Prosiding

SEMINAR NASIONAL KE-1
**PENGELOLAAN PESISIR DAN
DAERAH ALIRAN SUNGAI**

Editor :

Muh Aris Marfai
Dyah R. Hizbaron
Estuning Tyas Wulan Mei
Ahmad Cahyadi
Faizal Rachman
Fiyya K. Shafarani

Diselenggarakan oleh : Didukung oleh :

BPFG | Badan Penerbit
Fakultas Geografi UGM

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PENGELOLAAN PESISIR &
DAERAH ALIRAN SUNGAI KE-1**

9 April 2015

University Club (UC) Hotel & Convention, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Editor:

Muh Aris Marfai
Dyah R. Hizbaron
Estuning Tyas Wulan Mei
Ahmad Cahyadi
Faizal Rachman
Fiyya K. Shafarani

**Badan Penerbit Fakultas Geografi
Universitas Gadjah Mada**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENGELOLAAN PESISIR & DAERAH ALIRAN SUNGAI KE-1

ISBN: 978-979-8786-55-6

© 2015 Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, secara elektronis maupun mekanis tanpa izin tertulis dari editor. Permohonan perbanyakan dan pencetakan ulang dapat menghubungi Dyah R. Hizbaron, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta 55281 atau melalui email ke semnas-mppdas@geo.ugm.ac.id

Hak kekayaan intelektual tiap makalah dalam prosiding ini merupakan milik para penulis yang tercantum pada tiap makalahnya.

Dipublikasikan oleh:

Badan Penerbit Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada
Sekip Utara, Jalan Kaliurang, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Telp: +62 274 649 2340, +62 274 589 595

Email: geografi@geo.ugm.ac.id

Website: www.geo.ugm.ac.id

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai ke-1 dilaksanakan di University Club (UC) Hotel and Convention, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tanggal 9 April 2015. Seminar ini diselenggarakan oleh Program Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS) yang merupakan minat dari Program Studi S2 Geografi Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Salah satu tujuan utama seminar ini adalah untuk mendiskusikan perkembangan dan tren penelitian pengelolaan di wilayah pesisir dan daerah aliran sungai. Sebanyak 60 makalah yang terbagi dalam 7 tema ditampilkan dalam prosiding ini. Tema-tema tersebut antara lain:

- Pengelolaan pesisir
- Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS)
- Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh untuk laut, pesisir, dan daerah aliran sungai
- Pendidikan geografi
- Manajemen bencana di kawasan pesisir
- Manajemen bencana di kawasan daerah aliran sungai
- Aspek sosial, politik, ekonomi, budaya, kependudukan, dan kebijakan dalam pengelolaan pesisir dan daerah aliran sungai

Hasil dari seminar ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai kepaduan pengelolaan pesisir dan DAS yang meliputi aspek fisik, lingkungan, regulasi, tata ruang, pemanfaatan ruang dan sumber daya. Semoga prosiding ini dapat bermanfaat untuk acuan peneliti maupun praktisi pada bidang yang terkait.

Terima Kasih

Ketua Panitia Kegiatan

Prof. Dr. rer.nat. Muh Aris Marfai, M.Sc.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv

PEMBICARA UTAMA

Pengelolaan Perbatasan Laut RI dengan Negara Tetangga Menuju Kedaulatan Maritim NKRI - Kolonel Laut (KH) Drs. Haris Djoko N. M.Si	1
Teknologi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Kajian Laut dan Pesisir - Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS.	7
Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Problematikanya di Indonesia - Prof. Dr. Sudarmadji, M. Eng. Sc.	32

TEMA 1: PENGELOLAAN PESISIR

Pengelolaan Pesisir Teluk Berdasarkan Indikator Alamiah Morfologi Teluk dan Kehadiran Gumuk Pasir Kepesisiran di Teluk Pacitan, Baron, dan Cilacap - Sunarto	45
Pemodelan Spasial Banjir Rob Berdasarkan Skenario Kenaikan Muka Air Laut Akibat Perubahan Iklim Global dan Analisis Dampaknya terhadap Penggunaan Lahan di Kawasan Pesisir (Studi Kasus: Kecamatan Penjaringan, Jakarta Utara) - Ig.L.Setyawan Purnama, dkk.	58
Pengelolaan Dampak Proses Deflasi terhadap Kegiatan Pariwisata di Pantai Parangtritis- Parangkusumo - M. Ngainul Malawani, dkk.....	66
Karakteristik Perairan di Estuari Perancak Jembrana Bali - Adi Wijaya	75
Identifikasi dan Inventarisasi Potensi Lahan Tambak di Wilayah Pesisir Kabupaten Lumajang - Agus Purnomo, dkk	83
Laguna untuk Pengelolaan Lingkungan Pesisir Pasca Penambangan Pasir Besi - Azhar Firdaus, dkk	91
Aplikasi Teknologi Isotop Alam untuk Menentukan Asal Usul Airtanah Pesisir - Erik Febriarta, dkk	100
Pengembangan Paradigma Pengelolaan Pesisir Berdasarkan Berbagai Sudut Pandang Keilmuan sebagai Rekomendasi Pengelolaan Gumuk Pasir yang Berkelanjutan - Latifatul Khoiriyah, dkk	106
Kemampuan Jenis-Jenis Mangrove dalam Menjerat Sedimen Terlarut di Laguna Segara Anakan Cilacap - Gunardjo Tjakrawarsa, dkk	114
Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Pohon Mangrove <i>Avicennia marina</i> di Desa Nelayan Sumatera Utara - Prayudi Nastia, dkk	123
Pengelolaan Lingkungan Hutan di Pulau-Pulau Kecil Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat (Studi Kasus Masyarakat Adat Kepulauan Aru Dalam Mempertahankan Hutan Alam di Pulau- Pulau Kecil) - Mufti F. Barri, dkk	130
Karakterisasi Hidrogeokimia Airtanah untuk Analisis Genesis Airtanah Di Pulau Koral Sangat Kecil (Studi Kasus di Pulau Koral Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta) - Ahmad Cahyadi, dkk	143

Kajian Pengelolaan Sumberdaya Air untuk Pengembangan Pariwisata (Studi Kasus: Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta) - Roland Sinulingga.....	151
Analisis Perubahan Pola Distribusi Spasial Pencemaran Logam Berat pada Airtanah Sebagai Upaya Pengelolaan Kota Pesisir Jakarta - Cahyadi Setiawan, dkk.....	163
Arahan Spasial Konservasi Mangrove di Wilayah Pesisir Kabupaten Demak - Septiana Fathurrohman, dkk.....	172

TEMA 2: PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

Pengelolaan Sumber Mata Air Wiwet dan Bambang Untuk Suplai Air Bersih Penduduk di Kecamatan Wajak Kabupaten Malang - Nevy Farista Aristin, dkk.....	186
Analisis Debit Andalan Mataair Karst dan Optimalisasi Pemanfaatannya Studi Kasus Mataair Kakap, Giriwoyo, Wonogiri – Nasrudin, dkk.....	197
Pengalaman dan Tantangan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai oleh Sektor Kehutanan - M. Saparis Soedarjanto	205
Kalibrasi dan Validasi Hidrologi Model SWAT di Sub DAS Wakung, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah - Yaskinul Anwar, dkk.....	217
Dampak Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Sub DAS Temon - Gunardjo Tjakrawarsa	224
Kajian Derajat Pasokan Air dan Kuantitas Air Sungai di Daerah Aliran Sungai Tuntang - Ugro Hari Murtiono	230
Pemetaan Kerentanan Intrinsik dengan Metode EPIK Sebagai Dasar Pengelolaan Daerah Tangkapan Air Mataair Karst Kakap, Giriwoyo, Wonogiri - Gogo Prayogo, dkk	235
Optimalisasi Sumberdaya Air DAS Tinalah Berbasis Ketersediaan Air Meteorologis - Fajar Sugiarto, dkk	244
Penatagunaan Lahan Kritis Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Pertanian Pada Sub DAS Lanang di Kecamatan Bumi Aji Kota Batu - Dodik Prasetyo Prabowo, dkk.....	254
Pemilihan Teknik Konservasi Tanah Berdasarkan Kerentanan Lahan di DAS Pemali - Endang Savitri	258
Perencanaan Penggunaan Lahan Berbasis Rendah Emisi Karbon di Daerah Aliran Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan - Munajat Nursaputra, dkk.....	264
Estimasi Volume Sedimentasi Sungai Menggunakan Terrestrial Laser Scanner (Studi Kasus: Sungai Cinambo Bandung Jawa Barat) - Irwan Gumilar, dkk.....	276
Degradasi Lahan dan Perencanaan Kegiatan Konservasi Tanah dan Air Di DAS Mentaya Provinsi Kalimantan Tengah - Agung Rusdiyatomko	285

TEMA 3: TEKNOLOGI SIG DAN PENGINDERAAN JAUH UNTUK PESISIR, LAUT DAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

Kontribusi Citra Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam Mendukung Pengelolaan Laut, Pesisir, dan Daerah Aliran Sungai di Indonesia - Totok Gunawan.....	297
<i>Forward Modelling</i> Manajemen Sumberdaya Air Permukaan DAS Ngrancah - Indra Agus Riyanto, dkk.....	319
Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Koefisien Limpasan Di DAS Bogowonto - Rizkalia Atika, dkk	326

Citra Landsat 8 dan Sistem Informasi Geografi untuk Mengkaji Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Nilai Koefisien Aliran Permukaan (Kasus Sub Daerah Aliran Sungai Opak Daerah Istimewa Yogyakarta) - Novita Ardana Reswari, dkk	337
Pemanfaatan Citra SRTM V3 dengan Teknik Analisis Zona untuk Mengkaji Keterkaitan Curah Hujan dengan Topografi di Wilayah Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta - Hamim Zaky Hadibasyir, dkk.....	345
Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi untuk Estimasi Abundansi Vegetasi pada DAS Perkotaan (Studi di SubDAS Gadjah Wong, DIY) - Dwi Setyo Aji, dkk.....	351
Evaluasi Sumberdaya Lahan Berbasis <i>Invers Modelling</i> sebagai Dasar <i>Land Use Planning</i> Daerah Aliran Sungai Ngrancah Kabupaten Kulonprogo, DI Yogyakarta - Mega Yulisetya Widasmara, dkk.....	358
Pemetaan Habitat Bentik Sebagai Dasar Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (Studi Kasus Pulau Menjangan Besar dan Menjangan Kecil Kepulauan Karimunjawa) - Pramaditya Wicaksono, dkk.....	370
Pemanfaatan Citra Hasil Unduhan <i>Google Earth</i> untuk Monitoring Penutup Lahan Kawasan Gumuk Pasir Parangtritis Menggunakan <i>Object Based Image Analysis</i> - Saddam Hussein, dkk	384
Pemodelan Hubungan Hujan dengan Aliran Permukaan Menggunakan Limburg Soil Erosion Model (LISEM) Studi Kasus di DAS Bladak, Jawa Timur - Alzaena Ulya Rusdimi, dkk	394

TEMA 4: PENDIDIKAN GEOGRAFI

Peningkatan Pengetahuan dan Sikap Terhadap Lingkungan Melalui Video - Hanna Suryana Hasri, dkk.....	402
Peningkatan Keaktifan dan <i>Spatial Intelligence</i> Siswa pada Materi Pemetaan melalui Permainan Balap Jawab Tanggap Jawab (BJTJ) di Kelas XII IPS3 SMAN Gondangrejo Tahun Pelajaran 2013/2014 - Suranti Tri Umiatsih.....	410

TEMA 5: MANAJEMEN BENCANA DI KAWASAN PESISIR

Analisis Dinamika Pantai, Persepsi Penduduk dan Upaya Mitigasi Bencana di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Rembang Bagian Timur - Chatarina Muryani, dkk.....	418
Kajian Evakuasi terhadap Bencana Tsunami Kota Pacitan dengan Sistem Informasi Geografis - Ghefra Rizkan Gaffara.....	427
Pengembangan Gerakan Pengurangan Risiko Bencana (PRB) Komunitas Pesisir dalam Manajemen Bencana Kepesisiran di Kabupaten Banyuwangi - Mohamad Mambaus Su'ud, dkk	439
Strategi Pengelolaan Garis Pantai di Wilayah Kepesisiran Bantul Berbasis Pengurangan Risiko Bencana - M. Chrisna Satriagasa, dkk	451

TEMA 6: MANAJEMEN BENCANA DI KAWASAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

Kebijakan Penataan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana Erupsi Gunungapi Merapi (Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Gendol, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman) - Abdur Rahman.....	459
Review Kebijakan Relokasi Terhadap Kepuasan Bermukim Masyarakat Korban Erupsi Gunungapi Merapi - Abdur Rahman.....	467

Kajian Debit Banjir Akibat Perubahan Penggunaan Lahan dan Penerapan Konsep <i>Zero run-off</i> dan Agroforestri di Sub DAS Belik, Daerah Istimewa Yogyakarta - Azura Ulfa, dkk.....	476
Banjir Sebagai Hasil Proses Dinamika Alam dan Sosial Ekonomi – Paimin, dkk.....	489
Aplikasi Geomorfologi Kuantitatif Spasial dalam Manajemen Bencana Banjir Terpadu di Daerah Aliran Sungai Cimanuk - Nana Sulaksana, dkk.....	495

TEMA 7: ASPEK SOSIAL, POLITIK, EKONOMI, BUDAYA, KEPENDUDUKAN, DAN KEBIJAKAN DALAM PENGELOLAAN PESISIR DAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

Seni, Masyarakat, dan Pesisir - Michael H.B. Raditya.....	502
Dampak Perubahan Lingkungan Terhadap Pendapatan Masyarakat di Kepesisiran Desa Poncosari, Kecamatan Srandakan - Faizal Rachman.....	513
Transportasi Air sebagai Identitas Lokal Kabupaten Indragiri Hilir Propinsi Riau - Ade Permana, dkk	522
Kajian <i>Cultural Ecosystem Services</i> Pesisir Parangtritis - Arry Retnowati, dkk.....	532
Eksplorasi Tekanan dari Perubahan Lingkungan terhadap Mata Pencanharian Nelayan Berdasarkan Penilaian Basis Fisik dan Persepsi Nelayan (Studi Kasus: Nelayan di Kabupaten Indramayu) - Asirin.....	540
Kajian Aspek Sosial Ekonomi dalam Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara - Nasrullah Hidayat, dkk.....	550
Pengembangan Pariwisata Bahari Di Pulau Kecil Berbasis Masyarakat (Studi Kasus Pariwisata Bahari di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta) - Anggoro Putranto	560
Morfologi Permukiman Pesisir pada Daerah Aliran Sungai di Kota Dumai - Muhammad Rijal, dkk.....	570

Seminar Nasional Pengelolaan Pesisir & Daerah Aliran Sungai ke-1
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 9 April 2015

Karakterisasi Hidrogeokimia Airtanah untuk Analisis Genesis Airtanah Di Pulau Koral Sangat Kecil (Studi Kasus di Pulau Koral Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta)

Ahmad Cahyadi¹, Romza Fauzan Agniy², Sembodo Noviandaru²

¹Magister Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai Fakultas Geografi UGM

²Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi UGM

Abstrak

Pulau Koral Pramuka merupakan salah satu pulau dengan ukuran sangat kecil yang terletak pada gugusan Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Meskipun memiliki luas yang sangat sempit (16,54 hektar), disisi lain pulau koral ini memiliki fungsi strategis sebagai Ibukota Kabupaten Kepulauan Seribu. Di sisi yang lain, pulau koral sangat kecil memiliki sumberdaya air yang sangat terbatas dan rawan mengalami intrusi air laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis genesis airtanah di Pulau Koral Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta berdasarkan karakteristik hidrogeokimia airtanah.

Kajian kualitas airtanah dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil 23 sampel airtanah secara sampling sistematis. Pengambilan sampel dilakukan dengan membagi Pulau Koral Pramuka dengan grid ukuran 100 meter x 150 meter. Analisis evolusi hidrogeokimia dilakukan dengan membuat diagram piper segiempat Kloosterman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa airtanah di Pulau Koral Pramuka tipe fasies hidrogeokimia airtanah di Pulau Koral Pramuka telah mengalami evolusi hidrgeokimia dari tipe fasies hidrogeokimia Bikarbonat (Tipe I) menjadi airtanah terpengaruh intrusi air laut (Tipe 6).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar dan negara bahari dengan keanekaragaman hayati laut yang sangat besar. Indonesia dengan luas wilayah mencapai 5,8 juta km² dengan 70% luas wilayah Indonesia berupa lautan, yang terdiri dari 3,1 juta km² merupakan perairan nusantara dan 2,7 juta km² merupakan perairan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) (Dahuri dkk., 1996). Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki 17.508 pulau dan dirangkai oleh garis pantai sepanjang 81.000 km, dikenal sebagai negara *mega-biodiversity*. Kondisi inilah yang menyebabkan Indonesia memiliki potensi sumber daya laut sangat besar. Sumber daya wilayah pesisir dan laut yang dimiliki Indonesia memberikan sumber daya alam produktif baik itu sebagai sumber pangan, energi dan pariwisata (Rahmawaty, 2004).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil menyebutkan bahwa wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil merupakan bagian dari sumber daya alam yang perlu dijaga kelestariannya dan dimanfaatkan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat, baik bagi generasi sekarang maupun bagi generasi yang akan datang. Selain itu, undang-undang ini juga menyebutkan bahwa wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki keragaman potensi sumberdaya alam yang tinggi, dan sangat penting bagi pengembangan sosial, ekonomi, budaya, lingkungan, dan penyangga kedaulatan bangsa. Oleh karena itu, undang-undang ini mengamanatkan untuk mengelola wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil

secara berkelanjutan dan berwawasan global, dengan memperhatikan aspirasi dan partisipasi masyarakat, serta tata nilai bangsa yang berdasarkan norma hukum nasional (Christanto, 2010).

Pengembangan dan pembangunan pulau kecil dan sangat kecil seringkali terkendala ketersediaan sumberdaya air yang sedikit (Sumawijaya dan Suherman, 2005a). Hal ini disebabkan oleh tangkapan curah hujan yang terbatas pada luas pulau yang sempit, serta jumlah simpanan dalam bentuk lensa airtanah (Gambar 1.) yang sedikit pula (Arenas dan Huertas, 1986; Falkland, 1991; 1992; 1993; Delinom dan Lubis, 2005). Selain itu, pulau kecil dan sangat kecil memiliki potensi kerusakan sumberdaya airtanah akibat intrusi air laut (Falkland, 1991; 1992; 1993; Narulita dkk, 2005; Gilli et al, 2012) serta pengaruh dampak perubahan iklim (FAO, 2008; Overmars dan Gottlieb, 2009). Oleh karena itu, maka pengembangan dan pembangunan pulau-pulau kecil dan sangat kecil harus dilakukan dengan memperhatikan aspek permasalahan dan potensi sumberdaya air yang ada pada setiap pulau.

Gambar 1. Lensa Airtanah di Pulau Kecil dan Sangat Kecil (Falkland, 1993)

Permasalahan Penelitian

Pulau Koral Pramuka merupakan salah satu pulau yang terletak di Kabupaten Kepulauan Seribu, Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta. Pulau koral ini terdiri dari rombakan terumbu karang lepas (bioklastik) berumur kuarter (Ongkosongo, 2011). Luas daratan Pulau koral ini adalah 16,54 ha.

Pulau Koral Pramuka ditetapkan sebagai Ibu Kota Kabupaten Kepulauan Seribu sejak Tahun 2003. Hal ini kemudian mendorong dilakukannya pembangunan untuk mendukung fungsinya sebagai ibu kota kabupaten, seperti pembangunan fisik meliputi pembangunan pelabuhan, permukiman, rumah sakit, sekolah, fasilitas pemerintahan serta fasilitas wisata (Afadlal dkk, 2011a). Selain itu, Afadlal dkk. (2011b) menambahkan jumlah penduduk Pulau Koral Pramuka terus bertambah dan diiringi dengan perkembangan sektor jasa dan pariwisata.

Berbagai kondisi yang telah disampaikan sebelumnya, akan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan di Pulau Koral Pramuka khususnya terkait dengan sumberdaya air. Pertumbuhan penduduk dan kegiatan wisata yang terus berkembang akan menyebabkan terjadinya pertambahan kebutuhan air. Hal ini dapat menyebabkan pertambahan jumlah pengambilan airtanah yang kemudian menyebabkan terjadinya intrusi air laut. Selain itu, perubahan penggunaan lahan dari lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun akan menyebabkan jumlah imbuhan airtanah menjadi semakin sedikit.

Tujuan Penelitian

Airtanah merupakan sumberdaya air utama di pulau koral sangat kecil selain hujan. Oleh karena itu, penelitian terkait dengan karakteristik airtanah serta pemahaman terkait dengan proses yang terjadi padanya menjadi sangat penting untuk diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis genesis airtanah di Pulau Koral Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta berdasarkan karakteristik hidrogeokimia airtanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Hem (1970) dan Gilli et al. (2012) menjelaskan bahwa analisis karakteristik hidrogeokimia dapat digunakan untuk menganalisis proses lingkungan yang terjadi terhadap airtanah, menganalisis tipe batuan yang dominan berpengaruh terhadap kualitas air, kondisi wilayah imbuhan airtanah, lama tinggal airtanah dalam akuifer, sumber mineralisasi yang terjadi serta kontaminan alami dan artifisial yang masuk ke dalam sistem akuifer. Hal ini karena airtanah dalam waktu yang cukup lama dapat melarutkan unsur kimia yang terdapat dalam akuifer tempatnya tersimpan, sehingga mengubah komposisi kimianya (Todd, 1980; Fetter, 1988). Berdasarkan hal tersebut, maka perubahan sifat kimia yang ditunjukkan oleh tipe kimia dan proses hidrogeokimia airtanah akan mencerminkan proses yang pernah terjadi serta dapat digunakan untuk mengetahui jenis batuan yang dominan menyusun suatu akuifer (Stuyfzand, 1991; Hiscock, 2005).

Santosa (2010) menyebutkan bahwa evolusi kimia airtanah dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu:

1. Genesis atau proses utama yang mempengaruhi pembentukan akuifer di mana airtanah tersimpan;
2. Lingkungan pengendapan dan pembentukan akuifer penyimpan airtanah terbentuk;
3. Komposisi mineral batuan yang menyusun akuifer penyimpan airtanah;
4. Proses yang terjadi pada airtanah di dalam akuifer; dan
5. Lama tinggal airtanah dalam akuifer.

Analisis hidrogeokimia dalam airtanah dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan suatu diagram atau grafik (Hem, 1970; Todd, 1980 dan Hiscock, 2005). Beberapa tabel dan grafik yang sering digunakan diantaranya adalah diagram batang, diagram lingkaran (pie diagram), diagram stiff, diagram trilinear dan diagram durov. Penggunaan diagram ini dipilih berdasarkan pada tujuan penelitian. Misalnya diagram lingkaran digunakan untuk mengetahui ion yang paling dominan serta keseimbangan anion dan kation, diagram stiff untuk mengetahui tipe kimia airtanah serta diagram trilinear atau yang lebih dikenal dengan diagram piper digunakan untuk mengetahui evolusi kimia yang terjadi pada airtanah.

Analisis hidrogeokimia yang sering dilakukan adalah analisis ion mayor di dalam air (Hem, 1970). Ion mayor di dalam air adalah ion yang menyusun lebih dari 90% total padatan terlarut yang terdapat dalam air (Hiscock, 2005). Hiscock (2005) menjelaskan lebih lanjut bahwa ion mayor yang terdapat dalam air terdiri dari enam, yaitu kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), sodium/natrium (Na^+), klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-), dan sulfat (SO_4^{2-}). Namun demikian, seringkali dalam analisis ion mayor beberapa ion minor dengan kandungan cukup tinggi juga digunakan. Beberapa ion tersebut adalah potasium/kalium (K^+), besi (Fe^{2+}), stronsium (Sr^{2+}), dan flourida (F^-). Kandungan ion-ion yang umum terdapat di dalam airtanah ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Ion-ion yang Umum Terdapat di Dalam Airtanah

KOMPOSISI AIRTANAH			
Ion Mayor (> 5 mg/liter)	Bikarbonat Klorida	Sulfat Natrium	Kalsium Magnesium
Ion Minor (0,001 – 10,0 mg/liter)	Nitrat Karbonat Fluorida	Kalium Stronsium Besi	Fosfat Boron -
Ion Ikutan ($< 0,1$ mg/liter)	Alumunium Arsenik Barium Bromida Kadmium Sesium Kromium Tembaga	Iodida Litium Mangan Nikel Radium Silika Perak Titanium	Selenium Thorium Seng Vanadium Uranium Emas Timah -

KOMPOSISI AIRTANAH

Gas Terlarut (Ikutan sampai 10 mg/liter)	Nitrogen Oksigen	Karbendioksida Metana	Hidrogen sulfida Nitrogen oksida
---	---------------------	--------------------------	-------------------------------------

Sumber: Freeze dan Cherry (1979)

Kondisi hidrologi pulau kecil dan sangat kecil memiliki dinamika kualitas air yang cepat, khususnya pada pulau koral (Delinom, 2007). Hal ini disebabkan material yang membentuk pulau koral berupa material bioklastik dengan permeabilitas yang tinggi, sehingga selain sangat mudah mengalami intrusi air laut (Gilli et al, 2012), kondisi ini menyebabkan airtanah pada pulau koral mudah mengalami pencemaran dari aktifitas manusia yang tinggal di atasnya (Falkland, 1991). Falkland (1991) menambahkan bahwa pencemaran pada akuifer di pulau koral akan semakin parah terjadi apabila pada pulau tersebut tidak terdapat instalasi pengolahan air limbah.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis kualitas airtanah meliputi:

1. Botol Sampel yang pengambilan sampel air untuk analisis laboratorium;
2. Perangkat komputer dengan aplikasi *Microsoft Office* untuk rekap dan analisis data; dan
3. *Software Rockwork 14*, untuk analisis hidrogeokimia

Metode Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini hanya meliputi kandungan ion mayor di dalam airtanah. Data ini diperoleh melalui analisis laboratorium. Pengambilan sampel airtanah dilakukan dengan metode sistematis sampling. Lokasi kajian dibagi menjadi beberapa wilayah dengan kotak-kotak ukuran 100 m x 150 m (Gambar 2.). Pembagian ini dititikberatkan untuk membagi Pulau Koral Pramuka menjadi tiga bagian, yaitu bagian Barat, Tengah dan Timur. Pengambilan sampel dilakukan minimal satu titik pada setiap kotak yang dibuat. Pengambilan yang demikian diharapkan dapat menggambarkan sebaran kualitas air dan kandungan unsur secara spasial, yakni tergambar bagian tepi pulau koral dan bagian tengah pulau koral.

Metode Analisis Data

Hal yang pertama kali dilakukan sebelum melakukan analisis hidrogeokimia unsur mayor adalah melakukan analisis keseimbangan ion (Gilli et al, 2012). Kandungan ion dalam airtanah seharusnya memiliki ion positif dan negatif yang jumlahnya sama (Effendi, 2003). Hal ini kemudian digunakan dasar untuk melakukan evaluasi terhadap hasil analisis laboratorium dengan menggunakan keseimbangan ion (*Charge Balance Error/CBE*) yang didasarkan pada nilai kandungan ion mayor dalam airtanah. Nilai CBE yang disarankan adalah kurang 5% untuk peralatan modern dan kurang dari 10% untuk analisis laboratorium yang dilakukan secara manual (Hiscock, 2005; Younger, 2007). Persamaan untuk perhitungan CBE ditunjukkan oleh persamaan 1.

$$\text{CBE (\%)} = ((\Sigma \text{Kation} - \Sigma \text{Anion}) / (\Sigma \text{Kation} + \Sigma \text{Anion})) \times 100 \dots\dots\dots (1.)$$

Perhitungan CBE harus dilakukan dengan mengubah satuan ion-ion yang awalnya miligram per liter (mg/l) menjadi miliekuivalen per liter (meq/l). Konversi satuan dari mg/l menjadi meq/l dilakukan dengan persamaan 2. dan persamaan 3.

$$\text{meq/l} = \text{miligram ion/ berat ekuivalen} \dots\dots\dots (2.)$$

di mana,

$$\text{berat ekuivalen} = \text{berat molekul / valensi ion} \dots\dots\dots (3.)$$

Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Airtanah di Pulau Koral Pramuka

Analisis Evolusi Hidrogeokimia

Analisis evolusi airtanah dilakukan untuk memastikan bahwa memang terjadi perubahan secara kimia yang disebabkan oleh intrusi air laut. Hal ini karena beberapa wilayah pesisir memiliki airtanah asin yang disebabkan oleh adanya jebakan air laut pada masa lampau. Analisis evolusi kimia airtanah dilakukan dengan menganalisis kandungan ion mayor dalam airtanah dengan menggunakan diagram trilinear (Gambar 7.). Diagram trilinear lebih dikenal dengan Diagram Piper karena diagram ini dikenalkan oleh Piper yang dimuat dalam jurnal dengan judul “*A Graphic Procedure in The Geochemical Interpretation of Water Analysis*” yang diterbitkan oleh *American Geophysical Union* (Hiscock, 2005). Hasil analisis akan menunjukkan suatu posisi tertentu dari kandungan airtanah yang menunjukkan evolusi kimia utama yang terjadi pada airtanah (Younger, 2007; Poehls dan Smith, 2009).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis keseimbangan ion harus dilakukan sebelum dilakukan analisis hidrogeokimia (Hiscock, 2005; Younger, 2007; Aris et al, 2013; Gilli et al, 2012). Hal ini untuk memastikan hasil analisis laboratorium memiliki kualitas yang baik. Secara alami, komposisi ion positif (kation) dan ion negatif (anion) dalam air akan memiliki jumlah yang sama dalam satuan *equivalent* (Effendi, 2003). Hal ini kemudian menjadi dasar untuk

menghitung keseimbangan dari ion-ion hasil analisis laboratorium. Hasil analisis laboratorium dikatakan baik apabila memiliki CBE kurang dari 5% untuk analisis dengan peralatan modern, sedangkan CBE yang diperkenankan untuk analisis laboratorium secara manual adalah kurang dari 10% (Hiscock, 2005).

Analisis laboratorium airtanah yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan secara manual. Hal ini berarti bahwa nilai CBE yang masih ditoleransi adalah kurang dari 10%. Tabel 2. menunjukkan hasil perhitungan CBE yang menunjukkan sejumlah 23 sampel airtanah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai CBE kurang dari 10%.

Tabel 2. Hasil Perhitungan CBE Sampel Airtanah di Pulau Koral Pramuka

No sampel	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	CBE (%)
P1	1,87	2,94	9,00	24,01	39,48	4,85	0,60	-8,59
P2	1,97	2,64	8,00	23,19	36,94	5,18	0,56	-8,77
P3	2,29	3,20	8,50	18,59	22,28	5,70	0,44	6,82
P4	1,66	2,63	8,00	17,02	25,38	3,15	0,52	0,46
P5	1,79	2,89	12,00	24,51	42,02	5,05	0,72	-7,41
P6	1,29	1,31	8,75	18,42	30,46	4,26	0,13	-7,86
P7	2,06	2,86	8,50	12,58	22,56	5,77	0,15	-4,55
P8	2,04	3,08	8,00	8,80	18,33	4,72	0,19	-2,93
P9	1,34	1,32	10,50	17,76	21,15	4,85	0,25	8,16
P10	1,55	3,21	2,75	24,43	20,87	5,64	0,58	8,22
P11	1,89	2,31	8,00	23,19	31,30	3,54	0,19	0,50
P12	1,41	1,12	9,00	29,20	34,40	3,74	0,35	2,82
P13	1,81	1,49	6,50	8,64	17,48	3,93	0,22	-7,98
P14	1,98	2,65	4,50	11,43	18,05	3,61	0,34	-3,35
P15	1,65	2,27	6,00	22,37	24,25	4,00	0,33	6,07
P16	1,51	2,42	6,50	11,02	14,66	4,20	0,17	5,98
P17	1,95	2,33	7,00	11,60	21,43	4,39	0,11	-6,25
P18	1,57	2,48	10,00	10,77	22,00	4,20	0,19	-3,05
P19	1,99	2,22	5,50	12,17	18,89	4,13	0,15	-2,87
P20	1,89	2,69	8,50	15,38	27,64	4,59	0,33	-6,72
P21	1,04	0,93	9,50	25,00	34,40	4,59	0,34	-3,77
P22	1,56	2,22	8,00	15,63	22,00	3,93	0,20	2,37
P23	1,75	2,66	9,50	14,64	22,84	4,06	0,26	2,48

Sumber: Hasil Analisis Data (2013)

Keterangan: Semua nilai ion dalam satuan meq/l

Analisis Evolusi Hidrogeokimia Airtanah

Gambar 3. Hasil Pengeplotan dalam Diagram Piper Segi Empat

Hasil analisis dengan diagram segi empat Kloosterman menunjukkan bahwa dari semua sampel menunjukkan trend yang sama yakni perubahan dari air bikarbonat menjadi air intrusi. Air bikarbonat ini berasal dari airtanah yang mengalami kontak dengan stratum batuan karbonat dari rombakan batu karang lepas (bioklastik) yang karena Pulau Koral Pramuka luasannya sangat kecil serta jumlah penduduk yang selalu mengalami peningkatan maka telah terjadi intrusi air laut sehingga airtanah berevolusi dari air bikarbonat berubah menjadi air evaporit kemudian menjadi air intrusi.

Kelompok I merupakan airtanah bikarbonat (bicarbonate groundwater) dari kalsium dan magnesium, dengan kandungan Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan HCO_3^- tinggi; Na^+ dan K^+ rendah, zat padat terlarut dan pH airtanah rendah. Airtanah berasa tawar dan berkualitas baik, dan biasanya terdapat pada wilayah yang secara genetik termasuk dalam bentanglahan Kuarter, seperti bentuklahan dataran aluvial.

Kelompok III merupakan airtanah evaporasi (evaporate groundwater), yang umumnya berasal dari airtanah bebas. Kandungan SO_4^{2-} , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} tinggi, kandungan $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ dan $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ rendah. Umumnya airtanah berasa payau hingga asin, bahkan seringkali berbau. Airtanah ini biasanya terdapat pada bentuklahan dataran berawa, delta, atau dataran aluvial kepesisiran.

Kelompok VI merupakan airtanah yang terbentuk karena proses pencampuran (mixing groundwater) dengan air laut, kandungan Cl^- dan SO_4^{2-} sangat tinggi, berasa asin, dan terbentuk akibat pengaruh proses intrusi air laut (sea water intrusion). Kelompok airtanah ini biasanya dijumpai pada mintakat-mintakat pantai sempit dengan material dominan pasir.

KESIMPULAN

Evolusi hidrogeokimia airtanah di Pulau Koral Pramuka terjadi dari air bikarbonat berubah menjadi air evaporit kemudian berubah menjadi air intrusi. Tipe fasies hidrogeokimia bikarbonat menunjukkan batuan dasar yang menyusun Pulau Koral pramuka. Batuan dasar penyusun pulau tersebut adalah rombakan bioklastik dengan kandungan kalsit yang tinggi. Tipe hidrogeokimia kelompok VI menunjukkan pengaruh intrusi air laut telah masuk ke dalam sistem akuifer airtanah di Pulau Koral Pramuka.

DAFTAR PUSTAKA

- Afadlal; Wijonarko, S.; Meifina; Septi, A.; Ongkosongo, A.E. dan Ongkosongo, O.S.R.. 2011a. Kondisi Lingkungan Sosial, Ekonomi dan Budaya di Pulau Pramuka, dalam Ongkosongo, O.S.R.; Wijonarko, S. dan Afadlal. 2011. **Rona Lingkungan Pulau Pramuka**. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Penelitian Oseanografi, Balai Dinamika Laut, Kolompok Penelitian Geologi Laut.
- Afadlal; Wijonarko, S.; Meifina; Septi, A.; Ongkosongo, A.E. dan Ongkosongo, O.S.R.. 2011b. Tanggapan Penduduk Terhadap Rencana Revitalisasi Pulau Pramuka, dalam Ongkosongo, O.S.R.; Wijonarko, S. dan Afadlal. 2011. **Rona Lingkungan Pulau Pramuka**. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Penelitian Oseanografi, Balai Dinamika Laut, Kolompok Penelitian Geologi Laut.
- Arenas, A.A.D. dan Huertas, J.F. 1986. Hydrology and Water Balance of Small Island: A Review of Existing Knowledge. Paris: UNESCO.
- Aris, A.Z.; Praveena, S.M. dan Isa, N.M. 2013. Groundwater Composition and Geochemical Controls in Small Tropical Island of Malaysia: A Comparative Study. dalam Wetzehuetter, C. 2013. **Groundwater in The Coastal Zones of Asia-Pacific**. Dordrecht: Springer.
- Christanto, J. 2010. Pengantar Pengelolaan Berkelanjutan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Yogyakarta: Deepublish.
- Dahuri, R, Jacob Rais, Sapta Putra Ginting, dan Sitepu. 1996. **Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu**. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Delinom, R.M. 2007. Sumber Daya Air di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil di Indonesia. Bandung: LIPI Press.
- Delinom, R.M dan Lubis, R.F. 2007. Air Tanah di Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. dalam Delinom, R.M. (ed) 2007. **Sumber Daya Air di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil di Indonesia**. Bandung: LIPI Press.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Falkland, C.A.1991. Hydrology and Water Resources of Small Island: A Practical Guide. Paris: UNESCO.
- Falkland, C.A. 1992. Small Tropical Island: Water Resources of Paradises Lost. Paris: UNESCO.

- Falkland, C.A. 1993. Hydrology and Water Management in Small Tropical Island. **Proceeding of The Yokohama Symposium on Hydrology on Warm Humid Regions**. July, 1993.
- Fetter, C.W., 1988. **Applied Hydrogeology**. New York: Mac Millan Publishing.
- Freeze, R.A. dan Cherry, J.A., 1979. **Groundwater**. New Jersey: Englewood Cliff. Prentice Hall Inc.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. Climate Change and Food Security in Pacific Island Countries. Roma: FAO.
- Gilli, E.; Mangan, C. dan Mudry, J. 2012. **Hydrogeology: Objectives, Methods, Applications**, diterjemahkan dari Bahasa Perancis oleh Chloe Fandel. Boca Raton: CRC Press.
- Kodoatie, R.J. 2012. **Tata Ruang Air Tanah**. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Hehanusa, P.E. dan Bakti, H. 2005. **Sumber Daya Air di Pulau Kecil**. Bandung: LIPI Press.
- Hem, J.D., 1970. **Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water**. United State Government Printing Office. Washington D.C.
- Hiscock, K.M. 2005. **Hydrogeology: Principles and Practice**. Oxford: Blackwell Publishing.
- Nonner, J.C. 2003. **Introduction to Hydrogeology**. Delft: A.A. Balkema Publisher.
- Nuralita, I.; Santosa, H.; Hantoro, W.S. dan Djuwansah, M.R. 2005. Pengaruh Pasang Surut Laut Terhadap Posisi Kualitas Airtanah di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. dalam Hehanusa, P.E. dan Bhakti, H. (eds) 2005. **Sumber Daya Air di Pulau Kecil**. Bandung: LIPI Press.
- Ongkosongo, O.S.R. 2011. Lingkungan Fisik Pulau Pramuka. dalam Ongkosongo, O.S.R.; Wijonarko, S. dan Afadlal. 2011. **Rona Lingkungan Pulau Pramuka**, Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Penelitian Oseanografi, Balai Dinamika Laut, Kolompok Penelitian Geologi Laut.
- Overmars, M. dan Gottlieb, S.B.. 2009. Adapting to Climate Change in Water Resources and Water Services in Caribbean and Pacific Small Island Countries. **The 5th World Water Forum, 2009**. Istanbul.
- Poehls, D.J. dan Smith, G.J. 2009. **Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology**. Burlington, USA: Elsevier.
- Rahmawaty. 2004. Pengelolaan Kawasan Pesisir dan Kelautan Secara Terpadu dan Berkelanjutan. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Santosa. L.W. 2010. Kajian Genesis Bentuklahan dan Pengaruhnya Terhadap Hidrostratigrafi Akuifer dan Hidrogeokimia Sebagai Geoindikator Evolusi Airtanah Bebas pada Bentanglahan Kuarter Kabupaten Kulonprogo Bagian Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta. **Disertasi**. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Stuyfzand, P.J. 1991. A New Hydro-chemical Classification of Water Types: Principles and Application to the Coastal Dunes Aquifer System of the Netherlands. **Prosiding dalam Seminar Salt Water Intrusion Meeting**. The Delft.
- Sumawidjaja, N. dan Suherman, D. 2005. Ketersediaan Air sebagai Faktor Pembatas Pengembangan Pulau Mangrove, Maluku Utara. dalam Hehanusa, P.E. dan Bhakti, H. (eds) 2005. **Sumber Daya Air di Pulau Kecil**. Bandung: LIPI Press.
- Supriharyono. 2009. Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Talabi, A.O. 2013. Hydrogeochemistry and Stable Isotopes ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$) Assessment of Ikogosi Spring Waters. **American Journal of Water Resources**. 2013, Vol. 1(3). Hal: 25-33.
- Todd, D.K. 1980. **Groundwater Hydrology**. New York: John Wiley and Sons.
- Tuwo, A. 2011. Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut: Pendekatan Ekologi, Sosial-Ekonomi, Kelembagaan, dan Sarana Wilayah. Surabaya: Brilian Internasional.
- Younger, P.L. 2007. **Groundwater in The Environment**. Oxford, UK: Blackwell Publishing.

www.semnas-mppdas.com

ISBN: 978-979-8786-55-6