



Analisis Kerentanan Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Kota Semarang Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Niqa Dwi Andika[✉], Ananto Aji, Tjaturahono Budi Sanjoto

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 28 Februari 2018

Disetujui 14 Juli 2017

Dipublikasikan 24 Mei 2018

Keywords:

Coastal Vulnerability,

Sea level rise,

*Class potential of Hazard/
Vulnerability.*

Abstrak

Tujuan dalam penelitian adalah menilai tingkat kerentanan wilayah pesisir akibat kenaikan muka laut di Kota Semarang. Menilai tingkat kerentanan dilakukan dengan menghitung indeks kerentanan pesisir dengan 6 parameter, yaitu geomorfologi, kemiringan pantai, perubahan garis pantai, kenaikan muka laut, pasang surut, dan gelombang laut. Hasil indeks kerentanan pesisir digolongkan kedalam tingkat kelas potensi bahaya/kerentanan. Penelitian ini menghasilkan tingkat kerentanan pesisir Kota Semarang digolongkan dalam kelas sedang dan tinggi. Wilayah dengan tingkat kelas potensi bahaya/kerentanan tergolong sedang terdapat 5 Kelurahan yaitu Tugurejo, Tambakharjo, Tawangsari, Panggung Lor, dan Bandarharjo. Sedangkan untuk kelas tergolong tinggi terdapat 9 Kelurahan yaitu Mangkang Kulon, Mangunharjo, Mangkang Wetan, Randugarut, Karanganyar, Tanjung Mas, Terboyo Kulon, Terboyo Wetan dan Trimulyo. Parameter yang berpengaruh terhadap kerentanan di pesisir Semarang yaitu perubahan garis pantai, geomorfologi dan kenaikan muka air laut. Pada parameter perubahan garis pantai menunjukkan terjadi perubahan yang negatif berupa abrasi sehingga mengurangi luas daratan. Parameter geomorfologi wilayah pesisir Kota Semarang tergolong dalam kerentanan tinggi. Sedangkan, topografi di pesisir Kota Semarang yang tergolong landai sehingga sangat rentan terhadap kenaikan muka laut.

Abstract

The purpose of this research is to assess the vulnerability of coastal area due to sea level rise in Semarang City. Assessing vulnerability is done by calculating coastal vulnerability index with 6 parameters, ie geomorphology, coastal slope, coastline change, sea level rise, tides, and sea waves. The results of coastal susceptibility indexes are classified into grade level of potential hazards / vulnerabilities. This study resulted in coastal vulnerability level of Semarang City classified in medium and high class. Areas with class of potential hazard / vulnerability are classified into 5 village namely Tugurejo, Tambakharjo, Tawangsari, Panggung Lor, and Bandarharjo. As for the class is high there are 9 villages namely Mangkang Kulon, Mangunharjo, Mangkang Wetan, Randugarut, Karanganyar, Tanjung Mas, Terboyo Kulon, Terboyo Wetan and Trimulyo. Parameters that affect coastal vulnerability in Semarang are coastline, geomorphology and sea level rise. On the parameter of coastline change shows negative changes in the form of abrasion, thus reducing the area of land. Geomorphological parameters of coastal areas of Semarang City belong to high vulnerability. Meanwhile, the topography in the coastal city of Semarang is classified as sloping so it is very vulnerable to sea level rise.

© 2018 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: geografiunnes@gmail.com

PENDAHULUAN

Kenaikan muka air laut mengakibatkan pesisir mengalami kerentanan yang disebabkan adanya fenomena pemanasan global. Dampak dari kenaikan muka air laut terhadap kerentanan pesisir tersebut berupa peningkatan erosi, genangan (*inundation*), intrusi air laut ke daratan hingga pesisir.

Kota Semarang sebagai salah satu kota metropolitan yang memiliki wilayah pesisir di bagian utara dengan garis pantai sepanjang \pm 13 km (Wibawa, dkk 2012:9). Menurut Fauziah (2014:317), pada tahun 2008 kenaikan muka air laut di Kota Semarang telah menyebabkan kerugian ekonomi akibat kerusakan *mangrove* sebesar 729 juta rupiah per tahun dan sebanyak 2.889 ha areal tambak rusak menimbulkan kerugian ekonomi sebesar 100 juta rupiah.

Menurut Nicholls dan Mimura sebagaimana dikutip oleh Marfai (2014: 38) pesisir Semarang mengalami kerentanan terhadap kenaikan muka air laut setinggi 60 cm yang mengakibatkan banjir rob.

Penilaian kerentanan pesisir sangat diperlukan untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir Kota Semarang. Penilaian kerentanan pesisir menggunakan metode *Coastal Vulnerability Index* (CVI). Menurut Ramieri *et al.*, (2011:20) metode CVI digunakan untuk menilai kerentanan pesisir berupa erosi dan/atau genangan (*inundation*) terhadap kenaikan muka air laut. Sejalan dengan pendapat di atas, Diposaptono sebagaimana dikutip oleh Sulma (2012:2) metode tersebut telah digunakan dalam program nasional penilaian kerentanan pesisir terhadap kenaikan muka laut di Indonesia.

METODE

Daerah penelitian ditentukan pada tiap unit analisis Kelurahan yang berbatasan dengan garis pantai (*longshore*). Berdasarkan hasilnya terdapat 14 Kelurahan yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Lokasi penelitian

No Unit	Kelurahan
1	Mangkang Kulon
2	Mangunharjo
3	Mangkang Wetan
4	Randugarut
5	Karanganyar
6	Tugurejo
7	Tambakharjo
8	Tawang Sari
9	Panggung Lor
10	Bandarharjo
11	Tanjung Emas
12	Terboyo Kulon
13	Terboyo Wetan
14	Trimulyo

Variabel yang digunakan dalam penelitian kerentanan pesisir adalah 6 parameter sebagai berikut.

1. Geomorfologi

Kondisi Geomorfologi dianalisa berdasarkan data Peta Geomorfologi lembar Semarang dan Bagian Utara Ungaran, Jawa (1999). Data geomorfologi berhubungan dengan tutupan lahan di sekitar lokasi penelitian, yang meliputi pantai berbatu, pantai bertebing, pantai berpasir, eustaria, berteluk, berlumpur, rawa payau, delta, mangrove, terumbu karang, dan lain-lain.

2. Kemiringan pantai

Penentuan pengambilan sampel titik kemiringan pantai menggunakan sampel daerah (*Area Sampling*) dengan metode sampel titik sistematis (*Systematic Point Sampling*). Pengukuran kemiringan pantai dilakukan survey lapangan pada tiap unit analisis menggunakan alat meteran, bak ukur, serta *Global Position System* (GPS).

3. Perubahan garis pantai

Laju perubahan garis pantai dianalisa berdasarkan selisih jarak antara garis pantai lama dengan yang baru (*overlaying*) hasil aplikasi sistem penginderaan jauh (*remote sensing*). Data yang digunakan menggunakan citra Landsat 7 ETM dan Landsat 8 OLI/TIRS dengan kurun waktu 11 tahun (2005-2015). Hasil data diolah menggunakan sistem informasi geografis (SIG).

4. Laju kenaikan muka air laut

Data kenaikan muka air laut diperoleh dari kenaikan atau penurunan air rata-rata tahunan dari waktu ke waktu. Dalam penelitian tersebut nilai kenaikan muka air laut rata-rata diambil berdasarkan AVISO yang merupakan data pengamatan satelit altimetri Topex/Poseidon. Data trend kenaikan muka air laut yang digunakan data *satellite multi-mission* 1993-2016.

5. Pasang surut

Data pasang surut diperoleh dari kenaikan atau penurunan air rata-rata tahunan dari waktu ke waktu. Dalam penelitian tersebut nilai pasang surut rata-rata diambil berdasarkan data stasiun BMKG maritim Semarang tahun 2005-2015.

6. Gelombang laut

Data gelombang diperoleh dari tinggi atau rendahnya gelombang rata-rata tahunan dari waktu ke waktu. Dalam penelitian tersebut nilai gelombang rata-rata diambil berdasarkan data stasiun BMKG maritim Semarang tahun 2005-2015.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah 5 yaitu Er mapper 7.1, Arc Gis 10.1, GPS, Roll meter dan Bak Ukur. Teknik Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut pada tabel 2.

Tabel 2. Metode Perolehan Data

No	Parameter	Perolehan
1	Geomorfologi	Peta Geomorfologi lembar Semarang dan Bagian Utara Ungaran, Jawa (1999)
2	Kemiringan Pantai	Cek Lapangan
3	Perubahan Garis Pantai	Citra Satelit Landsat 7 tahun 2005 dan Landsat 8 Tahun 2015
4	Laju kenaikan muka laut	Pryeksi <i>Satelit multi mission</i> 1993-2016
5	Pasang Surut	Data BMKG Kelas II Maritim Tahun 2005-2015
6	Gelombang Laut	Data BMKG Kelas II Maritim Tahun 2005-2015

Teknik analisis data yang digunakan dengan teknik penilaian kerentanan pesisir. Dalam pengolahan data penelitian, digunakan teknik penilaian indeks kerentanan pesisir pada unit analisis tiap parameter. Terhadap hasil analisis pada tiap parameter CVI (*Coastal Vulnerability Index*) kemudian dilakukan pembobotan/ perankingan sesuai tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Skor untuk CVI oleh USGS Report tahun 2009

Variabel	Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
Geomorfologi	Pantai berbatu, pantai bertebing	Estuari, laguna, pantai berkerikil	Pantai berpasir, berteluk, berlumpur, rawa payau, delta, mangrove, terumbu karang
Perubahan Garis Pantai (m/tahun)	>1	-1,0-1,0	< -1
Kemiringan Pantai (%)	>1,9	0,6 – 1,9	< 0,6
Laju Kenaikan Muka Laut (mm/thn)	<1,8	1,8 – 3,4	> 3,4
Rata-rata Pasang Surut (m)	<1,2	1,2 – 1,3	>1,3
Rata-rata Gelombang Laut (m)	< 2,4	2,4 – 3,1	> 3,1

Sumber: Agustin, dkk (2016)

Penentuan skor CVI berdasarkan USGS Report (2009) dihitung dengan mengambil akar kuadrat dari produk variabel peringkat dibagi dengan jumlah variabel seperti pada persamaan 2.1

$$CVI = \sqrt{\frac{a \times b \times c \times d \times e \times f}{6}}$$

dimana:

CVI = *Coastal Vulnerability Index*

a = kondisi geomorfologi

b = laju perubahan garis pantai (m/tahun)

c = kemiringan pantai (%)

d = laju kenaikan muka laut (mm/tahun)

e = rata-rata tinggi pasang surut (m/tahun)

f = rata-rata gelombang laut (m/tahun)

Kemudian hasil indeks kerentanan pesisir pada unit analisis kemudian dilakukan pengkelasan potensi bahaya/kerentanan yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kelas Potensi Bahaya/Kerentanan

Kelas Potensi Bahaya/Kerentanan	
Kelas	Deskripsi
0,1 – 1,0	Rendah
1,1 – 2,0	Sedang
2,1 – 3,0	Tinggi

Sumber: Agustin, dkk (2016)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian berada di Kota Semarang yang terletak antara 6°5'0" Lintang Selatan dan 110°35'0" Bujur Timur dengan luas wilayah 373,70 km² dengan sebelah barat adalah Kabupaten Kendal, sebelah timur adalah Kabupaten Demak, sebelah selatan Kabupaten Semarang batas sebelah utara adalah Laut Jawa dengan panjang garis pantai mencapai 13,6 kilometer.

Lokasi penelitian berada di wilayah administrasi Kota Semarang. Unit analisis yang dikaji dalam penelitian meliputi 14 Kelurahan yang berbatasan langsung dengan laut di pesisir Kota Semarang. Unit analisis meliputi Kelurahan Mangkang Kulon, Kelurahan Mangunharjo, Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Randugarut, Kelurahan Karanganyar, dan Kelurahan Tugu, Kelurahan Tambakharjo dan

Kelurahan Tawang Sari, Kelurahan Panggung Lor, Kelurahan Bandarharjo dan Kelurahan Tanjung Mas, Kelurahan Terboyo Kulon, Kelurahan Terboyo Wetan dan Kelurahan Trimulyo.

Geomorfologi, Geomorfologi pesisir Kota Semarang terdapat 5 bentukan lahan yaitu pantai berpasir, *mangrove*, pantai berlumpur, rawa payau, dan delta. Berdasarkan hasil data maka indeks kerentanan berdasarkan parameter geomorfologi tergolong tinggi dapat dilihat pada tabel 5;

Tabel 5. Bentukan lahan lokasi penelitian

Kelurahan	Bentukan Lahan	Kelas
Mangkang Kulon	Pantai Berpasir	Tinggi
Mangunharjo	Pantai Berpasir	Tinggi
Mangkang Wetan	<i>Mangrove</i>	Tinggi
Randugarut	Pantai Berpasir	Tinggi
Karanganyar	Pantai Berlumpur	Tinggi
Tugurejo	Pantai Berpasir	Tinggi
Tambakharjo	Rawa Payau	Tinggi
Tawang Sari	Pantai Berpasir	Tinggi
Panggung Lor	Delta	Tinggi
Bandarharjo	Delta	Tinggi
Tanjung Emas	Delta	Tinggi
Terboyo Kulon	Delta	Tinggi
Terboyo Wetan	Pantai Berpasir	Tinggi
Trimulyo	Pantai Berpasir	Tinggi

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

Perubahan Garis Pantai Perubahan garis pantai di Pesisir Semarang diolah menggunakan digitasi shapefile *polyline* sesuai garis pada citra Landsat 7 tahun 2005 dan Citra Landsat 8 tahun 2015. Hasil data menunjukkan perubahan garis pantai mengalami abrasi dan akresi. Berdasarkan hasil data, maka indeks kerentanan pesisir berdasarkan perubahan garis pantai tergolong rendah dan tinggi yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Laju Perubahan Garis Pantai

Kelurahan	Perubahan (m/tahun)	Kelas	Kategori
Mangkang			Abrasi
Kulon	-1,243	Tinggi	
Mangunharjo	-13,820	Tinggi	Abrasi
Mangkang			Abrasi
Wetan	-116,877	Tinggi	
Randugarut	-73,7123	Tinggi	Abrasi
Karanganyar	-8,919	Tinggi	Abrasi
Tugurejo	16,895	Rendah	Akresi
Tambakharjo	70,592	Rendah	Akresi
Tawangsari	20,091	Rendah	Akresi
Panggung Lor	28,327	Rendah	Akresi
Bandarharjo	23,719	Rendah	Akresi
Tanjung Mas	-10,190	Tinggi	Abrasi
Terboyo Kulon	-6,781	Tinggi	Abrasi
Terboyo Wetan	-10,977	Tinggi	Abrasi
Trimulyo	-12,028	Tinggi	Abrasi

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

1. Kenaikan Muka Air Laut

Kenaikan muka air laut relatif (mm/tahun) diperoleh dari data pengamatan satelit altimetri *Multi Mission Topex/Poseidon*, Jason-1, Jason-2 dalam kurun waktu 23 tahun (Januari 1993 hingga September 2016). Data digunakan dengan menggunakan hasil dari titik stasiun dari nilai *Mean Sea Level (MSL)*. Berdasarkan hasil titik tersebut maka diinterpolasikan dengan perangkat lunak SIG sehingga dapat diketahui nilai *MSL*. Berdasarkan hasil pengolahan maka diketahui nilai rata-rata kenaikan muka air laut di pesisir Semarang tergolong tinggi pada 14 kelurahan yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Laju Kenaikan Muka Lut Tahun 1993-2016

Kelurahan	Rata-rata Kenaikan Muka Laut (mm/tahun)	Laju Kenaikan Muka Laut	Kelas
Mangkang			
Kulon	4,79		Tinggi
Mangunharjo	4,79		Tinggi
Mangkang			
Wetan	4,79		Tinggi
Randugarut	4,79		Tinggi
Karanganyar	4,79		Tinggi
Tugurejo	4,79		Tinggi
Tambakharjo	4,79		Tinggi
Tawangsari	4,79		Tinggi
Panggung Lor	4,79		Tinggi
Bandarharjo	4,79		Tinggi
Tanjung Mas	4,79		Tinggi
Terboyo			
Kulon	4,79		Tinggi
Terboyo			
Wetan	4,79		Tinggi
Trimulyo	4,79		Tinggi

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

2. Pasang Surut air laut

Data pasang surut yang digunakan hasil data pengukuran stasiun BMKG Kelas II Maritim tahun 2005 hingga 2015 dalam kurun waktu 11 tahun. Berdasarkan hasil data, maka indeks kerentanan berdasarkan parameter pasang surut tergolong rendah pada 14 kelurahan yang dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata pasang surut tahun 2005-2015

Kelurahan	Rata-rata Pasang Surut (m/tahun)	Kelas
Mangkang		
Kulon	0,96	Rendah
Mangunharjo	0,96	Rendah
Mangkang		
Wetan	0,96	Rendah
Randugarut	0,96	Rendah
Karanganyar	0,96	Rendah
Tugurejo	0,96	Rendah
Tambakharjo	0,96	Rendah
Tawang Sari	0,96	Rendah
Panggung Lor	0,96	Rendah
Bandarharjo	0,96	Rendah
Tanjung Mas	0,96	Rendah
Terboyo		
Kulon	0,96	Rendah
Terboyo		
Wetan	0,96	Rendah
Trimulyo	0,96	Rendah

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

3. Gelombang Laut

Data gelombang laut yang digunakan merupakan dari hasil data pengukuran stasiun BMKG Kelas II Maritim tahun 2005 hingga 2015 dalam kurun waktu 11 tahun. Berdasarkan hasil data, maka indeks kerentanan berdasarkan parameter pasang surut tergolong rendah pada 14 kelurahan yang dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata gelombang laut tahun 2011-2015

Kelurahan	Rata-rata gelombang laut (m/tahun)	Kelas
Mangkang		
Kulon	0,58	Rendah
Mangunharjo	0,58	Rendah
Mangkang		
Wetan	0,58	Rendah
Randugarut	0,58	Rendah
Karanganyar	0,58	Rendah
Tugurejo	0,58	Rendah
Tambakharjo	0,58	Rendah
Tawang Sari	0,58	Rendah
Panggung Lor	0,58	Rendah
Bandarharjo	0,58	Rendah
Tanjung Mas	0,58	Rendah
Terboyo		
Kulon	0,58	Rendah
Terboyo		
Wetan	0,58	Rendah
Trimulyo	0,58	Rendah

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

4. Kemiringan pantai

Kemiringan pantai diperoleh dengan pengambilan titik menggunakan sampel daerah (*Area Sampling*) dengan metode sampel titik sistematis (*Systematic Point Sampling*). Pada penelitian ini menggunakan 38 sampel yang tersebar di 14 kelurahan. Data digunakan dengan hasil pengukuran lapangan. Berdasarkan hasil data, maka indeks kerentanan pesisir berdasarkan kemiringan pantai tergolong rendah dan sedang yang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengukuran kemiringan pantai

Kelurahan	Kemiringan (%)	Kelas
	2,55	Rendah
Mangkang Kulon	2,89	Rendah
	3,82	Rendah
	1,85	Sedang
Mangunharjo	1,74	Sedang
	1,74	Sedang
Mangkang Wetan	2,66	Rendah
	9,24	Rendah
Randugarut	9,47	Rendah
	9,36	Rendah
Karang Anyar	12,19	Rendah
	6,94	Rendah
Tugurejo	7,51	Rendah
	6,36	Rendah
	11,93	Rendah
Tambakharjo	11,43	Rendah
	11,43	Rendah
	8,64	Rendah
Tawang Sari	8,14	Rendah
	9,66	Rendah
	14,45	Rendah
Panggung Lor	15,21	Rendah
	15,71	Rendah
	7,38	Rendah
Bandarharjo	13,95	Rendah
	12,19	Rendah
	3,59	Rendah
Tanjung Emas	3,12	Rendah
	3,36	Rendah
	4,17	Rendah
Terboyo Kulon	3,36	Rendah
	2,78	Rendah
	1,74	Sedang
Terboyo Wetan	1,85	Sedang
	1,62	Sedang
	4,17	Rendah
Trimulyo	3,36	Rendah
	2,78	Rendah

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

Hasil penggolongan tingkat kelas potensi bahaya/kerentanan tergolong sedang dan tinggi yang dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 11.

Tabel 11. Hasil perhitungan dan pengkelasan CVI

Kelurahan	GEO	SLP	AE	MSL	PST	GLB	CVI	Kelas
Mangkang Kulon	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi
Mangunharjo	3	2	3	3	1	1	3,0	Tinggi
Mangkang Wetan	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi
Randugarut	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi
Karanganyar	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi
Tugurejo	3	1	1	3	1	1	1,2	Sedang
Tambakharjo	3	1	1	3	1	1	1,2	Sedang
Tawang Sari	3	1	1	3	1	1	1,2	Sedang
Panggung Lor	3	1	1	3	1	1	1,2	Sedang
Bandarharjo	3	1	1	3	1	1	1,2	Sedang
Tanjung Mas	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi
Terboyo Kulon	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi
Terboyo Wetan	3	2	3	3	1	1	3,0	Tinggi
Trimulyo	3	1	3	3	1	1	2,1	Tinggi

Sumber: Hasil penelitian tahun 2017

Ket:

GEO = Geomorfologi

PST = Pasang surut

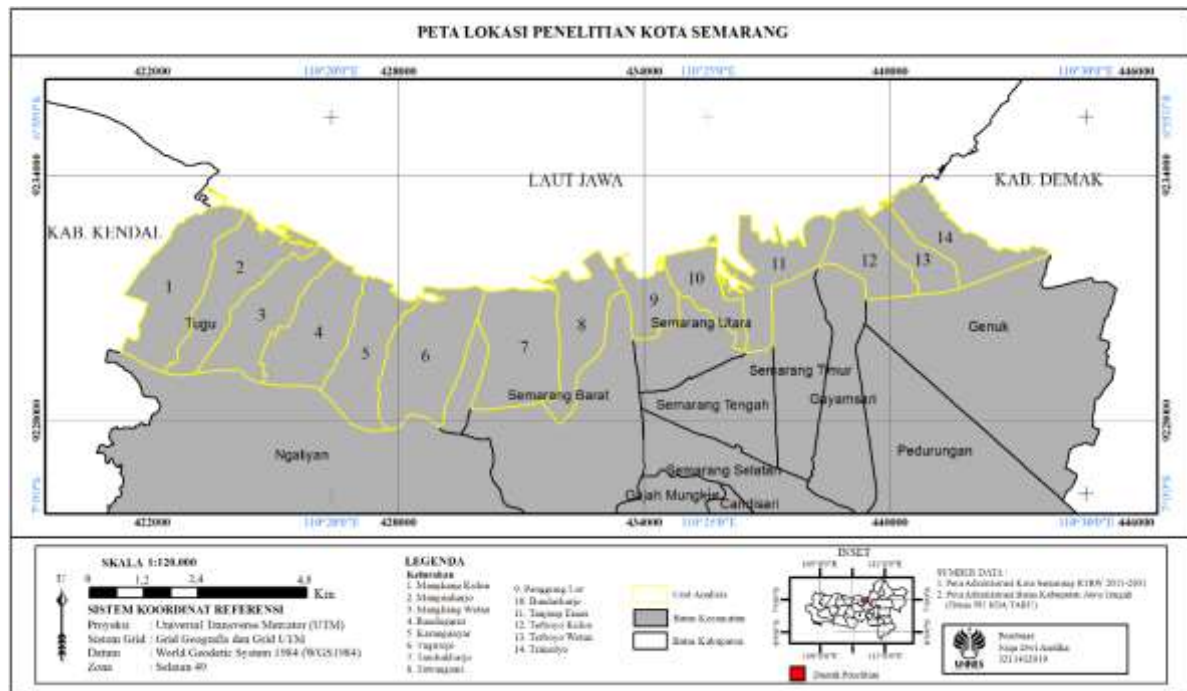
CVI = Indeks Kerentanan

SLP = Kemiringan pantai

GLB = Gelombang laut Pesisir

AE = Perubahan garis pantai

MSL = Kenaikan muka laut



Gambar 1. Peta Indeks Kerentanan Pesisir Kota Semarang

Menilai tingkat kerentanan wilayah pesisir akibat kenaikan muka laut (ξ1)

Penilaian kerentanan berdasarkan parameter geomorfologi yaitu berdasarkan data pada Peta Geomorfologi. Hasil data menunjukkan pesisir Kota Semarang terdapat 6 jenis bentukan lahan yaitu Dataran Pantai, Pasir Pantai, Dataran Delta, Dataran Aluvial, Alur Sungai Tua dan Teras Tektonik. Analisis berdasarkan parameter geomorfologi dilakukan dengan interpretasi sesuai dalam Tabel 3 penentuan skor untuk *CVI*. Hasil interpretasi berdasarkan Geomorfologi terdapat 5 golongan bentukan lahan yaitu pantai berpasir, *mangrove*, berlumpur, rawa payau dan delta. Pada 5 kategori tersebut semua termasuk dalam kelas tinggi.

Penilaian kerentanan pesisir berdasarkan parameter perubahan garis pantai yaitu rata-rata perubahan laju garis pantai yang mengalami akresi dan abrasi. Hasil analisis berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa daerah yang mengalami perubahan garis pantai dalam kurun waktu 11 tahun (2005-2015) terbesar berupa abrasi terbesar di kelurahan Mangkang Wetan dengan laju perubahan sebesar -116,8 m/tahun. Wilayah lainnya juga mengalami abrasi cukup cepat adalah di kelurahan Randugarut. Sedangkan daerah yang mengalami akresi terbesar di kelurahan Tambakharjo dengan laju perubahan sebesar 70,59 m/tahun.

Penilaian kerentanan pesisir berdasarkan kenaikan muka laut yaitu rata-rata laju kenaikan muka air laut. Hasil analisis berdasarkan Tabel 7 menunjukkan laju kenaikan muka air laut di kota Semarang adalah 4,79 mm/tahun. Dalam Karsidi (2011) disebutkan bahwa hasil pemantauan satelit altimetri yang diterbitkan AVISO perancis menunjukkan adanya konsistensi dengan data kenaikan permukaan laut dari hasil pengamatan Jaringan Stasiun Pasang Surut Nasional yang dioperasikan Bakosurtanal.

Penilaian kerentanan pesisir berdasarkan Pasang Surut yaitu rata-rata pasang surut air laut di Kota Semarang. Hasil analisis berdasarkan Tabel 8 menunjukkan rata-rata pasang surut dari tahun 2005 hingga 2015 adalah 0,96 m/tahun.

menurut BMKG Maritim II Semarang mengatakan, untuk data 10 tahun sudah termasuk standar menghitung rata-rata pasang surut air laut. Data digunakan dengan nilai rata-rata setiap tahun. Nilai rata-rata pasang surut mempunyai arti penting dalam kerentanan pesisir, karena berkontribusi dalam penggenangan daerah pesisir.

Penilaian kerentanan pesisir berdasarkan Gelombang laut yaitu rata-rata gelombang laut di Kota Semarang. Hasil analisis berdasarkan Tabel 9 menunjukkan rata-rata gelombang laut di pesisir Semarang adalah 0,58 m/tahun. Nilai tersebut mewakili pesisir Semarang karena pengamatan BMKG hanya di satu lokasi. Menurut Suratno dalam Kurniawan (2012:15) bahwa Model Windwaves-05 merupakan model MRI-II (*Marine Research Institute*) dari Jepang. Model Windwaves-05 sudah sejak tahun 2004 dioperasikan rutin pelayanan informasi meteorologi kelautan di BMKG untuk memberi peringatan dini gelombang tinggi. Nilai tinggi gelombang dalam kerentanan pantai dapat mempengaruhi perubahan garis pantai tersebut.

Penilaian kerentanan pesisir berdasarkan Kemiringan pantai yaitu mengetahui kemiringan pantai di Kota Semarang. Hasil analisis berdasarkan Tabel 10 menunjukkan bahwa persentase kemiringan tertinggi berada di kelurahan Terboyo Wetan dengan persentase 1,62%, 1,74% dan 1,85%. Sedangkan untuk presentase kemiringan terendah di kelurahan Panggung Lor dengan kemiringan 14,45%, 15,21% dan 15,71%. Menurut Pendleton *et al.*, (2005:7) bahwa nilai kemiringan dapat mengidentifikasi kerentanan terhadap genangan dan potensi kecepatan perubahan garis pantai karena daerah pesisir landai akan lebih cepat daripada daerah yang lebih curam.

Tingkat kelas potensi bahaya kerentanan (ξ2)

Analisis berdasarkan Tabel 11 menunjukkan kelas potensi bahaya/kerentanan tergolong sedang terdapat di Kelurahan Tugurejo, Kelurahan Tambakharjo, Kelurahan Tawang Sari, Kelurahan Panggung Lor, dan Kelurahan Bandarharjo. Sedangkan untuk kelas potensi bahaya/kerentanan tergolong tinggi terdapat di Kelurahan Mangkang Kulon,

Kelurahan Mangunharjo, Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Randugarut, Kelurahan Karanganyar, Kelurahan Tanjung Mas, Kelurahan Terboyo Kulon, Kelurahan Terboyo Wetan dan Kelurahan Trimulyo. Di sepanjang pesisir Semarang diketahui bahwa tingkat kelas potensi bahaya/kerentanan dalam kategori sedang dengan nilai 1,2. Sedangkan dalam kategori tinggi dengan nilai 2,1 dan 3,0.

Parameter yang sangat berpengaruh terhadap kerentanan di pesisir Semarang yaitu perubahan garis pantai, geomorfologi dan kenaikan Muka air laut. Pada parameter perubahan garis pantai menunjukkan terjadi perubahan yang negatif berupa abrasi sehingga mengurangi luas daratan. Parameter geomorfologi yang berupa pantai berpasir, *mangrove*, berlumpur, rawa payau dan delta di Pesisir Semarang tergolong dalam kerentanan tinggi. Sedangkan, topografi di pesisir kota Semarang yang tergolong landai sehingga sangat rentan terhadap kenaikan muka laut.

SIMPULAN

Hasil penelitian tingkat kerentanan pesisir Kota Semarang terhadap kenaikan muka laut dapat digolongkan dalam kelas sedang dan tinggi. Wilayah dengan tingkat kelas potensi bahaya/kerentanan tergolong sedang terdapat di kelurahan Tugurejo, Kelurahan Tambakharjo, Kelurahan Tawang Sari, Kelurahan Panggung Lor, dan Kelurahan Bandarharjo. Sedangkan untuk kelas potensi bahaya/kerentanan tergolong tinggi terdapat di Kelurahan Mangkang Kulon, Kelurahan Mangunharjo, Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Randugarut, Kelurahan Karanganyar, Kelurahan Tanjung Mas, Kelurahan Terboyo Kulon, Kelurahan Terboyo Wetan dan

Kelurahan Trimulyo. Parameter yang berpengaruh terhadap kerentanan di pesisir Semarang yaitu perubahan garis pantai, Geomorfologi dan Kenaikan Muka air laut. Dari sisi, perubahan garis pantai dapat terjadi perubahan yang negatif berupa abrasi sehingga mengurangi luas daratan. Parameter geomorfologi yang berupa pantai berpasir, mangrove, berlumpur, rawa payau dan delta di Pesisir Semarang tergolong dalam kerentanan tinggi di pesisir Semarang. Sedangkan, topografi di pesisir Kota Semarang yang tergolong landai sehingga sangat rentan terhadap kenaikan muka laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauziah, A, N. 2014. Kajian Kerentanan Iklim: Sebuah Penilaian Kembali di Wilayah Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Marfai, M.A. 2014. *Banjir Pesisir Kajian Dinamika Pesisir Semarang*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ramieri E, Hartley A, Barbanti A, Santos FD, Laihonen P, Marinova N, Santini M. 2011. *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change*. ETC CCA Backgorund Paper Copenhagen (DK) 8-9 June 2011.
- Sulma, Sayidah. 2012. 'Kerentanan Pesisir terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus: Surabaya dan Daerah Sekitarnya)'. *Tesis*. Depok: Universitas Indonesia.
- Karsidi, A. 2011. Workshop Dampak Kenaikan Permukaan Laut pada Lingkungan Pantai Indonesia. <http://www.bakosurtanal.go.id>
- Kurniawan, Roni. 2012. Karakteristik Gelombang Laut dan Daerah Rawan Gelombang Tinggi di Perairan Indonesia. *Tesis*. Depok: Universitas Indonesia.
- Wibawa, E.A, Wahyudi, Sambodho, K. 2012. Studi Naiknya Muka Air Laut Di Kawasan Pesisir Semarang.