

KAJIAN PEMETAAN KERENTANAN KOTA SEMARANG TERHADAP MULTI BENCANA BERBASIS PENGINDRAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Dede Handoko, Arief Laila Nugraha, Yudo Prasetyo^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : dehande1010@gmail.com

ABSTRAK

Kota Semarang merupakan salah satu daerah di Indonesia yang termasuk ke dalam daerah yang rawan terjadi bencana. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu kajian mitigasi terhadap multi bencana di Kota Semarang. Aspek terpenting dalam mitigasi bencana adalah penilaian terhadap kerentanan wilayah berpotensi rawan bencana. Dan metode yang dapat digunakan dalam pengkajiannya adalah kombinasi dari metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Acuan yang digunakan dalam penilaian dan pembobotannya adalah Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko. Terdapat empat parameter penilaian yaitu, parameter kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik dan kerentanan lingkungan. Proses pembuatan peta, tumpang tindih, penilaian dan pembobotan serta analisis SIG diproses menggunakan perangkat lunak ArcMap.

Berdasarkan hasil analisis pemetaan kerentanan sosial diketahui bahwa 92,10% dari jumlah kelurahan di Kota Semarang memiliki tingkat kerentanan sosial tinggi, 6,21% berkerentanan sosial sedang dan sisanya 1,69% berkerentanan sosial rendah. Berdasarkan hasil analisis kerentanan ekonomi diketahui sebesar 39,231% dari luas total Kota Semarang berkerentanan ekonomi tinggi, sebesar 0,012% berkerentanan sedang dan sebesar 60,758 berkerentanan ekonomi rendah. Dari hasil analisis kerentanan fisik diketahui bahwa 2,31% dari luas Kota Semarang berkerentanan fisik tinggi, sebesar 38,51% berkerentanan sedang dan sisanya 59% berkerentanan fisik rendah. Berdasarkan hasil analisis kerentanan lingkungan diketahui bahwa 53,35% dari luas parameter lingkungan adalah hutan alam, 0,28% adalah hutan lindung, 46,01% adalah hutan mangrove, 0,35% adalah rawa dan 0,01% adalah semak belukar. Berdasarkan hasil analisis pemetaan kerentanan Kota Semarang terhadap multi bencana diketahui bahwa 32,19% dari luas Kota Semarang berkerentanan tinggi, 64,54% dari luas Kota Semarang berkerentanan sedang dan sisanya 3,27% berkerentanan multi bencana rendah.

Kata Kunci : Bencana, Kerentanan, Kota Semarang, Tumpang tindih

ABSTRACT

Semarang city is one of the most vulnerable cities to natural disaster occurrence in Indonesia. Based on the data, there needs to be a mitigation study towards the multi-disaster in Semarang city. The most prominent aspect in disaster mitigation is the assessment to susceptibility of the natural disaster vulnerable region. The methods which could be used in the study are Remote Sensing method and Geographic Information System method (GIS).

The reference used in the assessment and the weighting was Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko. There are four assessment parameters, such as social vulnerability parameter, economic vulnerability, physical vulnerability, and environmental vulnerability. The mapping process, overlapping, assessment, weighting, and GIS analysis were processed using ArcMap software.

By the result of mapping analysis to social vulnerability, 92.10% of the total districts in Semarang city has a high social vulnerability level, 6.21% medium social vulnerability, and the rest of 1.69% are the villages with low social vulnerability level. By the result of economic vulnerability analysis, 39.231% of Semarang city's total area has high economic vulnerability, 0.012% has medium vulnerability, and 60.758% has low economic vulnerability. From the result of physical vulnerability, 2.31% of Semarang city's total area is highly vulnerable, 38.51% has medium vulnerability, and the rest of 59% has low vulnerability. According to the result of environmental analysis, 53.35% of the total environmental parameter are natural forests, 0.28% are preserved forests, 46.01% are mangrove forests, 0.35% are swamps, and 0.01% are bushes. In regards to the result of Semarang city's vulnerability mapping analysis to multi-disaster, 32.19% of Semarang city's total area is highly vulnerable, 64.54% has medium vulnerability level, and 3.27% has low vulnerability level to multi-disaster.

Keywords : Disaster, Overlay, Semarang City, Vulnerability

^{*)} Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang rawan bencana dilihat dari aspek geografis, klimatologis dan demografis. Letak geografis Indonesia di antara dua benua dan dua samudera menyebabkan Indonesia mempunyai potensi yang cukup bagus dalam perekonomian sekaligus juga rawan dengan bencana.

Kota Semarang merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi bencana, untuk rentang waktu 1 Januari hingga 3 Februari 2016 telah terjadi sebesar 122 bencana di wilayah Jawa Tengah berupa tanah longsor, banjir, angin kencang dan kebakaran. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Tengah, peristiwa multi bencana terbanyak terjadi di Kabupaten Magelang dengan 11 kejadian disusul Kota Semarang dengan 10 kejadian. 10 bencana yang terjadi di Kota Semarang tersebut adalah satu bencana banjir, tiga bencana kebakaran dan enam bencana tanah longsor (Tribun Jateng, 2016).

Melihat banyaknya kejadian bencana di Kota Semarang, maka perlu dilakukan suatu upaya dalam rangka penanggulangan bencana. Menurut Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana (UU 24/2007) beberapa tindakan yang dapat dilakukan pada penanganan bencana antara lain tindakan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan dan penanggulangan kedaruratan (Kemendagri, 2007). Salah satu tindakan yang terpenting adalah tindakan mitigasi bencana.

Belum adanya kajian kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan yang dimodelkan melalui alat sistem informasi geografis di Kota Semarang yang kemudian dianalisis menjadi kerentanan Kota Semarang terhadap multi bencana sebagai langkah mengurangi dan mengantisipasi banyaknya kerugian yang kemudian mendasari pembuatan penelitian ini. Sebagai upaya antisipasi, pengkajian pemetaan kerentanan bencana haruslah mencakup semua bencana yang mungkin terjadi di wilayah tersebut.

Metode pembobotan dan *scoring* dalam SIG akan sangat membantu dalam analisis dan penentuan nilai kerentanan. Selain itu untuk menghasilkan peta dengan baik, maka penggunaan perangkat lunak berbasis sistem informasi geografis yang dijadikan sebagai sebuah sistem untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah (memanipulasi), menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data *geospasial* yang akan sangat membantu dalam memetakan kerentanan Kota Semarang.

Dengan latar belakang tersebut, maka pentingnya penelitian kajian pemetaan kerentanan Kota Semarang terhadap multi bencana berbasis pengindraan jauh dan sistem informasi geografis adalah hasil penelitian ini dapat menunjukkan pemetaan serta penilaian parameter kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan terhadap multi bencana di Kota Semarang hingga tingkat desa atau kelurahan.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang dapat ditemukan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis besaran tiap-tiap parameter kerentanan Kota Semarang?
2. Bagaimana analisis klasifikasi dan persebaran kerentanan di Kota Semarang?
3. Bagaimana validasi dari metode pemetaan kerentanan multi bencana di Kota Semarang?

I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Memetakan tingkat kerentanan Kota Semarang terhadap bencana alam yang sering terjadi di Kota Semarang dengan kajian spasial hingga lingkup desa dengan menggunakan pedoman umum pengkajian risiko bencana dari Perka BNPB nomor 2 tahun 2012.
- b. Mengkaji dan menganalisis kerentanan fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan terhadap multi bencana di Kota Semarang.

2. Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

- a. Bidang keilmuan
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan jawaban mengenai pemanfaatan SIG dalam menangani berbagai permasalahan dan pengambilan keputusan terhadap masalah spasial kebencanaan.
- b. Bidang rekayasa
Manfaat penelitian ini dalam segi kerekayasaan adalah penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu acuan dalam pelaksanaan penanggulangan bencana yaitu upaya kesiapsiagaan dan mitigasi bencana guna antisipasi dan pengurangan risiko kerugian atas bencana.

I.4. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini ditujukan untuk melakukan pemetaan kerentanan terhadap multi bencana di Kota Semarang.
2. Unit spasial terkecil tingkat kerentanan adalah desa atau kelurahan.
3. Parameter sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan menggunakan data sekunder yang didapatkan dari berbagai instansi dengan tahun akuisisi tahun 2016.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis spasial pada perangkat lunak SIG dan pengindraan jauh. Serta metode *scoring* dan pembobotan yang mengacu pada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 (Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012) tentang pedoman umum pengkajian risiko bencana.
5. Multi bencana yang dikaji adalah bencana yang termuat dalam Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012,

yaitu; bencana banjir, tanah longsor, kebakaran gedung dan pemukiman, kebakaran hutan dan lahan, gempa bumi, tsunami, kekeringan, cuaca ekstrem, gelombang ekstrem dan abrasi

I.5. Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1 Lokasi Penelitian

Area studi penelitian ini adalah Kota Semarang yang mempunyai koordinat geodetis 6°50' - 7° 10' LS dan 109° 50' - 110° 35' BT dengan luas sekitar 373,70 km² serta mencakup sebanyak 16 kecamatan dengan 177 kelurahan.

1.5.2 Alat dan Data Penelitian

1. Peralatan keras yang dibutuhkan pada penelitian adalah:
 - a. Laptop ASUS Zenbook UX32A dengan Prosesor Intel ® Core i3-2367M CPU @1,4 GHz (4CPUs), RAM 4 Gb, OS Windows 10 Home.
2. Perangkat Lunak yang dibutuhkan pada penelitian adalah ArcMap 10.4.1.
3. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini :
 - a. Data kerentanan Kota Semarang, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data kerentanan Kota Semarang

Analisis Kerentanan	Variabel	Tahun Akuisisi
Fisik	Kepadatan Rumah	2016
	Fasilitas Umum	2016
	Fasilitas Kritis	2016
Lingkungan	Tutupan Lahan Hutan Lindung	2016
	Tutupan Hutan Alam	2016
	Tutupan Hutan Mangrove	2016
	Tutupan Semak Belukar	2016
Sosial	Kepadatan Penduduk	2015
	Rasio Jenis Kelamin	2015
	Rasio Kemiskinan	2015
	Rasio Orang Cacat	2015
	Rasio Kelompok Umur	2015
Ekonomi	Lahan Produktif	2014
	PDRB	2014

- b. Citra *Quickbird* Kota Semarang tahun 2015.
- c. Peta administrasi wilayah Kota Semarang.
- d. Peta eksisting tata guna lahan kota Semarang tahun 2015.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Pengertian Bencana

Menurut Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana (UU 24/2007), bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh

faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis (Kemendagri, 2007).

II.2. Kerentanan

Kerentanan (*vulnerability*) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana (BNPB, 2012).

II.3. Parameter Kerentanan

Berdasarkan Perka BNPB No 2 tahun 2012, terdapat 4 parameter kerentanan bencana sebagai berikut (BNPB, 2012):

1. Kerentanan Sosial.
2. Kerentanan Ekonomi.
3. Kerentanan Lingkungan.
4. Kerentanan Fisik.

II.4. Kerentanan Bencana

Akhirnya semua kerentanan bencana adalah hasil dari produk kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan, dengan faktor-faktor pembobotan yang berbeda untuk masing-masing jenis ancaman yang berbeda. Kemudian semua peta-peta bencana tersebut digabungkan dengan teknik tumpang tindih guna mendapatkan kerentanan terhadap multi bencana. Yang secara matematis dapat dituliskan dalam persamaan 10.

$$KTMB = KG + KB + KTL + KKGdP + KK + KT + KKHdL + KCE + KGEaA \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

- KTMB = Kerentanan Total Multi Bencana
- KG = Kerentanan Gempa bumi
- KB = Kerentanan Banjir
- KTL = Kerentanan Tanah Longsor
- KKGdP = Kerentanan Kebakaran Gedung dan Pemukiman
- KK = Kerentanan Kekeringan
- KT = Kerentanan Tsunami
- KKHdL = Kerentanan Kebakaran Hutan dan Lahan
- KCE = Kerentanan Cuaca Ekstrem
- KGEaA = Kerentanan Gelombang Ekstrem dan Abrasi

II.5. Teknik Geoprocessing

Teknik *geoprocessing* adalah suatu cara yang ditempuh dalam membuat data spasial yang baru berdasarkan *existing theme(s)* di dalam obyek *view*. Salah satu cara *geoprocessing* yang digunakan adalah *union*, *merge* dan *intersect*.

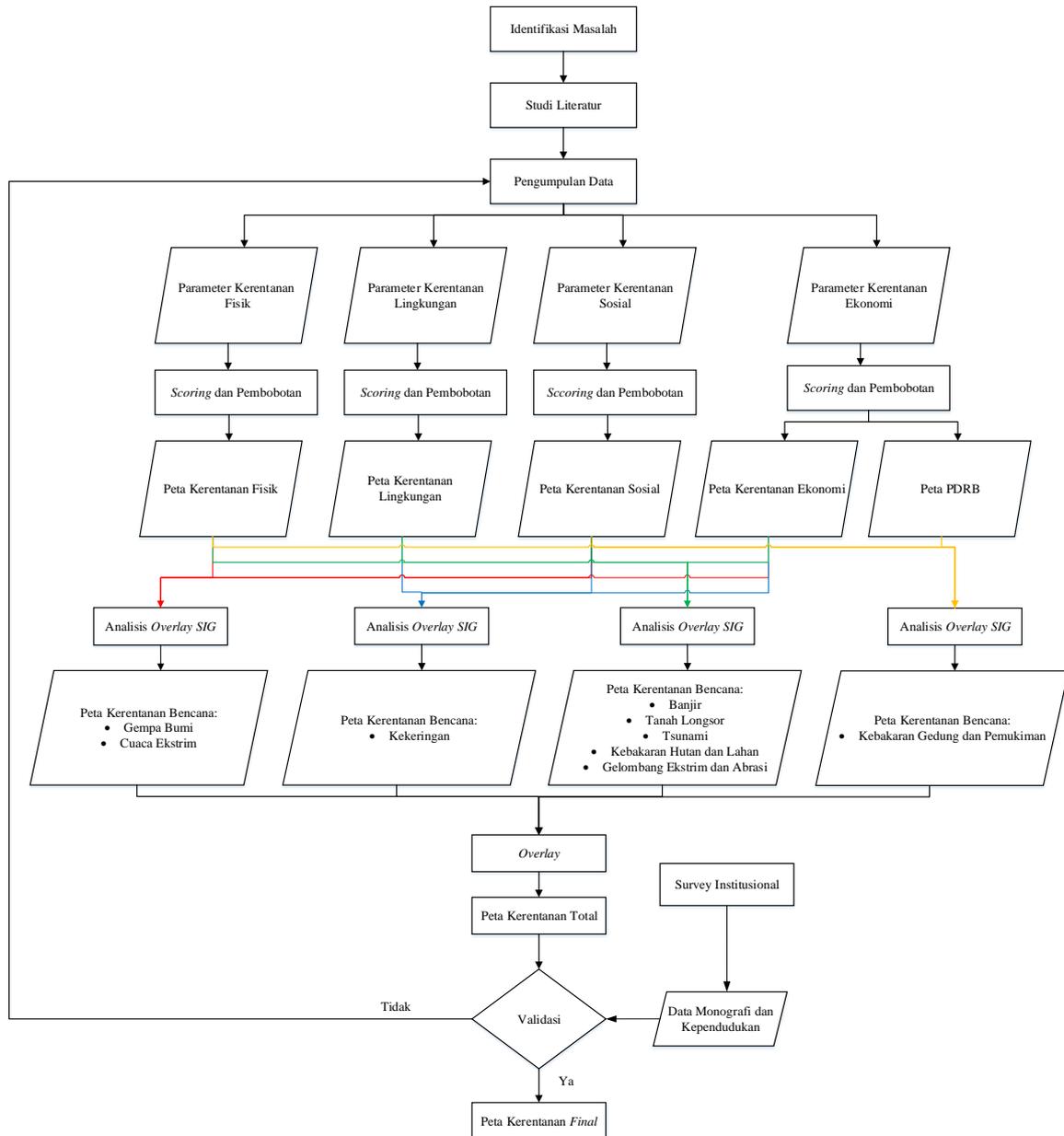
II.6. Scoring, Pembobotan dan Overlay

Scoring adalah proses pemberian skor terhadap tiap kelas dimasing-masing parameter (Sudijono, A., 2007 dalam Novitasari N. W., 2015). Pembobotan adalah pemberian bobot pada masing-masing parameter yang berpengaruh (Suharsimi, 2005 dalam Novitasari N. W., 2015). Analisis spasial yang

digunakan dalam penelitian ini adalah *overlay*. *Overlay* merupakan suatu sistem informasi dalam bentuk grafis yang dibentuk dari penggabungan berbagai peta individu (memiliki informasi/database yang spesifik) (Prahasta, E., 2006).

III. Metodologi Penelitian

Adapun metodologi dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar. 1 Diagram alir penelitian

Keterangan:

- = *Overlay* terdiri dari peta kerentanan fisik, peta kerentanan sosial, dan peta kerentanan ekonomi
- = *Overlay* terdiri dari peta kerentanan lingkungan, peta kerentanan sosial, dan peta kerentanan ekonomi
- = *Overlay* terdiri dari peta kerentanan fisik, peta kerentanan sosial, dan peta kerentanan ekonomi, dan peta kerentanan lingkungan
- = *Overlay* terdiri dari peta kerentanan fisik, peta kerentanan sosial, dan peta PDRB

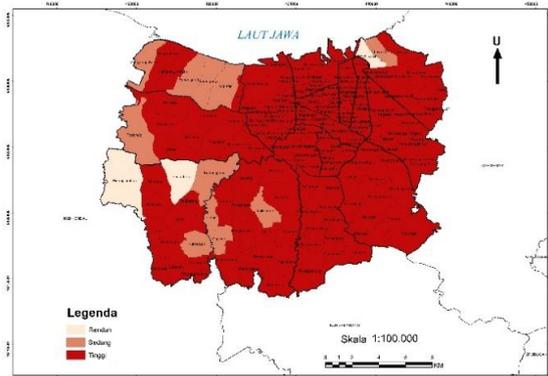
IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil dan Analisis Peta Parameter Kerentanan

Pembuatan peta kerentanan Kota Semarang terhadap multi bencana diawali dengan pembuatan peta parameter penyusun kerentanan bencana.

IV.1.1 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Sosial

Hasil dari pemetaan parameter kerentanan sosial Kota Semarang dapat dilihat pada gambar IV.1.

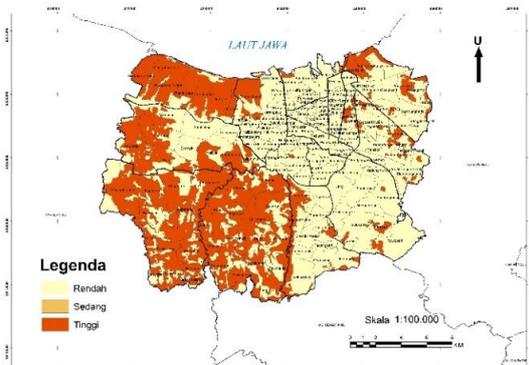


Gambar IV.1 Peta kerentanan sosial Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan sosial sebesar 1,69% dari jumlah keseluruhan kelurahan masuk kedalam kategori rendah, 6,21% berkerentanan sedang dan sebesar 92,09% berkerentanan tinggi. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa tingkat kerentanan sosial di Kota Semarang adalah tinggi.

IV.1.2 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Ekonomi

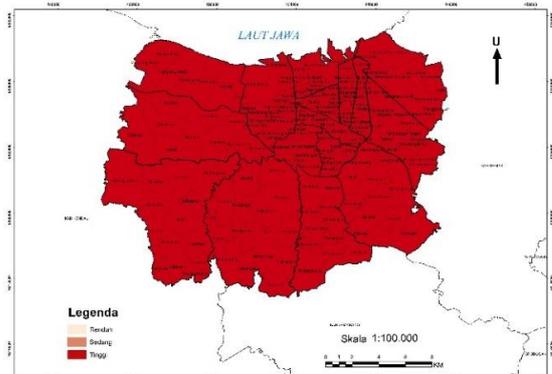
Peta kerentanan ekonomi merupakan *overlay* dari peta lahan produktif dan peta PDRB. Hasil dari pemetaan kerentanan ekonomi bencana tersebut dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan peta PDRB dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar. 2 Peta kerentanan ekonomi Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan ekonomi Sebesar 60,758% dari luas Kota Semarang berkerentanan ekonomi rendah yaitu seluas 23.445,139 Ha. Kemudian sebesar 39,230% dari luas

Kota Semarang berkerentanan ekonomi tinggi yaitu seluas 15.138,223 Ha. Sedangkan kerentanan sedang nyaris 0% dari total luas Kota Semarang yaitu hanya sebesar 0,012% dengan luasan hanya 4,488 Ha.

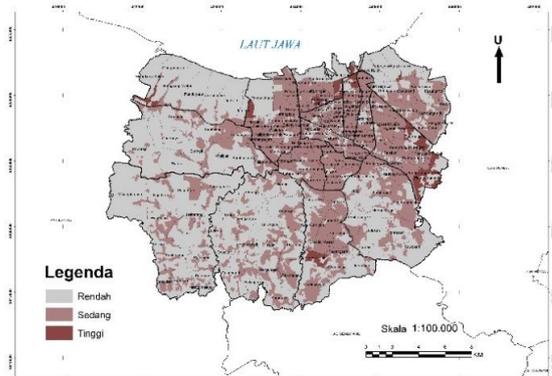


Gambar. 3 Peta PDRB Kota Semarang

Berdasarkan data pada tahun 2016 tingkat rupiah PDRB di seluruh kecamatan di Kota Semarang 100% masuk kedalam kategori tinggi. Artinya sebesar 177 desa atau kelurahan atau sebesar 16 kecamatan di Kota Semarang memiliki PDRB lebih besar dari Rp. 300.000.000,-

IV.1.3 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Fisik

Hasil dari pemetaan kerentanan fisik Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar. 4 Peta kerentanan fisik Kota Semarang

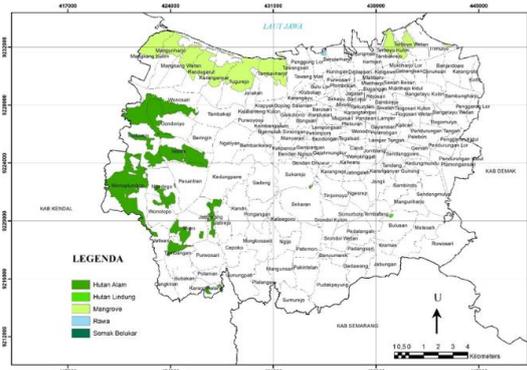
Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan fisik sebesar 59,183% dari luas kerentanan fisik merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 22.837,637 Ha. Kemudian sebesar 38,506% dari luas kerentanan fisik merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 14.858,80 Ha. Sedangkan kerentanan rendah hanya 2,311% dari total luas kerentanan fisik yaitu hanya sebesar 891,704 Ha.

IV.1.4 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Lingkungan

Hasil dari pemetaan parameter kerentanan lingkungan dapat dilihat pada gambar 5.

Terdapat 5 parameter penyusun kerentanan lingkungan, yaitu: hutan alam, hutan lindung, mangrove, rawa dan semak belukar. Luas total

parameter kerentanan lingkungan adalah 3.909,665 Ha. Luas total hutan alam adalah 2.085,813 Ha, dengan persentase sebesar 53,350% dari luas total kerentanan lingkungan. Luas total hutan lindung adalah 10,901 Ha dengan persentase sebesar 0,279%. Luas total wilayah mangrove adalah 1.798,946 Ha dengan persentase sebesar 46,013%. Luas total rawa adalah 13,696 Ha dengan persentase sebesar 0,350%. Luas total semak belukar hanyalah 0,308 Ha atau hanya 0,008%.



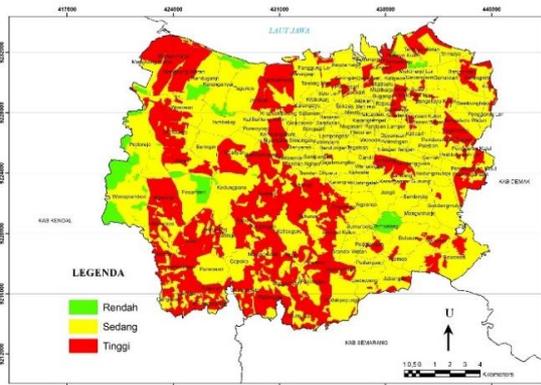
Gambar. 5 Peta kerentanan lingkungan Kota Semarang

IV.2 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana

Peta kerentanan bencana didapatkan dari hasil *overlay* ke-empat peta kerentanan bencana. Namun beberapa bencana hanya memerlukan tiga peta kerentanan bencana saja. Ada 9 peta kerentanan bencana yang dihasilkan dalam penelitian ini, yaitu kerentanan bencana banjir, kerentanan bencana tanah longsor, kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman, kerentanan bencana gempa bumi, kerentanan bencana kekeringan, kerentanan bencana tsunami, kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan, kerentanan bencana cuaca ekstrem (puting beliung) dan kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi.

IV.2.1 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Banjir

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana banjir Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 6.

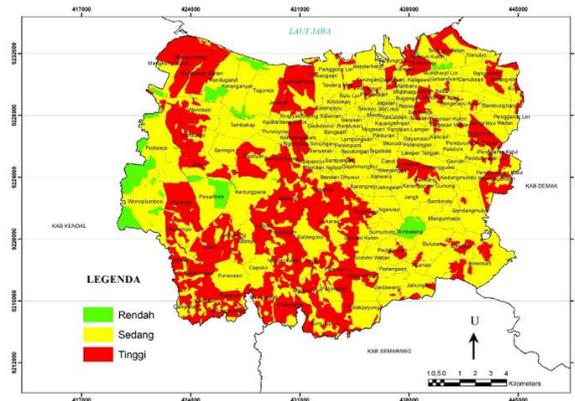


Gambar. 6 Peta kerentanan bencana banjir di Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan bencana banjir sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana banjir merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% dari luas kerentanan bencana banjir merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% dari total luas kerentanan bencana banjir yaitu sebesar 12.034,755 Ha.

IV.2.2 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Tanah Longsor

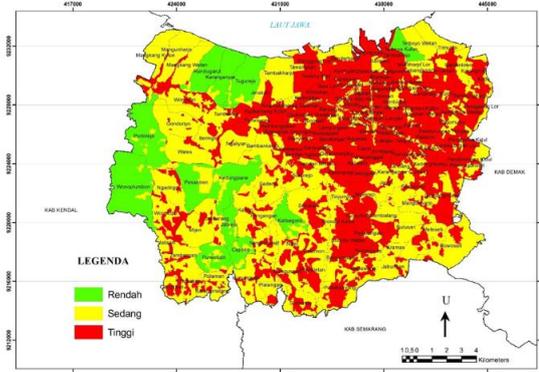
Hasil dari pemetaan kerentanan bencana tanah longsor Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 7. Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan bencana tanah longsor sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana tanah longsor merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% dari luas kerentanan bencana tanah longsor merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% dari total luas kerentanan bencana tanah longsor yaitu sebesar 12.034,761 Ha.



Gambar. 7 Peta kerentanan bencana tanah longsor di Kota Semarang

IV.2.3 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Kebakaran Gedung dan Pemukiman

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman dapat dilihat pada gambar 8.

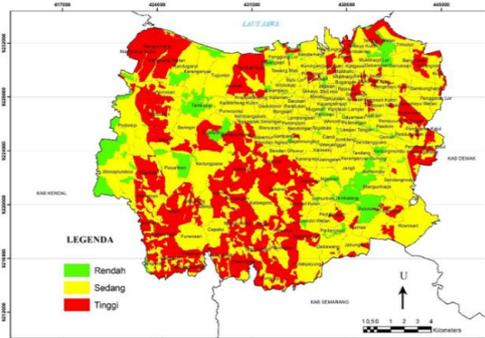


Gambar. 8 Peta kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman di Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman sebesar 14,331% dari luas kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 5.530,872 Ha. Kemudian sebesar 46,313 % dari luas kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 17.874,803 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 39,356 % dari total luas kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman yaitu sebesar 15.189,795 Ha.

IV.2.4 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Gempa Bumi

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana gempa bumi di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 9.

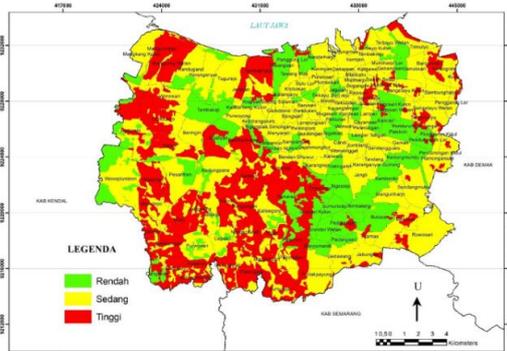


Gambar. 9 Peta kerentanan bencana gempabumi di Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan bencana gempa bumi sebesar 7,221 % dari luas kerentanan bencana gempa bumi merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 2.786,847 Ha. Kemudian sebesar 63,489% dari luas kerentanan bencana gempa bumi merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 24.503,793 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 29,290 % dari total luas kerentanan bencana gempa bumi yaitu sebesar 11.304,824 Ha.

IV.2.5 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Kekeringan

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana kekeringan di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 10.

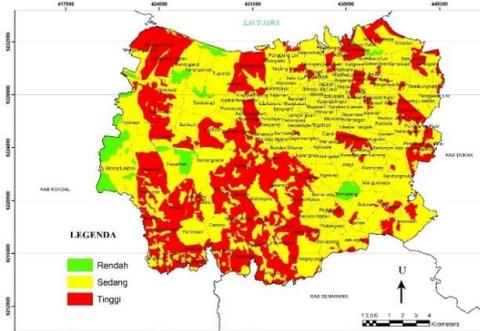


Gambar. 10 Peta penurunan muka tanah di Kota Semarang 2016

Sebesar 21,297% dari luas kerentanan bencana kekeringan merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 8.219,689 Ha. Kemudian sebesar 51,696% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 19.952,039 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 27,006% yaitu seluas 10.422,973 Ha.

IV.2.6 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Tsunami

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana tsunami di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 11.

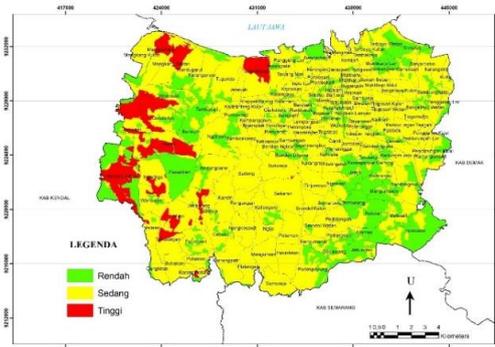


Gambar. 11 Peta kerentanan bencana tsunami di Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan bencana tsunami sebesar 3,32% dari luas kerentanan bencana tsunami merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.280,211 Ha. Kemudian sebesar 65,50% dari luas kerentanan bencana tsunami merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,18% dari total luas kerentanan bencana tsunami yaitu sebesar 12.034,755 Ha.

IV.2.7 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 12.



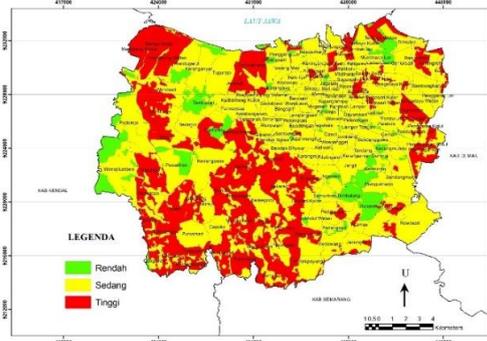
Gambar. 12 Peta kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan di Kota Semarang

Sebesar 21,846% dari luas kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 8.431,352Ha. Kemudian sebesar 71,598% dari luas kerentanan

bencana kebakaran hutan dan lahan merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 27.633,204 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 6,556% dari total luas kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan yaitu sebesar 2.530,434 Ha.

IV.2.8 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Cuaca Ekstrem (Putting Beliuang)

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana kebakaran cuaca ekstrem (puting beliung) di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 13.

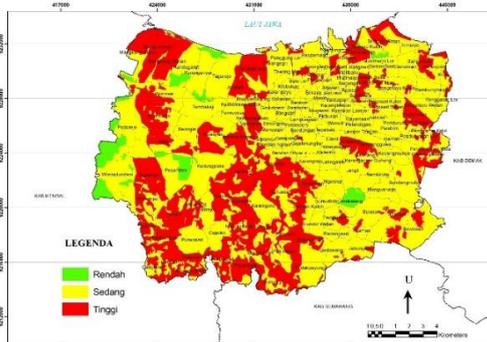


Gambar. 23 Peta kerentanan bencana cuaca ekstrem (puting beliung) di Kota Semarang

Sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana cuaca ekstrem merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% dari luas kerentanan bencana cuaca ekstrem merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% dari total luas kerentanan bencana cuaca ekstrem yaitu sebesar 12.034,755 Ha.

IV.2.9 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Bencana Gelombang Ekstrem dan Abrasi

Hasil dari pemetaan kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 14.



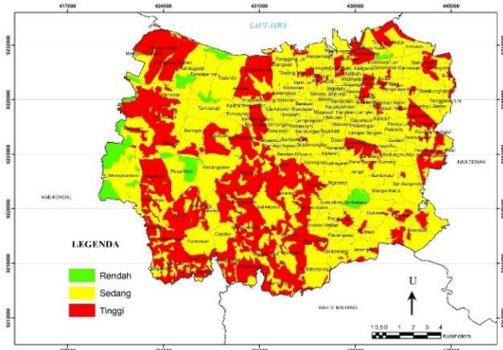
Gambar. 14 Peta kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi di Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498%

dari luas kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% dari total luas kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi yaitu sebesar 12.034,761 Ha.

IV.3 Hasil dan Analisis Peta Kerentanan Multi Bencana

Pemetaan kerentanan multi bencana dilakukan dengan menumpang tindih peta-peta kerentanan terhadap bencana. Peta kerentanan multi bencana di Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar. 15 Peta kerentanan multi bencana di Kota Semarang

Berdasarkan hasil *overlay* peta kerentanan multi bencana sebesar 3,276% dari luas kerentanan multi bencana merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.267,279 Ha. Kemudian sebesar 64,536% dari luas kerentanan multi bencana merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 24.965,922 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 32,188% dari total luas kerentanan multi bencana yaitu sebesar 12.451,800 Ha.

IV.4 Hasil dan Analisis Validasi Peta Parameter Kerentanan

Analisis validasi peta parameter kerentanan pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kecocokan data hasil analisis dengan data hasil validasi di lapangan.

IV.4.1 Validasi Peta Kerentanan Sosial

Berdasarkan perhitungan matriks konfusi didapatkan hasil bahwa nilai akurasi keseluruhan adalah sebesar 93,75%. Nilai ini membuktikan bahwa data kerentanan sosial serta peta analisis sosial yang dihasilkan telah sesuai dengan keadaan asli di lapangan.

IV.4.2 Validasi Peta Kerentanan Ekonomi

Berdasarkan perhitungan matriks konfusi didapatkan hasil bahwa nilai akurasi keseluruhan parameter kerentanan ekonomi adalah sebesar 62,5%. Nilai ini membuktikan bahwa data peta kerentanan ekonomi serta hasil analisis peta kerentanan ekonomi yang dihasilkan belum cukup sesuai dengan keadaan asli di lapangan.

IV.4.3 Validasi Peta Kerentanan Fisik

Berdasarkan perhitungan matriks konfusi didapatkan hasil bahwa nilai akurasi keseluruhan parameter kerentanan fisik adalah sebesar 50% yang Nilai ini membuktikan bahwa data peta kerentanan fisik serta hasil analisis peta kerentanan fisik yang dihasilkan belum cukup sesuai dengan keadaan asli di lapangan.

IV.4.4 Validasi Peta Kerentanan Lingkungan

Berdasarkan perhitungan matriks konfusi didapatkan hasil bahwa nilai akurasi keseluruhan parameter kerentanan fisik adalah sebesar 87,5%. Nilai ini membuktikan bahwa data peta kerentanan fisik serta hasil analisis peta kerentanan fisik yang dihasilkan sudah cukup sesuai dengan keadaan asli di lapangan.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi literatur, pengolahan data sampai analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan berikut:

1. Besaran untuk masing-masing kelas rendah, sedang dan tinggi dari setiap parameter kerentanan di Kota Semarang adalah:
 - a. Kerentanan Sosial.

sebesar 1,69% dari jumlah kelurahan di Kota Semarang berkerentanan sosial rendah, 6,21% berkerentanan sedang dan sebesar 92,09 berkerentanan Tinggi.
 - b. Kerentanan Ekonomi.

Sebesar 60,758% dari luas Kota Semarang berkerentanan ekonomi rendah yaitu seluas 23.445,139 Ha. Kemudian sebesar 39,231% dari luas Kota Semarang berkerentanan ekonomi tinggi yaitu seluas 15.138,223 Ha. Sedangkan kerentanan sedang nyaris 0% dari total luas Kota Semarang yaitu hanya sebesar 0,012% dengan luasan sebesar 4,488 Ha.
 - c. Kerentanan Fisik.

Sebesar 59,183% dari luas kerentanan fisik merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 22.837,637 Ha. Kemudian sebesar 38,506% dari luas kerentanan fisik merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 14.858,80 Ha. Sedangkan kerentanan rendah hanya 2,311% dari total luas kerentanan fisik yaitu hanya sebesar 891,704 Ha.
 - d. Kerentanan Lingkungan.

Luas total parameter kerentanan lingkungan adalah 3.909,665 Ha. Luas total hutan alam adalah 2.085,813 Ha, dengan persentase sebesar 46,013% dari luas total kerentanan lingkungan. Luas total hutan lindung adalah 10,901 Ha dengan persentase sebesar 0,279%. Luas total wilayah mangrove adalah 1.798,946 Ha dengan persentase sebesar 46,013%. Luas total rawa adalah 13,696 Ha dengan persentase sebesar

0,350%. Luas total semak belukar hanyalah 0,308 Ha atau hanya 0,008%.

2. Klasifikasi dan persebaran kerentanan di Kota Semarang adalah:
 - a. Kerentanan bencana banjir.

Sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana banjir merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% dari luas kerentanan bencana banjir merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% dari total luas kerentanan bencana banjir yaitu seluas 12.034,755 Ha.
 - b. Kerentanan bencana tanah longsor.

Sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana tanah longsor merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% yaitu seluas 12.034,761 Ha.
 - c. Kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman.

Sebesar 14,330% dari luas kerentanan bencana kebakaran gedung dan pemukiman merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 5.530,872 Ha. Kemudian sebesar 46,313% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 17.874,803 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 39,356% yaitu seluas 15.189,795 Ha.
 - d. Kerentanan bencana gempa bumi.

Sebesar 7,221 % dari luas kerentanan bencana gempa bumi merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 2.786,847 Ha. Kemudian sebesar 63,489% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 24.503,793 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 29,291 % yaitu seluas 11.304,824 Ha.
 - e. Kerentanan bencana kekeringan.

Sebesar 21,297% dari luas kerentanan bencana kekeringan merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 8.219,689 Ha. Kemudian sebesar 51,696% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 19.952,039 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 27,006% yaitu seluas 10.422,973 Ha.
 - f. Kerentanan bencana tsunami.

Sebesar 3,32% dari luas kerentanan bencana tsunami merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.280,211 Ha. Kemudian sebesar 65,50% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,18% yaitu seluas 12.034,755 Ha.
 - g. Kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan.

Sebesar 21,846% dari luas kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan

merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 8.431,352Ha. Kemudian sebesar 71,598% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 27.633,204 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 6,556% yaitu seluas 2.530,434 Ha.

- h. Kerentanan bencana cuaca ekstrem (puting beliung).
Sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana cuaca ekstrem merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% yaitu seluas 12.034,755 Ha.
 - i. Kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi.
Sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana gelombang ekstrem dan abrasi merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% yaitu seluas 12.034,761 Ha.
 - j. Kerentanan terhadap multi bencana di Kota Semarang.
Sebesar 3,276% dari luas kerentanan multi bencana merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.267,279 Ha. Kemudian sebesar 64,536% merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 24.965,922 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 32,188% yaitu seluas 12.451,800 Ha.
3. Dari perbandingan antara 16 sampel validasi lapangan dengan data hasil analisis peta parameter kerentanan dari penelitian didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Nilai akurasi antara hasil analisis peta kerentanan sosial dengan validasi lapangan adalah sebesar 93,75% dan hanya terdapat 1 sampel validasi lapangan yang tidak sesuai dengan hasil pada peta analisis penelitian.
 - b. Nilai akurasi antara hasil analisis peta kerentanan ekonomi dengan validasi lapangan adalah sebesar 62,5% dan terdapat 6 sampel validasi lapangan yang tidak sesuai dengan hasil pada peta analisis penelitian.
 - c. Nilai akurasi antara hasil analisis peta kerentanan fisik dengan validasi lapangan adalah sebesar 50% dan terdapat 8 sampel validasi lapangan yang tidak sesuai dengan hasil pada peta analisis penelitian.
 - d. Nilai akurasi antara hasil analisis peta kerentanan lingkungan dengan validasi lapangan adalah sebesar 87,5% dan terdapat 3 sampel validasi lapangan yang tidak sesuai dengan hasil pada peta analisis penelitian.

V.2 Saran

Berdasarkan proses persiapan hingga akhir penelitian, penulis memberikan beberapa saran yang dapat diambil. Saran yang dapat diberikan berdasarkan pada hasil penelitian sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian haruslah menggunakan data dasar (parameter) terbaru sehingga akan dihasilkan peta dengan keadaan geografis dan demografis yang terbaru sehingga hasilnya akan lebih relevan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.
2. Unit spasial peta haruslah disesuaikan dengan tingkat tersedianya data. Bila unit spasialnya adalah tingkat kelurahan maka data yang tersedia juga harus dalam tingkat kelurahan juga.
3. Disarankan agar peneliti lebih teliti dalam proses *input*, penghitungan, penyusunan dan pengolahan data.
4. Disarankan agar peneliti melakukan *assessment* kerentanan tidak hanya berpatok pada satu aturan/metode saja, melainkan dapat di kombinasikan dengan aturan/metode lainnya sehingga didapatkan metode yang lebih sesuai.
5. Disarankan untuk mengkombinasikan dengan metodologi geospasial lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, T. (2010). *Visualisasi Risiko Bencana Dalam Peta Dokumentasi Penyusunan Peta Risiko di Provinsi DIY*. Provincial Project Management Unit (PPMU). Yogyakarta.
- Bakornas PB. (2007). *Pedoman Penanggulangan Banjir Tahun 2007-2008*. Jakarta.
- BNPB. (2007). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. BNPB. Jakarta.
- Novitasari, N.W. (2015). *Pemetaan Multi Hazard Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Demak Jawa Tengah*. Skripsi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Prahasta, E. (2001). *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (Perspektif Geodesi dan Geomatika)*. Informatika Bandung. Bandung.
- Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. Lembaran Negara RI Tahun 2007 Nomor 66. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia RI. Jakarta.
- Pustaka dari Internet:
Tribun Jateng. 2016. *Bencana Kepung Jateng diawal Februari* 2016. [Http://jateng.tribunnews.com/2016/02/13/bencana-kepung-jateng-di-awal-februari-2016](http://jateng.tribunnews.com/2016/02/13/bencana-kepung-jateng-di-awal-februari-2016). Diakses pada 25 Oktober 2016