

PEMETAAN KAPASITAS ADAPTIF WILAYAH PESISIR SEMARANG DALAM MENGHADAPI GENANGAN AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR LAUT DAN PERUBAHAN IKLIM

Adaptive Capacity Mapping of Semarang Offshore Territory by The Increasing of Water Level and Climate Change

Ifan Ridlo Suhelmi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir
Balitbang Kelautan dan Perikanan - KKP
Email: Ifan_ridlo@yahoo.com

ABSTRACT

Tidal inundation, flood and land subsidence are the problems faced by Semarang city related to climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) predicted the increase of sea level rise 18-59 cm during 1990-2100 while the temperature increase 0,6°C to 4°C during the same periode. The Semarang coastal city was highly vulnerable to sea level rise and it increased with two factors, topography and land subsidence. The purpose of this study was to map the adaptive capacity of coastal areas in the face of the threat of disasters caused by climate change. The parameters used are Network Number, Employee based educational background, Source Main Livelihoods, Health Facilities, Infrasuktur Road. Adaptive capacity of regions classified into 3 (three) classes, namely low, medium and high. The results of the study showed that most of the coastal area of Semarang have adaptive capacities ranging from low to moderate, while the village with low capacity totaling 58 villages (58.62%) of the total coastal district in the city of Semarang.

Keywords: adaptive capacity, inundation, sea level rise, climate change

ABSTRAK

Kota Semarang menghadapi berbagai permasalahan lingkungan yang terkait dengan perubahan iklim antara lain banjir, rob, amblesan tanah. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) memperkirakan bahwa kenaikan muka air secara global dari 1990 sampai 2100 akan mencapai 18-59 cm, sementara kenaikan suhu dunia dalam jangka waktu tersebut sekitar 0,6°C sampai 4°C. Dalam menghadapi perubahan iklim, suatu wilayah akan memberikan respon yang berbeda-beda. Kondisi pesisir Semarang di Provinsi Jawa Tengah termasuk wilayah yang rentan terhadap fenomena kenaikan muka air laut. Hal ini disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor topografi dan faktor penurunan tanah (land subsidence). Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan kapasitas adaptif wilayah pesisir dalam menghadapi ancaman bencana yang disebabkan oleh perubahan iklim. Parameter yang dikaji antara lain Jaringan Telpon, Pekerja berdasarkan latar belakang pendidikan, Sumber Pencaharian Utama, Sarana Kesehatan, Infrasuktur Jalan. Kelas kapasitas adaptif wilayah dikelaskan menjadi 3 (tiga) kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian wilayah pesisir Kota Semarang memiliki kapasitas adaptif yang berkisar antara rendah hingga sedang, adapun kelurahan yang memiliki kapasitas rendah berjumlah 58 kelurahan (58,62%) dari total seluruh kecamatan pesisir yang ada di Kota Semarang.

Kata kunci: kapasitas adaptif, genangan, kenaikan muka laut, perubahan iklim

PENDAHULUAN

Semarang merupakan salah satu kota yang terletak di wilayah pesisir. Ibu kota Provinsi Jawa Tengah ini terus mengalami perkembangan dan telah tumbuh menjadi pusat kegiatan ekonomi utama dan kota industri di Jawa Tengah. Arbriyanto dan Kardyanto (2006) mengungkapkan berbagai permasalahan lingkungan yang dihadapi Kota Semarang yang berkaitan dengan fenomena kelautan dan dinamika lingkungan antara lain masalah rob (limpasan air pasang laut), amblesan tanah antara 15-25 cm per tahun dan banjir setiap musim hujan ketika terjadi hujan deras 1 sampai dengan 3 jam.

Adanya fenomena alam tersebut membawa konsekuensi bagi pemerintah kota dan kelompok masyarakat yang terkena dampaknya secara langsung untuk menanggung kerugian fisik bangunan rumah, kerugian sosial penduduk, serta biaya pembangunan dan pemeliharaan sarana dan prasarana yang harus dikeluarkan oleh pengelola kota dan juga masyarakat setempat. Kondisi topografi Semarang cenderung landai dengan kemiringan 0 sampai 2% dengan sebagian besar wilayahnya hampir sama tingginya dengan permukaan laut bahkan di beberapa tempat berada di bawahnya (Bappeda 2002). Topografi yang demikian landai menyebabkan tingkatan kerentanan terhadap perubahan iklim tersebut menjadi semakin besar. Risiko tersebut semakin besar dengan adanya pertumbuhan pemukiman yang dari tahun ke tahun yang semakin meningkat (Pigawati dan Rudiarto, 2011).

Pemanasan global ditengarai akan menaikkan muka air laut, akibat kenaikan air laut adalah fenomena erosi dan genangan di wilayah pesisir dan hilangnya lahan baasah yang kaya akan keanekaragaman hayati (de Lourdes dan Olivio, 1997; Saizar

1997; Titus, 1990). Kajian mengenai pengaruh detail dan dampak pemanasan global pada wilayah pesisir dengan kepadatan penduduk yang tinggi perlu dilakukan. Kongres internasional mengenai perubahan iklim menggarisbawahi seriusnya dampak yang ditimbulkan perubahan lingkungan pada permukiman penduduk di wilayah pesisir (GCAPC, 2000).

Kenaikan muka air laut secara umum akan mengakibatkan berbagai dampak antara lain: (a) peningkatan frekuensi dan intensitas banjir, (b) perubahan arus laut dan meluasnya kerusakan mangrove, (c) perluasan intrusi air laut, (d) peningkatan ancaman terhadap kegiatan sosial-ekonomi masyarakat pesisir, dan (e) berkurang luas daratan atau hilangnya pulau-pulau kecil (Diposaptono, 2002).

Amblesan tanah merupakan fenomena alami karena adanya konsolidasi tanah akibat pematangan lapisan tanah yang masih muda di Semarang bawah. Pada musim hujan, banjir yang bersinergi dengan fenomena rob akan menjadikan wilayah yang tergenang menjadi semakin luas.

Penelitian ini mengkaji kapasitas adaptif wilayah pesisir terhadap ancaman kenaikan muka air laut yang terjadi di pesisir Kota Semarang. Kapasitas adaptif suatu wilayah akan berpengaruh terhadap besar kecilnya dampak yang ditimbulkan oleh fenomena perubahan iklim.

METODE PENELITIAN

Lokasi kajian potensi kerugian akibat genangan rob di lakukan pada pesisir Kota Semarang terlihat pada Gambar 1. Kajian ini merupakan kajian lanjutan dari kajian fisik luasan penggenangan rob akibat kenaikan muka air laut. Hasil kajian luas dan distribusi rob dijadikan masukan dalam

menghitung kerugian ekonomi akibat genangan (Gambar 1).

Penilaian kerentanan wilayah pesisir dilakukan setelah diperoleh berbagai skenario genangan yang terjadi pada pesisir Kota Semarang. Skenario penggenangan menggunakan data Suhelmi (2010). Pendekatan penentuan kerentanan dengan melihat aspek sosial dan fisik. Pendekatan kerentanan menggunakan metode hasil modifikasi dengan mempertimbangkan pemetaan kerentanan yang disusun oleh ACCCRN (2010) dan Miladan (2009) yang merupakan modifikasi dari Pedoman Penyusunan Peta Resiko yang disusun oleh Bappenas. Adapun faktor yang dinilai meliputi kerentanan fisik, ekonomi, sosial

kependudukan dan kerentanan lingkungan. Parameter yang digunakan untuk menyusun peta kerentanan terdiri dari 8 (delapan) parameter. Setiap parameter dilakukan pembobotan sesuai dengan kontribusi tingkat kerentanan. Pembobotan setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan delapan indikator tersebut kemudian dilakukan penilaian kerentanan masing-masing kelurahan terhadap bencana genangan banjir pasang. Penilaian dilakukan dengan mengkalikan antara bobot masing-masing indikator dengan skor indikator untuk masing-masing kelurahan. Formula yang digunakan seperti terlihat pada persamaan 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

$$VI = \sum_{j=1}^8 w_{ij} \times V_{ij} \text{-----} (1)$$

Dimana:

VI = indeks kerentanan total suatu kelurahan

w_{ij} = bobot dari suatu indikator kerentanan i pada kelurahan j

V_{ij} = nilai suatu indikator kerentanan i pada kelurahan j

Berdasarkan Formula 1 selanjutnya disusun kelas kerentanan terhadap genangan, tidak hanya berdasarkan aspek fisik namun juga mempertimbangkan aspek sosial. Kelas kerentanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Parameter untuk menyusun indek kapasitas wilayah menggunakan 5 (lima) parameter dengan pembobotan setiap parameter seperti terlihat pada Tabel 3.

Indikator fasilitas kesehatan dibagi ke dalam 5 sub-indikator yaitu: jumlah Poliklinik (Pl), Posyandu (Ps), Pelayanan Kesehatan Masyarakat (Puskesmas, Pk), Klinik Bidan (B) dan Klinik Dokter (D). Semua nilai-nilai sub-indikator dinormalisasi dengan jumlah populasi Kelurahan yang bersangkutan. Nilai skor di setiap Kelurahan IA4 dihitung dengan menggunakan rumus oleh ACCCRN (2010) persamaan 2.

Tabel 1. Indikator yang Digunakan untuk Mendefinisikan Kerentanan dan Bobotnya

V	Kerentanan	Bobot
B1	Jaringan jalan	0,20
B2	Persentasi lahan terbangun	0,20
B3	Sumber Air Minum	0,05
B31	Baik	0,10
B32	Sedang	0,20
B33	Buruk	0,30
B34	Tidak ada Layanan	0,40
B4	Kepadatan penduduk	0,05
B5	Kemiskinan	0,10
B6	Kawasan sempadan pantai	0,10
B7	Kawasan sempadan sungai	0,10
B8	Persentase tutupan mangrove/kawasan resapan air	0,20

Sumber: ACCCRN, 2010, Miladan, 2009, dengan modifikasi

Tabel 2. Kelas Kerentanan Akibat Genangan Banjir Pasang

No	Kelas Kerentanan	Nilai Skor
1	Rendah	< 0,48
2	Sedang	0,48 – 0,74
3	Tinggi	> 0,74

Sumber: ACCCRN, 2010, Miladan, 2009, dengan modifikasi

$$IA4i = 1/Pi*(0.3*Pli+0.2*Psi +0.2*Pki+0.1*Bi+ 0.2*D \text{ -----} (2)$$

Penghitungan nilai indek kapasitas total digunakan persamaan 3 yang merupakan jumlah dari perkalian antara faktor penentu kapasitas dengan bobot masing-masing indikator (ACCCRN, 2010).

$$CI = \sum_{i=1}^5 w_{ij} \times C_{ij} \text{ -----} (3)$$

Dimana:

CI = indek kapasitas total suatu kelurahan

w_{ij} = bobot dari suatu indikator kapasitas i pada kelurahan j

C_{ij} = nilai suatu indikator kapasitas i pada kelurahan j

Nilai kapasitas adaptif hasil perhitungan dengan menggunakan formula 2, dikelaskan menjadi 3 (tiga) kelas dengan interval seperti terlihat pada Tabel 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerentanan terhadap genangan merupakan suatu kondisi dimana suatu lokasi akan mudah untuk terkena genangan akibat kenaikan muka air laut dan banjir. Analisa kerentanan dilakukan dengan unit analisa berupa

Tabel 3. Indikator yang Digunakan untuk Mendefinisikan Kapasitas Adaptif dan Bobotnya

C	Kapasitas	Bobot
A1	Jaringan Telpo	0,05
A2	Pekerja berdasarkan latar belakang pendidikan	0,30
A21	TK - SMP	0,30
A24	SMA/Universitas	0,70
A3	Sumber Pencaharian Utama	0,30
A4	Sarana Kesehatan*	0,10
A41	Puskesmas	0,20
A42	Poliklinik	0,30
A43	Posyandu	0,20
A44	Tempat Praktek Bidan	0,10
A45	Tempat Praktek Dokter	0,20
A5	Infrasuktur Jalan	0,25

Tabel 4. Kelas Kapasitas Adaptif Masing-Masing Kelurahan

No	Kelas Kerentanan	Nilai Skor
1	Rendah	< 0,49
2	Sedang	0,49 – 0,74
3	Tinggi	> 0,74

satuan kelurahan. Masing-masing kelurahan memiliki suatu nilai kerentanan tertentu. Semakin besar nilai indek kerentanan suatu kelurahan maka tingkat kerentanan kelurahan tersebut semakin tinggi untuk terkena dampak genangan akibat kenaikan muka air laut dan amblesan tanah.

Berdasarkan prediksi luas genangan pada tahun 2030 hasil kajian Suheli (2011) yang mendasarkan pada laju kenaikan muka air laut dan amblesan tanah, maka akan terjadi perubahan pada indikator kerentanan luas jalan, bangunan yang tergenang dan jumlah penduduk yang terkena dampak. Pada tahun 2010 penduduk pada 9 Kecamatan di Kota Semarang mencapai 872.604 jiwa. Dengan prediksi laju pertumbuhan 1,5% per tahun maka pada tahun 2030 diprediksi penduduk akan berpenduduk 1.175.271 jiwa. Kepadatan penduduk meningkat dari 6.405 jiwa/km² menjadi 8.627 jiwa/km². Maka akan terjadi perubahan kerentanan pada setiap kelurahan. Peningkatan kerentanan dari tahun 2010 dan tahun 2030 dapat dilihat pada Gambar 2.

Jumlah kelurahan pada kategori kerentanan rendah pada tahun 2030 menurun dari 85 kelurahan menjadi 34 kelurahan. Sebanyak 51 kelurahan mengalami peningkatan kelas kerentanan dari kerentanan rendah menjadi kerentanan sedang atau tinggi. Kelurahan dengan kerentanan sedang pada tahun 2010 berjumlah 14 kelurahan dan meningkat menjadi 44 kelurahan pada tahun 2030. Sedangkan kerentanan tinggi pada tahun 2010 tidak ada kelurahan yang masuk kategori ini namun pada tahun 2030 diprediksikan akan terdapat 21 kelurahan yang masuk kelas kerentanan tinggi seperti dapat dilihat pada Gambar 3.

Kerentanan tinggi khususnya terdapat pada kelurahan-kelurahan yang terletak pada lokasi yang terpengaruh genangan

akibat kenaikan muka air laut dan tingginya laju amblesan tanah. Hal tersebut dapat dilihat pada beberapa kelurahan seperti kelurahan Tanjung Emas, Bandarharjo dan Kemijen yang meningkat menjadi kelas kerentanan tinggi pada tahun 2030 menjadi kelas kerentanan tinggi. Peningkatan tingkat kelas kerentanan ini terkait pula dengan peningkatan luas infrastruktur yang diprediksikan akan terkena genangan pada tahun 2030.

Berdasarkan kelas kerentanan tersebut, dapat disajikan distribusi spasial kelas kerentanan setiap kelurahan yang ada di pesisir Kota Semarang. Persebaran kelas kerentanan masing-masing kelurahan pada tahun 2010 dapat dilihat pada Gambar 4a, sedangkan kelas kerentanan kelurahan pada tahun 2030 dapat dilihat pada Gambar 4b.

Peningkatan kerentanan seiring dengan peningkatan jumlah kelurahan yang terkena dampak genangan akibat kenaikan muka air laut dan amblesan tanah. Pada tahun 2010 terdapat 31 kelurahan (31%) yang terkena dampak penggenangan dan akan meningkat menjadi 56 kelurahan (57%) kelurahan akan terkena dampak penggenangan pada tahun 2030 (Tabel 5).

Sebagian besar kelurahan yang memiliki kerentanan tinggi berada pada lokasi yang memiliki nilai amblesan tanah yang tinggi, sedangkan wilayah yang memiliki amblesan tanah yang cukup kecil tidak meningkat kerentanannya, seperti kelurahan-kelurahan yang terletak di Kecamatan Tugu.

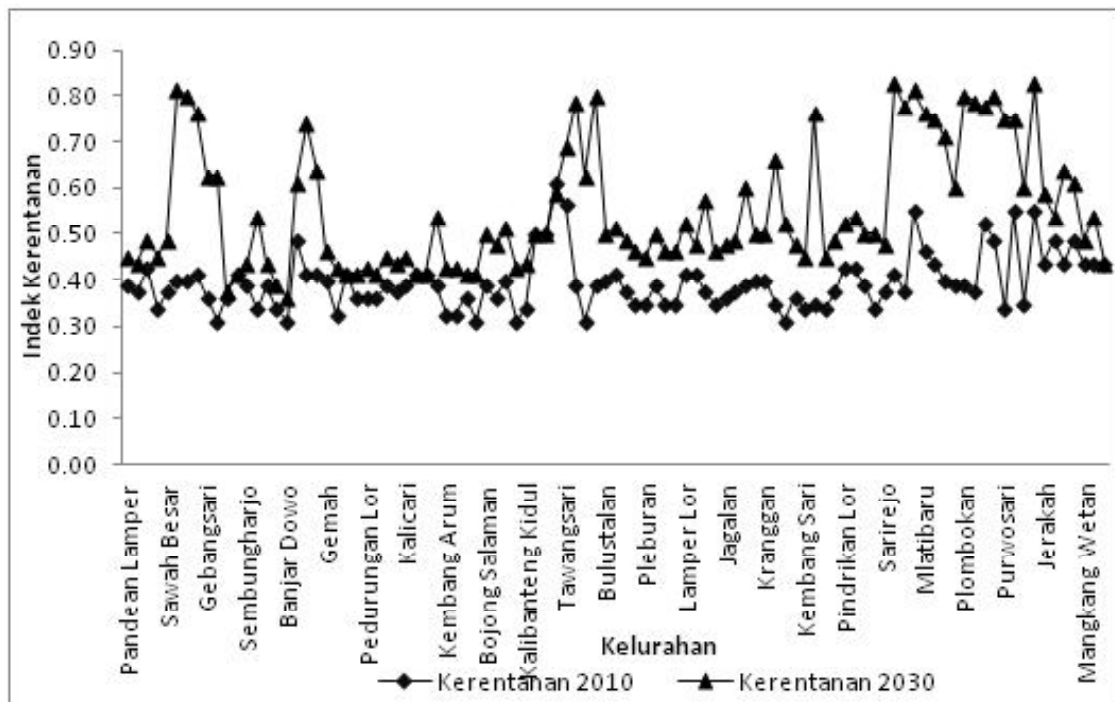
Penilaian kapasitas adaptif dilakukan dengan menghitung kapasitas adaptif suatu kelurahan terhadap bencana genangan. Semakin tinggi kapasitas adaptif maka semakin tahan kelurahan tersebut dalam menghadapi bencana genangan.

Perhitungan indek kapasitas dilakukan pada 9 (sembilan) kecamatan yang

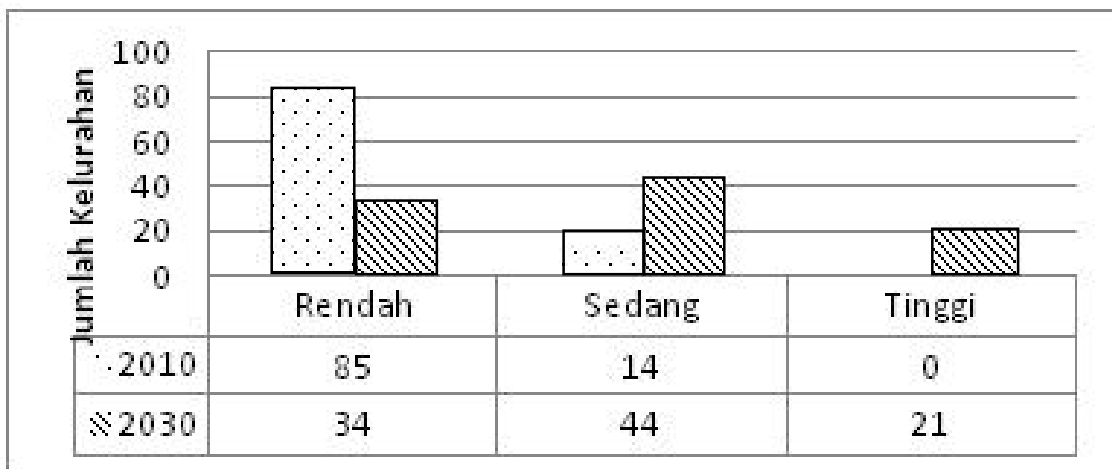
berpotensi terkena genangan akibat kenaikan muka air laut dan amblesan tanah sampai dengan tahun 2030. Sembilan kecamatan tersebut terdiri dari Kecamatan Gayamsari, Genuk, Pedurungan, Semarang Barat, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur dan Tugu. Sembilan kecamatan tersebut terdiri dari

99 kelurahan. Perhitungan indek kapasitas dan indek kerentanan dilakukan pada 99 kelurahan tersebut.

Hasil perhitungan indek kapasitas dapat dikelompokkan kapasitas kelurahan menjadi 3 yaitu rendah, sedang dan tinggi. Berdasarkan kriteria tersebut diperoleh



Gambar 2. Indeks Kerentanan Per Kelurahan pada Tahun 2010 dan Tahun 2030



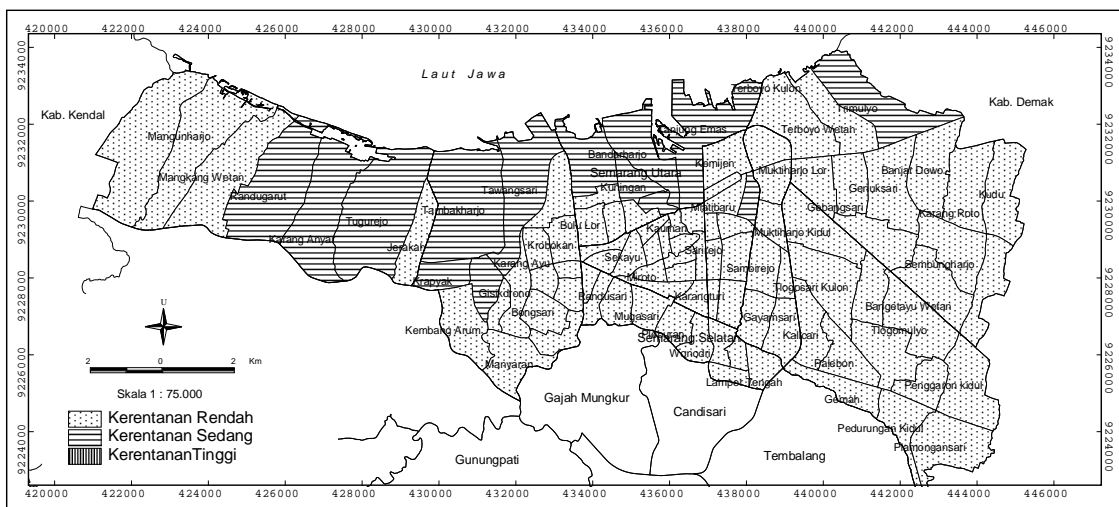
Gambar 3. Jumlah Kelurahan Berdasarkan Kelas Kerentanan pada Tahun 2010 dan Tahun 2030

sebagian besar kelurahan yang ada di pesisir Kota Semarang pada tahun 2010 memiliki nilai kapasitas yang rendah hingga sedang, adapun kelurahan yang memiliki kapasitas rendah berjumlah 58 kelurahan (58,62%) seperti terlihat pada Gambar 5.

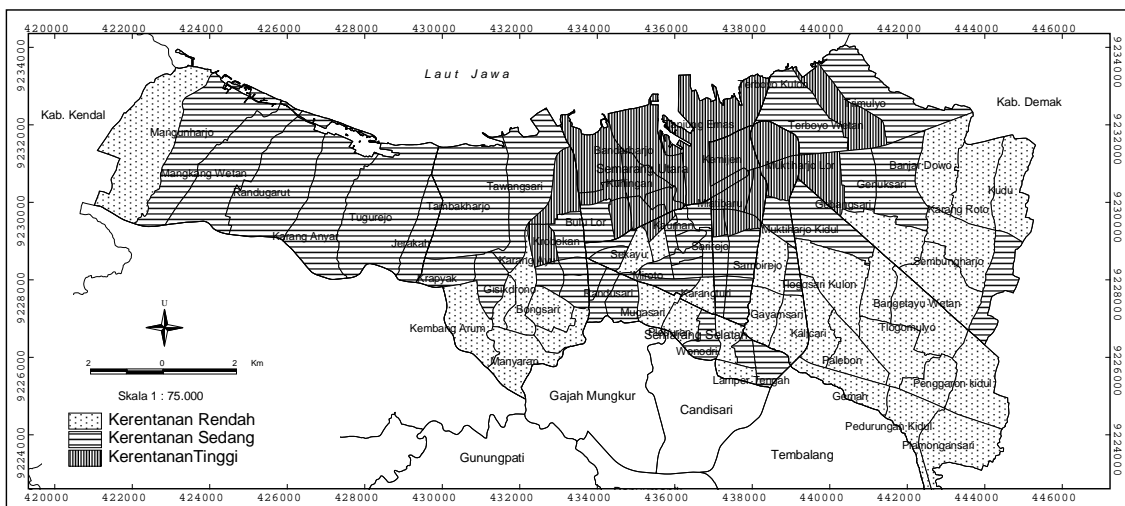
Distribusi spasial kapasitas adaptif untuk tiap kelurahan pada tahun 2010 dapat dilihat pada Gambar 6a. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa beberapa kelurahan yang terletak pada garis pantai

memiliki nilai kapasitas yang sedang, seperti terlihat pada Kelurahan Tawang Sari dan Kelurahan Pangung.

Berdasarkan prediksi jumlah penduduk dan kondisi sosial ekonomi serta mengacu pada rencana tata ruang pada tahun 2030, disusun indeks kapasitas adaptif pada tahun 2030. Berdasarkan hal tersebut sebagian besar kelurahan mengalami peningkatan kapasitas adaptif, terlihat ada 3 kelurahan yaitu Tlogosari Kulon, Pleburan dan



(4a)



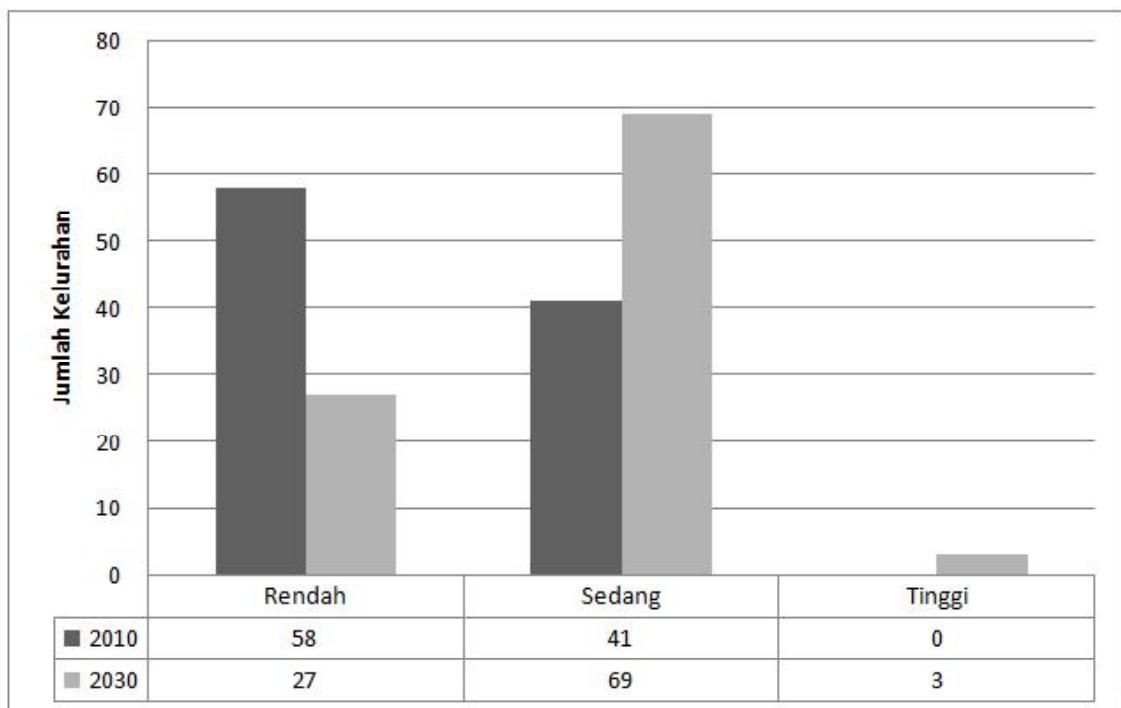
(4b)

Gambar 4. Kerentanan pesisir terhadap genangan pada tahun 2010 (4a) dan pada tahun 2030 (4b)

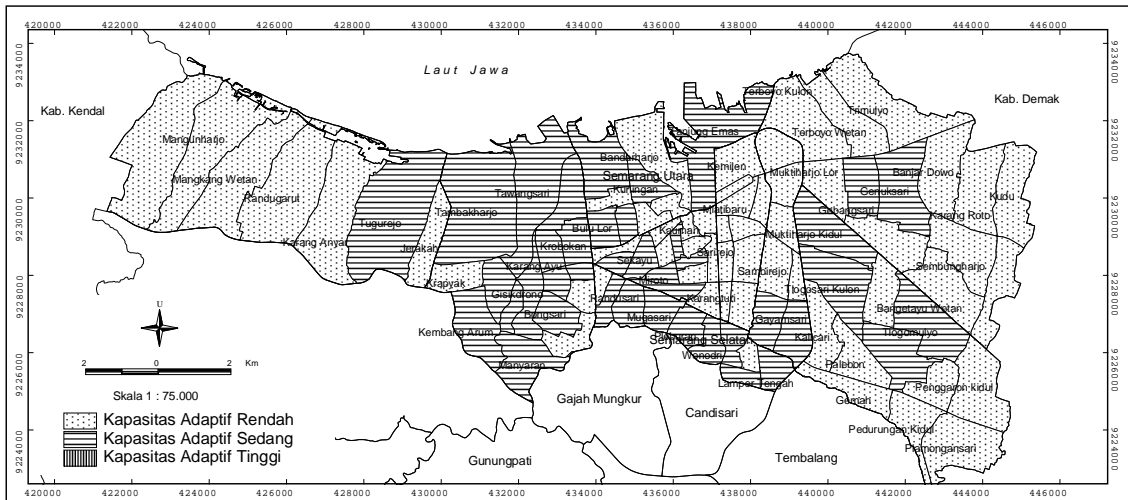
Tabel 5. Jumlah dan Persentase Kelurahan Tergenang Tiap Kecamatan Tahun 2010 dan 2030

Kecamatan	Jumlah Kelurahan	Jumlah Kelurahan Tergenang 2010	% Kelurahan Tergenang 2010	Jumlah Kelurahan Tergenang 2030	% Kelurahan Tergenang 2030
Gayamsari	7	3	43	5	71
Genuk	13	4	31	7	54
Pedurungan	12	0	0	2	17
Semarang Barat	16	3	19	10	63
Semarang Selatan	10	0	0	1	10
Semarang Tengah	15	3	20	7	47
Semarang Timur	10	2	20	8	80
Semarang Utara	9	9	100	9	100
Tugu	7	7	100	7	100
Jumlah	99	31	31	56	57

Sumber: Suhelmi, 2011



Gambar 5. Jumlah Kelurahan Berdasarkan Kelas Indeks Kapasitas



(6a)



(6b)

Gambar 6. Kapasitas Adaptif terhadap genangan pada tahun 2010 (6a) dan pada tahun 2030 (6b)

Panggung Lor memiliki kapasitas adaptif yang tinggi. Sedangkan kelurahan yang berada di wilayah pesisir sebagian besar memiliki kelas kapasitas adaptif sedang. Untuk melihat distribusi persebaran kelas kapasitas adaptif tiap kelurahan dapat dilihat pada peta distribusi kelas kapasitas adaptif pada tahun 2030 seperti terlihat pada Gambar 6b.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa peningkatan luas genangan rob akibat kenaikan muka air laut berperan besar dalam nilai indeks kerentanan. Pada umumnya dengan kondisi sosial ekonomi yang ada akan terjadi peningkatan kapasitas adaptif pada tahun 2030 dibandingkan dengan kapasitas adaptif

tahun 2010. Hal ini dikarenakan lokasi kajian adalah wilayah perkotaan yang mempunyai infrastruktur yang baik. Untuk memperoleh hasil kajian yang lebih komprehensif, disarankan untuk menerapkan metode pada wilayah yang belum berkembang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala Pusat Penelitian dan pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan atas dukungan dalam penelitian ini, Muhamad Helmi, M.Si. yang telah memberikan masukan dan data yang diperlukan dalam penyusunan naskah ini, serta Hari Prihatno, M.Sc yang telah membantu terlaksananya penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [ACCCRN] Asians Cities Climate Change Resilience Network. (2010). Kajian Kerentanan dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Kota Semarang. *Laporan Akhir*. Mercy Corps. Jakarta.
- Arbriyanto D, Kardyanto D. (2006). Identifikasi Pengukuran Kerugian Fisik Bangunan Rumah dan Kerugian Sosial Penduduk Kawasan Pantai Kota Semarang. *Proceeding Seminar Kerugian pada Bangunan dan Kawasan Akibat Kenaikan Muka Air Laut pada Kota-Kota Pantai di Indonesia*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [Bappeda] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Kota Semarang. (2002). *Laporan Antara: Rencana Pengembangan Potensi Kelautan Kota Semarang Tahun Anggaran 2001/2002*. Semarang : Bappeda Kota Semarang.
- Diposaptono S. (2002). *Pengaruh Pemanasan Global terhadap Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Bina Pesisir Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil DKP.
- de Laurdes and Olivo M. (1997). Assesment of The Vulnerability of Venezuela to Sea Level Rise. *Climate Res*. Vol. 9:57-65. <http://www.int-res.com/articles/cr/9/c009p057.pdf> (30 Juli 2009).

- [GCAPC] Global Change and Asia Pacific Coasts. (2000). *Proceedings of APN/SUVAS/ LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation in the Asia-Pacific Region*. Kobe-Japan: Nov 14-16, 2000 <http://sim.nilim.go.jp/GE/Papers/JGEE0407/Kobayasi.doc> (8 Februari 2008).
- Miladan N. (2009). Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang erhadap Perubahan Iklim. *Thesis* pada Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pigawati, Bitta dan Iwan Rudiarto. (2011). Penggunaan Citra Satelit untuk Kajian Perkembangan Kawasan Permukiman Di Kota Semarang. *Forum Geografi*. Vol. 25, No. 2, Desember 2011: 140 – 151.
- Saizar A. (1997). Assesment of Impact of a Potential Sea Level Rise on The Coast of Montevideo, Uruguay. *Climate Res.* Vol. 9:73-79 <http://www.int-res.com/articles/cr/9/c009p073.pdf> (1 September 2009).
- Suhelmi. (2011). Kajian Dampak Land Subsidence Terhadap Peningkatan Luas genangan Rob di Kota Semarang. *Jurnal Teknologi Kelautan*.
- Titus JG. (1990). Greenhouse Effect, Sea Level Rise, and Land Use. *Land Use Policy Journal* 7:138-53. <http://www.epa.gov/climatechange/effects/downloads/landuse.pdf> (2 Agustus 2009).