

KAJIAN BAHAYA BENCANA BANJIR DENGAN METODE TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX DI KABUPATEN SERANG

FLOOD DISASTER HAZARD ASSESSMENT USING TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX IN SERANG DISTRICT

Firman Prawiradisastra, Qoriatu Zahro dan Heru Sri Naryanto

Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana – Badan Pengkajian dan Penerapan
Teknologi, Jl. M. H. Thamrin No. 8, Jakarta 10340,
e-mail: firman.prawiradisastra@bppt.go.id

ABSTRACT

Coping flood hazard risk needs to be done early on. One way of handling floods from the beginning is to predict flood-prone areas with topographic wetness index method. Serang regency is a fairly frequent area of flooding therefore it is necessary to conduct a study to predict flood-prone areas. The total area of flood-prone areas in Serang Regency is 62,608 Ha based on TWI saga modeling results. The area is dominated by high and low class with 25,050 Ha and 29,741 Ha respectively. While for the middle class of 7,817 ha.

Keywords: Flood, Disaster Risk, Topographic Wetness Index

ABSTRAK

Penanganan risiko bahaya banjir perlu dilakukan sejak dini. Salah satu cara penanganan banjir sejak dini adalah dengan memprediksi daerah terdampak banjir dengan metode topographic wetness index. Kabupaten Serang merupakan daerah yang cukup sering dilanda banjir oleh karena itu perlu dilakukan kajian untuk memprediksi daerah rawan bencana banjir. Total luas daerah rawan banjir di Kabupaten Serang adalah 62.608 Ha berdasarkan hasil pemodelan saga TWI. Luasan didominasi oleh kelas tinggi dan rendah dengan masing masing sebesar 25.050 Ha dan 29.741 Ha. Sedangkan untuk kelas sedang sebesar 7.817 Ha.

Katakunci: Banjir, Risiko Bencana, Topographic Wetness Index

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Serang adalah kabupaten yang terletak di bagian barat laut Provinsi Banten. Letaknya \pm 70 Km dari Kota Jakarta. Secara geografis, Kabupaten Serang sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa dan Kota Serang. Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Tangerang, di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Lebak dan Kabupaten Pandeglang, sedangkan di sebelah barat berbatasan dengan Kota Cilegon dan SelatSunda.

Luas wilayah Kabupaten Serang adalah 1467,35 km². Berdasarkan keadaan topografinya sebagian besar wilayahnya berupa dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 500 m dan terdapat pula pegunungan (antara 0 s.d 1.778 m di atas permukaan laut) yang terletak di perbatasan Kabupaten Pandeglang. Terdapat 17

buah pulau kecil, dengan Pulau Sangiang dan Pulau Tunda yang terkenal dengan objek wisatanya. Sungai terpanjang adalah Sungai Ciujung dengan panjang 56.625 km dan danau terluas adalah Situ Rawa Danau dengan luas 1300 ha. Suhu Udara di Kabupaten Serang selama tahun 2014 berkisar antara 23,6-32,2°C, dengan kelembaban udara maksimal 81%. Hujan turun disetiap bulannya dengan jumlah hari dan curah hujan dalam setahun masing- masing 182 hari dan 90.3 mm.

Secara administratif Kabupaten Serang terbagi menjadi 29 Kecamatan. Banyaknya desa di Kabupaten Serang tahun 2014 adalah 326 desa. Berdasarkan klasifikasi perdesaan dan perkotaan, klasifikasi daerah masih didominasi oleh desa perdesaan yakni sebanyak 254 desa sedangkan 72 desa merupakan desa perkotaan. Pada tahun 2014, jumlah penduduk Kabupaten Serang mencapai 1.463.094 orang, naik 0.83 persen dari tahun 2013 sebesar 1.450.894 orang. Terdiri dari 50,72 persen berjenis kelamin laki-

laki dan 49,28 persen berjenis kelamin perempuan. Dari total penduduk Provinsi Banten, total penduduk Kabupaten Serang mencapai 12,53 persen. Bila dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya di Provinsi Banten, Kabupaten Serang merupakan wilayah dengan penduduk terbanyak keempat setelah Kabupaten Tangerang (27,91persen), Kota Tangerang (17,10 persen). Dan Kota Tangsel (12,77%). Tingkat kepadatan penduduk mencapai 995 penduduk per kilometer persegi. Dengan kata lain, untuk setiap satu kilometer persegi wilayah Kabupaten Serang dihuni sekitar 995 penduduk (BPPT-BPBD Kabupaten Serang, 2017)

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat peta bahaya banjir berdasarkan pemodelan SAGA Topographic Wetness Index (TWI).

II. METODOLOGI

Untuk mengetahui potensi banjir pada suatu wilayah, unit analisis yang digunakan adalah dalam satuan DAS (Daerah Aliran Sungai), sehingga diperlukan suatu pemodelan spasial hidrologi dalam menentukan batas-batas DAS tersebut. DAS adalah satuan wilayah berupa sistem lahan dengan tutupan vegetasinya yang dibatasi oleh batas-batas topografi alami (seperti punggung-punggung bukit) yang menerima curah hujan sebagai masukan DAS, mengumpulkan dan menyimpan air, sedimen dan unsur hara lain, serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai untuk akhirnya keluar melalui satu sungai utama ke laut atau ke danau (Pawitan, 2001).

Jenis data yang diperlukan untuk melakukan pemodelan guna mengetahui potensi banjir diantaranya adalah sebagai berikut:

- DEM (*Digital Elevation Model*), menggunakan DEM dari SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) yang memiliki resolusi 30 m.
- Tutupan Lahan,
- Litologi (Jenis batuan) skala 1:250.000
- Curah Hujan, sumber: Badan Meteorologi & Geofisika

Penyusunan informasi spasial bencana banjir ditempuh melalui Pemodelan Spasial Daerah Aliran Sungai. Adapun tahapan yang dilakukan pada tahap ini adalah dititikberatkan kepada penurunan algoritma tentang hidrologi dan geomorfologi yang berupa:

- Sink*; merupakan bagian yang sering terdapat pada lembah yang sempit di mana lebar lembah tersebut lebih kecil dari ukuran sel
- Flow Direction*; merupakan arah di mana air mengalir ke luar dari sebuah sel dem (Meijerink et al., 1994). Seperti terlihat pada gambar berikut.



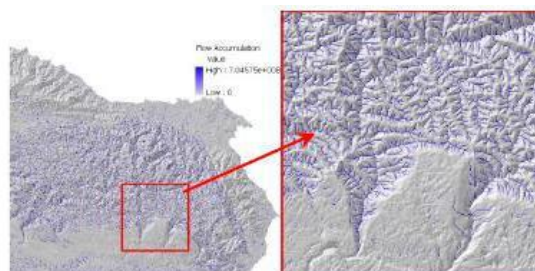
Gambar 1. Flow Direction

- Flow Accumulation*; untuk mengetahui ke mana arah air akan mengalir, sehingga dapat digambarkan daerah apa yang mempunyai kelebihan air yang mengalir melaluinya dibandingkan dengan daerah lainnya. Seperti terlihat pada gambar berikut.



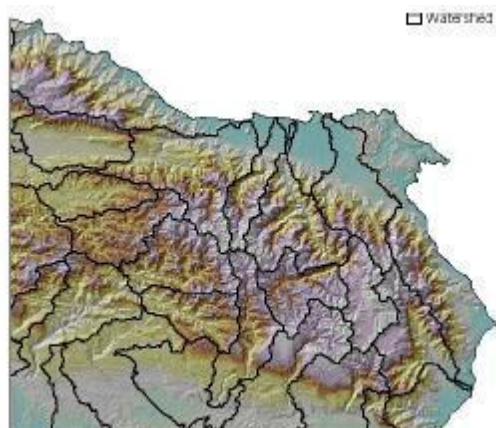
Gambar 2. Flow Accumulation

- Stream Channel*
- Stream Link* Seperti terlihat pada gambar berikut.



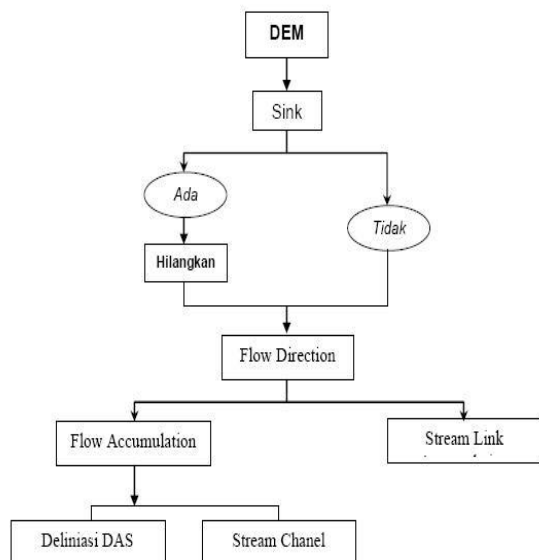
Gambar 3. Stream Link

f. Pembuatan *Watershed*. Seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Watershed

Selanjutnya, penentuan area potensi banjir yang didahului dengan penentuan aliran permukaan. Persamaan ketersediaan air untuk limpasan atau aliran permukaan digunakan untuk menghitung jumlah air yang tersedia bagi limpasan permukaan berdasarkan kejadian hujan tertentu pada tipe atau kondisi tanah dan jenis penutupan lahan di suatu lokasi. Dengan informasi ini, jumlah air yang tersedia untuk limpasan pada setiap sel dalam DAS dapat diduga, dan kemudian diakumulasikan untuk suatu permukaan arah aliran. Proses penurunan model hidrologis tersebut diatas diperlihatkan Gambar 5



Gambar 5. Bagan Alir Penurunan Model Hidrologis

Salah satu metode untuk menduga aliran permukaan ini yaitu metode *Soil Conservation Service (SCS)* yang mengembangkan indeks yang disebut *Runoff Curve Number* atau *CN* (nilai kurva limpasan). *CN* ini berkisar antara 0 –

100 dan menyatakan pengaruh terhadap tanah, keadaan hidrologi, dan kandungan air sebelumnya pada kondisi II (Bras, 1990; Wanielista, 1990; Arsyad, 2000).

Untuk mendapatkan kriteria kelompok hidrologi tanah, digunakan peta jenis batuan dengan pertimbangan bahwa tema jenis batuan ini sebagai batuan induk penyusunnya. Kriteria kelompok hidrologi tanah ini lebih dititikberatkan untuk mengetahui tingkat infiltrasi maupun runoff. Arti dari klasifikasi tersebut adalah:

- Kelompok A: Infiltrasi Tinggi [*Runoff* Rendah]
- Kelompok B: Infiltrasi Sedang [*Runoff* Sedang]
- Kelompok C: Infiltrasi Rendah [*Runoff* Sedang sampai Tinggi]
- Kelompok D: Infiltrasi Sangat Rendah [*Runoff* Sangat Tinggi]

Untuk menduga volume limpasan dengan persamaan *SCS*, minimal diperlukan 2 jenis peta yaitu peta curah hujan dan peta *CN*. Setiap peta dalam bentuk raster ini dapat 'dimasukan' persamaan *SCS* yang menghasilkan peta atau layer yang menunjukkan ketersediaan air untuk aliran permukaan pada setiap lokasi dalam *DAS*. Selanjutnya perintah akumulasi aliran dengan peta aliran permukaan sebagai pembobotnya akan mengakumulasikan nilai aliran permukaan pada masing-masing piksel. Dengan asumsi bahwa perubahan lahan (terutama ke arah negatif atau degradasi lahan) menghasilkan aliran permukaan yang berbeda dengan keadaan sebelumnya, maka dapat dibuat beberapa skenario perubahan lahan.

Dari skenario ini diharapkan suatu hasil yang dapat menggambarkan hubungan antara kerusakan/degradasi yang terjadi dengan akumulasi aliran pada titik-titik konsentrasi aliran terutama pada outlet *DAS*. Diagram alir tahap ini dapat dilihat pada gambar berikut dengan menganggap tidak terjadi perubahan pada *CH* dan kondisi tanah.

Wetness Index (WI) adalah indeks kebasahan yang dapat digunakan sebagai indikator dari suatu kawasan yang mempunyai potensi banjir. Indeks ini diturunkan dari perubahan permukaan, sehingga untuk mengetahui jumlah limpasan air yang tersedia ataupun tinggi suatu genangan air dalam tiap sel/area maka diperlukan informasi dari perhitungan limpasan permukaan. *Wetness index* dihitung dengan persamaan berikut : $Wi = \ln(As / \tan B)$ dimana : *As* = Luas Area, jika dilakukan pendekatan raster maka *As* adalah Akumulasi Ketersediaan Air Untuk Limpasan / *flow accumulation* *B* = Kemiringan lahan (dalam derajat). Alur dalam "Model Builder" untuk mendapatkan nilai *Wetness Index* diperlihatkan berikut.

Indeks wetness topografi (TWIs) dihitung dari model elevasi digital (DEMs) adalah sarana untuk memperkirakan jumlah kelembaban di tanah (Hojati dan Mokarram, 2016). Indeks wetness topografi (TWI, $\ln(a / \tan\beta)$), yang menggabungkan area kontribusi dan kemiringan lereng lokal, biasanya digunakan untuk mengukur kontrol topografi pada proses hidrologi. Metode penghitungan indeks ini berbeda terutama dalam cara area kontribusi *upslope* dihitung (Sorensen et al, 2006). Beberapa indeks basah (*Wetness Index*) berasal dan dapat diklasifikasikan dalam beberapa sub-kategori: indeks steady-state versus quasi-dynamic, derivatif DEM dibandingkan indeks gabungan, dan varian indeks TWI versus geomorfik (Ali et al, 2013).

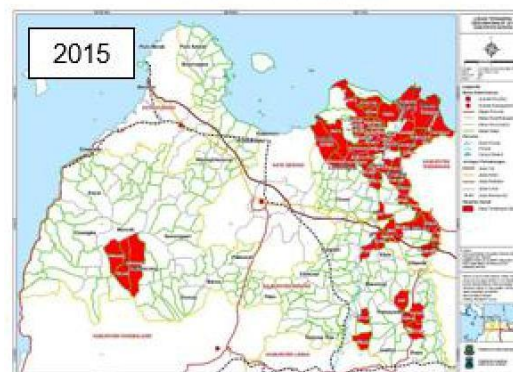
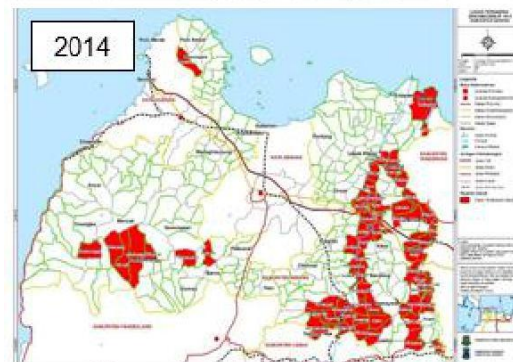
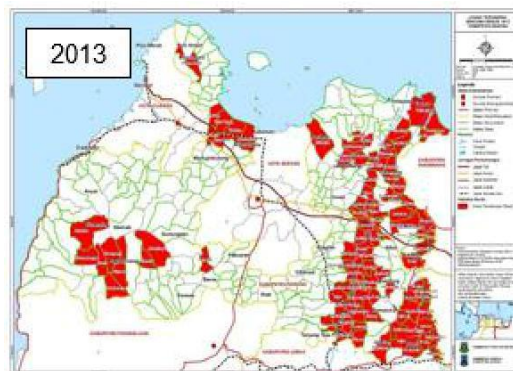
Peta Potensi Banjir diperoleh berdasarkan hasil re-klasifikasi nilai dari peta *Wetness Index* tersebut di atas. Klasifikasi yang digunakan adalah menggunakan metode *Quantile* yang menggambarkan tingkat potensi banjir dan dibagi kedalam 4 (empat) kelas, yaitu:

1. 0.00 – 13.57 = Tidak Berpotensi
2. 13.57 – 15.63 = Potensi Rendah
3. 15.63 – 17.27 = Potensi Sedang
4. 17.27 – 34.40 = Potensi Tinggi

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sejarah Banjir

Dari data sejarah banjir di kabupaten Serang dapat terlihat lokasi yang sering dilanda banjir. Data dari tahun 2012 sampai dengan 2015 dapat dilihat pada peta di bawah ini.



Gambar 6. Peta Daerah Terdampak Banjir di Kabupaten Serang 2012 – 2015

3.2. Peta Bahaya Banjir

Pembuatan peta bahaya banjir pada kegiatan ini merupakan hasil pemodelan banjir dengan metode *saga topographic wetness index* (Boehner, 2002). Metode ini sama dengan metode TWI tetapi berdasarkan modifikasi daerah aliran sungai (DAS) yang tidak menganggap aliran sebagai lapisan yang sangat tipis. Sebagai hasilnya model ini memprediksi setiap pixel / sel yang berada di lembah dengan jarak vertikal kecil ke saluran secara lebih realistis dan potensi kelembaban tanah lebih tinggi dari metode standar TWI (Boehner, 2002).

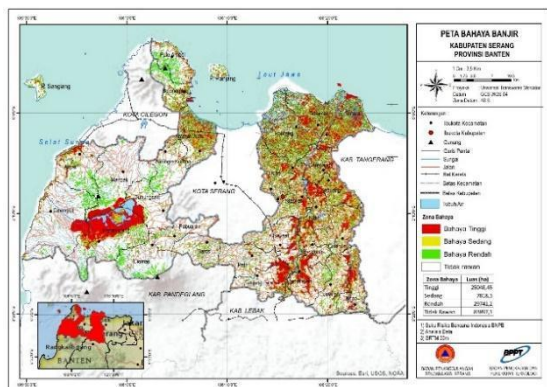
Dari pemodelan tersebut didapat nilai index potensi banjir. Selanjutnya nilai index tersebut diklasifikasikan menjadi 3 kelas rawan banjir yaitu rendah, sedang dan tinggi. Kelas banjir rendah mengindikasikan bahwa daerah

tersebut dari segi frekuensi dan genangan banjir cukup tinggi sedangkan untuk kelas sedang dan rendah frekuensi dan genangan mengikuti kelasnya.

Dengan pemodelan tersebut didapat peta bahaya banjir seperti di bawah ini. Dapat dikatakan bahwa sebagian besar daerah rawan banjir di Kabupaten Serang berada di kelas sedang sampai tinggi. Di bagian barat daerah yang terlihat rawan terdampak banjir adalah di sebagian besar kecamatan Padarincang bagian utara, sebagian kecil kecamatan Cinangka bagian timur dan Gunungsari bagian barat. Terdapat juga daerah rawan banjir tingkat sedang di sebagian besar kecamatan Kramatwatu dan Bojonegara. Kecamatan Puloampel juga rawan banjir tingkat sedang pada bagian pantai.

Sedangkan pada Kabupaten Serang bagian timur terlihat sebagian besar kecamatan di utara merupakan daerah rawan banjir tingkat sedang. Lalu untuk sisi selatan kabupaten Serang bagian timur sebagian kecamatan rawan banjir dengan tingkat bahaya tinggi seperti pada kecamatan Pamarayan, Tunjung Teja, Cikeusal, Kopo, Kibin dan sebagian timur kecamatan Cikande.

Peta bahaya banjir ini memberikan gambaran tingkat bahaya secara regional di kabupaten serang. Hal ini diperkuat dengan data historis banjir di kabupaten Serang pada tahun 2012 – 2015. Terbukti hasil pemodelan secara visual dapat dikatakan cukup akurat dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. Untuk perhitungan akurasi pemodelan secara matematik dan statistik belum dapat dilakukan karena data historis hanya menyebutkan lokasi kejadian banjir sampai tingkat desa tanpa ada data delineasi genangan banjir.



Gambar 7. Peta Daerah Terdampak Banjir Menggunakan Metode SAGA TWI

Tabel 1. Luasan Kelas Daerah Rawan Banjir Kabupaten Serang

Kelas Bahaya	Luas (Ha)
Tinggi	25.050
Sedang	7.817
Rendah	29.741
Total	62.608

Total luas daerah rawan banjir di Kabupaten Serang adalah 62.608 Ha berdasarkan hasil pemodelan SAGA TWI. Luasan didominasi oleh kelas tinggi dan rendah dengan masing masing sebesar 25.050 Ha dan 29.741 Ha. Sedangkan untuk kelas sedang sebesar 7.817 Ha. Yang perlu menjadi perhatian adalah pada kelas banjir tinggi dan sedang terdapat daerah industry yaitu di Cikande dan juga Bojonegoro dan Puloampel tentu saja jika terjadi banjir akan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit.

IV. KESIMPULAN

Peta bahaya banjir dapat dibuat pemodelan Topografi. Dalam hal ini SAGA Topographic Wetness Index (TWI). Peta bahaya banjir yang dibuat dengan metode SAGA TWI memberikan gambaran tingkat bahaya secara regional di kabupaten serang. Hal ini diperkuat dengan data historis banjir di Kabupaten Serang pada tahun 2012 – 2015. Terbukti hasil pemodelan SAGA TWI ini secara visual dapat dikatakan cukup akurat dibandingkan dengan kondisi sebenarnya

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, G., C. Birkel., D. Tetzlaff., C. Soulsby., J.J. McDonnell. Dan P. Tarolli. 2013. *A Comparison of Wetness Indices for the Prediction of Observed Connected Saturated Areas Under Contrasting Conditions*. Earth Surf. Process. Landforms.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Boehner, J., Koethe, R. Conrad, O., Gross, J., Ringeler, A., Selige, T. 2002. *Soil Regionalisation by Means of Terrain Analysis and Process Parameterisation*. In: Micheli, E., Nachtergaele, F., Montanarella, L. [Ed.]: *Soil Classification 2001*. European Soil Bureau, Research Report No. 7, EUR 20398 EN, Luxembourg. pp.213-222.
- BPPT-BPBD Kabupaten Serang. 2017. *Master Plan dan Action Plan Bencana di Kabupaten Serang*, Laporan, tidak diterbitkan.

- Bras, R.L. 1990. *Hydrology : An Introduction to Hydrologic Science*. Addison-Wiley Publishing Company.
- Hojati, M. dan M. Mokarram. 2016. *Determination of a Topographic Wetness Index Using High Resolution Digital Elevation Models*. *Eurogeo Jour.*, 7(4):41-52.
- Meijerink, A. M.J., De Brouwer, H. A. M., Mannaerts, C. M. & Valenzuela, C. 1994. *Introduction to the Use of Geographic Information Systems for Practical Hydrology*. UNESCO, Div. Of Water Sciences/ITCPubl. no. 23. ITC, Enschede, The Netherlands.
- Sorensen, R., U. Zinko dan J. Seibert. 2006. *On the Calculation of the Topographic Wetness Index : Evaluation of Different Methods based on Field Observations*. *HESS jour.*, 10:101-112.
- Wanielista, MP. 1990. *Hydrology and Water Quality Control*. John Wiley & Sons, Inc. USA