

KAJIAN KERENTANAN PESISIR TERHADAP KENAIKAN MUKA AIR LAUT DI KABUPATEN SUBANG-JAWA BARAT

STUDY OF COASTAL VULNERABILITY TO SEA LEVEL RISE IN SUBANG REGENCY- WEST JAVA

Dian N. Handiani¹, Soni Darmawan¹, Aida Heriati² & Yohanes D. Aditya³

¹Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Jl. P.H.H. Mustofa No.23, Kota Bandung, Jawa Barat 40124

²Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan,
Kementerian Kelautan dan Perikanan
Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara 14430.

³Alumni Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Jl. P.H.H. Mustofa No.23, Kota Bandung, Jawa Barat 40124

ddhandiani@itenas.ac.id

Diterima tanggal: 16 Februari 2019 ; diterima setelah perbaikan: 20 Oktober 2019 ; Disetujui tanggal: 23 Oktober 2019
DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v14i3.7583>

ABSTRAK

Akresi dan erosi di sepanjang garis pantai merupakan salah satu masalah di pesisir Kabupaten Subang-Jawa Barat. Kondisi tersebut digabungkan dengan kenaikan muka air laut akibat perubahan iklim global mengakibatkan wilayah pesisir tersebut rentan mengalami bencana. Penelitian ini bertujuan menentukan indeks kerentanan wilayah pesisir Kabupaten Subang berdasarkan parameter fisik pesisir, yaitu geomorfologi, rentang pasang surut, rata-rata ketinggian gelombang dan permukaan air laut, jenis batuan geologi, serta perubahan garis pantai (akresi dan erosi). Data-data spasial pesisir diklasifikasikan berdasarkan tingkat kerentanan, dan nilai kerentanan total dihitung dengan rumusan *coastal vulnerability index*. Hasilnya menunjukkan parameter fisik oseanografi (pasut dan tinggi gelombang) memiliki tingkat kerentanan sangat rendah. Sedangkan, ketinggian permukaan air laut dan jenis batuan geologi di sekitar pantai menunjukkan kerentanan tinggi dan sangat tinggi. Adapun klasifikasi perubahan garis pantai di sepanjang kecamatan bervariasi dan kerentanannya berkorelasi dengan tingkat akresi dan erosinya. Hasil perhitungan indeks kerentanan total CVI di semua kecamatan pesisir di Kabupaten Subang dikategorikan sangat rendah, akan tetapi kajian indeks secara lokal menunjukkan Kecamatan Sukasari dan Blanakan memiliki kerentanan sangat tinggi. Variasi indeks ini menunjukkan perubahan lokal di pesisir Kabupaten Subang berkorelasi dengan perubahan global yang terjadi, dimana kenaikan permukaan air laut lokal merupakan dampak perubahan laut dan iklim secara global.

Kata kunci: Indeks, kerentanan, muka air laut, pesisir, Subang.

ABSTRACT

Accretion and erosion are some of problems in coastal areas of Subang Regency. These problems combine with global climate change and it can vulnerable the region to coastal disaster. Therefore, our study aims to determine coastal vulnerability index (CVI) in coastal areas of Subang Regency using physical coastal parameters. The parameters are geomorphology, mean tidal range, mean significant wave height, relative sea-level rise, geology composition, and shoreline change processes (accretion and erosion). All coastal spatial data are classified and ranked, then it combined and used to calculate the CVI. Result showed that ocean physical parameters such as tide and wave height have low vulnerability. In the meantime, sea level height and geology rock types are in high and highest vulnerabilities. Coastline changes classifications showed that vulnerability in coastal areas correlate to their accretion and erosion processes. Generally, the vulnerability index in coastal Subang Regency is quite low, but local CVI calculation shows Sukasari dan Blanakan regions have very high vulnerability. This index variation implies that the coastal local changes can relate to the global changes, it means the local sea-level rise can be resulted of global ocean changes.

Keywords: index, vulnerability, coastal, sea level, Subang.

PENDAHULUAN

Tingkat kerentanan di setiap daerah pesisir bervariasi sesuai dengan gangguan yang diterima, baik dari faktor alami ataupun akibat aktivitas manusia (antropogenik). Wilayah pesisir Kabupaten Subang berada di pantai utara Jawa Barat dan termasuk wilayah pesisir dengan perubahan garis pantai cukup tinggi. Perubahan ini dibarengi dengan meluasnya akresi dan erosi, dan tercatat kemunduran garis pantai di Kabupaten Subang dalam kurun waktu 1995-2001 sebesar 392,32 ha/tahun (Bappeda-Jabar, 2007). Degradasi fisik pesisir, seperti alih fungsi lahan dari kawasan mangrove menjadi lokasi tambak merupakan faktor penyebab signifikan meluasnya akresi dan erosi di pesisir Kabupaten Subang (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Subang, 2010; Bappeda-Jabar, 2007; Handiani *et al.*, 2017a). Selain itu, fenomena perubahan iklim global melalui kenaikan muka air laut dan meningkatnya kejadian ekstrem diprediksi memperparah kondisi berbagai kawasan pesisir secara global (Wong *et al.*, 2014), termasuk pesisir Kabupaten Subang.

Kerentanan adalah suatu kondisi yang menunjukkan atau menyebabkan ketidakmampuan ekosistem atau komunitas masyarakat menghadapi ancaman bahaya (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2016). Secara khusus kerentanan pesisir adalah tingkat kemampuan wilayah pesisir dalam mengantisipasi berbagai konsekuensi dari dampak perubahan iklim dan meningkatnya tinggi muka air laut (IPCC CZMS, 1992; Klein & Nicholls, 1999). Perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Subang mempengaruhi ekosistem dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat pesisir (Handiani *et al.*, 2017b). Mundurnya dan berubahnya garis pantai di wilayah tersebut mengakibatkan hilangnya berbagai ekosistem pesisir, diantaranya hutan mangrove, estuari, dan terumbu karang (Handiani *et al.*, 2017a). Ekosistem yang hilang tersebut memiliki manfaat dan fungsi ekologi, diantaranya mencegah atau meminimalkan resiko bencana yang terjadi di pesisir. Sebagai contoh hilangnya hutan mangrove karena campur tangan manusia, yaitu reklamasi pantai atau pengembangan tambak ikan. Perubahan tersebut memudahkan terjadinya kenaikan muka air laut dan lebih besarnya energi gelombang laut mengempas ke daratan sehingga mengakibatkan bencana di pesisir, salah satunya adalah banjir rob. Kondisi ini menunjukkan tingkat kerentanan wilayah pesisir berkorelasi dengan peningkatan terjadinya bencana.

Pemanasan global yang terjadi saat ini diperkirakan meningkatkan suhu permukaan laut sehingga es di kutub mencair, dan berakibat kepada kenaikan muka air laut global (IPCC, 2018). Kenaikan permukaan air laut tersebut terjadi secara gradual dalam jangka waktu yang lama, akan tetapi diperkirakan telah menyebabkan kawasan pesisir di seluruh dunia mengalami berbagai bencana alam yang lebih sering (van Aalst, 2006). Kondisi kenaikan permukaan air laut ini perlu menjadi perhatian bagi Indonesia (Sofian & Nahib, 2010), khususnya sebagai negara kepulauan sebagai salah satu negara dengan pantai terpanjang di dunia. Isu kenaikan permukaan air laut akibat pemanasan global merupakan ancaman tersendiri terhadap kawasan pesisir di Indonesia, termasuk pesisir Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat.

Penelitian ini bertujuan menentukan indeks kerentanan wilayah pesisir Kabupaten Subang-Jawa Barat. Penentuan indeks telah dilakukan oleh berbagai penelitian sebelumnya (Rao *et al.*, 2008; Abuodha & Woodroffe, 2010; Ramdhan *et al.*, 2012; Pantusa *et al.*, 2018) dan dianggap efektif dalam memberikan masukan bagi pengelolaan di wilayah pesisir. Melalui penentuan indeks di wilayah pesisir Kabupaten Subang akan dapat diketahui zona yang rentan terdampak inundasi (banjir), erosi atau bencana pesisir lainnya. Sehingga diharapkan menjadi salah satu upaya awal untuk meminimalkan dampak dan merencanakan mitigasi atas bencana yang akan terjadi. Selain itu, indeks kerentanan pesisir dapat digunakan untuk membentuk zona-zona tingkat kerentanan yang dapat dijadikan acuan untuk menghitung klaim ganti rugi atau untuk menyusun berbagai kebijakan yang berhubungan dengan rencana pengelolaan dan pengembangan wilayah pesisir di Kabupaten Subang.

BAHAN DAN METODE

Lokasi kajian mencakup empat kecamatan di pesisir Kabupaten Subang, yaitu Blanakan, Sukasari, Legon Kulon, dan Cipunagara. Lokasi ini berkesesuaian dengan studi perubahan garis pantai sebelumnya (Handiani *et al.*, 2017a; Handiani *et al.*, 2017b). Indeks kerentanan pesisir dibangun berdasarkan enam parameter fisik pantai, yaitu geomorfologi, kisaran pasang surut (pasut), ketinggian gelombang rata-rata dan tinggi muka air laut, jenis batuan atau geologi, serta perubahan garis pantai berdasarkan perkembangan akresi dan erosi (Gornitz *et al.*, 1991, 1997; Thieler & Hammar-Klose, 1999; Pendleton *et al.*, 2005; Ramdhan *et al.*, 2012).

Data-data geospasial dikumpulkan dari beberapa sumber: online dan penelitian sebelumnya (Tabel 1). Data geomorfologi atau kondisi lingkungan di pesisir bersumber dari pengamatan lapangan dalam Handiani *et al.* (2017a). Data kisaran pasut hasil prediksi diperoleh dari *website* tides.big.go.id (Badan Informasi Geospasial, 2018) untuk pengamatan satu tahun di 2016. Titik pengamatan pasut dipilih pada beberapa lokasi yang mewakili setiap kecamatan di pesisir Kabupaten Subang. Ketinggian muka air laut dan gelombang rata-rata diperoleh dari pengamatan satelit altimetri yang dikaji oleh tim *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* (2010), sedangkan jenis batuan atau geologi berbasis pada peta geologi skala 1:50.000 (Badan Informasi Geospasial, 2016). Selanjutnya, estimasi perubahan garis pantai, luasan, serta laju erosi dan akresi berdasarkan penelitian sebelumnya (Handiani *et al.*, 2017a dan 2017b). Estimasi perubahan merupakan analisis citra Landsat 5 TM tahun 1988, 1996, 2003, dan Landsat 8 OLI tahun 2016. Kemudian, melalui proses tumpang susun garis pantai di semua tahun pengamatan diestimasi luas akresi dan erosi. Akresi diasumsikan jika garis pantai menjadi maju dari satu tahun ke tahun berikutnya, sedangkan erosi terjadi jika garis pantai menjadi mundur.

Kajian ini menghitung batas sempadan pesisir Kabupaten Subang sampai dengan batas kecamatan

ke arah darat. Batas ini dijadikan batasan peng-ukuran area wilayah pesisir. Data-data spasial dan tekstual yang terkumpul digabungkan untuk menghitung besarnya indeks kerentanan pesisir. Parameter dan pembobotan nilai mengacu metode Gornitz *et al* (1991, 1997) untuk menentukan *coastal vulnerability index* (CVI) (Tabel 1). Data-data geospasial yang diperoleh kemudian diklasifikasikan menjadi nilai-nilai yang sesuai dengan Tabel 1. Hasil klasifikasi semua parameter tersebut digabungkan (overlay) dan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan dan penentuan CVI.

$$CVI = \sqrt{(a * b * c * d * e * f) / 6} \dots\dots\dots 1)$$

CVI adalah nilai (skor) indeks kerentanan pantai, kemudian a,b,c,d,e dan f adalah ranking parameter berturut-turut: geomorfologi, kisaran pasut, ketinggian muka air laut dan gelombang rata-rata, jenis batuan atau geologi, serta perubahan garis pantai. Nilai CVI minimum dan maksimum dalam Persamaan (1) adalah 0,41–51,3. Hasil perhitungan CVI kemudian dibagi menjadi lima tingkatan, yaitu: 1–5 = sangat rendah; 5–10 = rendah; 10–15 = menengah; 15–25 = tinggi; >25 = sangat tinggi.

CVI lokal (relatif) dihitung sesuai hasil penilaian indeks di lokasi kajian dan menggunakan Persamaan

Tabel 1. Parameter dan Indeks Kerentanan (modifikasi dari Gornitz *et.al.*, 1991), serta Keterangan Sumber Data
Table 1. Parameters and vulnerability index (modified from Gornitz et.al., 1991), and includes references of data sources

Parameter	Indeks Kerentanan					Sumber Data
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
	1	2	3	4	5	
Geomorfologi	Tebing sedang	Tebing tinggi	Tebing rendah mangrove, terumbu karang	Bangunan pantai, estuari, laguna	Pantai berpasir, dan berkerikil, delta	Handiani <i>et al.</i> (2017a)
Rata-rata kisaran pasut (m)	1	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	>6,0	BIG (2018)
Tinggi gelombang (m)	0-2,9	3,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	>6,9	Tim ICCSR (2010)
Ketinggian muka laut (m)	>30,0	20,1-30,0	10,1-20,0	5,1-10,1	5-0	
Jenis batuan atau geologi	Planktonik vulkanik	Batuan konglomerat	Batuan Sedimen	Sedimen terkonsolidasi, lempung, lumpur	Sedimen terkonsolidasi, kerikil, pasir	
Perubahan garis pantai (m/tahun)	>2 (Akresi)	1,0-2,0 (Akresi)	-1-1 (Stabil)	-1,0-(-2,0) (Abrasi)	<-2 (Abrasi)	Handiani <i>et al.</i> (2017a)

(2). CVI baru memiliki kategori baru juga (Teknomo, 2018):

$$NS = \frac{nub - nlb}{oub - olb} (OS - olb) + nlb \dots\dots\dots 2)$$

Nilai NS adalah skor nilai indeks baru, OS adalah skor nilai indeks asli, nub adalah batas tertinggi skor nilai indeks baru, nlb adalah batas terendah skor nilai indeks baru, oub adalah batas tertinggi skor nilai indeks asli yaitu 51,04, dan olb adalah batas terendah skor nilai indeks asli, yaitu 0,41.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Spasial Kerentanan Pesisir Kabupaten Subang
 Hasil pengumpulan dan analisis data spasial untuk

perhitungan kerentanan ditunjukkan di Tabel 2 dan 3. Data dianalisis secara visual (teknik kualitatif). Kondisi geomorfologi pantai ditentukan berdasarkan hasil pengamatan lapangan di pesisir Kabupaten Subang tahun 2017 (Handiani *et al.*, 2017a). Umumnya morfologi di pesisir Kabupaten Subang terdiri dari muara sungai (estuari), lahan mangrove, serta terdapat delta dan terumbu karang. Akan tetapi, hutan mangrove tersebut sudah banyak tergantikan dengan lahan tambak. Dengan demikian kondisi ini mempengaruhi kemampuan dari wilayah pesisir tersebut dalam meminimalkan bencana yang mungkin terjadi. Adapun kondisi topografi sekitar pesisir Kabupaten Subang termasuk landai dengan perubahan tertentu di beberapa lokasi. Kondisi pesisir ini adalah kondisi umum pesisir di wilayah Indonesia (Ondara *et al.*, 2017), sehingga memungkinkan tumbuhnya beberapa spesies mangrove dan pemanfaatan perikanan tambak. Beberapa wilayah

Tabel 2. Parameter Kerentanan di Pesisir Subang
Table 2. Vulnerability parameters at coastal Subang

KEC.	Geomorfologi	Rata-rata Kisaran Pasut (m)		Tinggi Gelombang (m)		Elevasi (m)		Jenis batuan atau geologi (dominan)
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
PUSAKANAGARA	Estuari, mangrove, delta	-0,364	0,408					qac (endapan pantai dominan lanau, lempung, dan pasir)
LEGON KULON	Estuari, mangrove	-0,383	0,437	1,00	1,06	1,85	2,20	qad (endapan delta terdiri atas lanau dan lempung)
SUKASARI	Estuari, mangrove	-0,393	0,448					qac (endapan pantai dominan lanau, lempung, dan pasir)
BLANAKAN	Estuari, mangrove	-0,398	0,449					

Tabel 3. Parameter Kerentanan Perubahan Garis Pantai di Pesisir Subang
Table 3. Coastline changes parameter at coastal Subang

KEC.	1988 - 1996 (m ²)		1996 - 2003 (m ²)		2003 - 2016 (m ²)		Total (m ²)		m ² /th	m/th	Ket.
	Erosi	Akresi	Erosi	Akresi	Erosi	Akresi	Erosi	Akresi			
PUSAKA-NAGARA	268.190	268.240	78.140	256.240	72.070	345.390	418.400	869.870	6.123,93	126,98	Akresi
LEGON KULON	42.150	59.700	192.060	9.610	651.570	39.690	885.780	109.00	27.742,14	166,56	Erosi
SUKASARI	18.040	12.680	43.250	1.790	14.340	4.300	75.630	18.770	-2.030,71	-45,06	Erosi
BLANAKAN	53.480	119.990	62.880	118.460	350	486.960	116.710	725.410	21.739,29	147,44	Akresi
TOTAL	381.860	460.610	376.330	386.100	738.330	876.340	1.496.520	1.723.050	8.090,36	62,80	Akresi

di pesisir Kabupaten Subang menunjukkan telah hilangnya hutan mangrove, salah satunya pantai timur Subang (Pusakanagara). Di wilayah barat (Blanakan dan Legon Kulon) masih terdapat hutan mangrove yang relatif baik dan pemanfaatannya tergabung dengan tambak (minawa-na). Akan tetapi, dibandingkan hutan mangrove yang ada sebelumnya, kondisi saat ini menunjukkan luas tambak melebihi lahan mangrove dan mengakibatkan kerugian ekonomi yang tinggi (Indrayanti *et al.*, 2015).

Prediksi pasang surut dihasilkan dari estimasi yang dilakukan secara online melalui *website* prediksi pasut *online* (tides.big.go.id) dan diambil beberapa titik (sepuluh tempat) yang mewakili masing-masing kecamatan di pesisir Kabupaten Subang. Sepuluh titik tersebut diprediksi selama satu tahun (2016) dan hasilnya didapatkan nilai pasang tersurut dan tertinggi, berturut-turut -0,36 m dan 0,45 m. Penelitian sebelumnya (Jade *et al.*, 2017) dan stasiun pengamatan Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut) terdekat di Cirebon (Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut, 2017) memprediksi tipe pasut di wilayah ini adalah pasut campuran condong kehariang ganda. Artinya di wilayah pesisir Kabupaten Subang dan sekitarnya terjadi dua kali pasang dan surut, akan tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Tinggi gelombang dan permukaan laut diperoleh berdasarkan hasil analisis data altimetri yang dirata-ratakan pada dari Januari 2006 sampai dengan Desember 2008 (*Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap*, 2010). Jenis batuan di pesisir Kabupaten Subang ditentukan dari peta geologi yang menunjukkan struktur batuan/geologi dan umumnya di pesisir Kabupaten Subang memiliki struktur batuan jenis endapan permukaan pantai. Masing-masing kecamatan memiliki jenis batuan dominan yang hampir sama: Kecamatan Pusakanagara, Sukasari, dan Blanakan memiliki jenis endapan pantai lanau, lempung, serta pasir, sedangkan Legon Kulon didominasi jenis endapan lanau dan lempung (Tabel 2).

Estimasi perubahan garis pantai, luasan akresi dan erosi di sepanjang Pantai Subang diperoleh dari analisis citra di tahun 1988-2016 (Handiani *et al.*, 2017a). Perhitungan berbagai perubahan di pesisir dapat dibantu dengan analisis spasial hasil interpretasi citra Hasil analisis memberikan hasil cukup efektif, terutama untuk wilayah kajian yang luas (Tanto *et al.*, 2017). Luas akresi dan erosi total di pesisir Kabupaten Subang dalam rentang tahun tersebut diestimasi dengan nilai relatif seimbang, yaitu

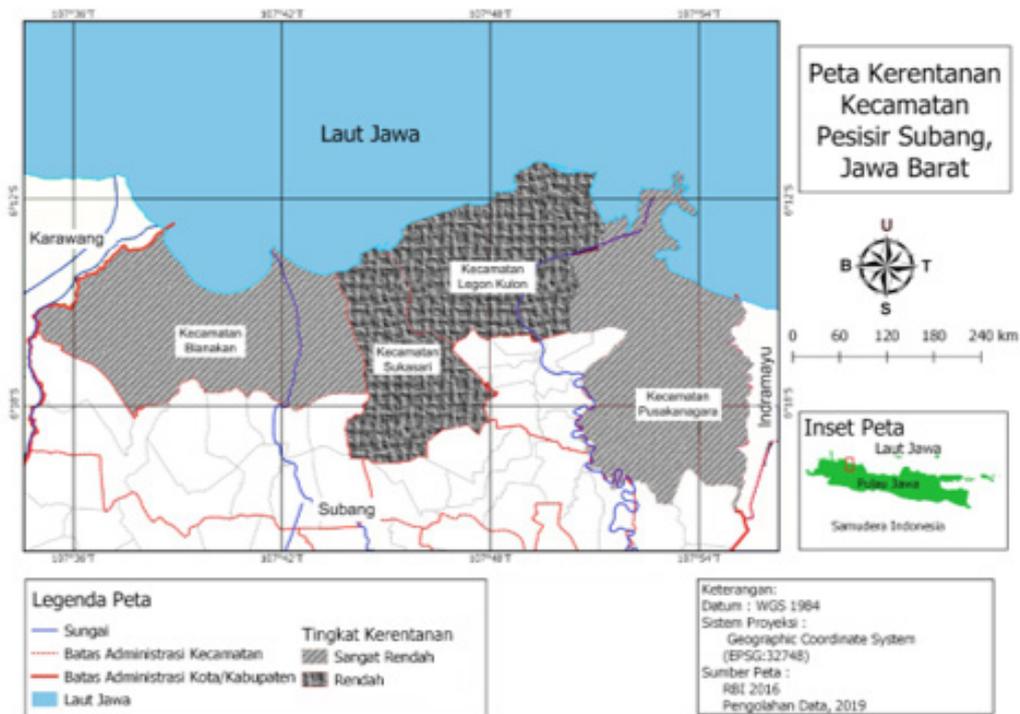
1.723.050 m² (akresi) dan 1.496.520 m² (erosi). Laju perubahan total per tahunnya adalah 62,80 m/th. Akresi terluas ditunjukkan di Kecamatan Pusakanagara (869.870 m²) dan Blanakan (725.400 m²), sedangkan luas erosi tertinggi berada di Kecamatan Legon-kulon, yaitu 885.800 m². Laju akresi dan erosi per tahunnya berkorelasi dengan luas perubahan garis pantai (Tabel 3).

Kerentanan di Pesisir Kabupaten Subang

Kajian kerentanan di pesisir Subang ditunjukkan dengan nilai indeks kerentanan yang dihitung berdasarkan parameter-parameter indeks kerentanan, seperti geomorfologi, kondisi pasut, ketinggian gelombang dan permukaan air laut, jenis batuan geologi dan perubahan garis pantai. Parameter pesisir diklasifikasikan dan dihitung nilai indeksnya, dimana nilai indeks tersebut menunjukkan kerentanan dari wilayah kajian. Hasil indeks ditunjukkan di Gambar 1 dan Gambar 2.

Keberadaan delta di Kecamatan Pusakanagara memberikan nilai kerentanan sangat tinggi berdasarkan klasifikasi kondisi geomorfologi di wilayah tersebut. Kecamatan Sukasari dan Blanakan didominasi oleh estuari dan beberapa bangunan pantai yang saat ini mengalami kerusakan yang cukup tinggi. Berdasarkan klasifikasi kondisi geomorfologi wilayah tersebut memiliki nilai rentan tinggi (CVI=4). Kondisi ini berkesesuaian dengan makin berkurangnya hutan mangrove, sehingga proses erosi yang tinggi terjadi di wilayah tersebut. Rata-rata rentang pasut di semua titik pengamatan pada masing-masing kecamatan memiliki nilai indeks sangat rendah (CVI=1) dan ketinggian gelombang rata-rata di setiap kecamatan juga menunjukkan nilai klasifikasi sangat rendah (CVI=1), ketinggian gelombang rata-rata antara 0-2,9 meter.

Ketinggian permukaan air laut antara 1,85-2,20 meter dan diklasifikasikan dengan kategori sangat tinggi (CVI=5). Semakin rendah ketinggian permukaan laut maka semakin rentan wilayah tersebut terhadap peningkatan muka air laut, sedangkan perubahan garis pantai diklasifikasikan berkesesuaian dengan proses akresi dan erosi yang terjadi di pesisir Kabupaten Subang. Tingkat erosi tinggi terjadi di Kecamatan Legon Kulon dan Sukasari sehingga nilai klasifikasi di kedua kecamatan tersebut sangat tinggi (CVI=5). Adapun tingkat akresi tinggi terjadi di Kecamatan Pusakanagara dan Blanakan sehingga nilai klasifikasi di kedua kecamatan sangat rendah (CVI=1).



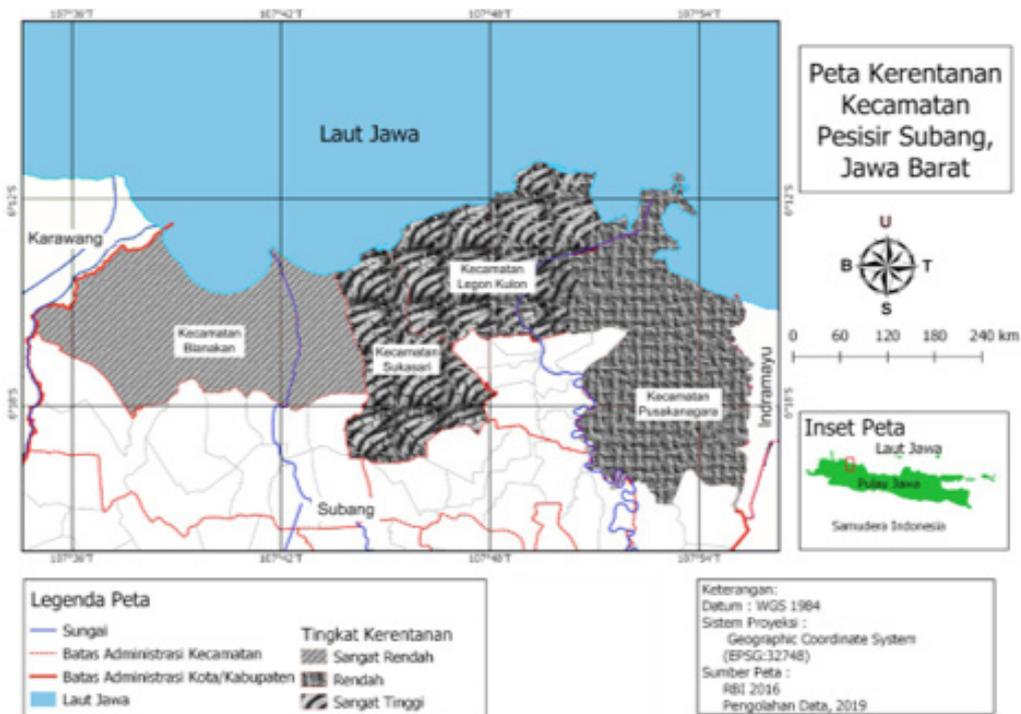
Gambar 1. Indeks Kerentanan Global (CVI standar) di Pesisir Kabupaten Subang.
Figure 1. Coastal vulnerability index global (CVI standard) at coastal Subang.

Selanjutnya hasil klasifikasi dihitung menjadi nilai kriteria indeks kerentanan pesisir (CVI) sesuai kecamatan masing-masing. Nilai CVI berkisar antara 4–9. Sesuai kategori nilai CVI, nilai tertinggi (CVI=9) berada di kategori rendah (CVI=5-10), sedangkan nilai terendah (CVI=4) termasuk kisaran kategori sangat rendah (CVI=1-5). Berdasarkan analisis CVI pesisir Kecamatan Sukasari dan Legon Kulon termasuk dalam indeks sangat rendah dan Kecamatan Pusakanagara serta Blanakan termasuk dalam indeks rendah (Gambar 1). Hasil ini menunjukkan pesisir Kabupaten Subang secara global termasuk dalam indeks kerentanan rendah. Nilai CVI dapat dihitung untuk area lokal (relatif) sesuai wilayah kajian sehingga didapatkan indeks yang fokus di wilayah pesisir Kabupaten Subang. Nilai CVI untuk area lokal berkorelasi dengan dominannya perubahan garis pantai untuk proses erosi. Erosi dominan di Kecamatan Legon Kulon dan Sukasari (Tabel 3), dan CVI lokal di wilayah tersebut memiliki tingkat nilai sangat tinggi (Gambar 2)

Rentang kategori indeks baru disesuaikan dengan nilai minimum dan maksimum CVI (global) yang telah dihitung sebelumnya. Kategori indeks baru dihitung menggunakan Persamaan 2 dan hasilnya adalah 4,06–4,45 = sangat rendah; 4,45–4,94 = rendah; 4,94–5,04 = menengah; 5,43–6,42 = tinggi; > 6,42 = sangat tinggi. Berdasarkan indeks baru didapatkan perbedaan indeks

antara Kecamatan Pusakanagara dan Blanakan, yaitu Pusakanagara tingkat kerentanan adalah rendah dan Blanakan tingkat kerentanannya adalah sangat rendah. Kecamatan Sukasari dan Legon Kulon memiliki indeks kerentanan yang sangat tinggi (Gambar 2).

Secara keseluruhan pesisir di Kabupaten Subang dikategorikan sebagai daerah dengan indeks kerentanan sangat rendah (18%). Akan tetapi, kondisi ini bukan berarti wilayah pesisir Kabupaten Subang aman dari bencana yang ditimbulkan oleh perubahan iklim. Jika nilai indeks dilihat secara lokal (relatif) hanya di lokasi kajian maka indeks kerentanan sangat tinggi (>90%) untuk beberapa lokasi, yaitu Kecamatan Legon Kulon dan Sukasari. Tingginya alih fungsi lahan dari mangrove ke tambak, serta tingginya pemanfaatan pesisir untuk lahan tambak di lokasi-lokasi tersebut diduga menyebabkan nilai indeks yang besar. Hasil ini berkesesuaian dengan penelitian sebelumnya (Kasim & Siregar, 2012) di mana terjadinya dampak lokal dari fenomena global kenaikan muka air laut. Kondisi kerentanan yang sangat tinggi ini hendaknya menjadi fokus pengelolaan pesisir di masa yang akan datang. Jika tidak ditangani serius maka akan meningkatkan potensi terjadi bencana di wilayah tersebut.



Gambar 2. Indeks Kerentanan Lokal (CVI Relatif) di Pesisir Kabupaten Subang.
 Figure 2. Coastal vulnerability index local (CVI relative) at coastal Subang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian ini menentukan indeks kerentanan di pesisir Kabupaten Subang terhadap kenaikan muka air laut sebagai akibat perubahan iklim global. Cakupan kajian berada diempat kecamatan pesisir Kabupaten Subang, yaitu Pusakanagara, Legon Kulon, Sukasari, dan Blanakan. Analisis dan kajian kerentanan lingkungan fisik di pesisir Kabupaten Subang menunjukkan geomorfologi didominasi pantai berekosistem mangrove dan estuari, serta beberapa lokasi terdapat delta dan terumbu karang. Klasifikasi geomorfologi memiliki tingkat kerentanan sedang dan tinggi. Kisaran pasut dan ketinggian gelombang rata-rata memperlihatkan tingkat kerentanan sangat rendah. Ketinggian permukaan air laut dan jenis batuan geologi di sekitar pantai menunjukkan kerentanan tinggi dan sangat tinggi. Klasifikasi parameter perubahan garis pantai di Kecamatan Pusakanagara dan Blanakan dengan tingkat akresi tinggi berkorelasi dengan tingkat kerentanan sangat rendah, sedangkan tingkat erosi tinggi di Kecamatan Sukasari dan Legon Kulon memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi. Umumnya indeks kerentanan pesisir Kabupaten Subang masih dikategorikan dengan indeks (CVI) sangat rendah, akan tetapi jika indeks (CVI) dilihat secara lokal (relatif) sesuai lokasi kajian dua kecamatan: Sukasari dan Blanakan memiliki indeks kerentanan sangat tinggi.

Variasi hasil nilai CVI ini menunjukkan adanya dampak variatif di tingkat lokal sebagai akibat perubahan global yang terjadi. Terdapatnya kenaikan permukaan air laut global sebagai efek dari mencairnya es di kutub akibat dari perubahan iklim global. Pentingnya peninjauan lebih lanjut dari hasil kajian ini terkait tingkat akurasi data-data yang digunakan dalam klasifikasi parameter kerentanan sehingga bisa didapatkan ketelitian perhitungan indeks lebih baik. Selain itu, penentuan batas sempadan pesisir perlu disesuaikan lebih lanjut. Batas tersebut akan menentukan luas area spesifik yang berpotensi terjadinya bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Berbagai data yang digunakan dalam tulisan ini merupakan hasil analisa penelitian dengan tema Perubahan garis pantai di Kabupaten Subang, yang dilakukan di tahun 2017. Penelitian didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) Institut Teknologi Nasional (Itenas), Bandung dalam skema Penelitian Dosen Madya Itenas (PDMI).

DAFTAR PUSTAKA

- Abuodha, P. A. O., & Woodroffe, C. D. (2010). Assessing vulnerability to sea-level rise using a coastal sensitivity index: a case study from southeast Australia. *Journal of Coastal Conservation*, 14(3): 189-205. <https://doi.org/10.1007/s11852-010-0097-0>.
- Badan Informasi Geospasial (2016). *Peta Geologi (Rupa bumi Indonesia) Skala 1:50.000*. Lembar Provinsi Jawa Barat, Cibinong-Bogor.
- Badan Informasi Geospasial (2018). Prediksi Pasut Online. Diakses 10 Agustus 2018, dari <http://tides.big.go.id/pasut/index.html>.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Subang (2010). Laporan Akhir: Kajian Pengembangan Minapolitan di Pantura Kabupaten Subang Tahun Anggaran 2010. Subang.
- Bappeda-Jabar (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah) Provinsi Jawa Barat (2007). Laporan Akhir Atlas Pesisir dan Laut Utara Jawa Barat. Bandung.
- Gornitz, V. (1991). Global Coastal Hazards From Future Sea Level Rise. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 89, 379-398. doi:10.1016/0031-0182(91)90173-O.
- Gornitz, V. M., Beaty, T. W., & Daniels, R. C. (1997). *A Coastal Hazards Data Base For The U.S. West Coast*. U.S. Department of Energy Environmental Sciences Division Publication No. 4590.
- Handiani, D. N., Darmawan, D. N., Hernawati, H., Suryahadi M. F., & Aditya, Y. D. (2017a). Identifikasi Perubahan Garis Pantai dan Ekosistem Pesisir di Kabupaten Subang. *Reka Geomatika*, 2017(2), 61-71.
- Handiani, D. N., Darmawan, S., Hernawati, R., Suryahadi M. F., & Aditya, Y. D. (2017b). Kajian Spasial Perubahan Garis Pantai, Penyebab, dan Dampaknya Terhadap Sosial-Ekonomi Masyarakat di Pesisir Subang. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa dan Desain Itenas, 5-6 Desember 2017*. ISBN: 978-602-74127-6-7.
- Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap. (2010). *Scientific Basis: Analysis and Projection of Sea Level Rise and Extreme Weather Event*. Jakarta. U.S. West Coast. U.S. Department of Energy Environmental Sciences Division Publication No.4590.
- Indrayanti, M. D., Fahrudin, A., & Setiobudiandi, I. (2015). Penilaian Jasa Ekosistem Mangrove di Teluk Blanakan Kabupaten Subang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 20(2), 91-96.
- IPCC (2018). *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- IPCC CZMS. (1992). *A common methodology for assessing vulnerability to sea level rise*. 2nd revision. In: Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. IPCC CZMS. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Hague, The Netherlands, Appendix C.
- Jade, R. M. R., Perbani, N. M. R. R. C., & Handiani, D. N. (2017). Analisis Efektivitas Bangunan Pelindung Pelabuhan Patimban dan Pantai Sekitar Melalui Tinjauan Hidro-Oseanografi. *Reka Geomatika*, 2017(2), 102-112.
- Kasim, F., & Siregar, V. P. (2012). Penilaian Kerentanan Pantai Menggunakan Metode Integrasi CVI-MCA Studi Kasus Pantai Indramayu. *Forum Geografi*, 26(1), 65-76.
- Klein, J. T., & Nicholls, R. J. (1999). Assessment of Coastal Vulnerability to Climate Change. *AMBIO A Journal of the Human Environment*, 28(2), 182-187.
- Nageswara Rao, K., Subraelu, P., & Venkateswara Rao, T. (2008). Sea-level rise and coastal vulnerability: an assessment of Andhra Pradesh coast, India through remote sensing and GIS. *Journal of Coastal Conservation*, 12(4), 195. <https://doi.org/10.1007/s11852-009-0042-2>
- Ondara, K., Rahmawan, G. A., Wisha, U. J., & Ridwan, N. N. (2017). Hidrodinamika dan Kualitas Perairan untuk Kesesuaian Pembangunan Keramba Jaring Apung (KJA) Offshore di Perairan Keneukai, Nangroe Aceh Darussalam. *Jurnal Kelautan Indonesia*. 12(2), 45-57.
- Pantusa, D., D'Alessandro, F., Riefolo, L., Principato, F., & Tomasicchio, G. R. (2018). Application of a Coastal Vulnerability Index. A Case Study along the Apulian Coastline, Italy. *Water*, 10(9), 1-15. doi:10.3390/w10091218.
- Pendleton, E. A., Thieler, E. R., & Williams, S. J. (2005). *Coastal Vulnerability Assessment of War in the Pacific National Historical Park (WAPA) to Sea-Level Rise*. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia 2005-1056.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia (2016). Perpres RI No. 5 tahun 2016 tentang Batas Sempadan Pantai. Jakarta.
- Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (2017). Daftar Pasang Surut edisi 2017. Ancol Timur-Jakarta Utara.
- Ramadhan, M., Husrin, S., Sudirman, N., & Altanto, T. (2012). Pemetaan Indeks Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Iklim Di Sumatera Barat dan Sekitarnya. *Jurnal Segara*, 8(2). 107-115.
- Sofian, I., & Nahib, I. (2010). Proyeksi Kenaikan Tinggi Muka Laut dengan Menggunakan Data Altimeter dan Model IPCC-AR4. *Globë*, 12(2), 173-181.
- Tanto, T. A., Putra, A., Kusumah, G., Farhan, A. R., Pranowo, W. S., Husrin, S., & Ilham. (2017). Pendugaan Laju Sedimentasi di Perairan Teluk Benoa-Bali Berdasarkan Citra Satelit. *Jurnal Kelautan Nasional*,

12(3), 101-107

- Teknomo, K. (2018) Evaluation Based on Ranks: Analytic Hierarchy Process (AHP) Tutorial. Dipetik pada 10 September 2018, dari <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/Rank.htm>.
- Thieler, E. R., & Hammar-Klose, E. S. (2000). *National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Gulf of Mexico Coast* U.S. Geological Survey Woods Hole, Massachusetts, OPEN-FILE REPORT 00-179.
- U.S. West Coast. U.S. Department of Energy Environmental Sciences Division Publication No. 4590.
- Van aalst, M. K. (2006). The impact of climate change on the risk of natural disaster. *Disasters*. 30(1), 5-18.
- Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K. L., Saito, Y., & Sallenger, A. (2014). *Coastal systems and low-lying areas. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361-409.

