

**TIPOLOGI, DINAMIKA, DAN POTENSI BENCANA DI PESISIR
KAWASAN KARST KABUPATEN GUNUNGGIDUL**
*Typology, Dynamics, and Potential Disaster in The Coastal Area District Karst
Gunungkidul*

Muh Aris Marfai¹, Ahmad Cahyadi², Dini Feti Angraini³

¹Jurusan Geografi Lingkungan Fakultas Geografi
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

^{2,3}Program BEASISWA UNGGULAN BPKLN KEMDIKBUD RI pada Magister
Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS) Fakultas Geografi
UGM Yogyakarta
E-mail: arismarfai@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine the typology, dynamics and potential disasters in the coastal area of Gunungkidul, Yogyakarta Special Province. The results showed that the typology formed in the coastal region is structurally shaped karst Gunungkidul coast, Wave Erosion Coast, marine deposition coast, coast erosion land, coast and sub-aerial deposition of man-made coastal typology. Coastal dynamics that occur in karst Gunungkidul coastal areas affected by dominant geodynamic processes, hydrodynamic and antropodinamic. There are several potential disaster in the karst Gunungkidul coastal region, namely tsunami, rip currents, abrasion, and waves reflection.

Keywords: coastal dynamics, coastal typology, disaster coast, gunungkidul, karst area

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipologi, dinamika dan potensi bencana yang terdapat di pesisir kawasan karst Kabupaten Gunungkidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipologi yang terbentuk di pesisir kawasan karst Gunungkidul adalah structurally shaped coast, wave erosion coast, marine deposition coast, land erosion coast, sub aerial deposition coast dan tipologi pesisir buatan manusia. Dinamika kepesisiran yang terjadi di pesisir kawasan karst Gunungkidul dominan dipengaruhi oleh proses-proses geodinamik, hidrodinamik dan antropodinamik. Potensi bencana yang terdapat di pesisir kawasan karst Gunungkidul terdiri atas tsunami, rip current, abrasi dan hempasan gelombang refleksi.

Kata kunci: bencana pesisir, dinamika pesisir, gunungkidul, kawasan karst, tipologi pesisir

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki lebih dari 17.000 pulau. Sumber daya alam Indonesia meliputi ± 193 juta hektar daratan dan ± 500 juta hektar lautan, dan di dalamnya terkandung sumber daya alam hayati lebih dari 25.000 jenis tumbuhan dan 400.000 jenis binatang dan berbagai biota perairan yang belum banyak diketahui, serta 70 tipe ekosistem yang berpotensi dalam menunjang kehidupan umat manusia pada umumnya dan rakyat Indonesia pada khususnya (Departemen Kehutanan, 1992). Sebagai negara berbentuk kepulauan, masing-masing pulau memiliki suatu keunikan sumber daya alam yang beragam, diantaranya adalah sumberdaya wilayah kepesisiran (Abubakar, 2006).

Pengelolaan wilayah pesisir diharapkan dapat memberikan manfaat dan meningkatkan tingkat kesejahteraan bagi masyarakat. Pengelolaan wilayah pesisir dapat meningkatkan fungsi ekonomis yang diikuti oleh efek ganda (*multipler effect*), yaitu berkembangnya kegiatan lain yang

berkaitan langsung ataupun tidak langsung dengan kegiatan ekonomi utama (Gunawan dkk, 2005). Oleh karena itu diperlukan suatu pengelolaan wilayah pesisir yang terpadu dan terintegrasi, yang harus didahului dengan beberapa kajian keilmuan antara lain kajian tentang tipologi, dinamika dan potensi bencana di pesisir kawasan karst Kabupaten Gunungkidul.

Wilayah kajian meliputi wilayah pesisir Kabupaten Gunungkidul yang terletak di kawasan karst. Kawasan karst di Kabupaten Gunungkidul masuk ke dalam kawasan karst Gunungsewu (Gambar 1). Kawasan karst Gunungsewu membentang dari Pantai Parangendog di Kabupaten Gunungkidul sampai dengan sebelah barat Pantai Telengria di Kabupaten Pacitan.

Berdasarkan pembagian fisografi Pulau Jawa menurut Van Bemmelen (1949) Kawasan Karst Gunungsewu masuk ke dalam Zona Pegunungan Selatan Jawa Timur bagian barat. Rangkaian pegunungan ini memiliki arah barat-timur dengan perbukitan karst yang memiliki ketinggian 25 meter sampai dengan 150 meter



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Peta Lokasi Kajian

(Kusumayudha, 2005). Apabila ditinjau dari struktur geologinya, Pegunungan Sewu merupakan homoklin yang mempunyai kemiringan umum ke arah selatan. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui tipologi-tipologi pesisir yang berkembang di kawasan karst Gunungkidul, (2) Mengetahui dinamika pesisir di kawasan karst Gunungkidul, dan (3) Mengetahui potensi bencana di pesisir kawasan karst Gunungkidul.

METODE PENELITIAN

Penentuan Tipologi Pesisir Kawasan Karst Gunungkidul

Klasifikasi tipologi pesisir yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi tipologi pesisir menurut Shepard (1972) dalam Pethick (1984). Shepard dalam Pethick (1984) membagi tipologi pesisir menjadi dua klasifikasi besar, yakni pesisir primer dan pesisir sekunder. Pesisir primer (*primary coast*), yaitu pesisir yang konfigurasi terbentuk karena adanya kontrol dari proses-proses yang berasal bukan dari aktivitas marin, atau bisa dikatakan lebih dikontrol oleh proses-proses yang berasal dari darat (*terrestrial*). Sedangkan pesisir sekunder (*secondary coast*), yaitu pesisir yang konfigurasi terbentuk karena adanya kontrol dari proses-proses yang berasal dari marin, termasuk karena aktivitas organisme yang ada di laut.

Pesisir primer dibagi lagi menjadi empat tipologi, yaitu *land erosion coast*, *volcanic coast*, *structurally shaped coast* dan *sub aerial deposition coast*. *Land erosion coast* adalah pesisir yang terbentuk dan berkembang akibat pengaruh dari erosi pada lahan-lahan bawah di daratan yang diikuti oleh proses inundasi oleh laut. Dinamika yang terjadi pada pesisir ini adalah dominan karena proses erosi. Proses ini kemudian membentuk

lembah-lembah yang semakin dalam dan kemudian menjadi teluk sehingga nampak garis pantai yang tidak teratur.

Sub Aerial Deposition Coast adalah tipe pesisir yang terbentuk oleh akumulasi secara langsung material-material sedimen sungai, glasial, angin atau akibat longsor lahan ke arah laut. *Volcanic Coast* adalah tipe pesisir yang terbentuk sebagai akibat proses vulkanik, dapat berupa pesisir aliran lava, *tephra coast* yang terdiri dari material piroklastis, dan pesisir akibat letusan gunungapi. Jenis pesisir primer yang terakhir adalah *Structurally Shaped Coast*, yaitu pesisir yang terbentuk akibat proses patahan atau pelipatan atau intrusi batuan sedimen, seperti kubah garam atau lumpur laut dangkal. Pesisir semacam ini biasanya mengalami dinamika berupa abrasi pada dinding-dinding *cliff*-nya.

Pesisir sekunder dibagi menjadi tiga tipe, yaitu *marine deposition coast*, *wave erosion coast* dan *coast built by organism*. *Marine Deposition Coast* adalah Pesisir yang terbentuk oleh deposisi material sedimen marin. Termasuk dalam jenis ini adalah pesisir berpenghalang seperti *barrier beaches*, dan *barrier spits*. *Wave Erosion Coast*, adalah pesisir dengan garis pantai yang terbentuk oleh akibat aktivitas gelombang yang mungkin membentuk suatu pola garis pantai yang lurus atau tidak teratur. Tipe terakhir adalah *Coast Built by Organism*, yaitu pesisir yang terbentuk akibat aktivitas hewan atau tumbuhan, termasuk di dalamnya terumbu karang dan tumbuh-tumbuhan mangrove.

Penentuan Dinamika Pesisir Kawasan Karst Gunungkidul

Dinamika pesisir adalah perubahan ruang dan waktu daerah pesisir oleh berbagai tenaga baik endogen ataupun eksogen. Faktor penyebab dinamika menurut

Sunarto (2008) terdiri atas astrodinamik, aerodinamik, hidrodinamik, morfodinamik, geodinamik, ekodinamik dan antropodinamik. Faktor astrodinamik adalah faktor yang disebabkan oleh pengaruh kedudukan Bulan dan Matahari. Kedudukan Bulan akan berpengaruh terhadap pasang-surut air laut, sedangkan kedudukan matahari akan berpengaruh terhadap perubahan musim, gerakan angin, kondisi kelembaban, suhu dan gerakan arus laut.

Faktor kedua yang menyebabkan terjadinya dinamika pesisir adalah faktor aerodinamik. Faktor ini berupa gerakan angin yang menyebabkan terjadinya gerakan gelombang (ombak). Selain itu, faktor ini juga menyebabkan dinamika pesisir berupa proses erosi oleh angin pada pesisir yang memiliki material yang halus (deflasi).

Dinamika pesisir yang ketiga terjadi akibat dari gerakan air laut seperti gelombang, arus laut dan pasang surut. Faktor tersebut disebut sebagai hidrodinamik. Dinamika pesisir ini nantinya akan menyebabkan terjadinya tipologi pesisir *wave erosion coast* apabila yang terjadi abrasi atau *marine deposition coast* apabila terjadi pengendapan sedimen marin oleh arus susur pantai.

Dinamika pesisir yang keempat disebabkan oleh peristiwa erosi dan sedimentasi oleh aliran sungai yang berinteraksi dengan pesisir. Faktor tersebut disebut faktor morfodinamik. Dinamika ini terjadi pada tipologi *sub aerial deposition coast*, misalnya pembentukan delta, pembelokkan muara sungai, dan pembentukan bura.

Dinamika pesisir yang kelima adalah dinamika yang disebabkan oleh proses endogenetik seperti patahan, lipatan dan vulkanisme atau disebut sebagai endodinamik. Dinamika ini membentuk tipologi *structurally shaped coast* dan *volcanic*

coast. Dinamika endogenik dapat berlangsung sangat pelan dalam waktu yang sangat lama sehingga dinamika ini seringkali ditemukan berlangsung secara bersamaan dengan faktor yang lain.

Dinamika pesisir yang keenam disebabkan oleh perkembangan ekosistem, rusaknya ekosistem, hilangnya suatu ekosistem dan munculnya suatu ekosistem baru akibat adanya perubahan lingkungan atau disebut ekodinamik. Contoh faktor ekodinamik misalnya hilangnya ekosistem mangrove, berkembangnya ekosistem mangrove, berkembangnya padang lamun, berkembangnya hutan pantai dan sebagainya. Faktor ekodinamik akan membentuk tipologi *coast built by organism*.

Faktor terakhir yang menyebabkan terjadinya dinamika pesisir adalah faktor antropodinamik. Faktor ini sangat berpengaruh dan dapat berlangsung sangat cepat (Hadi, 2009). Contohnya reklamasi pesisir, pembuatan bangunan pantai dan pembangunan dermaga atau pelabuhan. Faktor antropodinamik akan menghasilkan tipologi buatan manusia.

Penentuan Potensi Bencana pesisir Kawasan Karst Gunungkidul

Bencana (*disaster*) adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis (UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana). Sunarto (2008) menjelaskan bahwa bencana pesisir adalah peristiwa yang disebabkan oleh dinamika kepesisir yang mengakibatkan lingkungan pesisir dan

kerugian harta, benda, bahkan korban jiwa anggota masyarakat di wilayah pesisir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipologi Pesisir Kawasan Karst Gunungkidul

Tipologi pesisir yang terdapat di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul sangat dipengaruhi oleh sejarah geologi dari pembentukan kawasan karst Gunungsewu. Kawasan karst Gunungsewu merupakan bagian dari plato selatan Pulau Jawa yang mengalami pengangkatan dan memiliki kemiringan ke arah selatan (Tjia dan Samodra, 2011; Fadilestari, 2011; Nusantara, 2011). Hal ini menyebabkan tipologi yang berkembang pada kawasan ini didahului dengan pembentukan *structurally shaped coast* berupa tebing-tebing curam/*cliff* (Gambar 2).

Tipologi kedua yang dapat ditemui di wilayah kajian adalah tipologi *wave erosion*

coast (Gambar 3). Tipologi ini adalah tipologi yang paling dominan, tertama pada bagian barat dan bagian timur wilayah pesisir di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul. Bentuknya yang menjadi ciri tipologi ini adalah *stack* (runtuhan batuan di dasar *cliff*), teras marin (*marine terrace*), pelataran pantai, gerongan pantai (*marine notch*), pelengkung laut (*sea arc*) dan pulau yang terpisah.

Tipologi ketiga yang dapat ditemukan di pesisir kawasan karst Gunungkidul adalah *marine deposition coast* (Gambar 4). Pesisir ini dicirikan dengan terbentuknya gisik pantai dengan material endapan marin. Tipe ini terbentuk pada teluk-teluk yang kemudian dikenal juga dengan sebutan gisik saku (*pocket beach*). Tipologi ini banyak yang digunakan sebagai tempat wisata seperti Pantai Baron, Kukup, Sundak, Ngandong dan sebagainya.

Tipe tipologi yang lain seperti tipologi pesisir buatan manusia (Gambar 5), *sub aerial deposition coast* (Gambar 6) dan *land*



Sumber: Cahyadi, 2010

Gambar 2. Tipologi *Structurally Shaped Coast* di Sebelah Timur Pantai Ngrenehan



Sumber: Cahyadi, 2009

Gambar 3. Tipologi *Wave Erosion Coast* di Sebelah Barat Pantai Siung



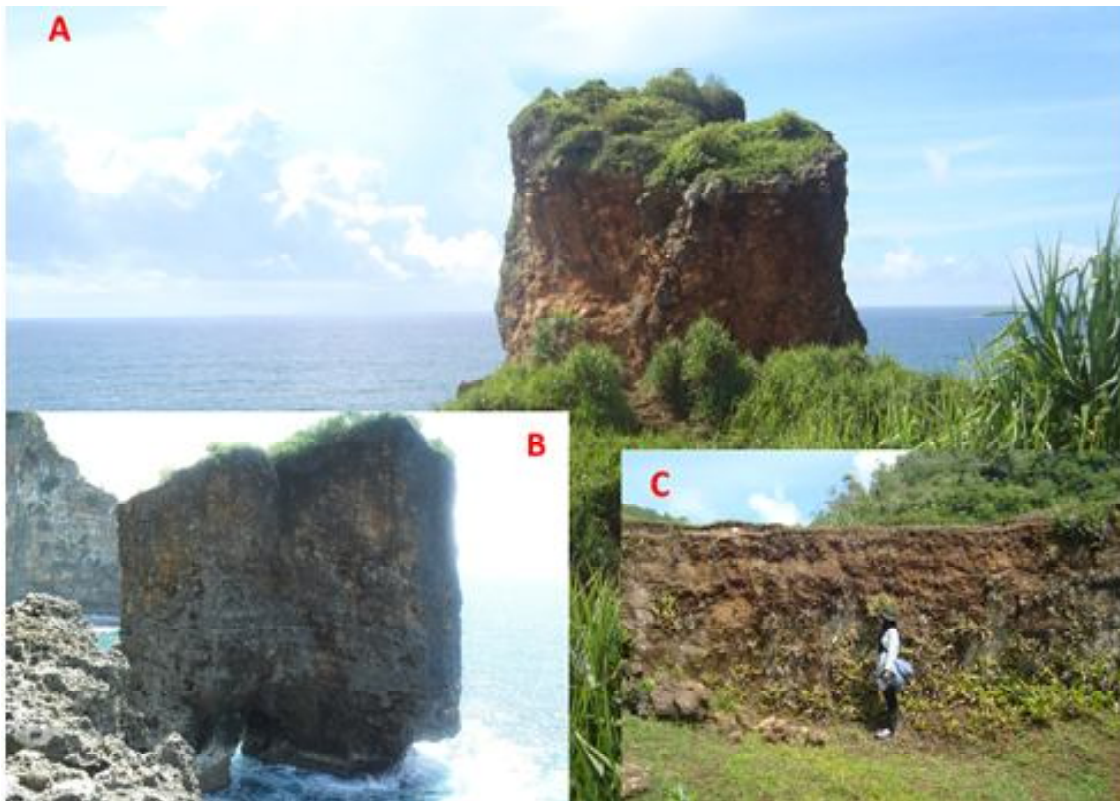
Sumber: Cahyadi, 2009

Gambar 4. Tipologi *Marine Deposition Coast* di Pantai Ngandong



Sumber: Cahyadi, 2010

Gambar 5. Tipologi Pesisir Buatan Manusia pada Pelabuhan Sadeng



Sumber: Cahyadi, 2010

Gambar 6. Tipologi *Sub Aerial Deposition Coast* yang Membentuk Pulau Kecil (A) Dilihat dari Sisi Utara, (B) Menunjukkan Pulau dari Sisi Barat, (C) Menunjukkan Amblesan yang Terjadi di Sebelah Utara Pulau

erosion coast hanya ditemui di beberapa tempat saja. Tipologi buatan manusia misalnya adalah Pelabuhan Sadeng. Tipologi *sub aerial deposition coast* antara lain adalah longsor pada tebing curam di pinggir pantai. Bentuk ini dapat ditemui di sebelah barat Pantai Ngungap yang menyebabkan terbentuknya sebuah pulau kecil dengan tebing yang tegak. Tipologi *land erosion coast* nampak dari bentuk *cliff* yang memiliki morfologi berbukit. Proses yang dominan selain erosi karena air adalah proses erosi secara kimia pada batu gamping atau sering disebut sebagai pelarutan atau solusional.

Dinamika Pesisir di Kawasan Karst Gunungkidul

Berdasarkan tipologi pesisir yang ada, setidaknya dapat dilakukan pembagian tahap perkembangan atau evolusi tipologi wilayah kepebisiran di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul. Penelitian ini membagi tahapan evolusi tersebut menjadi empat tahap. Tahap pertama adalah tahap pembentukan plato selatan yang menyebabkan terangkatnya Pegunungan Sewu. Pengangkatan ini membentuk tipologi *structurally shaped coast* berupa tebing-tebing curam (*cliff*). Dinamika ini disebabkan oleh faktor geodinamik.

Tahap berikutnya adalah berkembangnya tipologi *wave erosion coast* akibat energi gelombang yang mengerjai bentuk *cliff*. Dinamika ini dipengaruhi oleh faktor hidrodinamik. Bentuk yang dihasilkan diantaranya adalah *stack* (runtuhan batuan di dasar *cliff*), gerongan pantai (*marine notch*), pelengkung laut (*sea arc*) yang berkembang dari gerongan pantai yang sudah berlubang, pelataran pantai, dan teras marin (*marine terrace*). Keberadaan sesar dan kekar pada batuan gamping yang membentuk *cliff* menyebabkan adanya perbedaan resistensi

batuan sehingga menyebabkan terbentuknya tanjung dan teluk. Pada saat yang bersamaan pada tahap ini dapat pula terbentuk *sub aerial deposition coast* apabila terjadi longsor *cliff* dan biasanya proses tersebut juga merupakan gabungan dari terbentuknya pesisir oleh proses erosi dan pelarutan.

Gelombang datang yang mengalami divergensi pada bagian teluk menyebabkan terjadinya deposisi marin pada bagian teluk membentuk gisik saku (*pocket beach*). Dinamika ini dipengaruhi oleh faktor hidrodinamik. Hal ini berarti bahwa tahap ketiga evolusi pesisir di kawasan karst adalah terbentuknya tipologi *marine deposition coast*. Proses berikutnya adalah pembentukan pesisir oleh aktivitas manusia atau antropo-dinamik. Jenis pesisir ini ditemukan di tipologi *marine deposition coast* seperti nampak di Pelabuhan Ikan Sadeng yang terletak di Desa Songbanyu, Kecamatan Girisubo.

Hakikatnya, tidak ada proses di alam ini yang berdiri sendiri. Hal ini nampak dari beberapa bentuk yang sebenarnya dihasilkan oleh beberapa proses yang bekerja secara bersamaan. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar geomorfologi, di mana proses yang bekerja pada suatu bentuklahan biasanya bersifat multiproses. Oleh karena itu, seringkali ditemukan bentuk tipologi yang dihasilkan oleh beberapa faktor penyebab dinamika kepebisiran.

Potensi Bencana di pesisir Kawasan Karst Gunungkidul

Beberapa bencana yang ada di pesisir kawasan karst Kabupaten Gunungkidul antara lain; tsunami, *rip current*, abrasi dan hempasan gelombang refleksi. Tsunami adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan gelombang lautan yang sangat besar yang dihasilkan oleh

perubahan vertikal massa air dan juga dikaitkan oleh massa air di laut yang terjadi secara tiba-tiba (Bryant, 2008 dan Dewi dan Dulbahri, 2009). *US Army Corps of Engineers* dalam Kodoatie dan Sjarief, (2006) dan Bryant (2005) mendefinisikan tsunami sebagai gelombang laut gravitasi periode panjang yang ditimbulkan oleh gerakan patahan, gempa, longsor, jatuhnya benda-benda langit, letusan gunungapi, di bawah laut atau di dekat muka air laut.

Bencana tsunami yang terjadi di wilayah kajian sangat terkait dengan keberadaan wilayah kajian yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia yang terletak di sebelah selatan Pulau Jawa, di mana pada tempat tersebut terdapat zona subduksi (Lavigne dkk, 2007; Marfai dkk, 2009). Zona subduksi ini terbentuk akibat adanya penunjaman lempeng Samudra Hindia-Benua Australia di bawah Lempeng Benua Asia (Verstappen, 2000). Wilayah penunjaman ini bersifat aktif atau dan masing-masing lempeng terus bergerak sehingga memungkinkan terjadinya deformasi di dasar samudra yang kemudian dapat menyebabkan terjadinya bencana tsunami. Selain itu, wilayah kajian termasuk salah satu dari delapan celah seismik (*seismic gap*) yang berpotensi mengalami gempa dengan magnitude yang besar (Marfai dkk, 2012; Cahyadi dkk, 2012).

Abrasi yang terjadi di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul membentuk bentuklahan residual hasil proses marin (Mutaqin dkk, 2012). Bentuk-bentuk ini antaranya adalah *stack* (runtuhan batuan di dasar *cliff*), teras marin (*marine terrace*), pelataran pantai, gerongan pantai (*marine notch*), dan pelengkung laut (*sea arc*). Keberadaan sesar dan kekar pada batuan gamping yang membentuk *cliff* menyebabkan adanya perbedaan resistensi batuan sehingga menyebabkan terbentuknya tanjung dan teluk. Energi gelombang

yang datang menuju tanjung dan teluk tidaklah sama besar. Hal ini karena pada tanjung terjadi konvergensi gelombang yang menyebabkan terjadinya konsentrasi gelombang datang, sedangkan pada teluk terjadi divergensi gelombang sehingga tidak terjadi konsentrasi gelombang datang. Oleh karena itu, maka bentuk-bentuk yang terjadi pada keduanya menjadi berbeda, di mana pada teluk terbentuk gisik saku (*pocket beach*) akibat terjadinya deposisi marin dan pada tanjung terjadi proses erosi marin (abrasi).

Pantai dengan morfologi teluk memiliki bahaya gelombang hempasan akibat refleksi gelombang. Gelombang refleksi ini tidak hanya dapat terjadi pada gelombang datang saja tetapi dapat pula terjadi pada gelombang tsunami yang sampai di teluk. Selain itu, pada morfologi teluk sering terjadi arus balik (*rip current*). Arus balik adalah aliran balik terkonsentrasi melewati jalur sempit yang mengalir kuat ke arah laut dari zona empasan melintasi gelombang pecah hingga ada di laut lepas-pantai (Sunarto, 2003). Keterdapatannya arus balik dipengaruhi oleh topografi lepas pantai yang umumnya terdapat di perairan pantai dengan tinggi gelombang pecah yang rendah dan di perairan dekat pantai yang mengalami pemencara gelombang akibat refraksi gelombang. Selain dapat terjadi di morfologi teluk, arus ini dapat terjadi pula di morfologi tanjung apabila terdapat gosong yang berbentuk bulan sabit (*crescentic bar*) yang sejajar dengan gisik pantai yang memiliki bentuk seperti bulan sabit (*crescentic beach*). Namun demikian, arus balik tidak akan terjadi apabila terdapat gosong lurus (*linear bar*) di depan pantai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembentukan tipologi di kawasan karst Gunungkidul dapat dibagi menjadi empat

tahapan. Pertama adalah pembentukan *structurally shaped coast* dengan proses pengangkatan. Kedua, pembentukan *Wave Erosion Coast* pada *cliff*. Pembentukan *marine deposition coast* oleh proses sedimentasi di wilayah pesisir, pembentukan *land erosion coast* dan *sub-aerial deposition coast* oleh proses aliran air dari daratan dan keempat pembentukan tipologi pesisir buatan manusia. Dinamika kepebisiran yang terjadi di pesisir kawasan karst Gunungkidul terdiri dari proses-proses geodinamik, hidrodinamik dan antropodinamik. Bencana kepebisiran yang terdapat di pesisir kawasan karst Gunungkidul terdiri atas tsunami, *rip current*, abrasi dan hampasan gelombang refleksi.

Data dan informasi tentang tipologi, dinamika dan potensi bencana dapat

digunakan sebagai masukan dalam perencanaan pengelolaan kawasan pesisir. Namun demikian, masih diperlukan kajian yang lebih detail termasuk potensi sumberdaya air dan lahan serta aspek sosial ekonomi masyarakat di pesisir kawasan karst Gunungkidul sehingga dapat dibuat suatu rencana pengelolaan dan pembangunan yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Program Pengembangan Doktor (P2D) Beasiswa Unggulan Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri (BPCLN) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (KEMDIKBUD) Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, M. 2006. *Menata Pulau-Pulau Kecil Perbatasan: Belajar dari Kasus Sipadan, Ligitan dan Sebatik*. Jakarta: Kompas.
- Anonim. *UU No. 24 Tahun 2007* tentang Penanggulangan Bencana.
- Bryant, E. 2008. *Tsunami: The Underrated Hazard (Second Edition)*. Chichester: Praxis Publishing.
- Bryant, E. 2005. *Natural Hazard (Second Edition)*. New York: Cambridge University Press.
- Cahyadi, A.; Afianita, I.; Priliani, G. Dan Fauziyah, S. 2012. Evaluasi Tata Ruang Pesisir Sadeng Kabupaten Gunungkidul: Perspektif Pengurangan Risiko Bencana. *Makalah dalam Seminar Nasional Sustainable Culture, Architecture and Nature*, 15 Mei 2012. Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Dewi, R.S. dan Dulbahri. 2009. Bencana Tsunami Parangtritis. Dalam Sunarto; Marfai, Muh Aris; dan Mardiatno, Djati. (eds), *Penaksiran Multirisiko Bencana di Wilayah Kepesisiran Parangtritis*. Yogyakarta: Pusat Studi Bencana (PSBA) Universitas Gadjah Mada, 65-88.
- Departemen Kehutanan, 1992. *Koservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya*. Biro Hubungan Masyarakat Sekretariat Jenderal Departemen Kehutanan. Jakarta.

- Fadilestari, I.; Novian, M.I. dan Husein, S. 2011. Diagenetic Changes on Secondary Porosity in Reservoir Potential of Wonosari Limestones, Panggang, Gunungkidul Yogyakarta. *Makalah dalam Asian Trans-Disciplinary Karst Conference, 7-10 Januari 2011*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Gunawan, T.; Santosa, L.W.; Muta'ali, L.; dan Santosa, S.H.M.B. 2005. *Pedoman Survei Cepat Terintegrasi Wilayah Kepesisiran*. Yogyakarta: Badan Penerbit dan Percetakan Fakultas Geografi (BPPG).
- Hadi, S.P. 2009. *Manusia dan Lingkungan*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Kodoatie, R.J. dan Sjarief, R. 2006. *Pengelolaan Bencana Terpadu*. Jakarta: Yarsif Watampone.
- Kusumayudha, S.B. 2005. *Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungsewu*. Yogyakarta: Adi Cita.
- Lavigne, F.; Gomez, C.; Gifo, M.; Wassmer, P.; Hoebreck, C.; Mardiatno, D.; Priyono, J.; dan Paris, R. 2007. Field observations of the 17 July 2006 Tsunami in Java. *Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 7(1)*. Hal:177–183.
- Marfai, M.A.; King, L.; Singh, L.P.; Mardiatno, D.; Sartohadi, J.; Hadmoko, D.S.; dan Dewi, A. 2008. Natural hazards in Central Java Province, Indonesia: an overview. *Environmental Geology, Vol. 56*. Hal: 335–351.
- Marfai, M.A.; Cahyadi, A; Sekaranom, A. dan Nucifera, F. 2012. Pemetaan Risiko Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Sadeng Kabupaten Gunungkidul. *Laporan Penelitian*. Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mutaqin, B.W.; Cahyadi, A. dan Dipayana, G.A. 2012. Indeks Kerentanan Kepesisiran Terhadap Kenaikan Muka Air laut pada Beberapa Tipologi Kepesisiran di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 21 Januari 2012. *Makalah dalam Seminar Nasional Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis 2012*, Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nusantara, V.D.M.; Novian, M.I. dan Husein, S. 2011. Facies and Depositional Environment of Wonosari Formation, Eastern Part of The Southern Mountain, Pacitan, As A Response to Sea Level Change. *Makalah dalam Asian Trans-Disciplinary Karst Conference, 7-10 Januari 2011*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pethick, J. 1984. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. London: Edward Arnold Ltd.
- Sunarto. 2003. Geomorfologi Pantai: Dinamika Pantai. *Makalah dalam Kegiatan Susur Pantai Karst Gunungkidul pada Raimuna 2003*. Yogyakarta: Laboratorium Geomorfologi Terapan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Sunarto. 2008. Hakikat Bencana Kepesisiran dalam Perspektif Geomorfologi dan Upaya Pengurangan Risikonya. *Jurnal kebencanaan Indonesia, Vol.1 (4)*. Hal: 211-228.

Tjian, H.D. dan Samodra, H. 2011. Active Crustal Deformation at The Coast of Gunungsewu, Jawa. *Makalah dalam Asian Trans-Disciplinary Karst Conference, 7-10 Januari 2011*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Verstappen, H.Th. 2000. *Outline of The Geomorphology of Indonesia*. Enschede: ITC.