

GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DASAR LAUT BERDASARKAN PENAFSIRAN REKAMAN SEISMİK PANTUL DANGKAL SALURAN TUNGGAL DI PERAIRAN SELAT SUNDA

MARINE SUBSURFACE GEOLOGY BASED ON INTERPRETATION OF SINGLE CHANNEL SHALLOW SEISMIC REFLECTION ON SUNDA STRAIT

I Nyoman Astawa dan I Wayan Luga

Puslitbang. Geologi Kelautan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jl. Dr. Junjungan No. 236, Bandung 40174
n_astawa@ymail.com

Diterima : 12-09-2013, Disetujui : 25-03-2014

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dasar laut dengan metode seismik pantul dangkal saluran tunggal, dan pemeruman. Seismik stratigrafi daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) unit, yaitu Unit 1 diinterpretasikan sebagai batuan intrusi, Unit 2 yang dekat dengan Pulau Jawa sebagai batuan vulkanik dan yang dekat dengan Pulau Sumatera diduga sebagai Formasi Lampung, dan batuan lava andesit, serta Unit 3 diinterpretasikan sebagai sedimen Kuartar. Kedalaman permukaan dasar yang dapat direkam berkisar antara -5 hingga -125 meter dengan perubahan yang terjadi secara bergradasi dari arah pantai ke laut.

Kata kunci : Morfologi permukaan dasar laut, seismik stratigrafi, geologi bawah permukaan, Selat Sunda

A B S T R A C T

The aims of study is to determine the subsurface geology condition of Sunda Strait by using single channel shallow seismic reflection, and the sounding method. Seismic stratigraphy of the study area can be divided into three (3) units, those are Unit 1, interpreted as intrusive rocks, Unit 2, which is close to Java be expected at volcanic rocks and the adjacent of Sumatera island interpreted Lampung Formation and andesitic lava rock, while Unit 3 as suspected Quaternary sediments. The sea floor depth that can be recorded ranging from -5 to -125 metres with the changes depth gradually from the shore to the sea.

Keywords : Seafloor morphology, seismic stratigraphy, subsurface geology, Sunda Strait

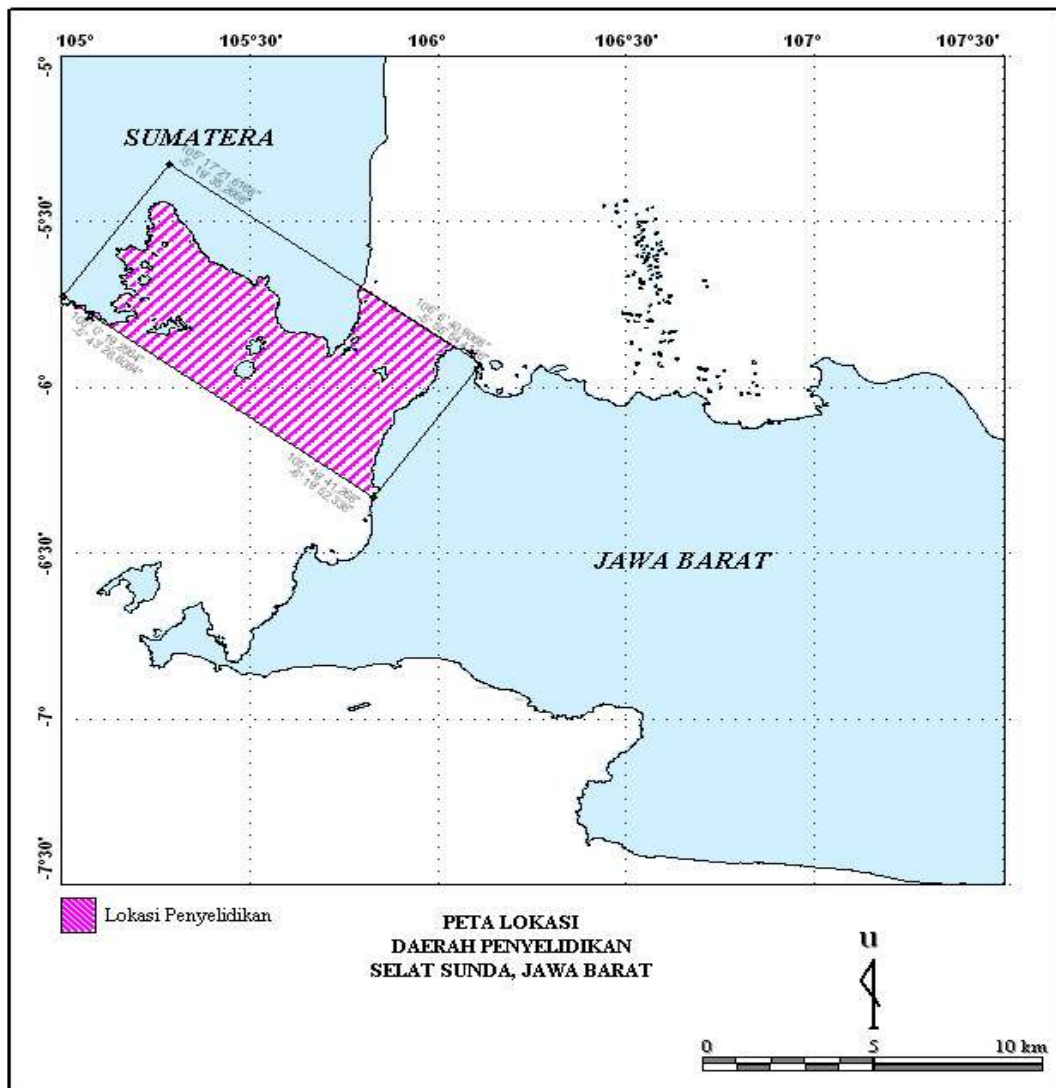
PENDAHULUAN

Secara administrasi daerah penelitian termasuk ke dalam 2 (dua) Propinsi yaitu Propinsi Banten dan Lampung, dan secara geografis dibatasi oleh 4 (empat) titik yaitu titik 1 terletak pada 105° 17' 21,62" dan -5° 19' 35,27"; titik 2 terletak pada 105° 0' 19,26" dan -5° 43' 28,81"; titik 3 terletak pada 105° 6' 40,91" dan -5° 55' 54,41"; titik 4 terletak pada 105° 49' 41,27" dan -6° 19' 52,34" (Gambar 1).

Pada Tahun Anggaran 2012 Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung, melakukan kegiatan Penelitian Geologi dan Geofisika di Perairan Selat Sunda. Hasil penelitian

tersebut diharapkan dapat memberikan masukan kepada pihak terkait dalam perencanaan pembangunan jembatan di Selat Sunda. Ditinjau dari segi geologi daerah tersebut merupakan daerah yang labil, karena daerah tersebut pertama dilalui oleh sesar Sumangko yang sangat aktif, dan kedua di daerah tersebut terdapat Gunung Krakatau yang juga sangat aktif.

Sasarannya adalah data berupa kondisi geologi daerah tersebut, yang kemungkinan dapat digunakan oleh pihak terkait untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan rencana pemerintah kita membangun jembatan di Perairan Selat Sunda.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian (Astawa drr., 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dasar laut Perairan Selat Sunda.

Geologi regional daerah penelitian mengacu pada 2 (dua) lembar peta geologi yaitu: Peta Geologi Lembar Anyer, Propinsi Banten (Santosa, 1991) dan Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Propinsi Lampung (Andi Mangga, 2010).

Pengaruh tektonika pada Lembar Anyer dicirikan oleh beberapa sesar, kemiringan lapisan, dan kelurusan. Semua sesar terdiri atas sesar turun, dan sesar bongkah (Fitch, 1972).

Beberapa ahli geologi (Hamilton, 1979; Curry drr., 1979; Cameron drr., 1980; Katili, 1969, 1972, Gafoer, 1990), menjelaskan tentang struktur dan tektonik Sumatera.

Para ahli geologi juga menemukan struktur geologi bawah permukaan dasar laut Perairan Selat Sunda berupa graben yang terdiri atas Graben Sumangko Barat, Graben Semangko Timur, dan Graben Krakatau. Graben-graben di Selat Sunda berawal dari jaman Miosen Akhir dan dapat dianggap sebagai cekungan-cekungan tarik-pisah (*pull-apart*) pada zona tarikan diantara dua sesar yang berjenjang (*overstep*), zona utama Sesar Sumatera dan kelanjutannya di selatan Ujung Kulon. Pergerakan kearah kanan sesar tersebut semenjak Miosen Tengah telah memungkinkan berkembangnya suatu seri cekungan-cekungan tarik-pisah yang kemudian dikenal dengan Graben-graben Semangko Barat dan Timur, dan Graben Krakatau (Susilohadi, drr., 2009).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam Penelitian Geologi dan Geofisika di Perairan Selat Sunda adalah sebagai berikut :

- Metode penentu posisi adalah untuk menentukan posisi kapal pada saat pengambilan data lapangan. Dalam penelitian ini metode penentu posisi yang digunakan adalah peralatan DGPS (*Differensial Global Positioning System*).
- Metode Pemeruman menggunakan peralatan *Echosounder* NAVISOUND 420 DS RESON dengan frekuensi standard LOW : 20 – 43 kHz dan Standard HIGH : 190 - 220 KHz atau *Navisound Single* atau *Dual* Frekuensi
- Metode seismik menggunakan seperangkat peralatan seismik pantul dangkal saluran tunggal, dengan sistem *Sparker*, catu daya 500 Joule, sapuan 0.50 per detik. *Hydrophone* yang digunakan adalah *Bentos 2 x 50* elemen aktif, Perekaman memakai EPC 3200, *Power Supply EG & G 232 A*, dengan *Triggered Capacitor Bank EG & G 231 A*. Sistem filtering menggunakan, Band Pass Filter, *TVG amplifier TSS 307*, dan *Sweel Filter TS 305*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang lintasan seismik maupun pemeruman yang diperoleh selama melakukan penelitian geologi dan geofisika di Perairan Selat Sunda lebih kurang 728 kilometer terdiri dari 60 (enam puluh) lintasan, dengan arah lintasan dominan hampir barat laut – tenggara, timur laut – barat daya. Arah lintasan tersebut disesuaikan dengan kondisi geologi daerah penelitian. Di samping lintasan tersebut diambil 1 (satu) buah lintasan dengan panjang lebih kurang 30 (tiga puluh) meter. Lintasan tersebut di buat sedekat mungkin dengan ketiga daratan baik daratan Pulau Jawa, Pulau Sangiang, maupun daratan Pulau Sumatera, dengan tujuan agar data seismik yang kita peroleh dapat dibandingkan dengan geologi regional Lembar Anyer maupun Lembar Tanjungkarang.

Di sekitar Pulau Sangiang interval lintasan sebesar 1 (satu) kilometer (Gambar 2).

Peta Batimetri daerah penelitian, dihasilkan dari pemeruman. Selang kontur dalam Peta Batimetri adalah 5 meter, dengan variasi kedalaman -5 hingga -125 meter dari muka laut. Pola kontur batimetri daerah penelitian, di dekat daratan Jawa tepatnya di daerah Merak-Anyer, dan Kosambi mempunyai pola hampir utara-selatan, semakin ke tengah membentuk pola menyerupai

lingkaran dengan interval konturnya sangat rapat. Hal tersebut menandakan bentuk morfologi dasar lautnya, banyak berupa tonjolan dan lekukan dengan dinding cukup terjal. Begitu juga di bagian dekat daratan Sumatera, tepatnya di Bekauheni dan Ketapang pola konturnya juga hampir berarah utara-selatan. Di bagian selatan dan di daerah Teluk Lampung interval konturnya relative jarang, tetapi di bagian selatan, barat, dan timur Pulau Legundi interval konturnya juga sangat rapat, hal tersebut juga menandakan bahwa morfologi dasar lautnya relatif terjal.

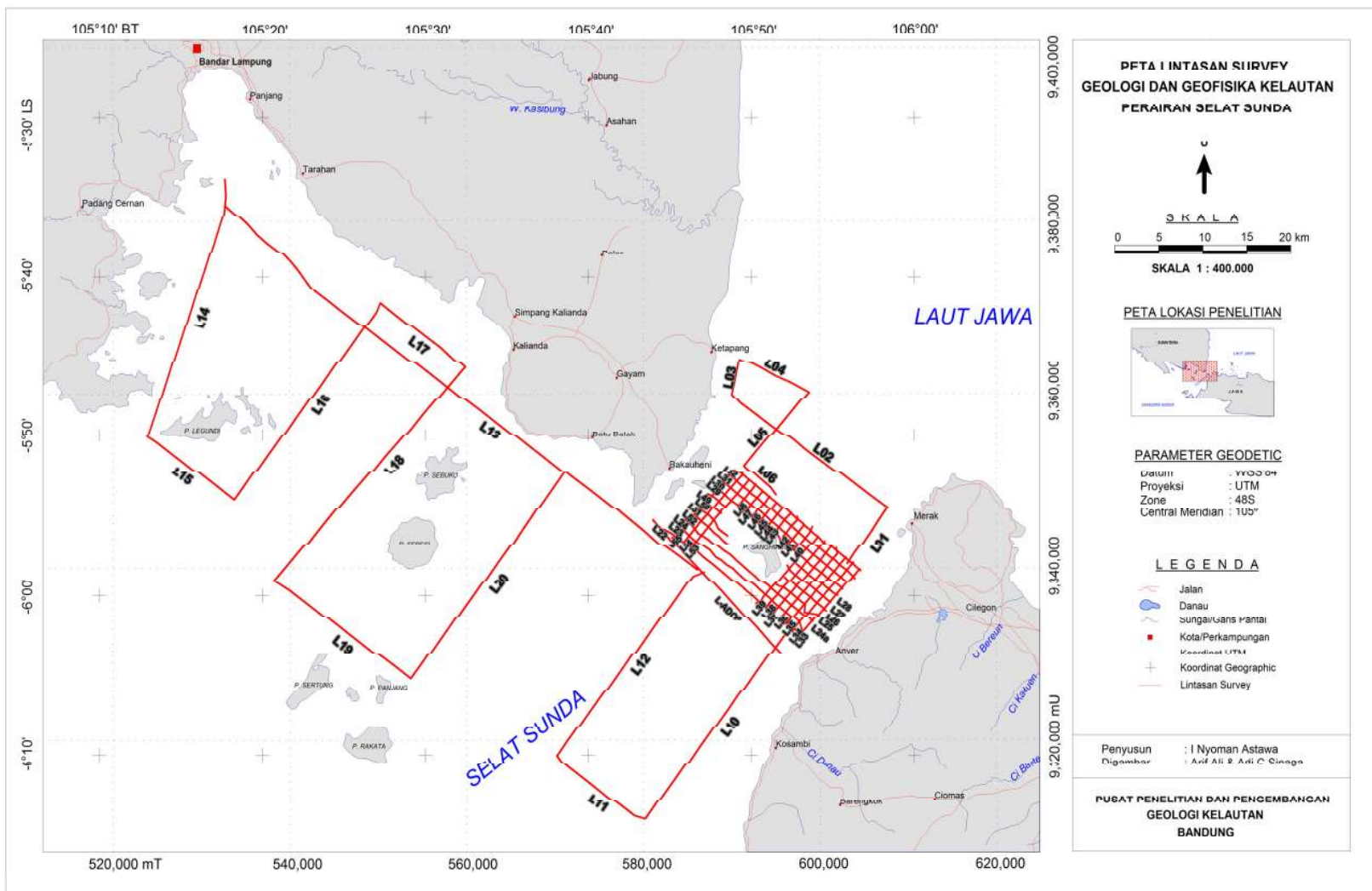
Kedalaman yang paling dangkal yang bisa diketahui dari hasil pemeruman di daerah penelitian yaitu -5 meter dari muka Laut. Hal tersebut diakibatkan oleh ukuran kapal yang digunakan pada saat pengambilan data lapangan ukurannya cukup besar, sehingga tidak bisa berlayar pada perairan yang mempunyai kedalaman kurang dari -5 meter. Kedalaman perairan -5 meter menempati daerah-daerah dekat dengan pantai. Kedalaman yang paling dalam di daerah penelitian yaitu sebesar -125 meter dari muka Laut yang terletak di sebela tenggara Pulau Sangiang (Gambar 3).

Penafsiran rekaman seismik, dilakukan berdasarkan stratigrafi seismik menurut Ringgis, 1986 dengan memperhatikan adanya ciri-ciri kontak ketidakselarasan dapat berupa pemat erosi (*“erosional truncation”*), kontak *“toplap”*, dan kontak *“baselap”*. Kontak *“baselap”* dapat dibagi menjadi dua yaitu kontak *“onlap”*, dan kontak *“downlap”*.

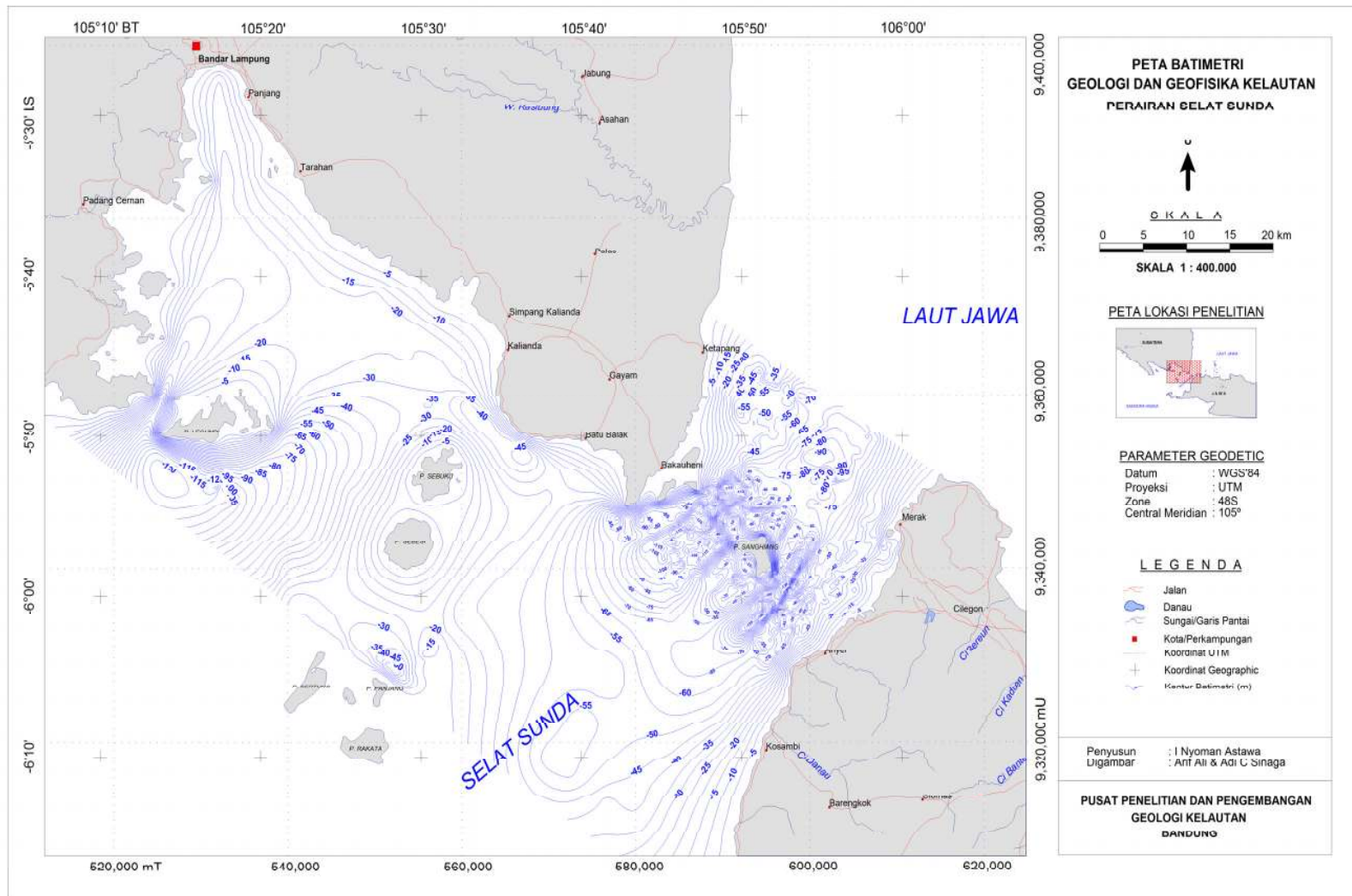
Dalam tulisan ini rekaman seismik lintasan khusus dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, karena lintasan tersebut merupakan lintasan terpanjang (lebih kurang 30 kilometer). Jika ditampilkan dalam satu gambar maka konfigurasi pantulan dalamnya tidak bisa dilihat dengan jelas.

Hasil penafsiran rekaman seismik menunjukkan bahwa tatanan stratigrafi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 (tiga) unit yaitu Unit 1, Unit 2 dan Unit 3. pembagian menjadi 3 (tiga) unit adalah berdasarkan pada adanya kontak ketidakselarasan yang dalam seismik stratigrafi disebut sebagai kontak *onlap*, seperti terlihat pada gambar 4a, 4b, 4c. Unit 1 merupakan *“acoustic basement”* yaitu kemampuan terdalam yang dapat ditembus oleh seperangkat peralatan seismik, sedangkan Unit 3 adalah unit termuda di daerah penelitian yang proses sedimenasinya masih berlangsung hingga sekarang.

Unit 1 konfigurasi pantulan dalamnya, kuat di bagian atas, semakin ke bawah semakin melemah



Gambar 2. Peta Lintasan Daerah Penelitian (Astawa, drr., 2012).



Gambar 3. Peta Batimetri Daerah Penelitian (Astaw, drr., 2012).

bahkan mengarah ke “*free reflector*” (tidak ada konfigurasi pantulan dalam). Kondisi seperti tersebut di atas pada umumnya mencirikan bahwa daerah tersebut ditempati oleh batuan beku. Jika dikaitkan antara data seismik dengan geologi regional daerah penelitian, maka Unit 1 diduga dapat dibandingkan dengan batuan intrusi Diorit Rangkong, terdiri atas; diorit kuarsa, dan dasito-andesit, diduga berumur Plistosen Tengah atau Kuartar Tua-Tengah (Santosa, 1991).

Unit 1 ada juga yang menembus hingga ke permukaan dasar laut berupa intrusi, dan Unit 1 tersebut menerus dari Pulau Jawa hingga ke Pulau Sumatera, dengan kata lain “*acoustic basement*” menyambung dari Pulau Jawa hingga Pulau Sumatera.

Hasil penafsiran rekaman seismik, bahwa Unit 2 yang berada di sebelah timur Pulau Sangiang, berbeda dengan Unit 2 yang berada di sebelah barat Pulau Sangiang. Konfigurasi pantulan dalam Unit 2 yang berada di sebelah timur Pulau Sangiang atau yang berdekatan dengan Pulau Jawa, di bagian atasnya “*chaotic*”, diduga material penyusun sedimennya heterogen. Jika dikaitkan dengan geologi regional Lembar Anyer, diduga Unit 2 tersebut dapat dibandingkan dengan Batuan Gunungapi Gede, terdiri atas; lava, breksi gunungapi, tufa, dan lahar, diduga berumur Plistosen Awal. Tebal unit ini di dekat Pulau Jawa bisa mencapai hingga 200 (dua ratus) meter jika kita berasumsi cepat rambat sedimen adalah sebesar 1600 milidetik. (Gambar 4a).

Konfigurasi pantulan dalam Unit 2 yang berada di sebelah barat Pulau Sangiang atau yang berdekatan dengan Pulau Sumatera, di bagian atasnya sangat tegas, kemudian semakin ke bawah semakin melemah bahkan mengarah ke “*free reflector*”, diduga kondisi seperti tersebut di atas pada umumnya berupa batuan beku. Jika dikaitkan dengan geologi regional Lembar Tanjungkarang, Unit 2 tersebut diduga dapat dibandingkan dengan Andesit, terdiri atas; lava andesit dengan kekar lembar. Sebaran lava andesit tersebut setempat-setempat atau tidak menerus. Di bagian bawahnya gambar pantul dalamnya paralel dan membentuk perlapisan, diduga unit tersebut jika dikaitkan dengan geologi regional dapat dibandingkan dengan Formasi Lampung, terdiri atas; tuf batuapung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batulempung tufan, dan batupasit tufan (Gambar 4c).

Konfigurasi pantulan dalam Unit 3 paralel, diduga sedimennya terdiri dari material yang homogen, yang berasal dari hasil pelapukan batuan

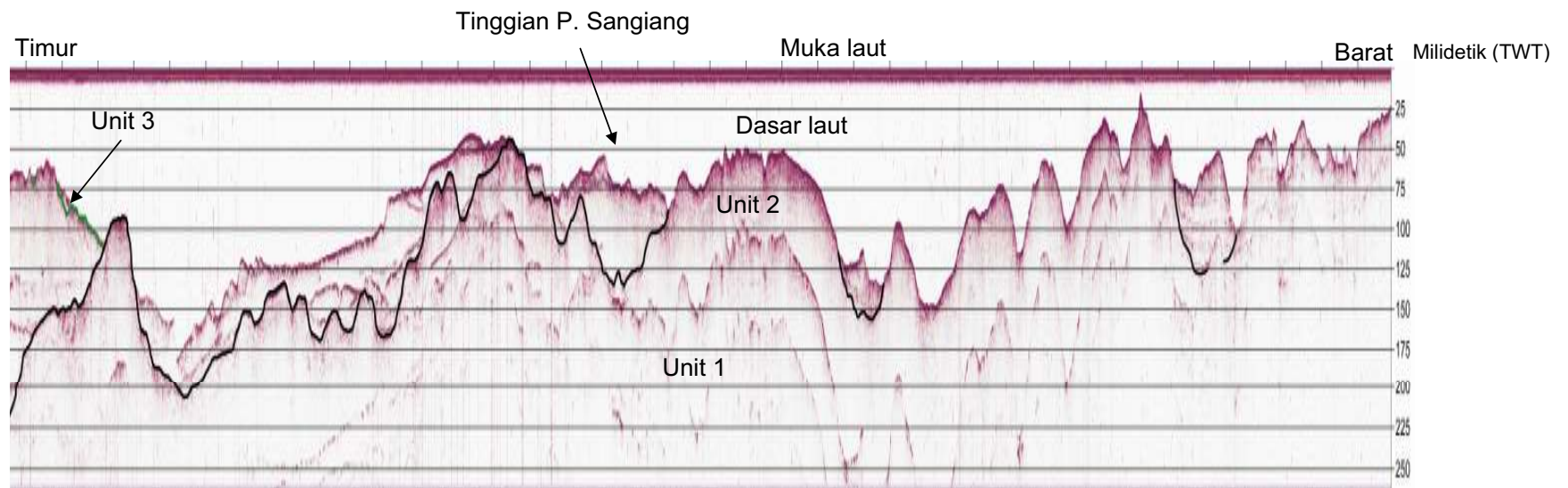
yang berada di sekitarnya. Unit 3 jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian dapat dibandingkan dengan Aluvium, terdiri atas; kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut yang berumur Kuartar. Unit ini sebarannya sangat sedikit dan hanya menempati bagian lembah-lembah kecil seperti terlihat pada Gambar 4a. Tebal Unit 3 lebih kurang 10 (sepuluh) meter jika kita berasumsi cepat rambat sedimen adalah sebesar 1600 milidetik. Tipisnya sedimen Unit 3 diduga diakibatkan oleh besarnya arus di Perairan Selat Sunda sehingga material sedimen yang mempunyai berat jenis relatif kecil hanyut terbawa arus.

KESIMPULAN

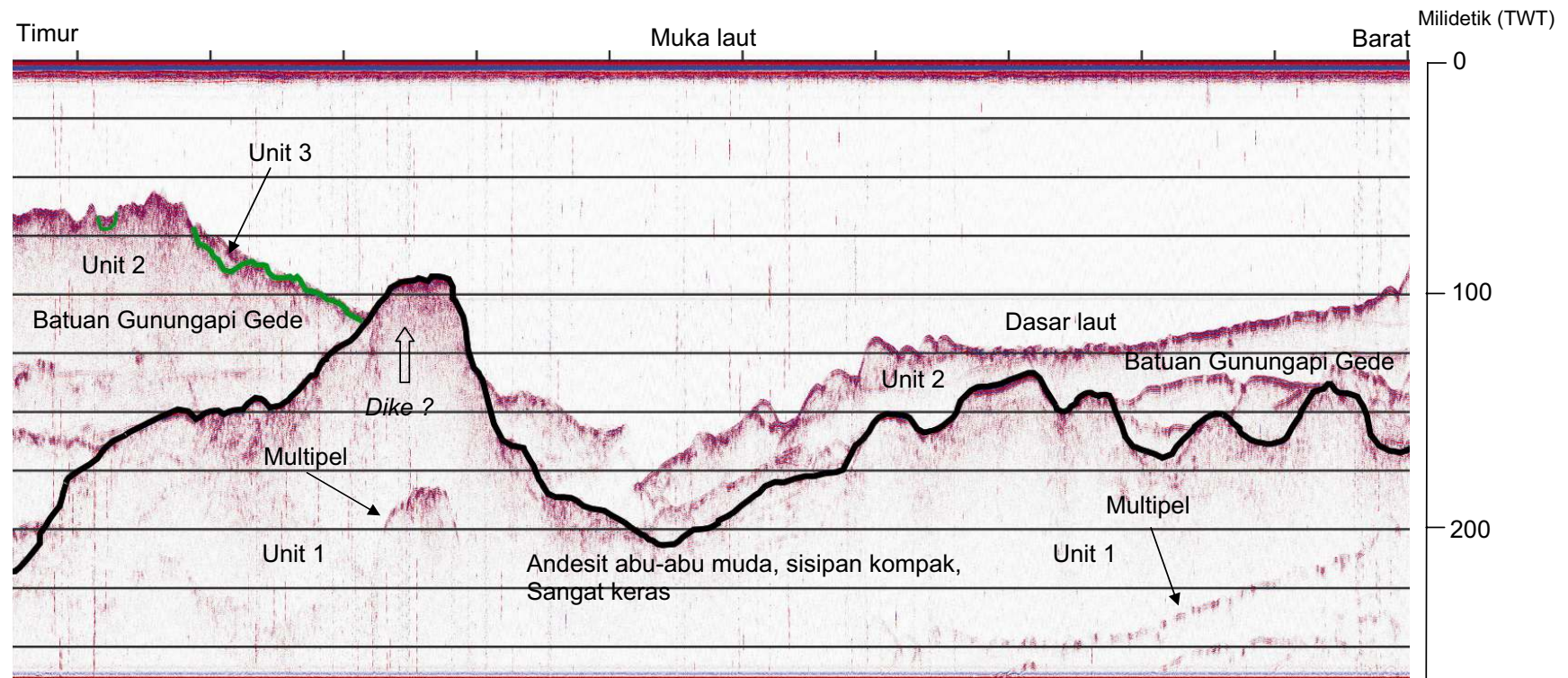
Peta Batimetri daerah penelitian, dihasilkan dari pemeruman. Selang kontur dalam Peta Batimetri adalah 5 meter, dengan variasi kedalaman -5 hingga -125 meter dari muka laut. Pola kontur batimetri daerah penelitian, di dekat daratan Jawa tepatnya di daerah Merak-Anyer, dan Kosambi mempunyai pola hampir utara-selatan, semakin ke tengah membentuk pola menyerupai lingkaran dengan interval konturnya sangat rapat. Hal tersebut menandakan bentuk morfologi dasar lautnya, banyak berupa tonjolan dan lekukan dengan dinding cukup terjal. Begitu juga di bagian dekat daratan Sumatera, tepatnya di Bekauheni dan Ketapang pola konturnya juga hampir berarah utara-selatan. Di bagian selatan dan di daerah Teluk Lampung interval konturnya relatif jarang, tetapi di bagian selatan, barat, dan timur Pulau Legundi interval konturnya juga sangat rapat, hal tersebut juga menandakan bahwa morfologi dasar lautnya relatif terjal.

Hasil penafsiran rekaman seismik, bahwa rekaman seismik daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 (tiga) unit yaitu Unit 1, Unit 2, dan Unit 3. Unit 1 merupakan unit tertua dan merupakan “*acoustic basement*” atau perlapisan yang terdalam yang dapat ditembus oleh peralatan seismik yang digunakan dalam penelitian. Unit 1 jika dikaitkan dengan geologi regional diduga dapat dibandingkan dengan Diorit Rangkong, terdiri atas; diorit kuarsa, dan dasito-andesit, diduga berumur Plistosen Tengah atau Kuartar Tua-Tengah.

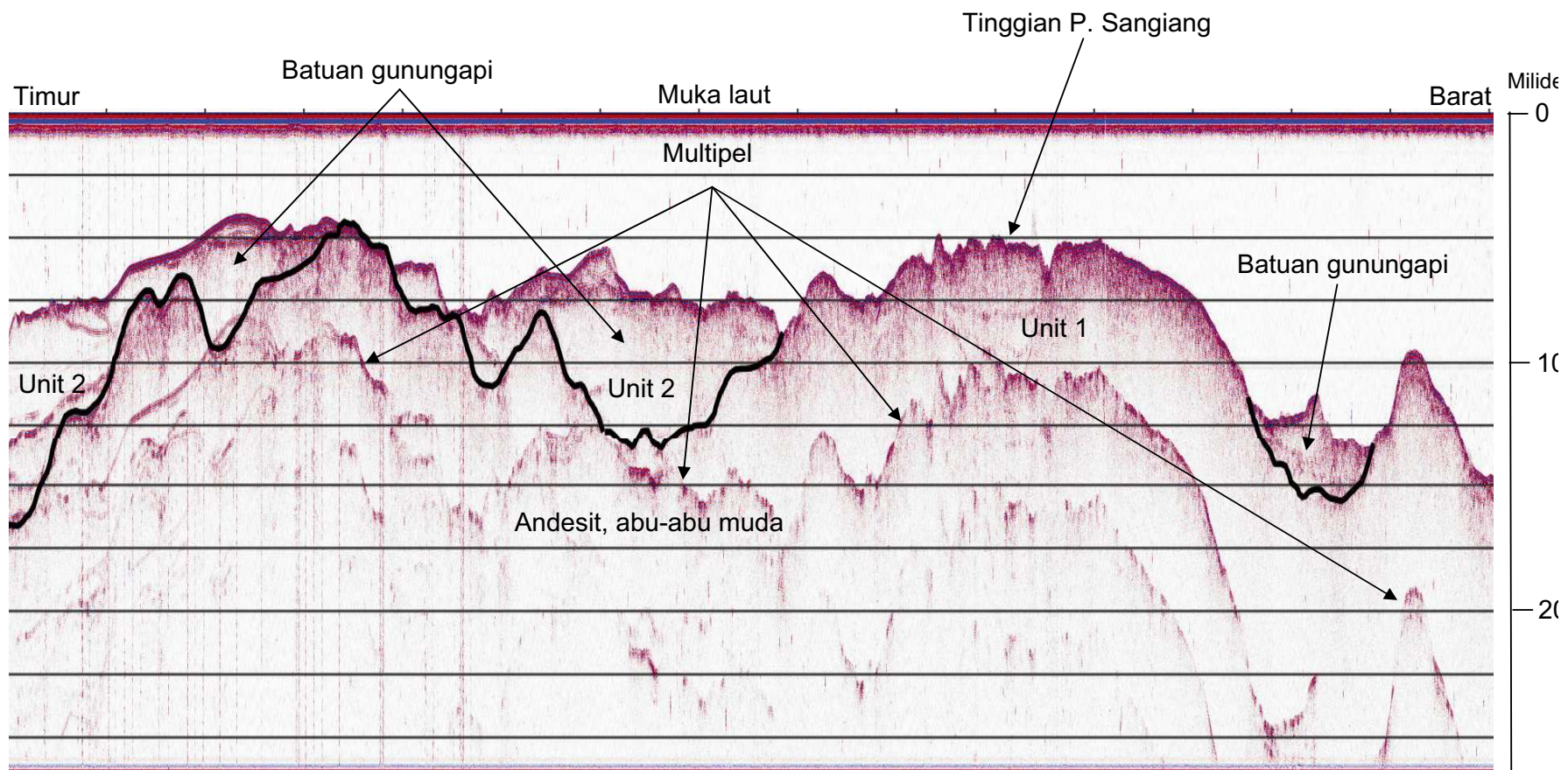
Unit 2 jika dikaitkan dengan geologi regional daerah penelitian, di mana Unit 2 yang terdapat dekat dengan Pulau Jawa diduga dapat dibandingkan dengan Batuan Gunungapi Gede, terdiri atas; lava, breksi gunungapi, tufa, dan lahar, diduga berumur Plistosen Awal. Unit 2 yang



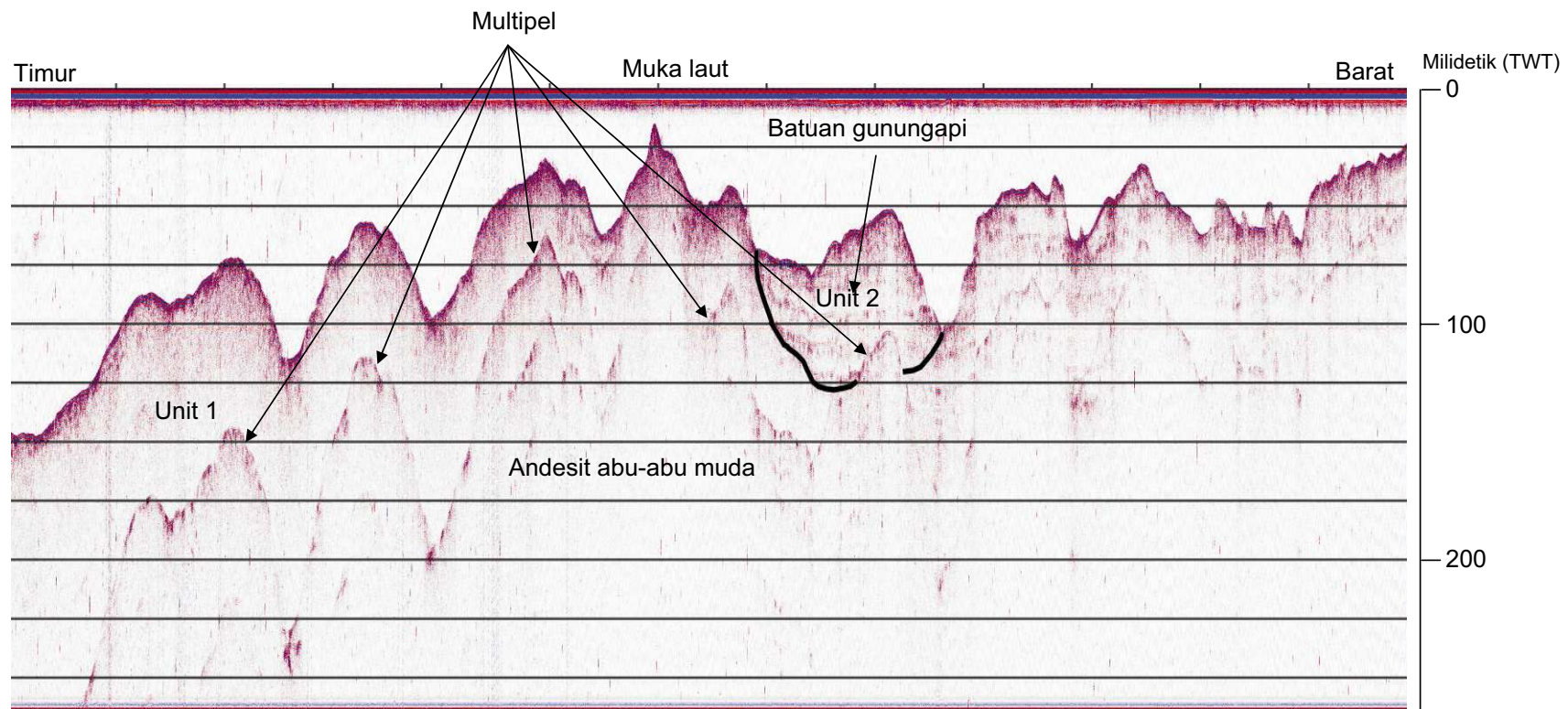
Gambar 4. Rekaman seismik Lintasan khusus.



Gambar 4a. Hasil penafsiran rekaman seismik



Gambar 4b. Hasil Penafsiran rekaman seismik.



Gambar 4c. Hasil penafsiran rekaman seismik.

berada dekat dengan Pulau Sumatera diduga dapat dibandingkan dengan Andesit, terdiri atas; lava andesit dengan kekar lembar.

Unit 3 adalah unit termuda di daerah penelitian di mana proses sedimentasinya masih berlangsung hingga sekarang, yang berasal dari hasil lapukan batuan yang berada di sekitarnya. Unit 3 sebarannya paling sedikit, hal tersebut diduga dapat diakibatkan oleh besarnya arus air laut di Perairan Selat Sunda.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak terkait dalam mengambil kebijakan dalam rangka pembangunan Jembatan Selat Sunda (JSS).

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya Karya Tulis Ilmiah ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, atas kepercayaannya menunjuk penulis sebagai Kepala Tim dalam kegiatan Penelitian Geologi dan Geofisika Kelautan di Perairan Selat Sunda, juga kepada teman-teman anggota Tim, dan teman sejawat atas masukannya sehingga KTI ini dapat terwujud.

DAFTAR ACUAN

Astawa I N., Y.A. Priohandono, A. Sinaga, S. Lubis, A. Ali, F. Novico, V. Morena, dan F. Widodo, 2012. *Pemetaan Geologi dan Geofisika Kelautan untuk Menunjang Pembangunan infrastruktur di Perairan Selat Sunda*, Laporan intern, tidak dipublikasikan.

Andi Mangga, S., Amirudin, T. Suwanti, S. Gafoer, dan Sidarto, 2010. *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Cameron, N.R., Clarke, M.C.G., Aldiss, D.T. Aspden, J.A. & Djunuddin, A., 1980. The geological evolution of Northern Sumatera. *Proceeding of the Indonesia Petroleum, 9th Annual Convention*, 149-187.

Coster, 1974. *Development of the Barisan Mountains, and possible volcanic islands to the south and southeast, further decreased and then cut off and overwhelmed marine*

influences and added new clastic and volcanoclastic sources from those directions

- Curry, J.R., Emmel, F.J., Moore, D.G. & Raitt, R.W., 1979. *Structure, tectonics and geological history of the northeastern Indian Ocean. In: Ocean Basins and Margins*, Vol. 6, The Indian Ocean (Eds. A.E.M. Nairn & F. Stehli) p. 399-450 Plenum Press New York.
- Fitch, F.J., 1972. *Plate convergence, transcurrent faults and internal deformation adjacent to Southeast Asia and the western Pacific*. J. Geophys. Res. 77, p.4432-60.
- Gafoer, S., 1990. Tinjauan kembali tataan stratigrafi pra-Tersier Sumatera Bagian Selatan. *Prosiding Persidangan Sains Bumi dan Masyarakat Malaysia National Universit*.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. US Geol. Surv. Prof. Pap. 1078, 345 pp.
- Katili, J.A., 1969. *Permian volcanism and its relation to the tectonic development of Sumatera*. Bull. Volcan., 33, p 530-540.
- Katili, J.A., 1972. *Plate tectonics of Indonesia with special reference to the Sundaland area*. Proc. 1st Annual Conv. IPA, 1972, 57-61.
- Kusnama, Andi Mangga, S. & Sukarna, D., 1992. *The Tertiary tectonic evolution of Southern Sumatera, Indonesia. Symposium on tectonic framework and energy resources of the western margin of the Pacific Basin, Kuala Lumpur, Malaysia Proceedings In Press*.
- Ringis, J., 1986. *Seismic Stratigraphy in Very High Resolution Shallow Seismic Data*, CCOP, Technical Publication 17, p. 115-126.
- Santosa, S., 1991. *Peta Geologi Lembar Anyer, Jawa Barat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Susilohadi, 2009, Structures and Sedimentary Deposition in the Sunda Strait, Indonesia. Tectonophysics Volume 467, Issues 1-4, 20 March 2009, Pages 55-71. S. Susilohadi, 1, Gaedicke, C., Djajadihardja Y.

