadang-kadang mengandung mika dan fragmen moluska yang menunjukkan endapan laut dangkal – Neritik berumur Pliosen. Kontak antara Unit 2 dengan Unit 3 adalah kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak pemat erosi (*erosional truncation*).

Unit 3 dapat dibandingkan dengan Vulkanik Toba terdiri atas tufa hasil aktivitas vulkanik toba, menutupi secara tidak selaras diatas formasi seurula berumur Pleistosen. Kontak antara Unit 3 dengan Unit 1 adalah kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak *onlap*. Unit 3 mengalami gangguan tektonik berupa sesar aktif yang menembus mulai dari unit tertua hingga unit termuda.

Unit 4 adalah unit termuda di daerah penelitian di mana proses sedimentasi masih berlangsung hingga kini. Unit 4 endapan aluvial

terdiri atas kerakal, kerikil, pasir dan Batulempung berumur Holosen.

Berdasarkan hasil penafsiran rekaman seismik, kontak antara Unit 2 dengan Unit 3 adalah kontak yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak pemat erosi (*erosional truncation*). Hal tersebut membuktikan bahwa setelah pengendapan Unit 2 di daerah penelitian mengalami pengangkatan, sehingga Unit 2 merupakan daratan. Selanjutnya Unit 2 mengalami erosi, kemudian terjadi genang laut lagi, dan di atas Unit 2 secara tidak selaras diendapkan sedimen dari Unit 3.

Tektonik yang kuat di daerah penelitian diduga terjadi hingga Plio-Pleistosen, hal tersebut dapat dibuktikan dari banyaknya struktur geologi baik berupa perlipatan maupun sesar yang terdapat di sedimen Unit 1, dan Unit 2 walaupun ada beberapa sesar yang menembus hingga ke sedimen yang paling muda yaitu sedimen Unit 4 yang berumur Holosen. Hal tersebut diduga sesarnya dikontrol oleh sesar aktif yang ada di daerah penelitian, seperti sesar Semangko yang masih aktif hingga sekarang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, dan KP3 Pemetaan Geologi Kelautan Sistematik dan Kompilasi Geologi Regional, atas kepercayaannya kepada kami untuk melaksanakan penelitian geologi dan geofisika di daerah penelitian, serta teman-teman yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu atas bantuannya sehingga karya tulis ini bisa selesai.

ACUAN

Bennett, J.D., Bridge, McC, D., Cameron, N.R., Djunuddin, A., Ghazali, S.A., Jeffery, D.H., Keats, W., Rock, N.M.S., Thompson, S.J., dan Whandoyo, R., 1981. *Geologic Map of the Banda Aceh Quadrangle, North Sumatera*, GRDC-Bandung.

Cameron, N.R., Clarke, M.C.G., Aldiss, D.F., Aspden, J.A., & Djunuddin, A., 1980. *The geological evolution of northern Sumatra*, Indonesian Petroleum Association, Proceedings 9th annual convention, / Jakarta, 1980,

Hamilton, W. 1979. *Tectonic of Indonesian Region*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1078, 345 pp.

- I.R. Silalahi, Riza Rahardiawan, Tommy Naibaho, Eko Saputro, J.P. Hutagaol, Arif Ali, 2011. Pemetan Geologi dan Geofisika Kelautan dengan Kapal Geomarin I, Perairan Lembar Peta_0421 (Perairan Aceh Utara), Laporan tidak dipublikasikan.
- Pertamina & BEICIP, 1985. *Hydrocarbon potential of Western Indonesia*, (unpublished)
- Ringis, J., 1986. *Seismic Stratigraphy in Very High Resolution Shallow Seismic Data*, CCOP, Tech. Pub. 17, p. 115-126.

