

PERULANGAN GEMPA BERDASARKAN SIFAT SUSEPTIBILITAS MAGNETIK DAN RGB ENDAPAN TURBIDIT: Studi Kasus Endapan Turbidit Dari Dasar Laut Barat Pulau Sumatera

Eddy Z Gaffar¹

¹Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung 40135

Telpon: +62 022 2503654, Fax: +62 022 2504593

Email: eddy010@geotek.lipi.go.id

Sari

Peneliti Indonesia dan Amerika melakukan penelitian pada palung yang terdapat pada sebelah barat pulau Sumatera setelah gempa dan tsunami Aceh Desember 2004 yang telah menelan korban lebih dari 200 ribu orang. Sebanyak 105 conto "core" lumpur dasar laut telah diambil dengan berbagai macam diantaranya Gravity core dan, Piston core. Deskripsi beberapa conto endapan telah dilakukan yang terdiri dari siklus lumpur sampai pada pasir kasar. Siklus ini disebut sebagai siklus pengendapan arus turbidit. Disamping deskripsi juga dilakukan pengukuran suseptibilitas magnet pada setiap conto endapan. Dari hasil pengukuran suseptibilitas magnet terlihat korelasi yang baik dengan hasil deskripsi dan RGB.

Kata kunci: turbiditas, RGB, suseptibilitas magnetik

Abstract

Indonesian and Amerika scientist have conducted the research on the west trench Sumatera after earthquake and tsunami Aceh at December 2004 with more than 200.000 victims. 105 cores sampling from deepsea have been taken with several kind of coring methods such as Gravity core and Piston core. Cores have description as the mud to sand cyclus. This cyclus is called the turbid cyclus. In this study also we measure magnetic susceptibility of the core samples. It seems, it is good correlation between description, RGB and magnetic susceptibility results.

Keywords: turbidity, RGB, magnetic suseptibility

PENDAHULUAN

Peristiwa gempa dan tsunami yang terjadi pada tanggal 26 desember 2004 merupakan gempa ke dua dari tiga gempa terbesar yang tercatat sepanjang sejarah. Untuk kasus gempa besar Sumatera ini, hanya ada beberapa bukti yang bisa diamati dari peristiwa tsunami yang terjadi pada waktu yang lalu. Disepanjang Samudera Hindia, sedikit sekali informasi tentang rentang waktu ini, sehingga saat peristiwa gempa dan tsunami tersebut terjadi, sampai menelan korban lebih dari 200.000 jiwa lebih.

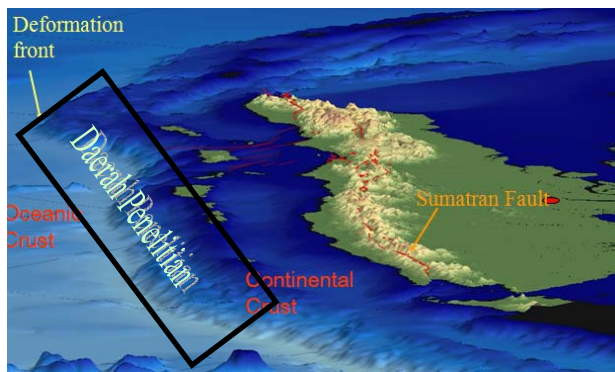
Latar belakang penelitian ini adalah dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan tim peneliti dari Oregon State University (OSU) pada bagian utara sesar San Andreas dan menemukan bahwa adanya stratigrafi turbidit pada laut lepas dan sepanjang pantai pada bagian utara sesar San Andreas. Endapan sedimen turbidit ini terdapat pada lingkungan pengendapan, lereng, kondisi geologi, dan pada daerah aliran sungai bawah laut yang berbeda dan dengan jarak yang cukup jauh yaitu lebih dari 250 km. Diyakini bahwa dengan kondisi yang jauh berbeda tersebut,

dari jumlah endapan yang ada terdapat kurang lebih 14 siklus pengendapan, paling tidak 8 sampai 10 siklus pengendapan masih dapat dikorelasikan satu sama lain. Kejadian ini terjadi akibat adanya gempa yang menjadi pemicu terjadinya arus turbidit yang menyebabkan endapan turbidit. (Goldfinger, 2007) Gempa yang cukup besar tersebut menimbulkan terjadinya endapan yang masih belum kompak pada lereng sungai yang cukup dalam dan terjal. Teori tentang stratigrafi turbidit pertama kali diperkenalkan oleh Bouma yang mendapatkan suatu siklus pengendapan yang terjadi pada kumpulan batuan dan lumpur yang mengendap setelah campuran tersebut dialirkan melalui lereng buatan (Bouma, 1962).

Pelaksanaan kegiatan penelitian Sumatera *Paleoearthquake-07* ini dilaksanakan oleh Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Inventarisasi Sumber Daya Alam BPPT dengan Oregon State University (OSU) Amerika Serikat. Wana yang dipakai adalah kapal R/V Roger Revelle, dari Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego. Dalam Survei ini digunakan beberapa peralatan untuk mengumpulkan contoh tanah dasar laut, yaitu dengan menggunakan beberapa jenis *core*, antara lain *piston core* dan *gravity core*. Posisi pengambilan Conto dasar laut ini berada di sepanjang sumbu palung atau memotong palung. Peneliti terdahulu sudah mempelajari bahwa kita bisa menarik hubungan turbidit yang disebabkan oleh gempa dengan menggunakan data magnetik dan densitas yang merupakan bukti dari setiap peristiwa (Goldfinger, 2003). Metode korelasi regional ini dapat diterapkan di Cascadia dan San Andreas dengan baik dan memperkuat kerangka kerja secara stratigrafi yang sebelumnya selalu tergantung kepada usia berdasarkan radiokarbon.

Daerah penelitian zona subduksi Sunda pada kali ini dibatasi sampai batas palung barat Sumatera. Zona subduksi ini terjadi akibat pergerakan lempeng samudera Indo-Australia yang masuk ke bawah lempeng Eurasia. Sedimen pada zona subduksi ini juga berasal dari kipas Bengal dari barat laut Sumatera (Hamilton, 1979). Pada pulau Sumatera terdapat zona Sesar Sumatera dengan panjang total sekitar 1900 km sepanjang zona vulkanik Sumatera. Sesar Sumatera ini adalah sesar geser mengangan akibat dari tumbukan dari kerak samudera Indo-Australia dengan kerak benua Eurasia yang membentuk sudut miring Sesar Sumatera ini terdiri dari beberapa segmen yang tidak menerus, dimana masing-masing segmen punya identitas sendiri (Natawijaya, 2002).

Tujuan penelitian adalah merekonstruksi perulangan gempa-gempa besar berdasarkan studi sifat suseptibilitas magnetik dan RGB endapan turbidit yang diambil pada palung sepanjang barat pulau Sumatera Lokasi penelitian pada daerah palung di barat pulau Sumatera (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi daerah Penelitian

METODOLOGI

Kegiatan penelitian ini menerapkan teknik paleoseismologi bawah laut untuk mengetahui sejarah turbidit sepanjang laut di barat pulau Sumatera, dimana daerah ini menunjukkan adanya gejala yang hampir sama dengan di Cascadia. Metoda yang dipakai adalah dengan pemboran contoh sedimen pada dasar laut yang berkisar pada kedalaman 3500 sampai 6000 m. Dalam Survei ini digunakan beberapa peralatan untuk mengumpulkan contoh sedimen dasar laut, yaitu dengan menggunakan beberapa jenis *core* yaitu *piston core* dan *gravity core*. *Core* yang telah diambil dibagi menjadi dua bagian dimana bagian pertama akan dipakai untuk penelitian seperti deskripsi *core*, magnetik suseptibilitas, pengukuran RGB, sedangkan bagian kedua sebagai arsip. Pengambilan gambar contoh dilakukan dengan menggunakan alat *Colour Scanning* dan pengambilan data RGB dilakukan dengan menggunakan alat *Multi-Sensor Core Logger* (MSCL).

Pengukuran besaran Suseptibilitas Magnetik dengan menggunakan alat Bartington MS2 *Magnetic Susceptibility System* dengan membuat sistem rel tambahan untuk menempatkan conto *core* dan pergeseran otomatis untuk setiap 0,5 cm dalam satu kali pengukuran.

Metodologi hubungan gempa bumi dengan endapan turbidit pertama kali dilakukan setelah terjadi gempa bumi Grand Banks Amerika pada tahun 1929 (Heezen, 1952) dan diikuti oleh penelitian sedimen turbidit akibat gempa bumi di Laut Jepang akibat gempa bumi 1983 (Nakajima, 2000). Dengan menggunakan metoda pengamatan sedimen turbidit dan sifat fisisnya antara lain deskripsi dan sifat magnetik suseptibilitas, dapat dilihat sejarah gempa bumi yang telah terjadi di masa yang lalu.

HASIL DAN DISKUSI

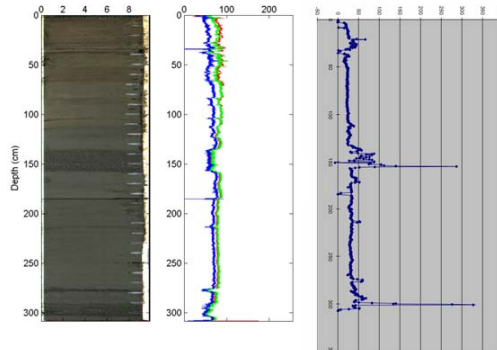
Sebanyak 71 lokasi pemboran sudah dilakukan terdiri dari bermacam sistim pemboran yaitu *Piston Core* (PC) dan *Gravity Core* (GC). Satu macam pemboran dilakukan pada satu lokasi, akan tetapi ada juga satu lokasi dengan berbagai metoda pemboran. Sejumlah 36 contoh dari *gravity core*, 35 contoh *piston core* telah diambil pada daerah palung di barat Pulau Sumatera. Model warna RGB yang merupakan model warna dasar yaitu merah, hijau dan biru. Tujuan utama dari model warna RGB adalah untuk pencitraan dan menampilkan gambar dalam sistem elektronik. Berikut akan disampaikan secara rinci foto conto *core*, pengukuran RGB dan pengukuran suseptibilitas magnetik pada contoh yang mewakili dengan lokasi pemboran sebagai berikut (Gambar 2):



Gambar 2. Lokasi titik bor (angka adalah nomor titik bor)

Contoh pada lokasi 5 dengan nomor 5 PC (Gambar 3)

Pada contoh ini diamati tiga hal yaitu deskripsi contoh yang berkaitan dengan siklus turbidit, RGB yang diukur dengan alat MSCL, suseptibilitas magnetik yang diukur dengan Bartington MS2 *Magnetic Susceptibility System*.



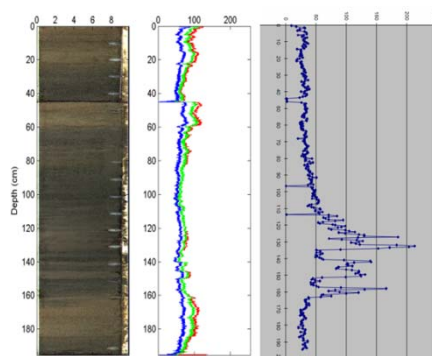
Gambar 3. Contoh pada lokasi 5 yaitu foto sedimen (kiri), RGB (tengah) dan magnetik suseptibilitas (kanan)

Dari bagian atas sedimen bisa dilihat pada foto core bahwa perubahan besar butir lapisan dari butiran sangat halus mulai agar kasar pada kedalaman 50 sampai 60 cm, berubah menjadi butiran halus dan kembali berbutir pasir pada kedalaman 70 cm, 110 cm dan lapisan yang cukup tebal pada kedalaman 140 sampai 155 cm. Selanjutnya terdapat butiran halus sampai butiran pasir berikutnya pada kedalaman 210 cm, 280 dan 300 cm dengan lapisan yang cukup tipis.

Pada pengukuran warna RGB akan terlihat skala yang membesar pada lapisan berbutir sangat halus dan mengecil pada lapisan yang berbutir pasir. Nilai mengecil seperti terlihat pada kedalaman 50 sampai 60 cm, 140 cm sampai 155 cm, 210 cm, 280 cm dan 300 cm.

Pengukuran suseptibilitas magnetik menunjukkan angka yang diukur setiap setengah cm pada satu kali pengukuran. Pada lapisan yang berbutir sangat halus, hasil suseptibilitas magnetik memperlihatkan nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lapisan yang berbutir lebih besar sampai berbutir pasir. Antara kedalaman 60 cm sampai 140 cm terdapat pergantian nilai suseptibilitas magnetik yang kecil dan besar sesuai dengan pergantian butiran lapisan dari berbutir sangat halus dan berbutir pasir.

Contoh pada lokasi 16 dengan nomor 16 GC (Gambar 4)



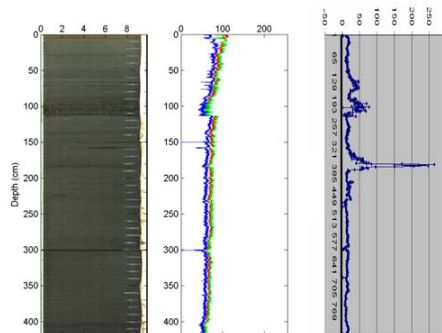
Gambar 4. Contoh pada lokasi 16 yaitu foto sedimen (kiri), RGB (tengah) dan magnetik suseptibilitas (kanan)

Dari bagian atas sedimen bisa dilihat pada foto core bahwa perubahan besar butir lapisan dari butiran sangat halus mulai agar kasar pada kedalaman 10 cm, berubah menjadi butiran halus pada kedalaman 18 sampai 20 cm dan kembali agak kasar sampai kedalaman 40 cm. Setelah kedalaman 45 cm terlihat kembali berbutir sangat halus dan berubah menjadi kasar pada kedalaman 60 cm. Setelah itu terjadi beberapa perselingan tipis lapisan dengan butir sangat halus dan butir pasir halus sampai kedalaman 130 cm dan pada kedalaman 135 cm, 140 cm dan 150 cm terdapat lapisan berbutir pasir dan mulai kedalaman 160 cm kembali terdapat lapisan sangat halus.

Pada pengukuran warna RGB akan terlihat skala yang membesar pada lapisan berbutir sangat halus dan mengecil pada lapisan yang berbutir pasir.

Pengukuran suseptibilitas magnetik menunjukkan angka yang diukur setiap setengah cm pada satu kali pengukuran. Pada lapisan yang berbutir sangat halus, hasil suseptibilitas magnetik memperlihatkan nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lapisan yang berbutir lebih besar sampai berbutir pasir. Antara kedalaman 110 cm sampai 160 cm terdapat pergantian nilai suseptibilitas magnetik yang kecil dan besar sesuai dengan pergantian butiran lapisan dari berbutir sangat halus dan berbutir pasir.

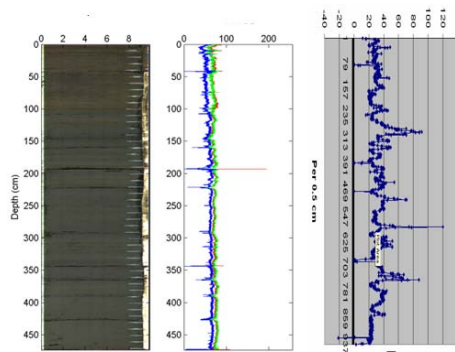
Contoh pada lokasi 45 dengan nomor 45 GC (Gambar 5)



Gambar 5. Contoh pada lokasi 45 yaitu foto sedimen (kiri), RGB (tengah) dan magnetik suseptibilitas (kanan)

Dari bagian atas sedimen bisa dilihat pada gambar *core* bahwa perubahan besar butir lapisan dari butiran sangat halus mulai agar kasar pada kedalaman 10 cm, dan siklus ini berulang kembali pada kedalaman 100 cm, 160 cm, 220 cm, 290 cm, 360 cm, 390 cm dan 425 cm. Pada pengukuran warna RGB akan terlihat skala yang membesar pada lapisan berbutir sangat halus dan mengecil pada lapisan yang berbutir pasir. Nilai RGB relatif kecil terdapat pada kedalaman 10 cm, 100 cm, 160 cm, 220 cm, 290 cm, 360 cm, 390 cm dan 425 cm. Pada lapisan yang berbutir sangat halus, hasil suseptibilitas magnetik memperlihatkan nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lapisan yang berbutir lebih besar sampai berbutir pasir. Nilai suseptibilitas yang relatif besar terdapat pada kedalaman 10 cm, 20 cm, 27 cm dan 36 cm.

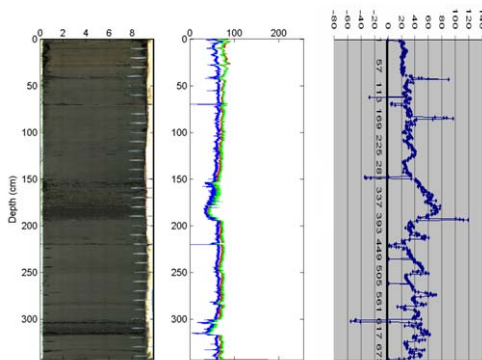
Contoh pada lokasi 76 dengan nomor 76 PC (Gambar 6)



Gambar 6. Contoh pada lokasi 76 yaitu foto sedimen (kiri), RGB (tengah) dan magnetik suseptibilitas (kanan)

Dari bagian atas sedimen bisa dilihat pada gambar *core* bahwa perubahan besar butir lapisan dari butiran sangat halus mulai agar kasar dan relatif kasar mulai dari kedalaman 0 sampai kedalaman 110 secara berangsur. Selanjutnya perubahan besar butir relatif besar terjadi pada kedalaman 160 cm dan beberapa kali seperti pada kedalaman 180 cm, dan 410 cm. Pada pengukuran warna RGB akan terlihat nilai yang mengecil mulai dari kedalaman 0 cm sampai 110 cm Nilai RGB relatif kecil yang lain terdapat pada kedalaman 160 cm, 180 cm, dan 410 cm. Nilai nol pada kedalaman 150 cm dan 300 cm adalah sambungan contoh lapisan dari core. Secara berangsur, nilai suseptibilitas magnetik berubah membesar mulai dari nol sampai 65 cm dan kembali membesar secara berangsur sampai kedalaman 110 cm. Setelah itu ada satu perubahan membesar pada kedalaman 180 cm.

Contoh pada lokasi 84 dengan nomor 84 PC (Gambar 7)

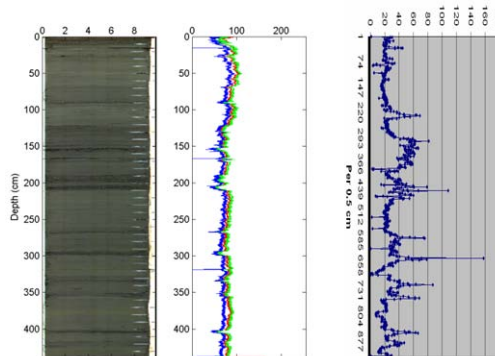


Gambar 7. Contoh pada lokasi 84 yaitu foto sedimen (kiri), RGB (tengah) dan magnetik suseptibilitas (kanan)

Dari bagian atas sedimen bisa dilihat pada gambar *core* bahwa perubahan besar butir lapisan dari butiran sangat halus mulai agar kasar dan relatif kasar mulai dari kedalaman 0 sampai kedalaman 60 cm secara perulangan. Selanjutnya perubahan besar butir relatif besar terjadi pada kedalaman 150 cm dan perubahan cukup tebal pada kedalaman 160 cm sampai 190 cm. Selanjutnya beberapa kali seperti pada kedalaman 300 cm, 310 cm dan 340 cm. Pada pengukuran warna RGB akan terlihat nilai yang mengecil beberapakali mulai dari mulai dari kedalaman 0 cm sampai 60 cm Nilai RGB relatif kecil yang lain terdapat pada kedalaman 150

cm, dan antara 160 cm sampai 190 cm. Selanjutnya nilai RGB mengecil pada kedalaman 300 cm, 310 cm dan 340 cm Nilai nol pada kedalaman 700 cm dan 220 cm adalah sambungan contoh lapisan dari core. Secara bergantian, nilai besar dan kecil terjadi pada kedalaman 0 sampai 60 cm namun karena skala yang dipakai cukup kecil sehingga tidak begitu terlihat. Selanjutnya antara kedalaman 150 sampai 190 terlihat nilainya membesar secara berangsur dan mengecil kembali juga secara berangsur. Nilai suseptibilitas magnetik berubah membesar dan mengecil secara bergantian mulai kedalaman 220 sampai 340 cm. Nilai nol pada kedalaman 70 cm dan 220 cm adalah sambungan contoh lapisan dari core.

Contoh pada lokasi 89 dengan nomor 89 PC (Gambar 8)



Gambar 8. Contoh pada lokasi 89 yaitu foto sedimen (kiri), RGB (tengah) dan magnetik suseptibilitas (kanan)

Dari bagian atas sedimen bisa dilihat pada gambar *core* bahwa perubahan besar butir lapisan dari butiran sangat halus berselangan dengan butiran pasir seperti pada kedalaman batuan berbutir pasir pada kedalaman 25 cm, 90 cm, 125 cm, 150 cm, 200 cm, 210 cm, 265 cm, 300 cm, 330 cm, 350 cm, 360 cm, 400 cm dan 410 cm. Pada pengukuran warna RGB akan terlihat nilai yang mengecil beberap kali mulai dari mulai dari kedalaman 25 cm, 90 cm, 125 cm, 150 cm, 200 cm, 210 cm, 265 cm, 300 cm, 330 cm, 350 cm, 360 cm, 400 cm dan 410 cm. Nilai nol pada kedalaman 20 cm dan 170 cm dan 320 cm adalah sambungan contoh lapisan dari core. Secara bergantian, nilai besar dan kecil terjadi pada kedalaman 0 sampai 60 cm namun karena skala yang dipakai cukup kecil sehingga tidak begitu terlihat. Selanjutnya antara kedalaman 150 sampai 190 terlihat nilainya membesar secara berangsur dan mengecil kembali juga secara berangsur. Nilai suseptibilitas magnetik berubah membesar dan mengecil secara bergantian mulai kedalaman 220 sampai 340 cm.

Dari hasil contoh sedimen terdapat dua pola yang berbeda yaitu bagian utara pulau Mentawai terdapat sedimen turbidit yang cukup besar pada kedalaman 100 sampai 150 meter sedangkan pada mulai dari pulau Mentawai ke selatan terdapat pola sedimen turbidit yang kecil tetapi dengan perulangan yang banyak (contoh pada titik bor 76, 84 dan 98). Kedua pola ini secara tektonik memang dibatasi oleh suatu tinggian yang berada sekitar pulau Banyak antara pulau Mentawai dengan pulau Nias. Tinggian ini terdapat akibat penunjaman punggung laut IFZ (*Investigator Fracture Zone*) pada lempeng samudera terhadap pulau Sumatera. Tinggian ini menyebabkan sedimentasi dari teluk Bengal dan Andaman tertahan sampai di tinggian ini. Hal ini juga diperkuat dari data gaya berat regional laut sebelah barat pulau Sumatera dimana pada cekungan muka merupakan anomali gaya berat yang relatif kecil namun pada pulau Banyak terdapat tinggian yang memisahkan rendahan di bagian utara dengan bagian selatan (Milsom, 2005). Untuk daerah di utara pulau Mentawai bisa dikorelasikan dengan baik hasil pemborannya

yakni sedimen turbiditnya berada pada kedalaman 100 sampai 150 meter sedangkan untuk daerah pulau Mentawai ke selatan ada beberapa sedimen turbidit yang bisa dikorelasikan.

KESIMPULAN

Dari foto litologi, pengukuran warna RGB dan pengukuran suseptibilitas magnetik terlihat adanya korelasi. Kondisi tektonik dan kejadian gempabumi yang berbeda di utara pulau Mentawai dan dari pulau Mentawai ke selatan membuat pola sedimen turbiditnya yang berbeda juga. Di utara pulau Mentawai sedimen turbiditnya berada pada kedalaman 100 sampai 150 meter sedangkan untuk yang di selatan terdapat banyak sedimen turbidit yang sebagian masih bisa dikorelasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan Udrek Hanifa, Dayuf Jusuf, Sri Ardhyastuti, Yudo Haryadi, Riza Rahardiawan, Lettu Nanang Hadi dan Sapta Saputra atas kerjasamanya sehingga makalah ini dapat disampaikan sebagai laporan lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouma, A. H. (1962) *Sedimentology of some Flysch deposits: A graphic approach to facies interpretation*, Amsterdam : Elsevier, 168 p.
- Goldfinger, C. Nelson, H., Johnson, J. E., , 2003: *Deep-water turbidites as Holocene earthquake proxies: the Cascadia subduction zone and Northern San Andreas Fault systems*, Annals of Geophysics, Vol. 46, N.5.
- Goldfinger, C, Morey, A., Nelson, H., Pastor, J.G., Johnson, J.E., Karabanov, E., Chaytor, J., Erickson, A2007., *Rupture Length and Temporal History of Significant Earthquakes on The Offshore and North Coast Segments of The Northern San Andreas Fault Based on Turbidite Stratigraphy*, Earth and Planetary Sciences Letters 254.
- Hamilton, W, 1979, *Tectonics of Indonesian Region*, U.S.G.S. Professional Paper 1078.
- Heezen, B.C., Ewing, M., 1952, *Turbidity Currents and Submarine Slumps, and The 1929 Grand Banks Earthquake*, Am. J. Sci. 250.
- Milson, J., Walker, A., 2005, *The Gravity Field of Sumatera*, Geological Society, London, *Memoirs no 27*; v. 31.
- Nakajima, T., Kanai, Y., 2000, *Sedimentary Features of Seismoturbidites Triggered by The 1983 and Older Historical Earthquake in The Eastern Margin of The Japan Sea*, *Sediment. Geol.* 135.
- Natawidjaya, D.H., (2002): *Neotectonics of Sumatran Fault and Paleogeodesy of the Sumatran Subduction Zone*, PhD thesis, California Institute of Technology, Pasadena.