



OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA

Print ISSN: 0125-9830 Online ISSN: 2477-328X

Nomor Akreditasi: 712/AU3/P2MI – LIPI/10/2015

<http://jurnal-oldi.or.id>



**Rekaman Posisi Muka Laut pada Akhir Masa Deglasial
di Perairan Kepulauan Matasiri, Laut Jawa**

**Sea Level Position Records of Last Deglaciation Era
in Matasiri Islands Waters, Java Sea**

Wahyu B. Setyawan¹ & Suherman D. Nuryana²

¹Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

²Fakultas Teknik Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti

E-mail: wahyubudisetiawan@yahoo.com

Submitted 13 January 2015. Reviewed 4 June 2015. Accepted 13 May 2016.

Abstrak

Pada Masa Glasial, Paparan Sunda adalah suatu daratan yang kemudian secara bertahap digenangi oleh air laut pada Masa Deglasial. Makalah ini mengungkapkan posisi muka laut di Paparan Sunda pada Masa Akhir Deglasial. Bukti posisi muka laut diperoleh dari temuan endapan gambut di dalam empat *core* yang diambil dari dasar laut perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan dengan metode *gravity core* dalam survei yang dilaksanakan pada bulan November 2010 dengan Kapal Penelitian Baruna Jaya VIII. Analisis posisi muka air laut dilakukan berdasarkan kedalaman muka laut sekarang dan kedalaman endapan gambut di dalam *core*. Hasil analisis posisi muka laut menunjukkan empat posisi muka laut, yaitu -27,0 m, -41,3 m, -53,6 m, dan -58,6 m di bawah muka laut sekarang. Analisis umur berdasarkan kurva perubahan muka laut di Paparan Sunda menunjukkan umur secara berurutan sekitar 10, 11, 12, dan 12,8 ribu tahun. Hasil penelitian ini memberikan bukti bahwa rekaman jejak perubahan muka laut relatif pada Masa Akhir Deglasial juga ditemukan di Laut Jawa.

Kata kunci: muka laut relatif, endapan gambut, Masa Akhir Deglasial, Paparan Sunda, Kepulauan Matasiri, Laut Jawa.

Abstract

During the Glacial Era, the Sunda Shelf was a dry land which then gradually inundated by sea water during Deglacial Era. This paper reveals four sea level positions in the Sunda Shelf at the end of Deglacial Era. The evidence of the sea level position was obtained from the findings of peat deposits in the four cores taken from the seabed of Matasiri Islands waters, South Kalimantan with gravity core method in the survey conducted in November 2010 by the research vessel Baruna Jaya VIII. Analysis of the position of the sea level was done by the depth of the current sea surface and the depth of peat deposits in the core. The results of the analysis of the sea level position showed four sea-level positions, i.e. -27.0, -41.3, -53.6, and -58.6 m below the current sea level. The aging analysis of sea level change curve based on the Sunda Shelf sequentially showing its age around 10, 11, 12, and 12.8 thousand years. The results of this study provided

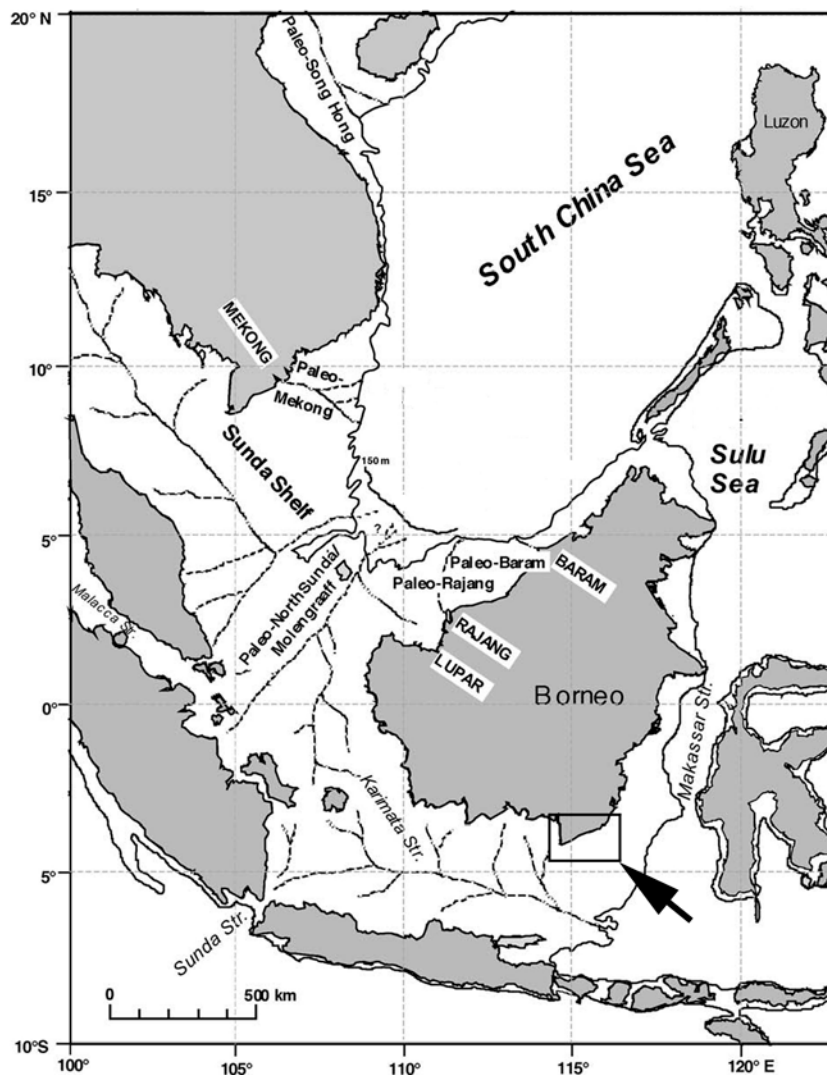
evidence that the track record relative changes in sea level during the end of Deglacial Era was also found in the Java Sea.

Keywords: relative sea level, peat deposits, end of Deglacial Era, Sunda Shelf, Matasiri Islands, Java Sea.

Pendahuluan

Paparan Sunda merupakan paparan terbesar kedua di dunia (Wang et al., 2008), dan paparan terbesar di daerah tropis (Hanebuth et al., 2002). Pada Masa Glasial Maksimum Terakhir (*Last Glacial Maximum*, LGM, sekitar 18.000 tahun yang lalu) atau Pleistosen Akhir, sebagian Paparan Sunda tersingkap menyatukan Pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, dan perairan dangkal

di sekitarnya, sehingga membentuk daratan yang luas dan bergabung dengan benua Asia (Gambar 1) (Hanebuth et al., 2002; Steinke et al., 2006). Ketika itu muka laut diperkirakan berada di sekitar 116 m di bawah muka laut sekarang (Hanebuth et al., 2000). Setelah Masa Glasial berakhir, terjadi deglasiiasi yang diikuti dengan kenaikan muka laut. Sebagian besar daratan Paparan Sunda mengalami penggenangan dan menyebabkan garis pantai berpindah.



Gambar 1. Paparan Sunda pada masa Glasial Maksimum Terakhir. Garis putus-putus menunjukkan sistem aliran sungai purba. Panah hitam menunjukkan lokasi penelitian. Peta dikutip dari Steinke et al. (2006) dengan modifikasi.

Figure 1. Sunda shelf during Last Glacial Maximum. Broken lines indicate ancient river systems. Black arrow denotes this study site. Map is cited from Steinke et al. (2006) with modification.

Sebaliknya, menurut Solihuddin (2014), penggenangan Paparan Sunda dimulai sekitar 20.000 tahun yang lalu ketika muka laut berada di sekitar 118 m di bawah muka laut sekarang.

Kapal penelitian RV Sonne pada Krus 115 (Desember 1996–Januari 1997) melakukan pengambilan sampel sedimen dengan cara pengintian (*coring*) pada jalur di bagian tengah alur sungai purba di kawasan Natuna, yang dikenal sebagai *North Sunda River System* (Voris, 2000), yang bermuara ke Laut Cina Selatan (Gambar 1). Wang et al. (2008) menganalisis sampel hasil pengintian (*core*) dari pelayaran tersebut dan menentukan perubahan garis pantai dengan menggunakan bakau yang ditemukan pada tiga *core* yang diambil dari kedalaman 81, 91, dan 92 m. Dengan melakukan analisis polen Wang et al. (2008) menjelaskan bahwa naik dan turunnya muka laut di Paparan Sunda disertai dengan muncul dan menghilangnya bakau dalam suatu periode waktu tertentu. Bakau adalah tumbuhan pantai daerah tropis–subtropis yang tumbuh di zona pasang surut dan di lingkungan berenergi rendah. Oleh karena itu, bakau dapat dipakai sebagai indikasi posisi garis pantai dan perubahan garis pantai (Hesp et al., 1998; Wang et al., 2008).

Penggunaan endapan gambut sebagai penentuan posisi muka laut dilakukan dengan pertimbangan bahwa gambut di Paparan Sunda adalah gambut bakau (Wust et al., 2007). Oleh karena itu, posisi bakau dipakai sebagai ketinggian muka laut rata-rata (Scholl, 1964; Ellison, 1989; Ellison, 1993; Parkinson et al., 1994; Hesp et al., 1998; Hanebuth et al., 2000; Toscano & Macintyre, 2003; Horton et al., 2005; Woodroffe et al., 2005; Bird et al., 2007; Wang et al., 2008; Gonzalez et al., 2010). Dengan demikian, posisi permukaan gambut adalah posisi muka laut rata-rata. Sementara itu, Lewis et al. (2012) menyebutkan bahwa bakau relatif baik sebagai indikator kenaikan muka laut yang cepat, dan material yang pernah digunakan untuk menunjukkan perubahan muka laut pada Masa Holosen di tempat bakau ditemukan adalah lempung organik, gambut, akar, fragmen kayu, dan pangkal pohon. Dari berbagai material tersebut, yang paling efektif digunakan sebagai indikator posisi muka laut adalah pangkal pohon yang ditemukan *in situ*.

Sebanyak 21 *core* sedimen telah dikumpulkan selama Ekspedisi Kalimantan Selatan 2010 oleh KR Baruna Jaya VIII dari perairan Laut Jawa (Gambar 1). Dari seluruh *core* tersebut diperoleh

empat *core* yang menembus lapisan gambut (Gambar 2, Tabel 1). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkapkan posisi garis pantai pada Masa Akhir Deglasial berdasarkan rekaman endapan gambut pada *cores* yang diperoleh dari ekspedisi tersebut. Penelitian mengenai posisi muka laut pada Masa Holosen di kawasan Paparan Sunda jarang menggunakan data dari wilayah Indonesia (Azmy et al., 2010). Umumnya, data berasal dari kawasan Paparan Sunda Barat yang mencakup kawasan Natuna dan Laut Cina Selatan (Lambeck et al., 2002). Oleh karena itu, hasil penelitian ini merupakan suatu sumbangan yang penting bagi penelitian mengenai perubahan muka laut pada Masa Holosen di Indonesia, khususnya Laut Jawa.

Metodologi

Pengambilan *core* dilakukan dari atas KR Baruna Jaya VIII dari tanggal 19 November sampai 1 Desember 2010. *Core* diperoleh dengan metode *gravity core* menggunakan pipa PVC berdiameter 3 inci. Setiap *core* dideskripsi secara visual megaskopis. Analisis penentuan posisi muka laut dilakukan dengan menggunakan nilai kedalaman lapisan gambut *in situ* yang terdapat di dalam *core*.

Posisi *core* dihitung dengan rumus:

$$H = d + h$$

Keterangan:

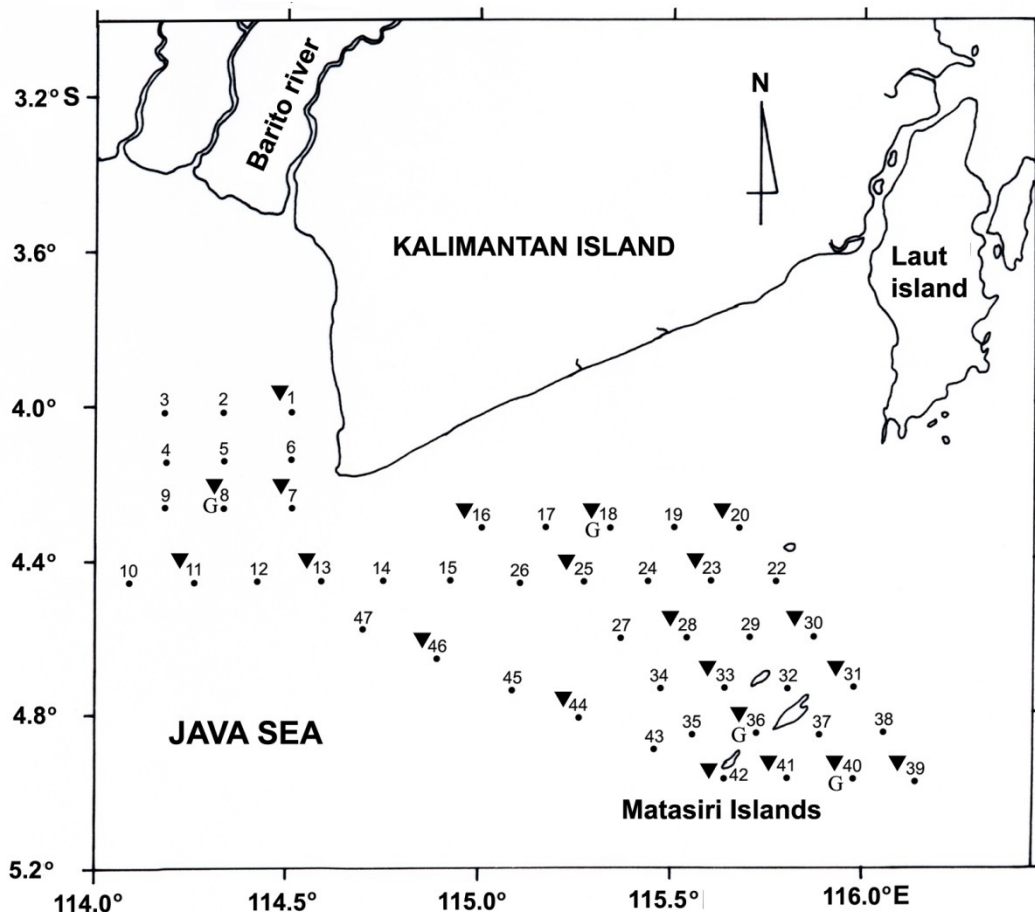
H: posisi *core*

d: kedalaman laut

h: kedalaman gambut dalam *core*.

Kedalaman laut diperoleh dengan echosonder yang diinstal permanen pada tubuh kapal. Kedalaman gambut di dalam *core* diukur dengan pita ukur dari permukaan *core* yang diperoleh.

Penentuan umur material gambut yang ditemukan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kurva perubahan muka laut pada Masa Holosen di Paparan Sunda berdasarkan Sathiamurthy & Voris (2006). Kurva perubahan muka laut tersebut adalah yang paling mutakhir yang dibuat dengan mengompilasi berbagai literatur. Penentuan umur dengan metode ini dilakukan dengan asumsi bahwa keempat endapan gambut yang ditemukan dalam keempat *core* tersebut terbentuk pada masa laut mengalami transgresi, dengan pengendapan gambut dimulai dari urutan bawah ke arah atas. Asumsi ini dibuat berdasarkan hasil penelitian Wang et al. (2008) di Paparan Sunda bagian utara yang menyatakan bahwa kondisi regresi atau turunnya muka laut



Gambar 2. Stasiun penelitian oseanografi dalam Ekspedisi Kalimantan Selatan. ▼ : stasiun *gravity core*; G: lokasi tempat gambut ditemukan.

Figure 2. Sampling stations in South Kalimantan Expedition. ▼ : *gravity core* stations; G: locations where peat deposits were obtained.

akan menyebabkan hilangnya bakau di Paparan Sunda bagian utara dan pendapat Tjia (1995) yang menyatakan bahwa Paparan Sunda berada dalam kondisi stabil secara tektonik pada akhir Masa Kuartar. Dengan demikian, pada elevasi yang sama, kondisi Paparan Sunda di Kalimantan Selatan (lokasi penelitian ini) dan Paparan Sunda Bagian Barat (yang dijadikan acuan pembuatan kurva perubahan muka laut) berada dalam kondisi lingkungan yang sama. Selain itu, kondisi tektonik yang stabil tidak memerlukan koreksi tektonik terhadap kedalaman posisi gambut yang diperoleh.

Hasil

Rekaman Gambut di Perairan Matasiri

Dalam penelitian ini ditemukan endapan gambut di empat stasiun *coring*. Keempat endapan gambut itu ditemukan pada kedalaman

yang berbeda (Tabel 1). Endapan gambut yang diperoleh diperlihatkan pada Gambar 3.

Pembahasan

Gambut sebagai Datum

Berdasarkan hasil penelitiannya di Daerah Aliran Sungai Barito, Kalimantan Selatan, Supiandi (1988) menyebutkan bahwa gambut di kawasan pesisir Pulau Kalimantan berasal dari tumbuhan bakau. Dengan demikian, endapan gambut dari tumbuhan bakau yang ditemukan di perairan Matasiri menunjukkan bahwa di perairan Laut Jawa ada rekaman muka laut purba. Gambut di tepi pantai terbentuk di lingkungan pantai yang terlindung dan tenang. Gambut setelah diendapkan mungkin mengalami pemadatan. Berkaitan dengan hal itu, menurut Hesp et al. (1998), pada gambut yang ditumpangi endapan lumpur tidak terjadi pemadatan gambut yang berarti. Sementara itu Bird et al. (2007)

menyebutkan bahwa pemadatan sedimen setelah diendapkan mungkin menyebabkan posisi sampel lebih rendah secara signifikan dari posisi sampel yang sebenarnya, sehingga perlu dikoreksi. Penelitian yang mereka lakukan di Singapura terhadap endapan bakau setebal 4 m lebih yang tersusun oleh endapan sedimen berbutir halus dan lumpur organik menunjukkan bahwa sebagian besar sampel *core* mengalami koreksi kurang dari 0,2 m. *Core* yang dianalisis dari Stasiun 18, 36, dan 08 mengandung gambut yang ditumpangi endapan lempung dengan tebal minimal 60 cm. Pada sampel dari Stasiun 40 endapan gambut bersifat lempungan dengan sisa akar dan fragmen kayu. Dengan demikian, pemadatan endapan gambut dari *core* yang diteliti dapat diabaikan, dan nilai pemadatan endapan dari Bird et al. (2007) dipandang sebagai *error* yang mungkin terjadi pada penentuan posisi muka laut.

Posisi Muka Laut

Hasil analisis penentuan posisi muka laut menunjukkan ada empat posisi muka laut, yaitu pada -27,0, -41,3, -53,6, dan -58,5 m dari muka laut sekarang (Tabel 1). Bila kedalaman laut di keempat stasiun pengambilan *core* dalam penelitian ini dibandingkan dengan kedalaman stasiun pengambilan *core* yang dianalisis oleh Hanebuth et al. (2000), berkisar dari kedalaman

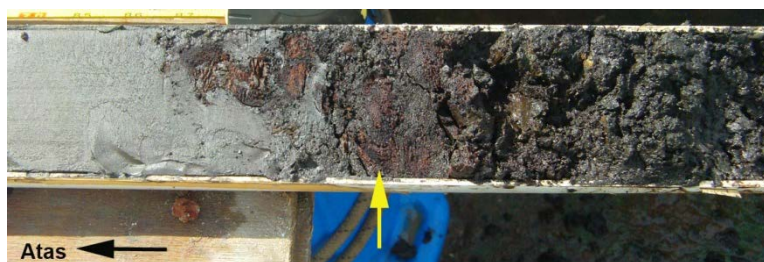
70 sampai 116 m, maka posisi stasiun-stasiun *core* pada penelitian ini berada pada posisi yang lebih tinggi bila garis pantai Masa LGM sebagai datum, atau lebih dangkal bila muka laut sekarang sebagai datum. Posisi sampel sedimen dari *core* dalam penelitian ini sebanding dengan posisi sampel sedimen dari *core* yang diambil dari paparan Vietnam oleh Hanebuth et al. (2000), yaitu dari paparan dengan kedalaman 40 sampai 56 m.

Pembandingan di atas dapat dilakukan karena Paparan Sunda yang merupakan bagian dari benua Asia adalah kawasan yang stabil sepanjang Masa Kuartar. Gerakan vertikal di kawasan tersebut sebagian besar berada dalam orde sentimeter per seribu tahun (Tjia, 1995). Dengan demikian, kondisi Paparan Sunda di Vietnam berada dalam kondisi yang relatif sama dengan Paparan Sunda di Indonesia, khususnya di perairan Kepulauan Matasiri.

Penemuan endapan gambut pada *core* di empat lokasi ini memberikan gambaran bahwa kondisi lingkungan pantai pada masa Kuartar yang ada di Paparan Sunda yang berhadapan dengan Laut Cina Selatan atau *North Sunda River System*, juga dijumpai di bagian lain Paparan Sunda yang menghadap ke arah Laut Flores atau *East Sunda River System*.

Tabel 1. Posisi muka laut berdasarkan posisi endapan gambut dari perairan Kepulauan Matasiri.
Table 1. Sea level position based on peat deposits from Matasiri islands waters.

Sta. No.	Water depth [d] (m)	Core length [h] (cm)	Geographic position		Peat position	
			Latitude	Longitude	Below sea bottom (cm)	Below sea level [H] (m)
18	24.7	260	-4° 18' 58.8"	115° 20' 00.0"	230	27.00
36	51.0	280	-4° 51' 00.0"	115° 42' 59.7"	260	53.60
40	57.7	285	-4° 57' 59.5"	115° 58' 03.4"	80	58.50
08	41.0	240	-4° 16' 17.3"	114° 19' 41.9"	32	41.32



Gambar 3. Endapan gambut dari Stasiun 18 di perairan Matasiri (panah kuning).
Figure 3. Peat deposits from Station 18 in Matasiri waters (yellow arrow).

Interpretasi Waktu

Upaya untuk memperkirakan masa keberadaan keempat muka laut yang dikemukakan di depan dilakukan dengan mempergunakan kurva perubahan muka laut Holosen untuk Paparan Sunda yang dibuat oleh Sathiamurthy & Voris (2006) (Gambar 4). Dengan melakukan plot posisi keempat muka laut yang diperoleh pada kurva tersebut, maka dapat diperkirakan masa dari masing-masing posisi muka laut tersebut (Tabel 2). Hasil interpretasi waktu posisi muka laut tersebut menunjukkan bahwa endapan gambut yang ditemukan dalam penelitian ini mewakili kondisi laut transgresi yang terjadi pada rentang waktu 13–10 ka BP.

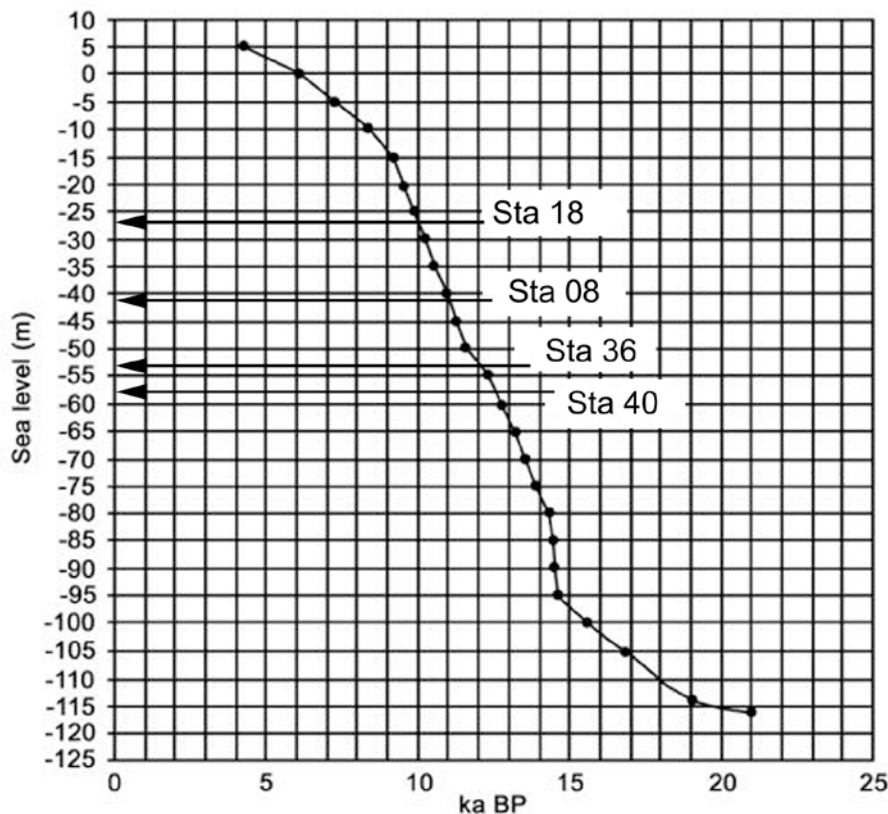
Selama ini publikasi tentang Paparan Sunda sebagian besar berasal dari penelitian yang dilakukan di kawasan Paparan Sunda bagian utara dan barat yang berada di sekitar Kepulauan Natuna dan kawasan Semenanjung Malaya-Thailand, seperti yang dilakukan oleh Hesp et al. (1998), Hanebuth et al. (2000), Hanebuth (2002), Horton et al. (2005), Schimanski & Stattegger (2005), Bird et al. (2007), dan Wang et al. (2008). Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa kawasan Paparan Sunda bagian timur di Laut Jawa juga memiliki potensi untuk memberikan sumbangan informasi tentang Paparan Sunda.

Tabel 2. Perkiraan masa posisi muka laut berdasarkan posisi gambut yang diplot pada kurva perubahan muka laut.

Table 2. Age prediction of the sea level position based on peat deposits position plotted on the sea level change curve.

Station	Sea level position (m)	Age prediction (ka BP)
18	-27.5	±10.0
08	-41.3	±11.0
36	-53.6	±12.0
40	-58.5	±12.8

Note: ka BP = *kilo annum Before Present*



Gambar 4. Penentuan umur gambut berdasarkan kurva perubahan muka laut dari Sathiamurthy & Voris (2006).

Figure 4. Age determination of peat deposits based on the curve of sea level change from Sathiamurthy & Voris (2006).

Kesimpulan

Berdasarkan temuan endapan gambut yang diperoleh dari perairan perairan Kepulauan Matasiri diketahui empat posisi muka laut purba di Paparan Sunda yang terletak di sebelah tenggara Pulau Kalimantan, yaitu pada posisi -27,0, -41,3, -53,6, dan -58,5 m dari muka laut sekarang. Umur dari masing-masing posisi muka laut tersebut secara berturut-turut dari yang dangkal ke yang dalam adalah 10, 11, 12, dan 12,8 ka. Hal ini menunjukkan urutan pembentukan gambut-gambut yang ditemukan dalam penelitian ini, yaitu gambut-gambut yang terbentuk ketika transgresi berlangsung di Paparan Sunda.

Persantunan

Makalah ini merupakan sebagian hasil Ekspedisi Kalimantan Selatan yang merupakan kegiatan penelitian bersama antara Pusat Penelitian Oseanografi LIPI dengan Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kemdiknas (DP2M-DIKTI KEMDIKNAS) tahun 2010. Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada para Anak Buah Kapal Baruna Jaya VIII yang telah banyak memberikan bantuan dalam proses pengambilan *core*.

Daftar Pustaka

- Azmy K, E Edinger, J Lundberg & W Diegor. 2010. Sea Level and paleotemperature records from a mid-Holocene reef on the North coast of Java, Indonesia. *Int. J. Earth Sci. (Geol Rundsch)*, 99: 231–244. DOI: 10.1007/s0053-008-0383-3.
- Bird MI, LK Fifield, TS Teh, CH Chang, N Shirlaw & K Lambeck. 2007. An inflection in the rate of early mid-Holocene eustatic sea-level rise: a new sea-level curve from Singapore. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71: 523–536.
- Ellison JC. 1989. Pollen analysis of mangrove sediments as a sea-level indicator: assessment from Tongatapu, Tonga. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, 74(3–4): 327–341.
- Ellison JC. 1993. Mangrove retreat with rising sea-level, Bermuda. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 37 (1): 75–87.
- Gonzalez C, LE Urrego, JI Martinez, J Polania & Y Yokoyana. 2010. Mangrove dynamics in the southwestern Caribbean since the “Little Ice Age”: a history of human and natural disturbances. *The Holocene*, 20(6): 849–861.
- Hanebuth T, K Statteger & PM Grotts. 2000. Rapid Flooding of the Sunda Shelf; a Late-Glacial Sea-level Record. *Science*, 288: 1033–1035.
- Hanebuth TJJ, K Statteger & Y Saito. 2002. The Stratigraphic architecture of the central Sunda Shelf (SE Asia) recorded by shallow-seismic surveying, *Geo-Mar. Lett.*, 22: 86–94. DOI: 10.1007/s00367-002-0102-1.
- Hesp PA, CC Hung, M Hilton, CL Ming & IM Turner. 1998. A first Tentative Holocene Sea-Level Curve for Singapore. *Journal of Coastal Research*, 14(1): 308–314.
- Horton BP, PL Gibbard, GM Milne, RJ Morley, C Purintavaragul & JM Stargardt. 2005. Holocene sea levels and palaeoenvironments, Malay-Thai Peninsula, Southeast Asia. *The Holocene*, 15(8): 119–1213.
- Lambeck K, Y Yokohama & T Purcell. 2002. Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during Oxygen Isotope Stage 3 and 2. *Quaternary Science Review*, 21: 343–360.
- Lewis SE, CR Sloss, CV Murray-Wallace, CD Woodroffe & SG Smithers. 2012. Post-glacial sea-level changes around the Australian margin: a review. *Quaternary Science Review*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.09.006>.
- Parkinson RW, RD DeLaune & JR White. 1994. Holocene sea-level rise and the fate of mangrove forest within the Wider Caribbean Region. *Journal of Coastal Research*, 10(4): 1077–1086.
- Sathiamurthy E & HK Voris. 2006. Maps of holocene sea level transgression and submerged lakes on the sunda shelf. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University, Supplement 2*: 1–43.
- Schimanski A & K Statteger. 2005. Deglacial and Holocene evolution of the Vietnam shelf: stratigraphy, sediments and sea-level change. *Marine Geology*, 214: 365–387.
- Scholl DW. 1964. Recent sedimentary record in mangrove swamps and rise in sea level over the southwestern coast of Florida: Part 1, *Marine Geology*, 1(4): 344–366.
- Solihuddin T. 2014. A Drowning Sunda Shelf Model during Last Glacial Maximum (LGM) and Holocene: a review. *Indonesia Journal on Geoscience*, 1(2): 99–107.
- Steinke S, HY Chiu, PS Yu, CC Shen, H Erlenkeuser, L Lowemark & MT. Chen. 2006. On the Influence of Sea Level and Moisson

- Climate on the Southern South China Sea Freshwater Budget Over the Last 22,000 Years. *Quaternary Science Review*, 25: 1475–1488.
- Supiandi S. 1988. Studies on peat in the coastal plain of Sumatra and Borneo. Part I: Physiography and geomorphology of the coastal plain. *Southeast Asian Studies*, 26(3): 308–335. [<http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/56338/1/KJ00000131463.pdf>]. Accessed 8 April 2016.
- Tjia HD. 1995. Quaternary paleogeography of Indonesia with special reference to East Indonesia. Paper presented in “The Mesozoic in the Eastern Part of Indonesia” Symposium and Workshop. Jakarta. March 21–22, 1995.
- Toscano MA & IG MacIntyre. 2003. Corrected western Atlantic sea-level curve for the last 11,000 years based on calibrated ^{14}C dates from *Acropora palmata* framework and intertidal mangrove peat. *Coral Reef*, 22: 257–270. DOI: 10.1007/s00338-003-0315-4.
- Voris HK. 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27: 1153–1167.
- Wang XM, XJ Sun, PX Wavy & K Statteger. 2008. The Record of Coastline Changes Reflection by Mangroves on the Sunda Shelf Since the last 40 ka. *Chinese Science Bulletin*, 55(13): 2069–2076.
- Woodroffe SA & BP Horton. 2005. *Holocene sea-level change in the Indo-Pacific*. Departemental Paper (EES), Department of Earth and Environmental Science, Univ. of Pennsylvania. [http://repository.upenn.edu/ees_papers/21]. Accessed 5 August 2011.
- Woodroffe SA, BP Horton, P Larcombe & JE Whittaker. 2005. Intertidal mangrove foraminifera from the central Great Barrier Reef shelf, Australia: implication for sea-level reconstruction. *Journal of Foraminiferal Research*, 35(3): 259–270.
- Wust R, J Rieley, S Page, S van der Kaars, W Wei-Ming, G Jacobsen & A Smith. 2007. Peatland evolution in Southeast Asia during the last 35,000 cal years: implication for evaluating their carbon storage potential. Paper presented in LIPI-JSPS Joint Seminar on Coastal Marine Science, Yogyakarta, August 2007. [<http://www.geog.le.ac.uk/carbopeat/media/pdf/yogyapapers/p2.pdf>]. Accessed 25 Des 2010.