SPATIAL MULTI CRITERIA EVALUATION FOR MAPPING SOCIAL VULNERABILITY LEVEL TO TSUNAMI HAZARD IN THE COASTAL AREA OF CILEGON CITY

EVALUASI MULTI KRITERIA KERUANGAN UNTUK PEMETAAN TINGKAT KERENTANAN SOSIAL TERHADAP BAHAYA TSUNAMI DI WILAYAH PESISIR KOTA CILEGON

Diyah Krisna Yuliana ¹

Abstract

The coastal area of Cilegon City is one of the areas in Indonesia that are potentially exposed to tsunami hazard. This is not apart from the Sunda Strait which is directly adjacent to the coastal area of Cilegon City. The Sunda Strait lies in the transition area between the Sumatran segment and the Java segment of the Sunda Arc, which is also a region of Indonesia that is very active in volcanic activity, seismicity and vertical tectonic movement which may generate tsunami. This study aims to map social vulnerability. The analysis of various parameters is done by the Spatial Multi-Criteria Evaluation Method (SMCE) as it is expected to produce a balanced decision. The result of the research shows that the Kelurahan Citangkil is the only village that directly adjacent to the sea has high social vulnerability value, while the other 20 villages have medium and low vulnerability level.

Keywords: SMCE, social vulnerability, tsunami, Cilegon coastal area

Abstrak

Wilayah pesisir Kota Cilegon merupakan salah satu daerah di Indonesia yang berpotensi terkena bahaya tsunami. Hal ini tidak terlepas dari adanya Selat Sunda yang berbatasan langsung dengan wilayah pesisir Kota Cilegon. Selat Sunda terletak pada kawasan transisi antara segmen Sumatera dan segmen Jawa dari Busur Sunda. Daerah ini sangat aktif dalam hal aktivitas vulkanik, kegempaan dan pergerakan tektonik vertikal dimana dapat menyebabkan terjadinya tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kerentanan sosial. Analisis dari berbagai parameter dilakukan dengan metode Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan (SMCE) karena diharapkan menghasilkan keputusan yang berimbang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kelurahan Citangkil adalah satu-satunya desa yang berbatasan langsung dengan laut memiliki nilai kerentanan sosial yang tinggi, sedangkan 20 desa lainnya memiliki tingkat kerentanan sedang dan rendah.

Kata kunci: SMCE, kerentanan sosial, tsunami, pesisir Cilegon

¹ Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jl. M. H. Thamrin No. 8, Jakarta 10340, email: diyah.krisna@bppt.go.id

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semenjak kejadian tsunami Aceh 2004, masyarakat Indonesia semakin sadar akan bahaya tsunami, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah pesisir. Hal ini tidak terlepas dari kondisi geografis Indonesia yang terletak pada zona pertemuan empat lempeng bumi yang aktif, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Filipina. Lempeng tersebut saling bertumbukan satu dengan yang lain sehingga menimbulkan aktifitas tektonik dan vulkanik yang sangat tinggi berupa zona-zona patahan aktif dan sebaran gunung api. Sebagian patahan dan gunung api tersebut berada di laut sehingga kejadian gempa dan letusan gunung apinya berpotensi membangkitkan tsunami (Latief et al, 2010).

Tsunami merupakan bencana sekunder yang dipicu oleh berbagai kejadian sebelumnya, seperti gempa bumi, letusan gunung api, objek ekstra-terestrial dan atau sebab antropogenik, yang mampu menyebabkan dislokasi vertikal dasar laut (Berryman, 2006; Fernando et al., 2008; Bryant, 2008). Namun demikian diantara semua penyebab tersebut, data UNESCO-IOC (2006) menerangkan bahwa gempa bumi dasar laut ialah penyebab yang paling sering menimbulkan tsunami.

Selat Sunda terletak pada kawasan transisi antara segmen Sumatera dan segmen Jawa dari Busur Sunda, yang juga merupakan daerah di Indonesia yang sangat aktif dalam hal aktivitas vulkanik, kegempaan dan pergerakan tektonik vertikal. Zona penunjaman di selatan Pulau Jawa, segmen Jawa dari Busur Sunda yang memanjang dari Selat Sunda sampai Cekungan Bali di Timur. Tsunami yang terjadi di Selat Sunda adalah sebagai akibat dari gempa tektonik di laut ataupun akibat letusan gunung api. Selain itu, longsor di daerah *graben* Selat Sunda yang dipicu oleh gempa bumi merupakan

salah satu potensi terjadinya tsunami di kawasan ini. Catatan sejarah dan rekaman alat juga menunjukkan bahwa bencana gempa bumi dan tsunami sudah sering terjadi di Selat Sunda, baik yang diakibatkan oleh kondisi tektonik maupun kondisi vulkanik.

Bencana terbesar yang pernah terjadi di wilayah pesisir Kota Cilegon adalah terjadinya letusan Gunung Krakatau pada 27 Agustus 1883 sekitar jam 10:02, yang merupakan kombinasi ledakan, subsidensi, runtuhnya kaldera, longsor dan longsor bagian gunung api yang berada di bawah laut (Carayannis, 2003). Letusan tersebut menyebabkan tsunami setinggi 15-40 meter sehingga menghancurkan kota dan desa di kawasan Selat Sunda termasuk Kota Cilegon serta mengakibatkan hilangnya nyawa lebih dari 36.000 orang. Aktivitas gunung api berlanjut dan menghasilkan Gunung Anak Krakatau yang telah tumbuh sejak letusannya yang terakhir pada 27 Agustus 1883.

Kota Cilegon yang terletak di Provinsi Banten merupakan pintu gerbang utama yang menghubungkan sistem Pulau Jawa dengan Pulau Sumatera sehingga kedudukan Kota Cilegon memiliki nilai geostrategis yang sangat penting baik dalam konstelasi lokal, regional, maupun nasional. Selain itu, posisi wilayah pesisirnya yang berbatasan langsung dengan Selat Sunda memiliki risiko tinggi terhadap ancaman bencana tsunami.

Perkembangan ilmu kebencanaan tidak hanya melihat bencana sebagai sesuatu yang tidak dapat ditangani, akan tetapi dapat dikurangi dampaknya. Berbagai macam skenario dapat diterapkan untuk mengurangi dampak bencana, salah satunya dengan menguatkan aspek kerentanan (GTZ, 2004). Secara sederhana, kerentanan dapat diartikan sebagai sifat/karakteristik dari objek yang akan terkena bencana. Dalam paradigma pengurangan risiko bencana, kerentanan bersama-sama dengan bahaya dan kapasitas dapat digunakan sebagai pendekatan untuk menilai risiko (Westen et

al., 2009). Oleh karena itu dengan mengetahui sebaran kerentanan secara spasial dapat dijadikan sebagai langkah awal dalam pengurangan risiko bencana, karena setelahnya dapat dilakukan penguatan kerentanan berdasarkan urutan prioritas.

Pemetaan aspek kerentanan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya dengan memanfaatkan Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan (SMCE). SMCE digambarkan sebagai suatu proses kombinasi data geografis ke dalam suatu keputusan pengguna, yang dalam hal ini ialah pengambil keputusan (Zulkarnaen, 2012). Kelebihan penggunaan SMCE dalam pemetaan kerentanan sosial ialah karena metode ini dapat memberikan cara pengambilan keputusan yang seimbang, meskipun parameter yang digunakan beragam (Subarkah, 2009).

Wilayah Pesisir Kota Cilegon sudah seharusnya memetakan daerah-daerah yang rentan terhadap bahaya tsunami, karena secara geologis terdapat ancaman dari adanya zona pertemuan lempeng. Menurut paradigma pengurangan risiko bencana, dampak bencana dapat dikurangi dengan cara menguatkan kerentanan. Namun demikian sebelum dilakukan penguatan kerentanan, hal pertama yang harus dilakukan ialah mengidentifikasi kerentanan sosial secara keruangan dengan melakukan kegiatan pemetaan. Hasil pemetaan tingkat kerentanan sosial tersebut nantinya dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan metode mitigasi bencana yang tepat.

Lokasi penelitian terdiri atas empat kecamatan, yaitu: Kecamatan Ciwandan, Kecamatan Citangkil, Kecamatan Grogol dan Kecamatan Pulomerak. Empat kecamatan tersebut dipilih karena secara geografis berada di Kota Cilegon dan memiliki wilayah pesisir yang berhadapan langsung dengan Selat Sunda.

Dari paparan di atas diketahui bahwa SMCE merupakan salah satu metode yang

dapat digunakan dalam pemetaan, sehingga dapat menjadi alternatif dalam melakukan pemetaan tingkat kerentanan sosial untuk mendukung teknologi pengurangan risiko bencana. Dalam penelitian ini dilakukan pemetaan tingkat kerentanan sosial terhadap bencana tsunami di wilayah pesisir Kota Cilegon agar dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pemilihan teknologi pengurangan risiko bencana yang tepat di wilayah pesisir Kota Cilegon.

2.METODA PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini semua data sekunder dikumpulkan, yaitu yang menyangkut kriteria kerentanan sosial yang telah ditentukan sebelumnya, seperti misalnya data kepadatan penduduk, data jumlah penduduk kelompok usia rentan (anak-anak dan lansia) dan data penduduk kelompok jenis kelamin rentan (wanita).

Bahan penelitian berupa data pendukung yang dipergunakan pada penelitian ini terdiri dari data spasial serta data atribut yang sebagian besar merupakan data yang bersifat statistik yang berisi informasi dengan unit analisis administrasi desa/kelurahan. Bahan berisi data spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000 tahun 2001 publikasi Badan Informasi Geospasial (BIG). Untuk sumber data statistik berasal dari basis data Kota Cilegon dalam Angka tahun 2012 dan basis data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) yang tersedia secara daring melalui situs DIBI BNPB (<http://dibi.bnpb.go.id>). Dalam basis data tersebut tersedia data Sensus Penduduk 2010 dan data Potensi Desa 2011 yang mencakup berbagai macam data kebencanaan.

2.2. Analisis Data

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- Mengubah semua data sekunder yang telah didapatkan kemudian ditransformasi menjadi data *spatial*. Selanjutnya setelah semua data menjadi data *spatial*, proses berikutnya adalah mengelompokkan data menjadi 3 kelompok berdasarkan komponen kemampuan penanganan, yaitu kelompok data komponen kesehatan, kesiapan bencana, dan jumlah penduduk bekerja.
- Melakukan penilaian kerentanan sosial di wilayah pesisir Kota Cilegon berdasarkan hasil dari tahap 1 dengan menggunakan analisis SMCE (*Spatial Multi Criteria Evaluation*). Dalam perhitungan nilai kerentanan sosial, setiap indikator dari kerentanan sosial diberikan bobot yang sesuai untuk menghitung nilai kerentanan sosial di setiap unit analisis yang kemudian nilai-nilai tersebut distandarkan dengan metode standarisasi nilai maksimum, dimana mengubah nilai tertinggi menjadi 1, nilai terendah

menjadi 0, dan nilai lainnya diubah menjadi nilai diantara 0 dan 1 sesuai dengan distribusi nilai tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Bobot Untuk Indikator Kerentanan Sosial

Berdasarkan data hasil kuesioner yang diolah dengan menggunakan software Expert Choice 11, pembobotan kepadatan penduduk dinilai lebih tinggi daripada indikator yang lain, sedangkan pembobotan antara kelompok umur dan kelompok jenis kelamin dinilai hampir sama. Pembobotan semua indikator kerentanan sosial dilakukan dengan metode AHP dengan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Lansia dinilai lebih rentan terhadap bencana dibandingkan dengan anak-anak. Wanita lebih rentan dibandingkan dengan laki-laki dikarenakan memberikan ketidakseimbangan pada kemiskinan dan karakteristik gender pada perlindungan diri, perlindungan sosial, dan ketahanan hidup (Connon, 2002).

Tabel 1. Nilai Pembobotan Indikator Kerentanan Sosial

Data Indikator	Bobot	Indikator Kerentanan	Bobot	Kerentanan	Bobot
Kepadatan Penduduk per Km ²	1	Kepadatan Penduduk	0,627	Kerentanan Sosial	1
Jumlah anak-anak	0,466	Kelompok Usia Rentan	0,194		
Jumlah lansia	0,534				
Jumlah wanita	1	Kelompok jenis kelamin rentan	0,179		

3.2. Kerentanan Sosial Dalam Hal Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk adalah jumlah penduduk tiap satuan luas wilayah. Indikator kepadatan penduduk diberi bobot 0,627 berdasarkan pada hasil kuesioner. Bobot

indikator ini untuk menentukan saat perhitungan nilai kerentanan total pada tahap akhir penilaian kerentanan. Hasil perhitungan indikator kepadatan penduduk merupakan gambaran tingkat kerentanan yang berbeda pada tiap desa/kelurahan.

Jumlah penduduk di wilayah pesisir Kota Cilegon pada tahun 2010 sebanyak 189.592 jiwa, terdiri dari 92.332 penduduk perempuan atau sekitar 48,70 % dan penduduk laki-laki sebanyak 97.260 jiwa (51,29 %). Pada Tabel 2 dalam gambaran umum wilayah penelitian persebaran penduduk antar desa/kelurahan memperlihatkan bahwa jumlah penduduk terbesar tinggal di Kelurahan Citangkil yaitu sebesar 16.544 jiwa, diikuti dengan Kelurahan Rawa Arum dan Taman Sari masing-masing sebesar; 14.436 jiwa dan 14.057 jiwa. Hal ini menegaskan bahwa Kelurahan Citangkil merupakan kelurahan dengan kerentanan tertinggi dengan jumlah

kepadatan penduduk 10.673,55/Km². Sebaliknya, Desa Kepuh yang terdapat di Kecamatan Ciwandan memiliki kepadatan penduduk yang cukup rendah dengan jumlah 382,66/Km² atau hanya sekitar 383 jiwa per Km², hal ini disebabkan karena desa ini memiliki wilayah terluas jika dibandingkan dengan desa/kelurahan lainnya.

Standarisasi nilai untuk kerentanan kepadatan penduduk per Km², dilakukan dengan metode maksimum. Nilai terendah merupakan nilai tidak rentan yaitu 0, sedangkan nilai tertinggi diubah menjadi nilai 1 sebagai kerentanan tertinggi. Nilai yang lain diubah menjadi nilai diantara 0 dan 1 sesuai dengan interval dan distribusi nilai tersebut.

Tabel 2. Standarisasi Nilai Kepadatan Penduduk

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Kepadatan penduduk (per Km ²)	Nilai Standarisasi
Ciwandan	Gunung Sugih	397.20	0.04
	Kepuh	382.66	0.04
	Randakari	1508.68	0.14
	Tegalratu	1930.18	0.18
	Banjar Negara	2490.91	0.23
	Kubangsari	1630.05	0.15
Citangkil	Deringo	2306.64	0.22
	Lebak Denok	1957.10	0.18
	Taman Baru	1964.24	0.18
	Citangkil	10673.55	1
	Kebonsari	3500.95	0.33
	Wamasari	1964.07	0.18
	Samang Raya	2154.20	0.20
Gerogol	Kotasari	2827.00	0.26
	Gerogol	734.45	0.07
	Rawa Arum	3445.35	0.32
	Gerem	1154.11	0.11
Pulomerak	Mekarsari	2063.38	0.19
	Tamansari	4183.63	0.39
	Lebak Gede	2201.68	0.21
	Suralaya	1057.22	0.10

(Pengolahan data, 2014)

Gambar 1. Peta Kerentanan Sosial: Kepadatan Penduduk

3.3. Kerentanan Sosial Dalam Hal Penduduk Usia Rentan

Penduduk Kelompok Rentan memiliki 2 indikator, yaitu kelompok usia rentan yang terdiri dari anak-anak (0-6 tahun) dan lansia (>60 tahun); dan kelompok jenis kelamin rentan, yaitu wanita. Untuk indikator usia rentan diberi bobot 0,194; dimana untuk sub indikator anak-anak diberi bobot 0,466 dan sub indikator lansia diberi bobot 0,534. Pemberian bobot tersebut berdasarkan pada hasil kuesioner. Bobot indikator ini untuk menentukan saat perhitungan nilai kerentanan total pada tahap akhir penilaian kerentanan. Lansia dinilai lebih rentan terhadap bencana dibandingkan dengan anak-anak.

Standarisasi nilai untuk persentase jumlah anak-anak, lansia, dan wanita dilakukan dengan metode maksimum. Nilai terendah merupakan nilai tidak rentan yaitu 0, sedangkan nilai tertinggi diubah menjadi nilai 1 sebagai kerentanan tertinggi. Nilai yang lain diubah menjadi nilai diantara 0 dan

1 sesuai dengan interval dan distribusi nilai tersebut.

Pada indikator kerentanan jumlah anak-anak (Tabel 3) diketahui bahwa kelurahan dengan kerentanan tertinggi adalah Kelurahan Warnasari dengan nilai persentase jumlah anak-anak 18,07% sedangkan nilai kerentanan terendah adalah 12,34% yang terdapat di Kelurahan Gerogol. Hasil dari perhitungan untuk indikator jumlah lansia diketahui bahwa Kelurahan Taman Baru merupakan kelurahan dengan kerentanan tertinggi dengan nilai persentase 5,77% sedangkan kerentanan terendah pada indikator jumlah lansia adalah Kelurahan Warnasari dengan nilai persentase 2,37%. Untuk kombinasi antara sub indikator anak-anak dan sub indikator lansia, diketahui bahwa Kelurahan Randakari dan Taman Baru merupakan desa/kelurahan yang memiliki jumlah penduduk kelompok usia rentan yang paling tinggi. Hal ini disebabkan karena kedua kelurahan ini memiliki jumlah lansia lebih banyak daripada jumlah anak-anak.

Tabel 3. Standarisasi Nilai Persentase Penduduk Usia Rentan
(Jumlah Anak- anak dan Lansia)

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Anak-anak		Lansia	
		Persentase	Nilai Standarisasi	Persentase	Nilai Standarisasi
Ciwandan	Gunung Sugih	13,96	0,77	4,46	0.77
	Kepuh	13,23	0,73	5,16	0.89
	Randakari	14,21	0,79	5,52	0.96
	Tegalratu	13,54	0,75	4,33	0.75
	Banjar Negara	14,11	0,78	5,04	0.87
	Kubangsari	14,07	0,78	4,14	0.72
Citangkil	Deringo	13,87	0,77	4,82	0.84
	Lebak Denok	13,74	0,76	4,35	0.75
	Taman Baru	12,68	0,70	5,77	1
	Citangkil	13,49	0,75	3,61	0.63
	Kebonsari	15,03	0,83	3,99	0.69
	Wamasari	18,07	1	2,37	0.41
	Samang Raya	15,67	0,87	3,89	0.67
Gerogol	Kotasari	15,63	0,86	4,15	0.72
	Gerogol	12,34	0,68	5,12	0.89
	Rawa Arum	14,33	0,79	3,95	0.68
	Gerem	13,35	0,74	4,87	0.84
Pulomerak	Mekarsari	14,43	0,80	4,42	0.77
	Tamansari	13,77	0,76	4,57	0.79
	Lebak Gede	14,33	0,79	3,70	0.64
	Suralaya	12,70	0,70	3,50	0.61

(Pengolahan data, 2014)

Gambar 2. Peta Kerentanan Sosial: Kelompok Usia Rentan Anak-anak

Gambar 3. Peta Kerentanan Sosial: Kelompok Usia Rentan Lansia

Gambar 4. Peta Kerentanan Sosial: Kelompok Usia Rentan

3.4. Kerentanan Sosial Dalam Hal Penduduk Jenis Kelamin Rentan (wanita)

Wanita lebih rentan dibandingkan dengan laki-laki dikarenakan memberikan

ketidakseimbangan pada kemiskinan dan karakteristik gender pada perlindungan diri, perlindungan sosial, dan ketahanan hidup (Cannon, 2002). Sedangkan untuk indikator kelompok jenis kelamin rentan diberi bobot 0,179.

Pada indikator jumlah wanita (Tabel 4), kelurahan dengan kerentanan tertinggi adalah Kelurahan Lebak Gede dengan nilai persentase 49,54% sedangkan kerentanan terendah adalah Kelurahan Kepuh dengan nilai persentase kerentanannya adalah 47,98%. Tiap indikator kerentanan sosial memiliki nilai kerentanan yang berbeda-beda pada tiap desa/kelurahan. Perbedaan kerentanan tersebut disebabkan perbedaan struktur penduduk (jumlah anak-anak, lansia,

dewasa, pria, dan wanita) dan luas wilayah pada tiap desa/kelurahan.

Data penduduk merupakan data dinamis yang selalu berubah mengikuti jumlah angka kematian, kelahiran dan migrasi penduduk. Struktur penduduk berdasarkan jumlah kelompok usia maupun jenis kelamin tidak selalu sama pada tiap desa/kelurahan.

Tabel 4. Standarisasi Nilai Persentase Penduduk Jenis Kelamin Rentan (Jumlah Wanita)

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Persentase	Nilai Standarisasi
Ciwandan	Gunung Sugih	48,16	0.46
	Kepuh	47,98	0.39
	Randakari	48,48	0.58
	Tegalratu	48,34	0.53
	Banjar Negara	49,03	0.60
	Kubangsari	48,23	0.48
Citangkil	Deringo	48,39	0.55
	Lebak Denok	48,26	0.50
	Taman Baru	49,01	0.79
	Citangkil	48,68	0.66
	Kebonsari	48,64	0.65
	Warnasari	49,22	0.87
	Samang Raya	49,13	0.84
Gerogol	Kotasari	48,33	0.80
	Gerogol	48,55	0.61
	Rawa Arum	48,62	0.64
	Gerem	49,04	0.80
Pulomerak	Mekarsari	48,88	0.74
	Tamansari	48,43	0.56
	Lebak Gede	49,54	1.00
	Suralaya	48,73	0.68

Gambar 5. Peta Kerentanan Sosial: Kelompok Jenis Kelamin Rentan (wanita)

3.5. Tingkat Kerentanan Sosial Total

Hasil perhitungan diketahui bahwa kerentanan sosial yang tertinggi berada di Desa/Kelurahan Citangkil dengan nilai 0,88. Nilai tersebut lebih dipengaruhi oleh indikator kepadatan penduduk per Km^2 , dimana Kelurahan Citangkil adalah desa/kelurahan yang memiliki nilai kepadatan tertinggi jika

dibandingkan dengan desa/kelurahan lainnya. Nilai kerentanan sosial terendah adalah 0,25 berada di Desa/ Kelurahan Kepuh. Nilai tersebut lebih dipengaruhi oleh indikator kepadatan penduduk per Km^2 , persentase jumlah anak-anak dan persentase jumlah wanita. Nilai kerentanan sosial yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Standarisasi Nilai Kerentanan Sosial

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Nilai Standarisasi Kerentanan Sosial
Ciwandan	Gunung Sugih	0,26
	Kepuh	0,25
	Randakari	0,36
	Tegalaratu	0,35
	Banjar Negara	0,41
	Kubangsari	0,32
Citangkil	Deringo	0,39
	Lebak Denok	0,35
	Taman Baru	0,42
	Citangkil	0,88
	Kebonsari	0,47
	Warnasari	0,40

	Samang Raya	0,42
Gerogol	Kotasari	0,41
	Gerogol	0,31
	Rawa Arum	0,46
	Gerem	0,37
Pulomerak	Mekarsari	0,45
	Tamansari	0,50
	Lebak Gede	0,45
	Suralaya	0,31

(Pengolahan data, 2014)

Gambar 6. Peta Kerentanan Sosial Total

4. KESIMPULAN

Nilai kerentanan sosial berkisar antara 0,25 sampai dengan 0,88. Kerentanan sosial yang tertinggi berada di Desa/Kelurahan Citangkil dengan nilai 0,88. Nilai tersebut lebih dipengaruhi oleh indikator kepadatan penduduk per Km², dimana Kelurahan Citangkil adalah desa/kelurahan yang memiliki nilai kepadatan tertinggi jika dibandingkan dengan desa/kelurahan lainnya. Nilai kerentanan sosial terendah adalah 0,25 berada di Desa/ Kelurahan

Kepuh. Nilai tersebut lebih dipengaruhi oleh indikator kepadatan penduduk per Km², persentase jumlah anak-anak dan persentase jumlah wanita.

Sebagai desa yang berada di wilayah pesisir Kota Cilegon, Desa/Kelurahan Citangkil sangat direkomendasikan untuk melakukan kegiatan penurunan nilai kerentanan, misalnya dengan cara meningkatkan kapasitas masyarakat. Cara yang demikian lebih praktis daripada pengurangan risiko dengan cara mitigasi struktural.

Penyusunan pohon kriteria untuk kerentanan masih dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan data yang berpengaruh pada kerentanan sosial elemen risiko terhadap bahaya tsunami. Unit pemetaan dapat pula didetilkan hingga level Rukun Tetangga atau bahkan hingga level rumah/bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Berryman, Kelvin, (2006), Review of Tsunami Hazard and Risk in New Zealand, Lower Hutt, Institute of Geological & Nuclear Sciences.
- Bryant, Edward, (2008), Tsunami: The Underrated Hazard (2nd Edition), Chichester, Praxis Publishing Ltd.
- Cannon, T., (2002). Gender and Climate Hazard in Bangladesh. *Gender and Development*. 45-50.
- Fernando, H. J. S., Braun, A., Galappatti, R., Ruwanpura, J., dan Wirasinghe, S. C., (2008), Tsunamis: Manifestation and Aftermath, Large-Scale Disasters: Prediction, Control, and Mitigation (Mohamed Gad-el-Hak Ed.), Cambridge, Cambridge University Press.
- GTZ, (2004), Risk Analysis – a Basis for Disaster Risk Management, Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH.
- Latief, H., Sunendar, H., Hadi, S., Sengara, I., Rahayu, H., (2010). *Fenomena Tsunami, Kajian Bahaya, Kerentanan, dan Risiko serta Upaya Mitigasinya*, Mengelola Risiko Bencana di Negara Maritim Indonesia: Bencana Kebumihan, Kelautan, dan Atmosferik, Majelis Guru Besar ITB, Bandung.
- Subarkah, P., (2009), Spatial Multi Criteria Evaluation for Tsunamis Vulnerability Case Study of Coastal Area Parangtritis, Yogyakarta, Indonesia, Tesis. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- UNESCO-IOC, (2006), Tsunami Glossary, IOC Information Document No. 1221, Paris, UNESCO.
- Westen, C. v., Kingma, N., dan Montoya, L., (2009), Multi Hazard Risk Assessment, Educational Guide Book Session 4: Elements at Risk, diedit oleh Cees van Westen, ITC, Enschede, The Netherlands.
- Wibowo, T. W., Putri, E. A. W., Loekman, H. Y., (2015), Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan Untuk Pemetaan Kerentanan Terhadap Bahaya Tsunami di Pesisir Kabupaten Bantul, Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2015.
- Zulkarnaen, M.W.D., (2012), Evaluasi Multi-Kriteria Keruangan untuk Penilaian Risiko Total Tsunami di Pacitan, Tesis, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.