

PROSIDING

ISBN: 978-602-361-072-3

SEMINAR NASIONAL GEOGRAFI UMS 2017

Surakarta, Hotel Pramesthi, Senin 22 Mei 2017

“Pengelolaan
Sumberdaya Wilayah
Berkelanjutan”

Terselenggara atas kerjasama:



FAKULTAS GEOGRAFI
Universitas Muhammadiyah
Surakarta



Ikatan Geograf Indonesia
(IGI)



Kementerian Lingkungan Hidup
dan Kehutanan
Balai Penelitian dan Pengembangan
Teknologi Pengelolaan DAS
(BPPTPDAS) Solo



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL GEOGRAFI UMS 2017

PENGELOLAAN SUMBERDAYA WILAYAH BERKELANJUTAN

Tim Penyunting:

Priyono, Yuli Priyana, Choirul Amin,
Alif Noor Anna, Agus Anggoro Sigit

Terselenggara atas kerjasama:



Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah
Surakarta



Ikatan Geograf Indonesia
(IGI)



Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi
Pengelolaan DAS (BPPTDAS) Solo

Diterbitkan oleh:



2017

Data Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017

PENGELOLAAN SUMBERDAYA WILAYAH
BERKELANJUTAN

Tim Penyunting: Priyono, Yuli Priyana, Choirul Amin, Alif Noor Anna, Agus Anggoro Sigit.

ISBN: 978-602-361-072-3

Surakarta: Muhammadiyah University Press
xi, ii, 888 hal, 9 cm

Copyright @2017

Hak penerbitan ada pada Muhammadiyah University Press

Semua hak dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memproduksi dan menyebarkan dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis sebelumnya dari penerbit.

Kata Pengantar Dekan Fakultas Geografi UMS

Peserta Seminar Nasional Geografi UMS 2017 yang kami hormati dan banggakan. Pembangunan selalu memiliki dua sisi dampak: positif dan negatif. Dampak negatif misalnya kerusakan lingkungan karena tindakan eksploitasi sumberdaya wilayah secara besar-besaran. Karena itu, dalam pelaksanaan pengelolaan sumberdaya wilayah harus berkelanjutan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan dan menjaga kelestarian ekosistem.

Penerapan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan/*Millenium Development Goals* (MDGs) dalam pengelolaan sumberdaya wilayah menjadi sebuah keniscayaan agar teraih pemerataan pembangunan, penghematan energi, pelestarian lingkungan, pembangunan ekonomi, dan pengembangan sumberdaya manusia serta menyerap peran serta masyarakat dalam proses pembangunan secara maksimal. Dengan demikian, pembangunan yang dilaksanakan tidak merugikan masyarakat baik dalam lingkup lokal, regional, maupun global

Pemikiran tersebut mendorong Fakultas Geografi UMS untuk menyelenggarakan Seminar Nasional dengan tema “Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan”. Kegiatan ini merupakan ajang komunikasi antar peneliti, akademisi, dan pendidik di Indonesia, sehingga didapatkan penelitian dan pengabdian pada masyarakat yang berkualitas dan memiliki daya guna untuk pengelolaan sumberdaya wilayah yang berkelanjutan.

Alhamdulillah, Seminar Nasional ini memperoleh sambutan yang hangat dari para geografer dan peneliti. Hal ini terbukti dari banyaknya jumlah abstrak yang masuk, yaitu 101 judul abstrak yang dikirim dari berbagai penjuru tanah air, seperti Sulawesi, Papua, Kalimantan, Sumatera, NTT, Bali, Jawa Timur, Jawa Barat, DIY dan Jawa Tengah.

Setelah melalui proses *blind review* (tanpa nama) oleh tim review yang terdiri dari Dr. Langgeng Wahyu Santosa, M.Si. (Fakultas Geografi UGM) dan Dr. Kuswadi Dwi Priyono, M.Si. (Fakultas Geografi UMS) terdapat 78 judul abstrak yang lolos untuk dipresentasikan dalam seminar ini.

Seperti pepatah mengatakan: tak ada gading yang tak retak. Begitu pula kami sebagai penyelenggara tak sempurna dalam melayani para peserta sekalian. Oleh karena itu, dengan setulus hati Kami mohon maaf jika ada kekurangan. Kami juga sampaikan apresiasi dan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini.

Semoga Prosiding Seminar Nasional Geografi 2017 ini bermanfaat baik bagi masyarakat umum maupun bagi pengembangan keilmuan, terutama dalam menambah khasanah literatur tentang pengelolaan sumberdaya wilayah yang berkelanjutan.

Surakarta, 10 Juli 2017
Dekan Fakultas Geografi UMS
Drs. Priyono, M.Si.

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab	: Drs. Priyono, M.Si
Tim Pengarah	: 1. Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si 2. Dr. Ir. Imam Harjono, M.Si 3. Drs. Yuli Priyana, M.Si. 4. Dra. Alif Noor Anna, M.Si
Ketua	: Choirul Amin, S.Si., M.M.
Sekretaris	: Rudiyanto, S. Si.
Bendahara	: Dodi Purwanto, SE.
Tim Review Makalah	: 1. Dr. Langgeng Wahyu Santosa, M.Si. 2. Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si.
Moderator Seminar	: Choirul Amin, S.Si., M.M.
Moderator Sidang Komisi	: 1. Drs. Munawar Cholil, M.Sc. 2. Dra. Umrotun, M.Si. 3. Dra. Alif Noor Anna, M.Si 4. Dr. Nur Sumedi 5. Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si 6. Drs. Suharjo, M.S
1. Sie Makalah	: 1. Nurul Hidayah 2. Rahma Annisa 3. Bagus Mia Syahputra
2. Sie Persidangan	: 1. Agus Anggoro Sigit, S. Si, M. Sc. 2. Trya Desiana 3. Puspa
3. Sie Pubdekdok	: 1. Radistya 2. Aji Perdana
4. Sie Acara	: 1. lin Sulistyowati 2. Irfandi
5. Sie Among Tamu	: 1. Ir. Taryono, M.Si. 2. Bruce Maldi P
6. Sie Konsumsi	: Catering Hotel Pramesthi Solo
7. Tempat dan Perlengkapan	: 1. Rahmat (TU) 2. Agus Sutanto (TU)
8. Tim Kesekretariatan	: 1. Suprihdiono 2. Mukhlis Akbar 3. Yuniar 4. Yasmin

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Katalog Dalam Terbitan (KDT).....	ii
Kata Pengantar Dekan Fakultas Geografi UMS	iii
Susunan Panitia Seminar	iv
Daftar Isi	v

MAKALAH PEMBICARA UTAMA

1. Agenda Kebijakan Pengembangan Wilayah di Era Digital dan Global a
Oleh: Prof. Dr. M. Baiquni, M.A (Guru Besar Geografi Regional, Fakultas Geografi UGM; Penulis Buku "Pembangunan Tidak Berkelanjutan: Refleksi Kritis Pembangunan di Indonesia)
2. Praktek Sederhana Pemberdayaan Masyarakat dan Membangun Kesejahteraan Berbasis Ekonomi Kerakyatan dan Ekonomi Kreatif p
Oleh: dr. H. Hasto Wardoyo, SPOG (K) (Bupati Kulon Progo Periode 2017-2021)

MAKALAH PESERTA

KOMISI A

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN SIG UNTUK PENYEDIAAN INFORMASI GEOSPASIAL SUMBERDAYA WILAYAH

1. Pemetaan Risiko Bencana Banjir di Kabupaten Hulu Sungai Tengah. 1
Oleh: Rosalina Kumalawati dan Farida Angriani (Prodi Geografi, Jurusan IPS, FKIP UNLAM dan Pusat Studi Kebencanaan UNLAM; Banjarmasin, Kalimantan Selatan)
2. Pemetaan Lahan Terbangun Perkotaan Menggunakan Pendekatan NDBI dan Segmentasi Semi-otomatik 19
Oleh: Iswari Nur Hidayati¹, Suharyad², Projo Danoedoro² (¹Program Doktor pada Program Studi Geografi UGM, ² Fakultas Geografi UGM)
3. Zonasi Wilayah Pinggiran Kota Metropolitan Bandung Raya 29
Oleh: Jupri¹ dan Asep Mulyadi² (¹Universitas Pendidikan Indonesia, ²Universitas Pendidikan Indonesia)
4. *Geometric Network Analysis* pada SIG untuk Mengetahui Pola Distribusi SMP di Sebagian Kecamatan Wonogiri 44
Oleh: Kwawa Qoikum M, Ana Nur Hanifah, Kiky Rizki A.K, Faqieh Zulfikar A.K, Muhammad Reiza Y (Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP, UMS)
5. Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kelurahan Wonoboyo Menggunakan Sistem Informasi Geografis 54
Oleh: Andi Jafrianto, Ayu Sekartaji, Isfi Natunazah, Fajar Anisa (Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
6. Pemetaan Kerusakan Mangrove Menggunakan Citra Landsat OLI di Delta Mahakam, Kalimantan Timur... 67
Oleh: Ratri Ma'rifatun Nisaa', Nurul Khakhim (Prodi Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi UGM)
7. Proyeksi Daya Dukung Lahan dan Kebutuhan Pertanian Kabupaten Deli Serdang Tahun 2029 Berbasis Sistem Informasi Geografis.... 78
Oleh: Muhammad Farouq Ghazali Matondang (Fakultas Geografi UGM)

8. *Evaluation of New Yogyakarta International Airport (NYIA) in Temon District Based on Tsunami Disaster Risk Using Geographic Information System (GIS)*..... 90
Oleh: Azzuhfi Ilan Tinasar, Roni Haryadi Saputra, Sahid (*Geoinformation for Spatial Planning and Disaster Risk Management, UGM*)
9. *Dinamika Temporal Tutupan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Indeks Fungsi Lindung Daerah Aliran Sungai (DAS) Jlantah Hulu Kabupaten Karanganyar Tahun 2010 – 2016* 103
Oleh: Rahning Utomowati (*Prodi Pendidikan Geografi FKIP UNS dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) LPPM UNS*)

KOMISI B

ASPEK KEBENCANAAN DALAM PENGELOLAAN SUMBERDAYA WILAYAH BERKELANJUTAN

1. *Tradisi Menyalukut Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Kebakaran Lahan di Sub DAS Amandit* 118
Oleh: Adnan Ardhana¹ dan Pranatasari Dyah Susanti² (¹*Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru, Kalimantan Selatan;* ²*Balai Penelitian dan Pengembangan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Solo*)
2. *Multi-Hazard Risk Assessment of Kulon Progo Regency*..... 125
Oleh: 'Azmiyatul 'Arifati, Ratri Ma'rifatun Nisaa', Azzuhfi Ilan Tinasar (*Student of Geoinformation for Spatial Planning and Disaster Risk Management, UGM*)
3. *Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat Pesisir dalam Menghadapi Bencana Gempabumi dan Tsunami di Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya* 134
Oleh: Ruli As'ari (*Jurusan Pendidikan Geografi FKIP Universitas Siliwangi Tasikmalaya*)
4. *Hidup Selaras Bersama Gunung Api: Kajian Dampak Positif dari Letusan Gunung Api Kelud Tahun 2014 Sebagai Modal Pembangunan Berkelanjutan*..... 147
Oleh: Syamsul Bachri, Sugeng Utaya, Farizki Dwitri Nurdiansyah, Alif Erfika Nurjanah, Lela Wahyu Ning Tyas, Denny Setia Purnama, Akhmad Amri Adillah (*Jurusan Geografi, Universitas Negeri Malang*)
5. *Kajian Pemanfaatan Wilayah Rawan Longsor di Kecamatan Karangobar, Kabupaten Banjarnegara Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007 dengan Modifikasi* 159
Oleh: Thema Arrisaldi dan Rokhmat Hidayat (*Balai Sabo, Puslitbang Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*)
6. *Evaluasi Rencana Pengembangan Aerotropolis Terhadap Bahaya Tsunami di Pesisir Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta* 171
Oleh: Randy Alihusni Wardana, Reosa Andika Firmansyah, Indra Laksana (*Mahasiswa Magister Geoinformation for Spatial Planning and Disaster Risk Management; UGM*)
7. *Karakteristik Debit Banjir pada DAS Kecil, Kasus di DAS Sempor, Sleman* 179
Oleh: Baina Afkri¹, M. Pramono Hadi², Slamet Suprayogi² (¹*Program Pasca Sarjana Ilmu Geografi UGM, Universitas Papua; Manokwari;* ²*Fakultas Geografi UGM*)
8. *Identifikasi Perubahan Iklim Perkotaan (Studi Kasus Kota Jakarta)* 193
Oleh: Dadang Subarna (*Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN Bandung*)
9. *Kajian Tingkat Pengetahuan Sistem Peringatan Dini Individu dan Rumah Tangga dalam Menghadapi Bencana Gempa Bumi di Kecamatan Wonogiri*..... 207
Oleh: Febriyana Niken Yuliartika, Dheya Amalia Larasati, Septia Mahadeka Putri Sehan, Angel Oktaviana, dan Septian Briantama Alfredo (*Mahasiswa Prodi Pendidikan Geografi FKIP UMS*)

10. Dinamika *Urban Sprawl* Terhadap Kerentanan Bencana Banjir pada Wilayah Kecamatan Kartasura 219
Oleh: Dahroni, Suharjo, Miftahul Arozaq, dan Baharudins Syaiful A. (Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
11. Pendugaan Tingkat Sedimen di Dua Sub DAS dengan Persentase Luas Penutupan Hutan yang Berbeda..... 226
Oleh: Esa Bagus Nugrahanto (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS); Surakarta)
12. *Drought Risk Assessment for Resource Management Towards Resilient Development in Eromoko District, Wonogiri Regency, Central Java* 233
Oleh: Fatah Yogo Yudhanti (Programme Geo-information for Spatial Planning and Risk Management, Faculty of Geography, UGM)
13. Dampak Penyedotan Air Telaga dalam Usahatani Kentang di Telaga Pengilon Dieng, Wonosobo..... 241
Oleh: C. Yudi Lastiantoro, Pamungkas B. Putra, dan S. Andy Cahyono (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS) Solo)

KOMISI C

KONTRIBUSI BIDANG PENDIDIKAN UNTUK PENGELOLAAN SUMBERDAYA WILAYAH BERKELANJUTAN

1. Hubungan Tingkat Pendidikan Masyarakat Terhadap Kesiapsiagaan Bencana Tanah Longsor di Kelurahan Giritirto Kecamatan Wonogiri..... 255
Oleh: Setty Maryanti, Endang Lestari, Wahyu Putri, Astria Risa Wardani, dan Faza Haris (Program studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
2. Tingkat Pengetahuan Parameter Mobilisasi Sumberdaya Terhadap Bencana Banjir, Tanah Longsor, dan Gempa Bumi di Kecamatan Wonogiri..... 264
Oleh: Latifah Widya Asri, Muhammad Farid Prakosa, Eva Yunita Damastuti, dan Al Verdad Cadhika Agustino (Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
3. Analisa Kualitas Pendidikan dan Pendekatan Multidisipliner Pendidikan dalam Pembangunan Wilayah Berkelanjutan di Kabupaten Wonogiri 279
Oleh: Marhaendra Des'a Arba'a, Indri Yuniarsih, Herdana Nurfitriani, Aprilia Euis Fathimah, Evana Agustin (Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
4. Tingkat Pengetahuan Masyarakat Terhadap Bencana Banjir, Gempa Bumi, dan Tanah Longsor di Kecamatan Wonogiri..... 291
Oleh: Yunita Larasati, Mayantika Humairoh Utami, Rosa Dwi Pramita, Roisyah, dan Dicky Surya (Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
5. Partisipasi Pendidikan Siswa SD, SMP, SMA di Kabupaten Wonogiri Tahun 2014 – 2016 305
Oleh: Dea Astriana, Wiwin Daryanti, Novita Sari Putri, Eldiana Eisha Putri, dan Ahsanun Nisak Ninda Kusumaning Tiyas (Prodi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
6. Hubungan Tingkat Pengetahuan Bencana dengan Kesiapsiagaan Masyarakat di Kecamatan Wonogiri dalam Menghadapi Bencana Gempa Bumi..... 319
Oleh: Aris Riski Fauzi, Arini Hidayati, Dea Octarisma Subagyo, Sukini, dan Nizar Latif (Program Studi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
7. Perempuan, Pendidikan dan Kemiskinan di Kalimantan Selatan (Analisis Data Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia Tahun 2012) 331
Oleh: Norma Yuni Kartika (Prodi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Lambung Mangkurat; Banjarmasin)

8. Tingkat Pengetahuan Kebencanaan Masyarakat Terhadap Bencana Banjir di Desa Karang Tengah 338
Oleh: Siti Azizah Susilawati, Hasna Nisrina, Arif Fauzan, Ghufron Abidin, Novi Yuli Lestari (Prodi Pendidikan Geografi FKIP UMS)
9. Analisa Pendekatan Sistem Pendidikan pada Pembangunan Sumberdaya Manusia Kabupaten Wonogiri..... 345
Oleh: Rahmat Riandi Suparno, Ayuk Onita Sari, Alwi Mubarak, Listi Vianita, Ayun Trilas I (Prodi Pendidikan Geografi FKIP UMS)

KOMISI D

PENGELOLAAN SUMBERDAYA FISIK WILAYAH (#1)

1. Analisis Komoditas Unggulan Tanaman Pangan di Kecamatan dalam Kawasan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Tanah Laut..... 361
Oleh: Adnan Ardhana¹ dan Pranatasari Dyah Susanti² (¹Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru, Kalimantan Selatan; ²Balai Litbang Teknologi Pengelolaan DAS Solo, Jawa Tengah)
2. Analisis Daya Dukung dan Kebutuhan Lahan Pertanian di Kabupaten Madiun Tahun 2032..... 370
Oleh: Rama Dwi Setiyo Kuncoro (Fakultas Geografi UGM)
3. Penataan dan Pengelolaan Terpadu Potensi Sumberdaya Tambang Kawasan Karst Kabupaten Pacitan..... 381
Oleh: Hendrik Bobby Hertanto dan Windi Hartono (SMA MTA Surakarta)
4. Analisis Daya Dukung dan Kebutuhan Lahan Pertanian di Kabupaten Lamongan Tahun 2035..... 396
Oleh: Imam Arifa'illah Syaiful Huda, Melly Heidy Suwargany, Diyah Sari Anjarika (Fakultas Geografi UGM)
5. Prioritas Pengembangan Kawasan Permukiman di Kabupaten Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah 406
Oleh: Jaka Suryanta dan Irmadi Nahib (Badan Informasi Geospasial (BIG))
6. Pengembangan Potensi Pariwisata Situ Sanghyang di Kecamatan Tanjungjaya Kabupaten Tasikmalaya 417
Oleh: Nandang Hendriawan (Jurusan Pendidikan Geografi FKIP Universitas Siliwangi; Kota Tasikmalaya)
7. Kajian Kinerja DAS di KHDTK Cemoro Modang dalam Mendukung Pengelolaan DAS 431
Oleh: Nur Ainun Jariyah (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS) Surakarta)
8. Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Pengamatan Kualitas Air 439
Oleh: Pranatasari Dyah Susanti dan Rahardyan Nugroho Adi (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS) Surakarta)
9. Basis Data Potensi Sosial Ekonomi Masyarakat untuk Pengelolaan Wilayah Perkotaan Tepian Sungai (Kasus: Tipologi Permukiman Kumuh Kota Banjarnasin)..... 448
Oleh: Arif Rahman Nugroho¹, Su Rito Handoyo², Lutfi Muta'ali² (¹Mahasiswa Program Doktor Ilmu Geografi UGM dan Dosen FKIP ULM Banjarmasin; ²Dosen Fakultas Geografi UGM)
10. Penataan Pemukiman Kumuh Berbasis Lingkungan di Kecamatan Bungursari Kota Tasikmalaya 468
Oleh: Siti Fadjarajani dan Ruli As'ari (Jurusan Pendidikan Geografi FKIP Universitas Siliwangi Tasikmalaya)

11. Kajian Kemampuan Lahan untuk Pengelolaan Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo	483
<i>Oleh: Sri Maryati, Sunarty Eraku, Muhamad Kasim (Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo; Gorontalo)</i>	
12. Implikasi Kebutuhan Ruang Fasilitas Pelayanan Menyongsong Bonus Demografi di Kecamatan Purbalingga	492
<i>Oleh: Sakinah Fathrunnadi Shalihati dan Anang Widhi Nirwansyah (Prodi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Muhammadiyah Purwokerto)</i>	
13. Evaluasi Tata Air DAS Palung, Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat	508
<i>Oleh: Irfan Budi Pramono dan Endang Savitri (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, Surakarta)</i>	
14. Daya Dukung DAS Brantas Berdasarkan Evaluasi Kriteria Tata Air	522
<i>Oleh: Rahardyan Nugroho Adi dan Endang Savitri (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Surakarta)</i>	
15. Tinjauan Kinerja DAS Aspek Tata Air di sub DAS Lowokawuk, Kabupaten Kebumen	533
<i>Oleh: Rahardyan Nugroho Adi dan Pamungkas Buana Putra (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Surakarta)</i>	

KOMISI E

PENGELOLAAN SUMBERDAYA FISIK WILAYAH (#2)

1. Pengelolaan Ekosistem Lahan Gambut dengan Mempertahankan Biodiversitas Vegetasi di Hilir DAS Kampar Riau Sumatera	539
<i>Oleh: Wirdati Irma^{1,2}, Totok Gunawan³, dan Suratman³ (¹Program Doktor pada Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana UGM; ²FMIPA Universitas Muhammadiyah Riau; ³Fakultas Geografi UGM)</i>	
2. Simpanan Karbon dalam Biomassa Pohon di Hutan Kota Kebun Binatang Bandung	550
<i>Oleh: Yonky Indrajaya dan Soleh Mulyana (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Ciamis)</i>	
3. Produktifitas Serasah Sengon (<i>Paraserianthes Falcataria</i>) dan Sumbangannya Bagi Unsur Kimia Makro Tanah	561
<i>Oleh: Aris Sudomo dan Ary Widiyanto (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Ciamis)</i>	
4. Kontribusi Sektor Kehutanan Terhadap Ekonomi Kabupaten Purworejo Tahun 2008 - 2012	570
<i>Oleh: Ary Widiyanto dan Aris Sudomo (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry, Ciamis)</i>	
5. Identifikasi Potensi Sumber Daya Alam Pertanian dan Kehutanan di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah	581
<i>Oleh: Bambang Riadi (Badan Informasi Geospasial; Cibirong)</i>	
6. Sebaran dan Potensi Wisata Air Terjun di Kabupaten Tasikmalaya	592
<i>Oleh: Erni Mulyanie (Jurusan Pendidikan Geografi FKIP Universitas Siliwangi Tasikmalaya)</i>	
7. Kajian Potensi Airtanah untuk Kebutuhan Domestik Air Masyarakat di Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta	606
<i>Oleh: Sekar Langit Adesha Paramita dan Yuli Priyana (Fakultas Geografi UMS)</i>	
8. Analisis Kesesuaian Lahan Pesisir di Kabupaten Brebes untuk Pengembangan Budidaya Tambak Udang	613
<i>Oleh: Suwarsito dan Anang Widhi Nirwansyah (Prodi Pendidikan Geografi, FKIP Universitas Muhammadiyah Purwokerto)</i>	

9. Pengelolaan Lahan Gambut dengan Pendekatan Kesatuan Hidrologi Ggambut (KHG) 625
Oleh: Turmudi (Pusat Penelitian Promosi dan Kerjasama, Badan Informasi Geospasial)
10. Kuantitas dan Kualitas Air dari Sub Daerah Aliran Sungai Berhutan Pinus yang Berbeda Luasnya..... 636
Oleh : Tyas Mutiara Basuki (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, Surakarta)
11. Kajian Kualitas Air Tanah pada Hutan Alam dan Hutan Rakyat di Daerah Tangkapan Air Waduk Rawapening, Kabupaten Semarang 644
Oleh: Ugro Hari Murtiono dan Agus Wuryanta (Peneliti Madya pada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS (BPPTPDAS) Surakarta)
12. Kapan Terbentuknya Danau Laut Misool Raja Ampat? 655
Oleh: Gandi Y.S. Purba^{1,2}, Eko Haryono¹, Sunarto¹ (¹Program Doktor Geografi Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta; ²Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Negeri Papua, Manokwari)
13. Analisis Potensi Wilayah Kabupaten Kulon Progo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dari Ekstraksi Peta Geologi 663
Oleh: Yatin Suwarno (Badan Informasi Geospasial (BIG) Cibinong – Jawa Barat)
14. Kualitas Air Tanah untuk Irigasi di DTA Rawa Pening 671
Oleh : Alvian Febry Anggana² dan Ugro Hari Murtiono² (¹Peneliti Pertama pada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Kemen LHK; ²Peneliti Madya pada Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kemen LHK)
15. Pengembangan Masyarakat Karst untuk Pengelolaan Sumber Daya Air Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri 680
Oleh: Agus Mardiko S. dan Iin Sulistiyowati (Keluarga Mahasiswa Pecinta Alam (KMPA) Giri Bahama, Fakultas Geografi UMS)
16. Evaluasi ODTW Pantai Kolbano untuk Peningkatan Ekonomi Lokal Masyarakat di Desa Kolbano, Kecamatan Kolbano, Kabupaten Timor Tengah Selatan 685
Oleh: Edwin Maulana^{1,3}, Wiwin Ambarwulan², Theresia Retno Wulan², Guridno Bintar Saputra², Nicky Setiawan^{1,2}, Fajrun Wahidil Muharram^{1,6}, Wico Nandianta Mulia¹, Bernike Hendrastuti¹, Farid Ibrahim^{1,4}, Mega Dharma Putra^{1,5}, Dwi Sri Wahyuningsih^{1,5}, Gianova Anfika Putri^{1,7} (¹Parangtritis Geomaritime Science Park, DIY; ²Badan Informasi Geospasial, Bogor; ³Program Studi Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, UGM; ⁴Program Studi Geografi, Fakultas Geografi, UMS; ⁵Program Studi Geografi dan Ilmu Lingkungan, UGM; ⁶Program Studi Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, UGM; ⁷Program Studi Pemanfaatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Undip)

KOMISI F

PENGELOLAAN SUMBERDAYA MANUSIA

1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Lokasi Ritel Modern di Kota Kendari 695
Oleh: Fitriani¹, Jul Hasan², Muhamad Azharuddin² (¹Dosen Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan UHO; ²Mahasiswa Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan UHO)
2. Membangun Kemitraan Pemerintah dan Masyarakat: Remediasi Danau Rawapening untuk Menjamin Kelestariannya..... 705
Oleh: Nana Haryanti (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS)

KAPAN TERBENTUKNYA DANAU LAUT MISOOL RAJA AMPAT?

Gandi Y.S. Purba^{1,2}, Eko Haryono¹, Sunarto¹

¹Program Doktor Geografi Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta

²Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Negeri Papua, Manokwari.

E-mail: gandi.yantri@ugm.ac.id

ABSTRAK

Danau laut adalah ekosistem unik yang permukaannya terisolasi dari laut (*landlock*). Walaupun dipermukaan terlihat tidak ada hubungannya dengan laut, namun danau ini terhubung melalui gua, terowongan, lubang, rekahan, atau sistem perairan dasar danau. Terdapat lebih dari 200 danau laut yang terkonsentrasi besar di empat lokasi di seluruh dunia. Lokasi-lokasi ini memiliki karakteristik karst *semi-submerged* terhadap laut, yakni Bahamas, Palau, Vietnam dan Indonesia (Papua Barat, Kalimantan Timur). Di Raja Ampat Papua Barat baru diketahui sekitar 55 danau laut. Lima belas terdapat di Wayag dan Gam, dan 40 lainnya di Pulau Misool. Penelitian ini ingin mengetahui kapan Danau Laut di Misool terbentuk. Metode yang dilakukan adalah dengan mengetahui kedalaman maksimal setiap danau yang diukur melalui tampilan batimetrinya. Ada 7 buah danau yang diukur, yakni Lenamkana, Balbullol, Lenkafal, Keramat, Keramat 2, Keramat 3, dan Kawarapop. Di sebelah laut dari danau ini, diukur sebanyak 24 profil teras marin untuk mengetahui akumulasi panjang teras terbentuk. Hasil yang didapatkan teras terpanjang adalah -3m (450 m) dan -30 m (200 m). Formasi danau erat hubungannya dengan kenaikan muka laut. Danau di Misool terbentuk pada Holosen dan berumur lebih muda daripada di Palau. Danau laut di Misool yang paling dalam, yakni Danau Balbullol berumur paling tidak dimulai tenggelam 9250 BP. Selanjutnya setelah 9250 BP muka air terus naik mengisi bagian-bagian yang cekung lainnya. Danau laut yang terakhir terbentuk adalah Danau Karawapop, karena danau ini yang paling dangkal.

Kata Kunci : Danau laut, Misool, Raja Ampat, muk air laut

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Danau laut adalah badan air yang keseluruhan dikelilingi oleh daratan dan sangat bervariasi pada bentuk, ukuran dan jarak dari laut. Istilahnya adalah anchialine lake. Dalam bahasa Yunani berasal dari kata anchí, “dekat” dan alos dari háls, “laut, asin”. Anchíalos artinya dekat laut (<http://www.merriam-webster.com/dictionary/>). Holthuis (1973, dalam Tomascik dan Mah, 1994) mengartikan anchialine adalah genangan tanpa koneksi permukaan dengan laut, terdiri dari air asin atau payau dan berfluktuasi karena pasut.

Ekosistem danau laut yang dikelilingi oleh tebing dan bukit karst adalah bukti akan perkembangan umur bumi. Ada beberapa teori yang dikemukakan mengenai awal terbentuknya bentuk lahan laut ini. Teori yang mengaitkan dengan kondisi iklim purba (*paleoklimat*) saat kenaikan muka laut global kemudian mengisi bagian-bagian yang cekung dan teori yang terbentuk karena aktivitas tektonik, misalnya kenaikan atol (Kalimantan). Di Palau antara kenaikan muka laut dan tektonik keduanya saling mempengaruhi satu dengan yang lain. Banyak bukti terjadinya *uplift* dan *subsidence* karena tektonik yang kemudian bagian rendah terisi air. Danau laut di Karst Menara Teluk Ha Long Vietnam tidak lepas dari teori kenaikan muka laut. Namun sebelum terjadi kenaikan muka laut, proses di karst telah membentuk menara-lembah sebagai bagian yang menjulang dan terendam air ketika muka laut naik.

Tampilan bentang lahan marin di Raja Ampat sangatlah unik dengan hamparan pulau karst, atol dan *doline*. Seperti juga Ha Long Bay yang air lautnya mengisi bentang lahan marin yang telah ada, kemungkinan bagian-bagian yang cekung (*doline*) Raja Ampat terisi air ketika muka air naik. Apakah pembentukan danau di Raja Ampat adalah tunggal kenaikan muka laut global, atau faktor aktivitas tektonik, mengingat wilayah Papua memiliki aktivitas tektonik tinggi. Dari artikel Tjia (1992; 2013) mengemukakan tinggi muka air maksimum yang dapat dicapai saat iklim Holosen tidak melebihi 5 m. Hingga apabila ditemui bukti-bukti kenaikan lebih dari 5 m, kemungkinan besar peran tektonik memperbesar aksi dari perubahan iklim global tersebut. Roman tebing merekam aksi-aksi ini dalam bentuk teras bertingkat, gerongan pantai (*notch*), dan posisi krustasea yang dapat dijadikan patokan muka air saat itu. Bukti-bukti ini membantu mengemukakan teori tentang asal mula terbentuknya danau laut di Raja Ampat.

Penyebab terbentuknya danau laut utamanya dikarenakan oleh kenaikan muka air laut, aktivitas tektonik, atau keduanya bersinergi. Tentunya morfologi bentanglahan yang memungkinkan tertampungnya air dalam bentuk cekungan, tinggi-rendah, bukit-lembah menjadi faktor penting yang lain dari pembentukan ini. Aktivitas tektonik yang menyebabkan perubahan muka laut berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lain.

Dalam bukunya Colin (2009) menulis pembentukan danau laut di Palau tidak lepas dari geologi di tempat itu dan perubahan iklim zaman dahulu (*paleoclimate*). Rock island seringkali negara ini disebut, merupakan hasil pengangkatan fosil karang pada Miocene 25 juta tahun yang lalu setinggi +207 m. Karena berupa fosil, tentunya pulau ini telah terbentuk sebelumnya di bawah. Pada zaman Glasial 20.000 tahun yang lalu, posisi muka laut sekitar -120 m di bawah muka laut sekarang. Paleo Palau masih berupa pulau tunggal luas yang luasnya tiga kali dari Palau sekarang. Laguna masih kering dan terumbu sekarang masih di atas muka laut. Batas pulau dan laut adalah jurang yang sangat curam. Karenanya hanya sedikit yang memiliki kedalaman yang dangkal karena batas daratan langsung curam ke laut yang dalam. Demikian juga topografi di daratan.

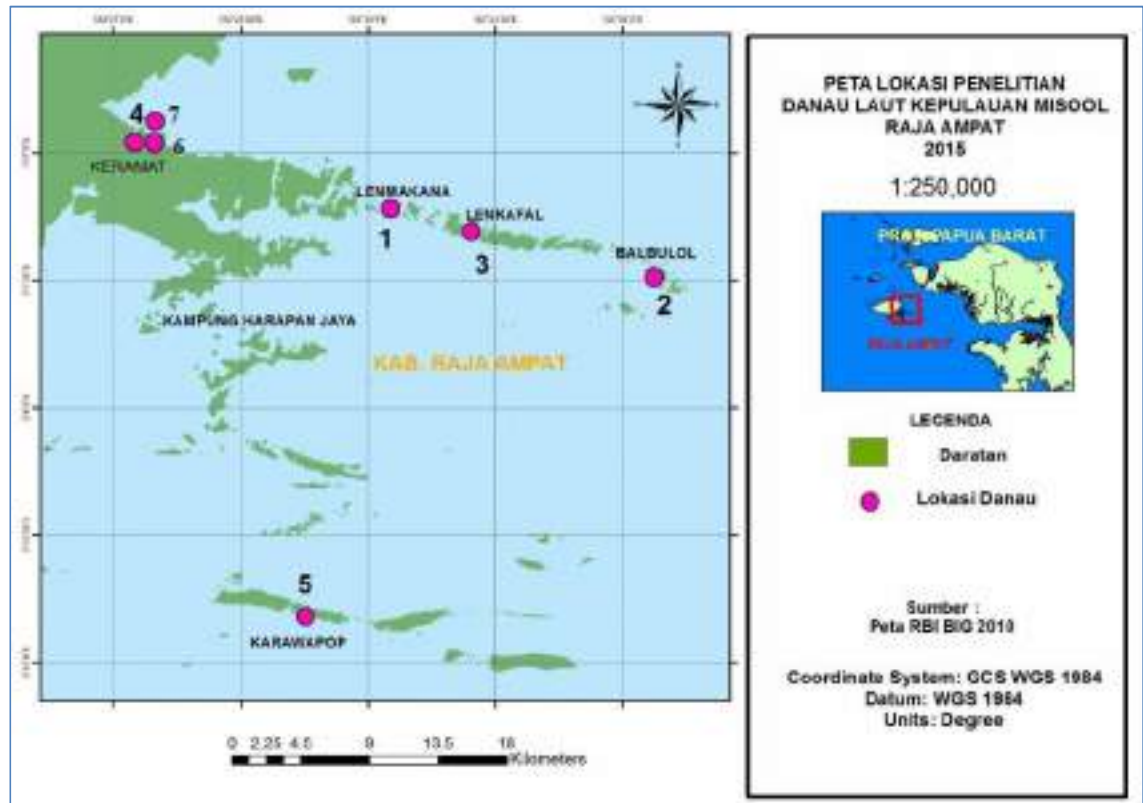
Setelah 20.000 tahun yang lalu muka air meningkat seiring dengan mencairnya es. Selama ribuan tahun air naik menutupi jurang, membasahi daratan, membentuk laguna, dan kedalaman yang dangkal di sebelah dalam terumbu penghalang. Bagian paling dalam dari lagoon mulai terisi air laut. Secara berlahan-lahan danau laut mulai terbentuk kira-kira 12.000 tahun yang lalu (yang sekarang kedalamannya 60 m). Ketika muka laut mendekati posisi sekarang (4000–5000 tahun yang lalu), danau yang paling dangkal terbentuk. Memungkinkan untuk mendapatkan kasat ide dari kedalaman maksimal, dimana yang lebih dalam terisi lebih dahulu hingga menjadi lebih tua.

Areal karst di Ha Long Bay Vietnam merupakan areal karst paling luas yang berkembang paling baik. Karst Ha Long Bay karst terbentuk pada periode Tertiary (di atas 35 milyar tahun) ketika subsidens lempeng masif Pasifik yang menyebabkan terangkatnya jutaan tahun deposisi samudra dan terbuka oleh iklim tropis. Iklim monsun menyebabkan hujan yang melimpah ketika musim panas (Mei sampai Oktober) dengan kemungkinan taifun (Juni sampai September). Sedangkan musim dingin dan kering dari November sampai April. Suhu tahunan di Ha Long Bay adalah 25°C. Dengan kondisi ini, proses karst telah membentuk sejumlah batugamping menjadi basin danau laut yang terendam dengan naiknya muka air setelah Last Glasial Maksimum (18.000 BP). Terdapat 3000 buah pulau yang terdiri atas menara besar dan kecil, tinggi dan pendek. Dua pulau besar, Cat Ba dan Dao Cai Bau terdiri dari 40 danau laut. Pulau berkapur tertinggi setinggi 400 m dan kedalaman terdalam antara dua tower dapat mencapai 25 m (Cerano et al., 2006).

Kuenen (1933, dalam Tomascik et al., 1997) berteori kalau Pulau Kakaban terbentuk secara berlahan-lahan pada waktu subsidens paparan. Tenggelamnya platform secara berlahan-lahan seharusnya melengkung sebelah atas di beberapa titik, sebagai konsekuensinya adalah menaikan atol 60 m di atas muka laut (Bammelen, 1949). Pada saat pengangkatan, sebelumnya yang berbentuk laguna kehilangan keseluruhan koneksi permukaan dengan laut, membuatnya anchialine. Naiknya bumbungan karang di pulau ini tidak memiliki teras di sebelah sisi laut. Kuenen (1947, dalam Tomascik dan Mah, 1994) berpendapat kalau pengangkatan terjadi cepat dan stabil, walaupun rumit dengan fluktuasi muka laut selama Pleistosen. Dengan demikian sejarah geologi danau ini berbeda dengan di Palau yang berasal dari karst. Danau laut di Kakaban adalah laguna dari atol paparan benua.

Belum ada yang secara terperinci mengkaji terbentuknya danau laut di Raja Ampat. Kenaikan muka air laut masih dijadikan teori umum untuk menjelaskan bagaimana cekungan-cekungan di Raja Ampat ini terendam. Mengetahui umur secara geologi melalui isotope bukanlah suatu pekerjaan yang murah. Melalui penelitian ini, secara deskriptif dapat diketahui umur perkembangan muka laut yang dikaitkan dengan umur terbentuknya danau laut.

METODE



Gambar 1. Lokasi danau laut di Misool

Batimetri

Kedalaman danau didapatkan dengan cara pemeruman. Alat ini akan merekam pantulan pulsa yang merupakan data kedalaman. Untuk mengukur kedalaman dan mengetahui kedalaman terdalam cara yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data sebanyak-banyaknya dari titik-titik pemeruman. Penetapan lajur sebenarnya juga dilakukan, yakni membelah danau menjadi dua bagian dan mengelilingi danau. Hingga setiap luasan danau akan mendapat empat lajur. Akan tetapi tidak semua danau dapat diterapkan cara ini, karena air di danau laut sangat dipengaruhi oleh arus pasang surut dan angin. Jika sampai di danau tepat waktu pasang atau surut, perahu karet sangat mudah terbawa arus ataupun berubah arah dikarenakan angin. Perahu karet non mesin yang harus dikayuh ini adalah satu-satunya sarana apung yang memungkinkan dibawa dari laut masuk ke danau.

Teras Marin

Profil kedalaman yang kemudian disebut teras laut didapatkan dari pengukuran antara dua bukit/daratan terdekat sebelah laut, disekitar danau laut.

Data kedalaman profil laut untuk memperoleh teras laut dikoreksi dengan tinggi pasang surut dengan menggunakan hasil rekaman logger muka laut yang dipasang di bawah dan atas air yang di atur merekam per-15 menit. Rekaman logger yang dipakai untuk mengoreksi disamakan dengan waktu perekamam. Sedangkan MSL dihitung dari tiga hari berturut-turut, yakni sehari sebelum pengukuran, waktu pengukuran, dan sesudah pengukuran.

$$H_{plot} = H_{ukur} \pm H_{pas} \dots \dots \dots (1)$$

H_{plot} = Kedalaman terkoreksi, yaitu kedalaman dari MSL

H_{ukur} = Kedalaman terukur selama sounding

H_{pas} = Tinggi muka air dari MSL saat sounding

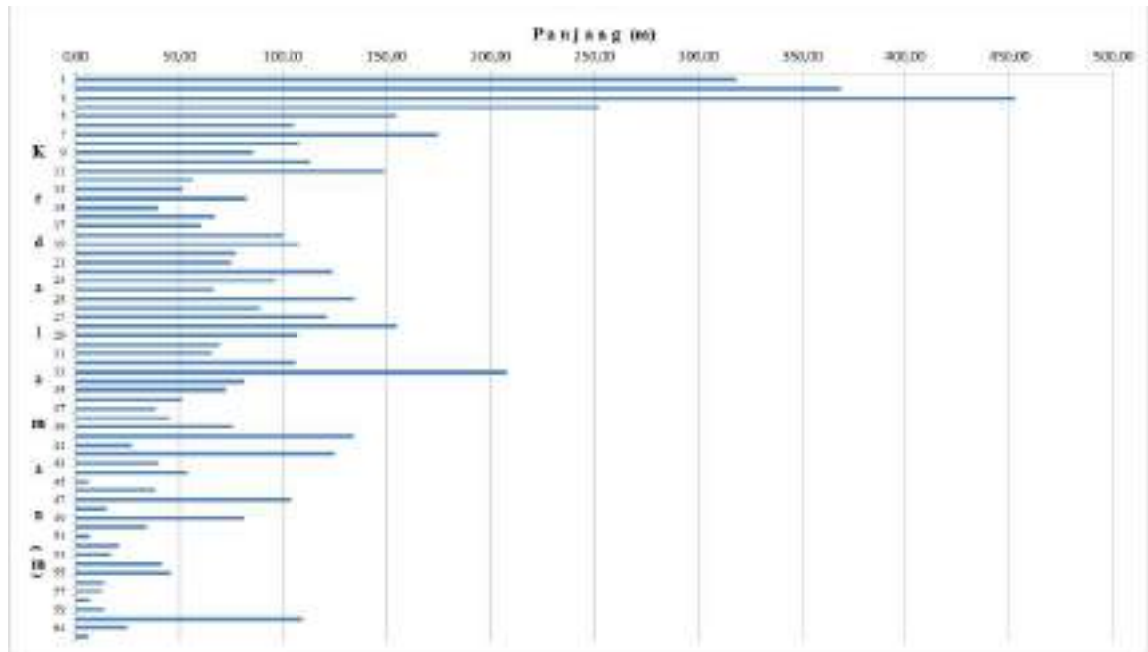
Jarak antara dua titik berurutan didapatkan dengan menggunakan aplikasi rumus pythagoras setelah menyalin posisi geografis terukur menjadi jarak (m). Setelah itu semua jarak dari berbagai lokasi di kelompokkan per kedalaman. Kedalaman 0 m berarti meliputi semua kedalaman dari 0-0,99m, kedalaman 1m meliputi 1-1,99 m, demikian seterusnya. Setelah pengelompokan ini, jumlah jarak pada masing-masing perkedalaman (X) diplotkan pada grafik Kartesius terhadap kedalaman (Y). Tampilan dari grafik ini sebagai dasar untuk melihat di kedalaman mana panjang teras secara signifikan hadir. Selanjutnya teras ini dibandingkan dengan posisi yang sama di tempat-tempat.

HASIL

Tabel 1. Kedalaman maksimum danau laut di Misool Raja Ampat

No	Nama Danau	Kedalaman Maksimum
1	Lenmakana	18,30
2	Balbullou	38,00
3	Lenkafal	24,00
4	Keramat	7,30
5	Karawapop	4,5
6	Keramat-2	7,7
7	Keramat-3	8,9

Kedalaman terdalam danau laut di Misool sedalam 38 m (Balbullou) dan terdangkal adalah Kawarapop (Tabel 1). Dari akumulasi panjang teras marin, -3 m adalah teras yang paling panjang (450 m) dan -33 m (>200 m).



Gambar 2. Akumulasi panjang teras marin (X) perkedalaman (Y) di sekitar danau laut di Misool Raja Ampat.

PEMBAHASAN

Terbentuknya danau laut tentu tidak lepas dari periode iklim panas setelah Glasial Maksimal terakhir (LGM), yakni Holosen. Ketika LGM paparan Sahul terekspos $9,3 \times 10^5 \text{ km}^2$ dan Pulau Papua masih terhubung dengan Australia Utara (Hantoro and Handayani, 1993 dalam Tomascik dkk (1997). Saat 12000 BP dimana iklim panas pada periode interglasial ini, Papua-Australia dipisahkan oleh Laut Arafura yang kedalamannya hanya 15 m.

Dari Gambar 2, akumulasi teras terpanjang ada pada kedalaman -3 dan -33 m. Eksistensi tinggi muka air laut saat itu dapat diketahui dari teras ini. Hasil umur radiometrik muka air Indikator Semenanjung Malaysia yang dirangkum oleh Tjia dan Mastura (2013), tinggi muka air kedalaman -33 m terjadi pada 9265 BP (-33,41 di Selat Malaka). Kemudian oleh Voris (2000) diketahui muka air Asia Tenggara di -30 m di sepanjang periode 17000 tahun yang lalu, terjadi sekitar 9600 BP, hampir pada pertengahan waktu dari periode tersebut (54%). Tidak terlalu jauh dari waktu di atas, Horton et al. (2005) juga menulis posisi minimum muka laut saat Holosen di Semenanjung Malaysia dan Thailand terjadi pada 9700-9250 BP yakni, $-22,15 \pm 0,55 \text{ m}$. Muka air ini masih berada di atas muka air di Misool. Kapan posisi muka air laut -30 m terjadi di Australia Utara? Dari umur U-series, pertumbuhan karang di kedalaman 20-30 m di Selatan Teluk Carpentaria, Australia Utara sekitar 10500-9500 cal yr BP (Lewis et al., 2013).

Transgresi Holosen di Laut Jawa mulai terjadi pada 11000 BP, yakni ketika Laut Jawa bagian timur dan Selat Sunda tergenang (Park et al. 1992 dalam

Tomascik, 1997). Kenaikan muka laut terus berlangsung, bahkan melebihi muka air laut sekarang. Data dari Tjia dan Mastura (2013), kedalaman -3 m terjadi kira-kira pada 6985 BP (-3,435m) dari sampel Negeri Sembilan-Malacca. Dari berbagai literature yang digrafikkan oleh Sathiamurthy dan Voris (2006), posisi -3 m di Paparan Sunda terjadi pada 6800. Dari data material mangrove sungai Alligator sebelah Selatan North Territory Australia, posisi ini terjadi pada 6500 BP (Lewis et, al., 2013).

Hal ini sinkron dengan kedalaman danau-danau di Misool. Colin (2009) menyatakan formasi danau erat hubungannya dengan kenaikan muka laut. Danau yang lebih dalam adalah danau yang lebih dulu tergenang air. Artinya danau di Misool berumur lebih muda daripada di Palau, dimana danau terdalam ditemukan 60 m, yakni Lake Tketau. Danau ini mulai terbentuk kira-kira 12000 yang lalu, sedangkan yang lebih dangkal kira-kira 4000-5000 yang lalu. Jadi danau di Misool dengan kedalaman 38 m menurut umur geologi umurnya masih muda dari pada di Palau. Danau laut di Misool yang paling dalam, yakni Danau Balbulol berumur paling tidak dimulai tenggelam 9250 BP. Selanjutnya setelah 9250 BP muka air terus naik mengisi bagian-bagian yang cekung lainnya. Danau laut yang terakhir terbentuk adalah Danau Karawapop, karena danau ini yang paling dangkal.

Di Semenanjung Malaysia sekitar 4400 BP, muka air lebih tinggi 5 m dari muka air sekarang, kemudian turun berlahan-lahan. Kondisi *highstand* ini juga terjadi pada interglasial 125.000 BP (Tjia dan Mastura, 2013). Tanda-tanda posisi air di atar muka air terlihat di Misool. Indikator posisi muka air terlihat di dinding laut, bahkan melebihi tinggi *highstand* dari referensi lingkungan di sekitar Papua. Posisi tertinggi muka laut pada Quaternary tidak lebih dari 6m. Jika lebih dari itu, Haile (1975) dalam (Tjia dan Mastura, 2013) memberikan alasan jika ditemukan bukti-bukti melebihi tinggi tersebut, berarti ada pengangkatan tektonik. Dari bukti-bukti yang dikumpulkan disepanjang dinding laut wilayah Misool terdapat indikator *highstand* terjadi saat interglasial. Namun demikian bukti-bukti tersebut melebihi dari 6 m. Sangatlah wajar karena di Papua erat kaitannya dengan aktivitas tektonik.

KESIMPULAN

Danau laut di dunia terbentuk erat kaitannya dengan masa interglasial periode Holosen. Di Misool, danau ini terbentuk belakangan daripada danau laut di Palau. Jika danau di Palau mulai di awal interglasial, di Misool mulai 9250 BP. Dengan terus naiknya muka air laut bagian-bagian cekung terus terisi, sampai terakhir adalah danau terdangkal mulai pada 6500 BP.

PENGHARGAAN (*acknowledgement*)

Penelitian ini tidak mungkin terlaksana tanpa bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terimakasih kepada The Nature Conservancy (TNC),

Pemerintah Daerah Raja Ampat, Balai Layanan Umum Daerah (BLUD), dan Wageningen University Netherland. Kepada mahasiswa Universitas Papua yang juga bersama-sama terlibat dalam penelitian ini: Ilham Azhar, Muh Ridho, and Adi Mukti. Pemandu lapangan Ali Oherenan, motorist, dan staf dari kantor BLUD Misool. Penelitian ini juga didukung oleh KEMENRISTEK-DIKTI melalui skim penelitian Penerapan Produk Terapan (PPT) 2016.

REFERENSI

- Bemmelen, R.W. Van., 1949, *The Geology of Indonesia : General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, Vol 1A, The Hague : Government Printing Office.
- Cerrano, C., Azzini, F., Bavestrello, G., Calcinai, B., Pansini, M., Sarti, M., dan Thung, D., 2006, "Marine lakes of karst islands in Ha Long Bay (Vietnam), Chemistry and Ecology", Vol. 22, No. 6, hal. 489–500.
- Colin, P.L., 2009, *Marine Environments of Palau*, Sand Diego : Indo-Pacific Press.
- Horton, B. O., Gibbard, P.L., Milne, G.M., Morley, R.J., Purintavaragul, C., Stargardt, J.M., 2005, "Holocene Sea Level and Paleoenvironments, Malay-Thai Peninsula, Southeast Asia", *The Holocene* 15,8 (2005), hal. 1199-1213.
- Lewis, Stephen E, Sloss, Craig R, Muray-Wallace, Colin V, Woodroffe, Colin D, Smithers Scoot G. 2013. Post-glacial sea-level changes around the Australian margin: a review. *Quaternary Science Reviews* 74: 115-138.
- Sathiamurthy, E., Voris H.K., 2006, *Map of Holocene Sea Level Transgression and Submerged Lake on the Sunda Shelf*. The Natural History Journal of Chulalongkorn University. Supplement 2 : 1-43.
- Tjia, H.D., 1992, "Holocene Sea-level Changes in the Malay-Thai Peninsula, a Tectonically Stable Environment", *Geol. Soc. Malaysia, Bulletin* 31, July 1992, hal. 157-176.
- Tjia, H. D dan Mastura, S., 2013, *Sea Level Change in Peninsular Malaysia : Geological Record*. Kuala Lumpur : Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Tomascik, T., Mah, A.J., Nontji, A., Moosa, M.K., 1997, *Attols and Raised Islands*, dalam *The Ecology of Indonesia Seas Part 1*, Singapore : Periplus Editions (HK) Ltd, hal. 770.
- Voris, H. K, 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27 : 1153-1167