

SIG UNTUK MEMETAKAN DAERAH BANJIR DENGAN METODE SKORING DAN PEMBOBOTAN (STUDI KASUS KABUPATEN JEPARA)

Muhamad Sholahuddin DS

Sistem Informasi, Fasilkom, Udinus

Jl. Nakula I No. 5-11, Jawa Tengah 50131, +62 24 3517261

E-mail : 112201104518@mhs.dinus.ac.id, saladin_mutsu@hotmail.com

Abstrak

Banjir di kabupaten Jepara merupakan peristiwa yang terjadi setiap tahun. Penyebab banjir di kabupaten ini merupakan akumulasi dari beberapa hal yaitu tingginya curah hujan yang turun setiap tahun khususnya musim hujan, rendahnya ketinggian daerah di beberapa kecamatan, dan juga banyaknya jumlah sungai yang melewati kabupaten ini. Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) yang dihasilkan dalam penelitian ini digunakan untuk menyajikan informasi tentang pemetaan zonasi rawan banjir kabupaten Jepara, sehingga informasi daerah banjir beserta informasi tingkat kerawanan dan indikator banjirnya dapat digunakan selanjutnya oleh dinas pemerintah dan masyarakat untuk mengantisipasi dampak bencana banjir. Informasi spasial direpresentasikan dalam bentuk gambar peta, sedangkan atribut informasi spasial direpresentasikan dalam bentuk tabel dengan penggunaan parameter curah hujan dan nilai bobot yang berbeda dalam pemetaan kerawanan banjir di Kabupaten Jepara. Pengolahan data dilakukan secara digital menggunakan software ArcView3.3. Aplikasi SIG ini masih berbentuk data mentah dalam program arcview yang untuk selanjutnya dapat diolah kembali dan diperbaharui oleh dinas pemerintah sehingga dapat digunakan untuk kepentingan yang lebih baik.

Kata Kunci: Banjir, SIG, Arcview, Pemetaan, Jepara

Abstract

Flooding in Jepara district is an event that happens every year. The cause of flooding in this district is the accumulation of several things: the high rainfall every year, especially the rainy season, the low altitude areas in several districts, and also the large number of rivers flowing through the district. Application of GIS (Geographic Information System) generated in this study are used to present information about the mapping of flood-prone zoning district of Jepara, so that information contains flooded areas along with the vulnerability information and indicators can be used later by the flood of government and community agencies to anticipate the impact of floods. Spatial information is represented in the form of a map image, whereas the attributes of spatial information is represented in the form of a table with the use of rainfall parameters and several else and also values of different weights for flood vulnerability mapping in Jepara regency. Data processing was build digitally using software ArcView3.3. this GIS application is still in the form of raw data in the ArcView program so it can be reprocessed and refurbished by government agencies to be used for the benefit of better purpose.

Keywords: Flood, GIS, Arcview, Mapping, Jepara

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada daerah datar sekitar

sungai sebagai akibat meluapnya air sungai yang tidak mampu ditampung oleh sungai. Selain itu, banjir adalah interaksi antara manusia dengan alam dan sistem alam itu sendiri. Bencana banjir ini merupakan aspek interaksi

manusia dengan alam yang timbul dari proses dimana manusia mencoba menggunakan alam yang bermanfaat dan menghindari alam yang merugikan manusia

Hampir setiap tahun tepatnya pada musim penghujan terjadi banjir di beberapa daerah di wilayah Jepara. Banjir yang terjadi di Jepara disebabkan oleh curah hujan yang sangat tinggi sehingga banyak tanggul dan drainase yang ada di beberapa sungai tidak mampu menahan derasnya arus air sungai. Warga jepara telah melakukan antisipasi dini terhadap banjir bandang tersebut tetapi sayangnya antisipasi ini tidak mampu menahan air yang terus meluap dikarenakan hujan yang terus turun ditambah beberapa tanggul yang ikut jebol. Selain itu upaya tim SARS untuk melakukan evakuasi dini terhadap korban banjir juga terus dilakukan.

Dalam upaya untuk mengantisipasi banjir tersebut, perlu adanya kajian mengenai kerentanan daerah yang sering terkena banjir dan juga mengetahui berapa besar besarnya curah hujan yang terjadi di wilayah - wilayah tersebut sehingga setiap tahunnya masyarakat dapat lebih mempersiapkan diri untuk menghadapi fenomena banjir ini. Pemetaan daerah tergenang banjir dan juga pemetaan terhadap curah hujan di kabupaten Jepara perlu dilakukan pemerintah agar dapat mengambil kebijakan yang tepat dalam menanggulain banjir serta mengurangi kerugian yang dialami.

Berawal dari uraian tersebut, dalam penelitian ini diusulkan skoring dan pembobotan. Sehingga dengan teknik dan metode tersebut dapat ditemukan potensi wilayah banjir yang melanda suatu daerah dan selanjutnya di

aplikasikan pada suatu pemetaan dalam Sistem Informasi Geografis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang tersebut di atas, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

Keterlambatan informasi akan adanya dampak banjir bagi masyarakat yang berdomisili di wilayah terdampak, mengakibatkan kerugian yang cukup besar.

Keterlambatan informasi ini diakibatkan oleh tidak adanya media atau alat informatif yang digunakan untuk menganalisa banjir bulanan dan tahunan

Penggunaan metode untuk menganalisa banjir dengan aplikasi tertentu yang belum pernah digunakan.

1.3 Tujuan

Berdasarkan dari latar belakang dan perumusan masalah yang tertulis di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

Memberikan informasi yang cepat kepada masyarakat khususnya dinas BMKG sehingga dapat mengantisipasi dampak bencana banjir yang lebih buruk.

Membuat suatu alat analisa berbasis SIG yang informatif sehingga dapat digunakan dan selalu diperbaharui oleh BMKG

Membangun SIG dengan bantuan software Arcview dan metode skoring dan pembobotan untuk menganalisa bencana banjir bulanan dan tahunan

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Skoring dan Pembobotan

Metode skoring adalah suatu metode pemberian skor atau nilai terhadap masing - masing value parameter untuk menentukan tingkat kemampuannya. penilaian ini berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Sedangkan metode pembobotan atau disebut juga weighting adalah suatu metode yang digunakan apabila setiap karakter memiliki peranan berbeda atau jika memiliki beberapa parameter untuk menentukan kemampuan lahan atau sejenisnya

2.2 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 dan Merge.

Union: Proses ini akan menghasilkan theme baru dengan mengkombinasikan dua theme. Output theme yang dihasilkan merupakan gabungan dari kedua features, berikut atribut datanya.

Merge Theme Together : Pada fungsi Merge ini adalah menggabungkan beberapa theme shp dalam satu file shp dengan mengambil susunan table dari salah satu peta yang digabungkan. Fungsi ini sangat penting sebab sangat memudahkan pengguna untuk menggabungkan beberapa theme shp menjadi satu kesatuan tanpa harus add file pada setiap sesi pembuka dan memanggil file yang memang terdiri dari banyak sheet sheet.

2.3 Tahapan dan Prosedur Penelitian

Secara ringkas tahapan penelitian disajikan sebagai berikut.

Tahapan Persiapan meliputi studi pustaka topik yang terkait dengan penelitian, pengumpulan alat dan bahan.(data ketinggian dan data sungai dapat dilihat pada lampiran.)

Pengolahan data curah hujan dengan analisis keruangan berupa interpolasi terhadap data curah hujan dari setiap wilayah kecamatan. Hasil yang didapatkan adalah peta curah hujan rata-rata bulanan dan tahunan.

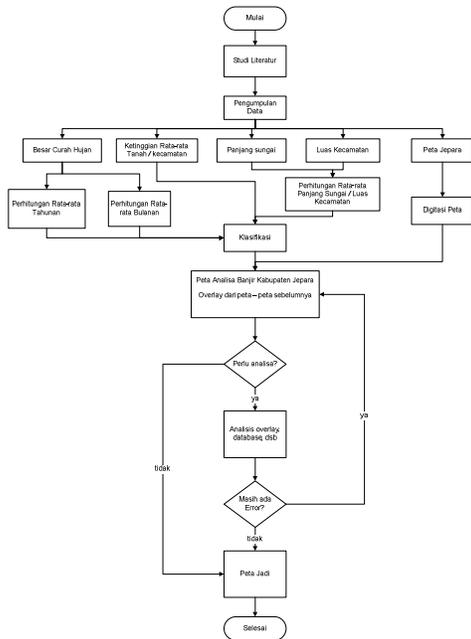
Pengolahan data ketinggian wilayah rata-rata per kecamatan. Hasil yang diperoleh berupa peta kontur ketinggian.

Pengolahan data sungai. Hasil yang diperoleh berupa peta sungai dan juga perbandingan panjang sungai per luas wilayah kecamatan.

Analisis atribut berupa pemberian nilai skor untuk masing-masing parameter banjir dan nilai bobot untuk tiap kelas kerawanan.

Analisis keruangan berupa tumpang susun peta-peta hasil analisis atribut, dan analisis kelas kerawanan banjir.

Tahapan Penyelesaian yang terdiri dari validasi untuk mengevaluasi hasil identifikasi objek dan analisis, perbaikan peta dan penyesuaian hasil analisis, serta pembuatan layout peta akhir.



Gambar 1 Prosedur Penelitian

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Peta Rupa Wilayah Kabupaten Jepara

Peta Rupa wilayah mempunyai banyak informasi seperti batas administrasi, daerah sungai dan daerah kecamatan. dan dari informasi tersebut digabungkan dengan data yang ada dapat dilakukan analisis. Analisis tersebut bertujuan untuk menghasilkan peta pembagian daerah banjir yang terjadi setiap tahun. Perangkat lunak yang digunakan adalah ArcView 3.3.

Metode analisis yang digunakan, yaitu analisis data dengan menggunakan teknik tumpang susun/ *overlay* parameter banjir yang mana parameter tersebut sudah diberi skor untuk mendapatkan zonasi kerentanan banjir di kabupaten Jepara.

3.2 Pembuatan Peta Kelas Tinggi Tanah

Pembuatan peta kelas tinggi menggunakan data vektor berupa titik/point dan vektor garis (peta kontur). Saat menggunakan model builder, operasi yang pakai adalah model builder – add process – data conversion – point interpolation. Point interpolation inilah yang berfungsi menghitung daerah mana saja yang memiliki nilai tinggi yang sama sehingga dapat dilakukan klasifikasi kelas tinggi.

Untuk pembuatan peta kontur ketinggian tanah juga dibutuhkan suatu ekstensi dari aplikasi Arcview 3.3 yaitu ekstensi xtool yang digunakan untuk membuat peta interpolasi titik menjadi suatu peta kontur.

3.3 Pembuatan Peta Sungai

Pembuatan peta Sungai dihasilkan melalui teknik garis (Theme Line) pada peta propinsi Jepara. bekerja dengan Theme line bisa dilakukan dengan berbagai sumber data, bisa kita mempergunakan titik titik tracking GPS, maupun dengan menggunakan sumber informasi dari peta dasar baik berupa peta rupa bumi, peta Citra Digital dan lain sebagainya. Yang selanjutnya kita ukur dan jumlahkan panjang sungai yang melewati setiap kecamatan dibagi dengan luas are kecamatan tersebut lalu dikalikan dengan 100% sehingga kita bisa mendapatkan persentase dari panjang sungai tersebut

3.3 Pembuatan Peta Curah hujan

Pembuatan Peta curah hujan menggunakan teknik Geoprocessing yang mana teknik ini digunakan dengan menginstal suatu ekstensi pada aplikasi program. Untuk membuat peta curah hujan, sebelumnya kita membuat peta -

peta yang dibutuhkan, seperti peta kecamatan, peta ketinggian, dan peta sungai. Setelah peta - peta tersebut jadi maka kita memasukkan data curah hujan pada database arcview dan menghitung rata-rata untuk curah hujan tahunan dan bulanan.

3.4 Pemberian Skor Paramater Curah Hujan

Daerah yang mempunyai curah hujan yang tinggi akan lebih mempengaruhi terhadap kejadian banjir. Berdasarkan hal tersebut, maka pemberian skor untuk daerah curah hujan tersebut semakin tinggi. pemberian skor paramater curah hujan dibedakan berdasarkan jenis data curah hujan tahunan, dimana data curah hujan dibagi menjadi empat kelas (Tabel 1). Dimana skor 5 diberikan kepada daerah yang sangat basah dengan curah hujan rata-rata diatas 2500 mm, sedangkan skor 1 diberikan kepada daerah yang sangat kering dengan curah hujan rata - rata dibawah 1000 mm.

Tabel 1 Skor Paramater Curah Hujan

No	Kelas	Skor
1	>2500 (sangat basah)	5
2	2001 - 2500 (basah)	4
3	1501 - 2000 (cukup basah)	3
4	1000 - 1500 (Kering)	2
5	< 1000 (sangat kering)	1

3.5 Pemberian Skor Paramater Ketinggian Tanah

Daerah yang mempunyai kemiringan tanah lebih tinggi atau berada di daerah

dataran rendah memiliki tingkat rawan banjir lebih besar dari pada daerah yang berada di kemiringan yang lebih rendah atau berada di daerah atas. Oleh karena itu pemberian skoring dengan parameter ketinggian tanah dibedakan berdasarkan ketinggian tanah diatas permukaan air laut dan dibagi menjadi lima kelas. (Tabel 2). Skor tertinggi yaitu 5 diberikan kepada daerah yang wilayah ketinggiannya dibawah 20 m dari permukaan air laut, sedangkan nilai skor terendah yaitu 1 diberikan kepada daerah yang wilayah ketinggiannya diatas 300m dari permukaan laut.

Tabel 2 Skor Paramater Ketinggian Tanah

No	Kelas	Skor
1	0m – 20m	5
2	21m – 50m	4
3	51m – 100m	3
4	101m – 300m	2
5	>300m	1

3.6 Pengskoran Kelas Sungai

Untuk membuat skoring pada Parameter sungai, sebelumnya harus dihitung dulu besar persentasi panjang sungai yang melewati setiap kecamatan terhadap luas wilayah kecamatan yang dilewati sungai tersebut. Setelah dilakukan penghitungan, maka parameter sungai dapat dibedakan berdasarkan besarnya persentasi panjang sungai terhadap luas wilayah area yang dilewatinya dan dibagi menjadi 5 kelas.(Tabel 3). Nilai tertinggi yaitu 5 diberikan kepada daerah yang persentasi sungai nya diatas 61,5 %, sedangkan nilai terendah diberikan kepada daerah yang persentasi sungainya dibawah 17,7 % dari luas wilayah kecamatan yang dilewati sungai.

Tabel 3 Skor Paramater sungai

No	Parameter	Bobot
1	61,5% –100% (sangat rawan)	5
2	50,1% –51,4%	4
3	(rawan) 32,1% –50% (agak rawan)	3
4	17,7% –32% (tidak rawan)	2
5	0% – 17,6% (bebas)	1

3.7 Pembobotan Parameter

Pembobotan adalah pemberian bobot pada peta digital terhadap masing – masing parameter yang berpengaruh terhadap banjir. Nilai pembobotan dilakukan secara kualitatif tergantung pada keinginan “si pemilih” tersebut.

Tabel 4 bobot parameter

No	Kelas	Skor
1	Curah hujan rata-rata Tahunan	0,40
2	Ketinggian Tanah	0,35
3	Buffer Sungai	0,25

3.8 Analisis Tingkat Kerawanan

Analisis yang dilakukan pada tahap ini adalah overlay dengan teknik geoprocessing, yaitu tumpang susun dan menggabungkan semua peta yang ada menjadi parameter banjir. hasil dari overlay ini akan menjadi suatu parameter baru dimana gabungan beberapa peta akan membentuk suatu irisan-irisan yang dapat dijadikan parameter potensi banjir.

Untuk menentukan nilai dari parameter yang baru maka diperlukan suatu persamaan matematis dengan cara menggabungkan antara skoring dan pembobotan yang telah dilakukan sebelumnya. Persamaannya adalah :

$$X = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i)$$

Gambar 2 rumus tingkat kerawanan

Keterangan:

X = Nilai kerawanan

W_i = Bobot untuk parameter ke-i

X_i = Skor kelas pada parameter ke-i

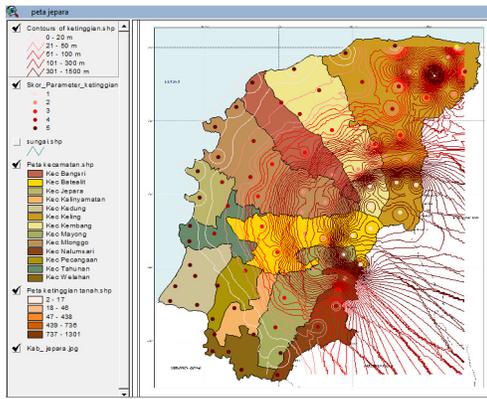
Sehingga dari hasil persamaan tersebut kita bisa menentukan nilai standar untuk memberi skor pada peta yang baru. Dalam peta baru ini nilai skor ditentukan berdasarkan dimana wilayah dengan potensi banjir yang tinggi akan memiliki nilai yang tinggi. Tabel nilai untuk skor yang baru dapat dilihat pada tabel berikut. (Tabel 5)

Tabel 2 skor untuk Kerawanan Banjir

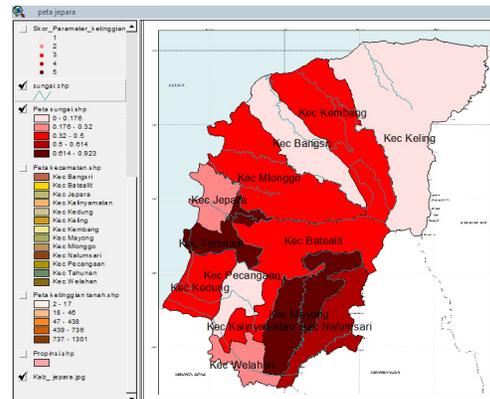
No	Kelas Kerawanan Banjir	Skor
1	Tidak rawan	<3
2	Rawan	3 - <3,4
3	Sangat rawan	>3,4

4. HASIL

Setelah dilakukan digitasi pada peta dan memasukan data-data pada program arcview maka hasil yang didapat untuk peta ketinggian beserta skoring adalah (gambar 3) dan (tabel 6)



Gambar 3 peta ketinggian



Gambar 4 peta sungai

Tabel 6 tabel skoring ketinggian

No.	Kecamatan	Skoring	Keterangan
1.	Kedung	5	rendah
2.	Pecangaan	5	rendah
3.	Kalinyamatan	4	tinggi
4.	Welahan	5	sangat tinggi
5.	Mayong	1	sangat tinggi
6.	Nalumsari	1	sangat tinggi
7.	Batealit	2	tinggi
8.	Tahunan	4	cukup rendah
9.	Jepara	4	cukup rendah
10.	Mlonggo	2	tinggi
11.	Bangsri	2	tinggi
12.	Kembang	1	sangat tinggi
13.	Keling	1	sangat tinggi

Tabel 7 tabel skoring panjang sungai

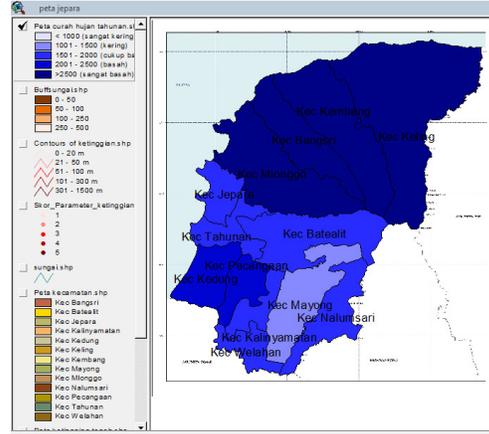
No.	Kecamatan	Skoring	Keterangan
1.	Kedung	3	Agak rawan
2.	Pecangaan	1	bebas
3.	Kalinyamatan	3	Agak rawan
4.	Welahan	2	Tidak rawan
5.	Mayong	5	Sangat rawan
6.	Nalumsari	4	Rawan
7.	Batealit	3	Agak rawan
8.	Tahunan	5	Sangat rawan
9.	Jepara	2	Tidak rawan
10.	Mlonggo	3	Agak rawan
11.	Bangsri	1	Bebas
12.	Kembang	3	Agak rawan
13.	Keling	1	bebas

Sedangkan untuk peta sungai dan juga tabel skoring persentasi panjang sungai terhadap luas wilayah perkecamatan adalah (gambar 4) dan (tabel 7)

Sedangkan untuk peta curah hujan tahunan dan juga tabel skoring tahunan maka sebelumnya ada perhitungan untuk menghitung rata-rata curah hujan tahunan (gambar 5)(tabel 8)(tabel 9)

Tabel 8 tabel perhitungan rata-rata curah hujan tahunan

No	Nama Kecamatan / Subdistrikt	Rata-rata Curah Hujan Bulan (tahun 2009)	Rata-rata Curah Hujan Bulan (tahun 2010)	Rata-rata Curah Hujan Bulan (tahun 2011)	Rata-rata Curah Hujan Bulan (tahun 2012)	Rata-rata curah hujan Tahunan
1	Kedung	410	327,5	187,7	299,5	2190,75
2	Pecangsaan	rusak	rusak	rusak	rusak	rusak
3	Mayong	rusak	114,2	284,2	264,5	1334,25
4	Nalumsari	168,2	383,7	322	272,2	1949,5
5	Welahan	295,5	260,2	240,2	252,5	1692,75
6	Jepara / Tahunan	388,7	463,2	230,5	195	1623,75
7	Mlonggo	384,5	339	556,2	368	2624,5
8	Bangsri	413,5	441	483,5	382,2	2573
9	Batealit	437	334,5	371	rusak	1727,667
10	Keling	488,5	511,2	555,7	385	2931,5
	Jumlah rata-rata	2986	3114	3231,25	2419	



Gambar 5 peta curah hujan tahunan

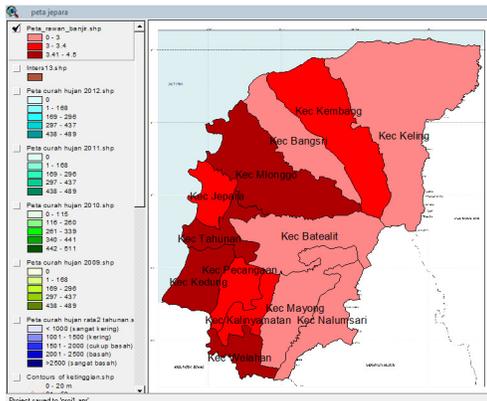
Tabel 9 tabel perhitungan rata-rata curah hujan tahunan

No.	Kecamatan	Skoring	Keterangan
1.	Kedung	4	basah
2.	Pecangsaan	4	basah
3.	Kalinyamatan	3	Cukup basah
4.	Welahan	3	Cukup basah
5.	Mayong	2	kering
6.	Nalumsari	3	Cukup basah
7.	Batealit	3	Cukup basah
8.	Tahunan	3	Cukup basah
9.	Jepara	3	Cukup basah
10.	Mlonggo	5	Sangat basah
11.	Bangsri	5	Sangat basah
12.	Kembang	5	Sangat basah
13.	Keling	5	Sangat basah

Setelah dilakukan pembobotan maka hasil akhir untuk peta analisa rawan banjir di kabupaten jepara adalah sebagai berikut (gambar 6) (gambar 7) (tabel 10)

NO	NAMA KECAMATAN	PARAMETER 1 (KETINGGIAN)	PARAMETER 2 (SUNGAI)	PARAMETER 3 (CURAH HUJAN)	BOBOT			HASIL
					PARAMETER 1	PARAMETER 2	PARAMETER 3	
1	Kedung	5	3	4	0,40	0,35	0,25	4,05
2	Pecangaan	5	1	4	0,40	0,35	0,25	3,35
3	Kalinyamatan	4	3	3	0,40	0,35	0,25	3,4
4	Welahan	5	2	3	0,40	0,35	0,25	3,45
5	Mayong	1	5	2	0,40	0,35	0,25	2,65
6	Nalumsari	1	4	3	0,40	0,35	0,25	2,55
7	Batealit	2	3	3	0,40	0,35	0,25	2,6
8	Tahunan	4	5	3	0,40	0,35	0,25	4,1
9	Jepara	4	2	3	0,40	0,35	0,25	3,05
10	Mlonggo	2	3	5	0,40	0,35	0,25	3,1
11	Bangsri	2	1	5	0,40	0,35	0,25	2,4
12	Kembang	1	3	5	0,40	0,35	0,25	4,05
13	Keling	1	1	5	0,40	0,35	0,25	3,35

Gambar 6 hasil perhitungan skoring dan pembobotan



Gambar 7 peta kerawanan banjir tahunan

Tabel 10 tabel status kerawanan banjir

NO	NAMA KECAMATAN	HASIL	STATUS
1	Kedung	4,05	Sangat Rawan
2	Pecangaan	3,35	Rawan
3	Kalinyamatan	3,4	Sangat Rawan
4	Welahan	3,45	Sangat Rawan
5	Mayong	2,65	Tidak Rawan
6	Nalumsari	2,55	Tidak Rawan
7	Batealit	2,6	Tidak Rawan
8	Tahunan	4,1	Sangat Rawan

9	Jepara	3,05	Rawan
10	Mlonggo	3,1	Rawan
11	Bangsri	2,4	Tidak Rawan
12	Kembang	4,05	Sangat Rawan
13	Keling	3,35	Rawan

5. KESIMPULAN

Kabupaten Jepara tergolong rawan banjir dimana wilayah pesisir pantai Kabupaten Jepara lebih rawan banjir dibandingkan dengan wilayah bagian tengah atau dataran tingginya.

Secara umum Kabupaten Jepara termasuk kedalam kelas rawan banjir dengan karakteristik fisik wilayah rawan, yaitu kelas daerah pesisir pantai, dan juga daerah yang memiliki banyak sungai pada kecamatannya.

Peta kerawanan banjir yang menggunakan parameter kelas curah hujan rata rata bulanan dan tahunan hampir sebagian besar mewakili kejadian nyata di lapangan untuk pemetaan daerah rawan banjir kabupaten Jepara

DAFTAR PUSTAKA

Suwardi, *Identifikasi dan Pemetaan Kawasan Rawan Banjir di Sebagian Kotamadya Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi*. bogor, 1999.

Kingma, *Asriningrum et al.*, 1990.

Alfi M Muhamad. (2014, januari) *Tribunnews*. [Online].

<http://www.tribunnews.com/regional/2014/01/23/akibat-banjir-jalur-demak-kudus-lumpuh-total-sepanjang-10-kilometer>

- Robbi shani. (2014, januari) jaringnews. [Online].
<http://jaringnews.com/politik-peristiwa/umum/55392/banjir-bah-kembali-rendam-kecamatan-di-jepera>
- Suherlan, *Zonasi Tingkat Kerentanan Banjir Kabupaten Bandung*. Bogor, 2001.
- Suwardi, *Identifikasi dan Pemetaan Kawasan Rawan Banjir di Sebagian Kotamadya Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi.*, 1999.
- Muhamad Arifin, "Penanganan Banjir," Medan, Harian Analisa 2011.
- Handoko, *Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta, 1993.
- Hakim Utomo, *Komponen Perancangan Arsitektur Lansekap.*, 2004.
- Bakosurtanal. (2009) IndikatorBahayaBanjir. [Online].
<http://pssdal.bakosurtanal.go.id/georisk/capsule.php>
- Karen K, *Encyclopedia of Geographic Information Science.*, 2008.
- Aini, *Sistem Informasi Geografis Pengertian dan Aplikasinya*. yogyakarta: STIMIKAMIKOM, 2009.
- BPDAS. (2007) Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Wampu-Sei Ular. [Online]. <http://bpdas-wu.simrpls.dephut.go.id/index.php>
- Chay Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 5th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- Eko Budiyanto, *Sistem Informasi Geografis dengan Arc View GIS*. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- M.Y Andriyani, "Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Sig) Kerawanan Bahaya Banjir Das Bengawan Solo Hulu Berbasis Web," *Seminar Nasional-PJ dan SIG I*, 2010.
- Christiansen, Naumann Baumgarten, *HOCHWASSER - Verstehen, erkennen und Händeln.*: Umwelt BundesAmt, 2011.
- Han, *Flood Risk Assesment and Management.*: Bentham Books, 2011.
- T., supriatna, purnomo, e., mulyo, j., & mulyaningsih Handayani, *Membuat Peta Digital dengan Arcview GIS 3.x*, Departemen Geografi UI, Ed., 2007.
- a sudiadikusumah, *Analisis Curah Hujan - Perhitungan dan Penggunaannya*. Bandung: rekayasa sains, 2007.
- O. A Yusri, "Aplikasi GIS dan Simulasi Banjir Sungai Siak Pekanbaru Menggunakan XP-SWMM," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika* , vol. vol. 12, 2009.