

ANALISIS BANJIR 2 HARIAN MAKSIMUM TAHUNAN DENGAN ARCGIS DI DAS TEMON

Sigit Nur Waskito¹⁾, Rr. Rintis Hadiani²⁾, Setiono³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)}Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: sigitnuwaskitonew@gmail.com

Abstract

This study was conducted because considering the impact flooding is very detrimental to the creature and nature around, So regarded need to know distribution patterns, discharge flood period of repeated and examine the potential flooding in Temon watershed using method hidrograf of syntetik Soil Conservation Service (SCS). After known the size of the flood potential in every year, it will be presented in the form of visualization with arcgis. The data that is used in the study among others data rainfall for 11 years, that is in the 2004-2014 that is reviewed from the discharge when the that compared with the discharge flooding 2 daily annual and the monthly so that the potential of the flood can be detected. The great potential flooding annual based on the rain 2 daily maximum annual in 2006 and 2011. With discharge 51,7395 m³/ sec, and 45,1402 m³/ sec, that it doesn't potentially flood. In the year 2004, 2005, 2009, 2012, and 2014 with discharge 62,5895 m³/sec, 62,3138 m³/sec, 66,1505 m³/sec, 70,2020 m³/sec, and 58,6494 m³/sec, then the potential to flooding Q₅. In the year 2007 wit discharge 117,8200 m³/sec then the potential to flooding Q₁₀. Prediction potential flooding annual in the 2015-2018, In the year 2015 and 2018 wit discharge 21,2543 m³/sec, and 43,0904 m³/sec, that it doesn't potentially flood. In te year 2016 wit discharge 68,9978 m³/sec, then the potential to flooding Q₂. In te year 2017 wit discharge 97,8292 m³/sec, then the potential to flooding Q₅.

Keywords : Repeated Period Flood Flow Rate, Flood Potential

Abstrak

Penelitian ini dilakukan karena mengingat dampak banjir yang di timbulkan sangat merugikan makhluk hidup dan alam sekitar, sehingga dianggap perlu mengetahui pola distribusi, debit banjir periode ulang dan mengetahui potensi banjir di DAS Temon dengan menggunakan Hidrograf Satan Sintetik Soil Conservation Service (SCS). Setelah diketahui besaran potensi banjir pada masing – masing tahun, maka akan disajikan dalam bentuk visualisasi dengan ArcGIS. Data yang dipergunakan di dalam penelitian ini antara lain data curah hujan selama 11 tahun, yaitu pada tahun 2004-2014 yang ditinjau dari besarnya debit kala ulang yang dibandingkan dengan besarnya debit banjir 2 harian tahunan dan bulanan sehingga potensi banjirnya dapat terdeteksi. Besar potensi banjir tahunan berdasarkan hujan 2 harian maksimum tahunan pada tahun 2006 dan 2011 dengan debit 51,7395 m³/detik, 45,1402 m³/detik, maka tidak berpotensi banjir. Tahun 2004, 2005, 2009, 2012, dan 2014 dengan debit 62,5895 m³/detik, 62,3138 m³/detik, 66,1505 m³/detik, 70,2020 m³/detik, dan 58,6494 m³/detik, maka berpotensi banjir Q₂. Tahun 2008, 2010, dan 2013 dengan debit 107,2160 m³/detik, 108,4555 m³/detik, dan 107,0553 m³/detik, maka berpotensi banjir Q₅. Tahun 2007 dengan debit 117,8200 m³/detik, maka berpotensi banjir Q₁₀. Prediksi potensi banjir tahunan pada tahun 2015-2018, Tahun 2015 dan 2018 dengan debit 21,2543 m³/detik dan 43,0904 m³/detik tidak berpotensi banjir. Tahun 2016 dengan debit 68,9978 m³/detik berpotensi banjir Q₂. Tahun 2017 dengan debit 97,8292 m³/detik berpotensi banjir Q₅.

Kata Kunci : Debit Banjir Kala Ulang, Potensi Banjir

PENDAHULUAN

Banjir merupakan hasil dari pada terkumpulnya suatu air dari hujan yang turun ke permukaan bumi dan lebih khususnya jatuh pada suatu tempat dan mengakibatkan limpasan pada permukaan bumi. Karena adanya perbedaan elevasi pada permukaan bumi pada suatu tempat maka secara gravitasi air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Sedangkan aliran air tersebut akan berkumpul pada suatu saluran kecil kemudian berkumpul pada satu sungai utama pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS).

Sungai Bengawan Solo adalah sungai terpenting di pulau Jawa yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat Jawa Tengah dan Jawa Timur. Akhir-akhir ini sungai Bengawan Solo mengalami banjir besar di beberapa daerah termasuk DAS Bengawan Solo Hulu, salah satunya di DAS Temon Bengawan Solo Hulu 3 di Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah.

Penelitian ini dilakukan karena mengingat dampak banjir yang di timbulkan sangat merugikan makhluk hidup dan alam sekitar, sehingga dianggap perlu mengkaji karakteristik banjir puncak ditinjau perubahannya maupun kemampuan dari daerah aliran sungai (DAS) dalam menghadapi hujan badai. Dalam penelitian ini juga hasil penelitian disajikan dalam bentuk visual dengan aplikasi ArcGIS untuk mengetahui informasi dampak dari kemungkinan curah hujan yang terjadi Karena aliran sungai Temon ini masuk ke waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri maka sungai ini dipilih agar pengendalian bencana banjir di wilayah Solo dapat berjalan lancar.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Hujan merupakan faktor utama penyebab banjir. Perubahan iklim menyebabkan pola hujan berubah dimana saat ini hujan yang terjadi mempunyai waktu yang pendek tetapi intensitasnya tinggi, akibat keadaan ini saluran-saluran yang tidak mampu lagi menampung besarnya aliran permukaan dan tanah-tanah cepat mengalami penjuenan, sehingga proses *infiltrasi* pada tanah-tanah yang menerima air hujan dan akibatnya daya resap tanah sangat rendah mengakibatkan limpasan sangat besar dan mengakibatkan saluran tidak dapat menampung limpasan secara keseluruhan.

Lathifa Tunniza (2014) melakukan penelitian tentang potensi banjir di DAS Siwaluh Kabupaten Karanganyar dengan metode SCS dan SCS modifikasi PU. Sigit Jadmiko (2013), melakukan penelitian tentang banjir tahunan sub daerah aliran sungai bengawan solo hulu 3 dengan sistem informasi geografis.

Uji Kepanggahan (Konsistensi)

Pengujian kepanggahan data dilakukan menggunakan Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Uji kepanggahan ini dilakukan agar data yang telah didapat konsistensi, sehingga dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Hujan Wilayah

Digunakan metode poligon *Thiessen* dalam penghitungan hujan wilayah karena metode ini sesuai dengan syarat minimal tiga buah stasiun hujan serta merupakan metode yang paling sering digunakan di berbagai penelitian.

$$\bar{P} = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_nP_n} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

- P = Hujan rerata kawasan,
- $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = Hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n,
- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n.

Pemilihan Jenis Distribusi dan Kecocokan

analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Penentuan jenis analisis distribusi berdasarkan batas persyaratan parameter statistik. Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (the goodness of fit test) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

Pola Agihan Hujan Metode Mononobe

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas agihan hujan pada penelitian ini adalah Metode Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

- I : intensitas hujan (mm/jam),
- t : lamanya curah hujan (jam),
- R_{24} : tinggi hujan rancangan dalam 24 jam.

Waktu Konsentrasi

Metode yang dipakai dalam perhitungan waktu konsentrasi (tc) pada penelitian ini adalah Metode Kirpich.

$$t = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77} \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

t : waktu konsentrasi banjir (menit),

L : panjang sungai utama (m),

H : Selisih ketinggian antara tempat terjauh dan tempat pengamatan (m),

S : perbandingan dari selisish tingi antara tempat terjauh tadi dan tempat pengamatan terhadap L, yaitu H/L.

Alternating Block Method (ABM)

Model distribusi hujan yang dikembangkan untuk mengalih ragamkan hujan harian ke hujan jam-jaman menggunakan *Alternating Block Method*. Hasil yang diharapkan menggunakan metode ini adalah hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi $\Delta t = 1$ jam selama waktu $T_d = n \times \Delta t$.

Hidrograf Satuan Sintesis *Soil Consevation Service* (HSS SCS)

Metode HSS SCS berupa hidrograf non dimensi yang ordinatnya menjelaskan perbandingan debit dengan debit puncaknya dan absisnya menjelaskan rasio interval waktu dengan waktu saat debit puncak muncul.

$$Q_p = q_p \times P_e \times 0,028 \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

Qp : debit puncak limpasan (m³/detik),

qp : debit puncak (In),

pe : kedalaman hujan efektif (mm).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di Wilayah DAS Temon, Kabupaten Wonogiri, Jawa tengah yang secara astronomis terletak diantara 7°32' - 8°15' LS dan 110°41' - 111°18' BT. Data-data yang diperlukan antara lain data hujan harian tahun 2004-2014 dari tiga stasiun yang dipilih, peta DAS Temon skala 1:25000, dan data Sungai Temon sebagai acuan yang mewakili di DAS Temon. Analisis data dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel, ArcGIS.

Metode penelitian yang digunakan untuk menganalisi banjir tahunan Bengawan Solo hulu 3 DAS Temon yaitu dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (*Soil Conservation Service*), cara ini merupakan satu upaya untuk memperoleh hidrograf satuan suatu DAS yang sudah pernah diteliti dengan metode yang lain . Dengan pengertian lain tidak tersedia data pengukuran debit maupun data AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) pada suatu tempat tertentu dalam sebuah DAS. Selain menggunakan metode tersebut juga digunakan software ArcGIS untuk memberikan informasi dengan visual gradasi warna dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Hujan Wilayah

Penentuan hujan wilayah digunakan metode poligon *Thiessen*. Data curah hujan yang digunakan dalam kurun waktu selama 10 tahun dari tahun 2004–2014 yang berasal dari tiga stasiun hujan yaitu Batuwarno,Baturetno, dan Ngancar.

Luas daerah tangkapan yang akan dipergunakan dalam perhitungan polygon *thiessen* diperoleh dari pengolahan data dalam *tool* ArcGIS dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Koefien Thiessen Stasiun Hujan DAS Temon

Stasiun Hujan	Luas (Km ²)	Koefisien Thiessen
Baturetno	29,0147	0,4635
Batuwarno	17,6860	0,2826
Ngancar	15,8931	0,2539
Jumlah	62,5938	1

Distribusi dan Sebaran Hujan

Dari perhitungan parameter statistik diperoleh nilai $C_s = 1,3$ dan $C_k = 0,5967$. Karena persyaratan distribusi tidak terpenuhi, maka penelitian ini memiliki distribusi hujan Log Pearson III. Kemudian dari hasil Uji Smirnov-kolmogorof syarat $\Delta_{maksimum} < \Delta_{kritis}$ terpenuhi yaitu $0,135 < 0,32$.

Analisis Frekuensi Hujan Kala Ulang

Dengan digunakan tabel distribusi untuk koefisien kemencengan (C_s), didapatkan masing-masing nilai kala ulang.

Waktu Konsentrasi dan Pola Agihan Hujan

Sebelum menghitung intensitas hujan dengan mononobe, diperlukan waktu konsentrasi (T_c) yang dihitung menggunakan persamaan rumus kirpich.

$$\begin{aligned} T_c &= \frac{0,0195}{60} \left(\frac{14438,9}{\sqrt{0,0233}} \right)^{0,77} \\ &= 132,1025 \text{ menit} \\ &= 2,2017 \text{ jam} \approx 3 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Pola Agihan Hujan Tiap Jam

T	I jam ke		
	1	2	3
2	14,2796	8,9956	6,8649
5	22,7375	14,3237	10,9310
10	30,1931	19,0205	14,5153
25	42,2131	26,5926	20,2939
50	53,3761	33,6248	25,6605
100	66,7379	42,0423	32,0843
200	82,7243	52,1130	39,7697
1000	132,8019	83,6600	63,8445

Hujan Efektif Kala Ulang

Dilakukan analisis *Alternating Block Method* (ABM) dan dikalikan koefisien limpasan untuk menentukan hujan efektif.

Tabel 4. Hasil hujan efektif harian maksimum

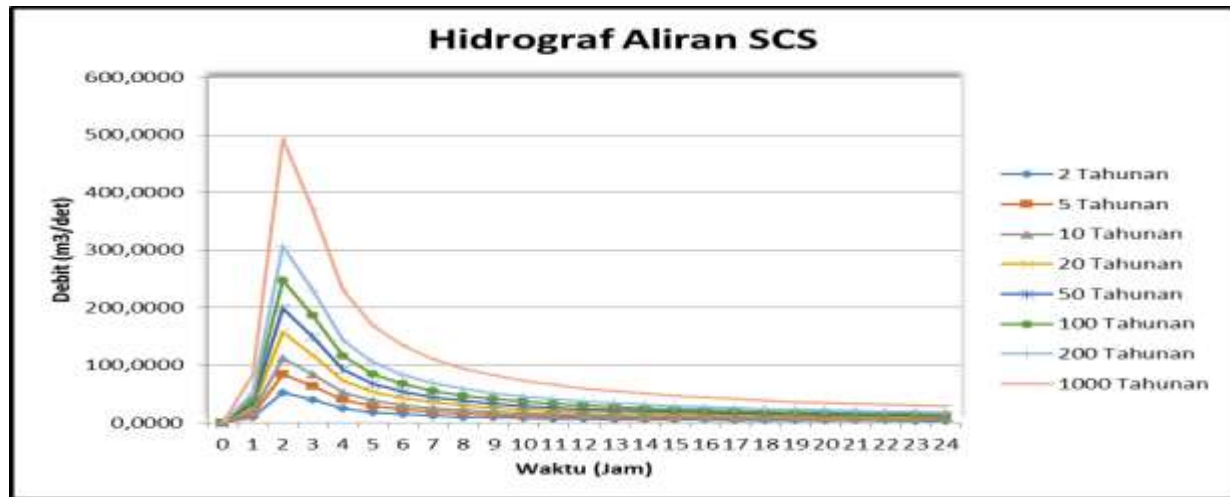
T	I jam ke		
	1	2	3
2	1,9214	10,5383	2,7391
5	3,0595	16,7803	4,3615
10	4,0627	22,2825	5,7917
25	5,6801	31,1533	8,0974
50	7,1822	39,3916	10,2387
100	8,9802	49,2526	12,8018
200	11,1313	61,0505	15,8683
1000	17,8696	98,0078	25,4743

Hidrograf Satuan Sintesis *Soil Conservation Service* Kala Ulang

Berdasarkan hasil unit hidrograf koreksi yang dikalikan dengan hujan efektif maka akan didapatkan nilai HSS SCS sebagai debit *inflow*, seperti yang ditampilkan pada tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 7. Debit banjir rencana berbagai kala ulang

Kala Ulang	Debit Banjir (m ³ /detik)
2 tahunan	52,9498
5 tahunan	84,3124
10 tahunan	111,9548
25 tahunan	156,5294
50 tahunan	197,9227
100 tahunan	247,4695
200 tahunan	306,7481
1000 tahunan	492,4399



Gambar 1. Grafik banjir rencana berbagai kala ulang

Hidrograf Satuan Sintesis *Soil Conservation Service* 2 Harian Maksimum Tahunan

Dengan langkah dan metode yang sama dengan perhitungan HSS SCS kala ulang hanya berbeda pada hujan wilayah yang digunakan curah hujan 2 harian maksimum dan dalam waktu pengamatan 48 jam. Digunakan juga pola distribusi hujan 6 jaman. Maka diperoleh hasil perhitungan dalam tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel 7. Debit banjir rencana 2 harian maksimum tahunan

Tahun	Debit Banjir (m ³ /det)	Kesimpulan
2004	62,5895	Berpotensi banjir 2 tahunan
2005	62,3138	Berpotensi banjir 2 tahunan
2006	51,7395	Tidak berpotensi banjir
2007	117,8200	Berpotensi banjir 10 tahunan
2008	107,2160	Berpotensi banjir 5 tahunan
2009	66,1505	Berpotensi banjir 2 tahunan
2010	108,4555	Berpotensi banjir 5 tahunan
2011	45,1402	Tidak berpotensi banjir
2012	70,2020	Berpotensi banjir 2 tahunan
2013	107,0553	Berpotensi banjir 5 tahunan
2014	58,6494	Berpotensi banjir 2 tahunan

Prediksi Potensi Hujan 2 Harian Maksimum Tahunan Tahun 2015-2018 dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Dalam hal ini perlu dilakukan analisis data yang dibutuhkan untuk memprediksi curah hujan, dan analisis sistem yang akan digunakan untuk memprediksi curah hujan dimasa yang akan datang. Hasil prediksi curah hujan 2 harian maksimum DAS Temon Tahun 2015-2018 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

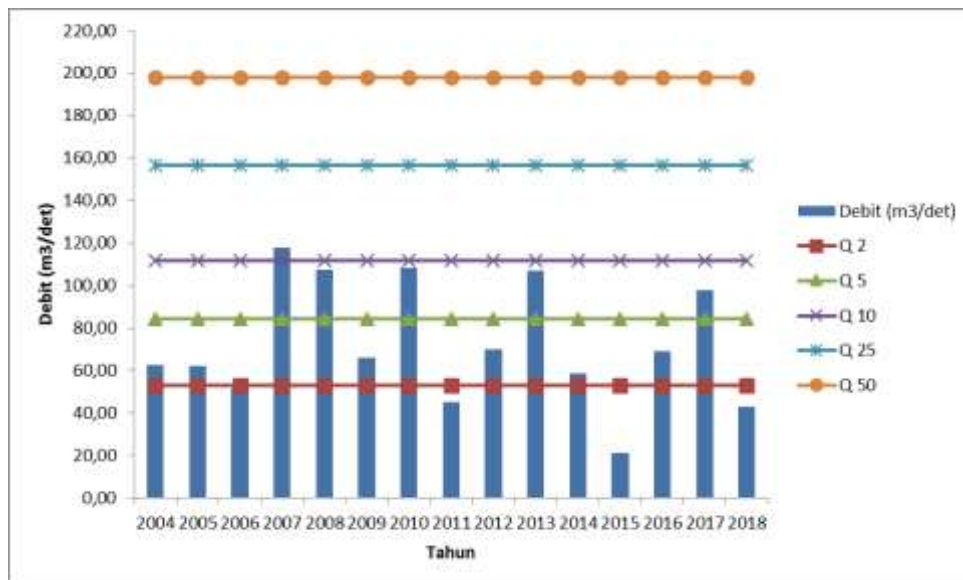
Tabel 8. Hasil prediksi curah hujan 2 harian maksimum DAS Temon Tahun 2015-2018

Bulan (mm)	Tahun			
	2015	2016	2017	2018
Januari	23,7901	27,9513	74,4532	37,1030
Februari	16,6552	77,2299	109,5011	48,2315
Maret	23,0587	33,0294	78,0719	38,2515
April	23,7590	27,3720	73,8310	36,9209
Mei	23,6687	27,2512	73,5481	36,8455
Juni	0,0000	0,0000	1,6358	17,8643
Juli	0,0000	0,0000	1,4517	17,8157
Agstustus	0,0000	0,0000	1,3245	17,7822
September	0,0000	0,0000	1,3245	17,7822
Oktober	0,0000	0,0000	1,6899	17,8785
November	22,1589	25,7071	69,2827	35,7240
Desember	22,7345	35,2725	79,6683	38,7583

Dengan langkah dan metode yang sama dengan perhitungan HSS SCS 2 harian maksimum tahunan maka dengan data yang telah diperoleh dari hasil prediksi. Maka diperoleh hasil perhitungan dalam tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil prediksi debit banjir rencana 2 harian maksimum tahunan

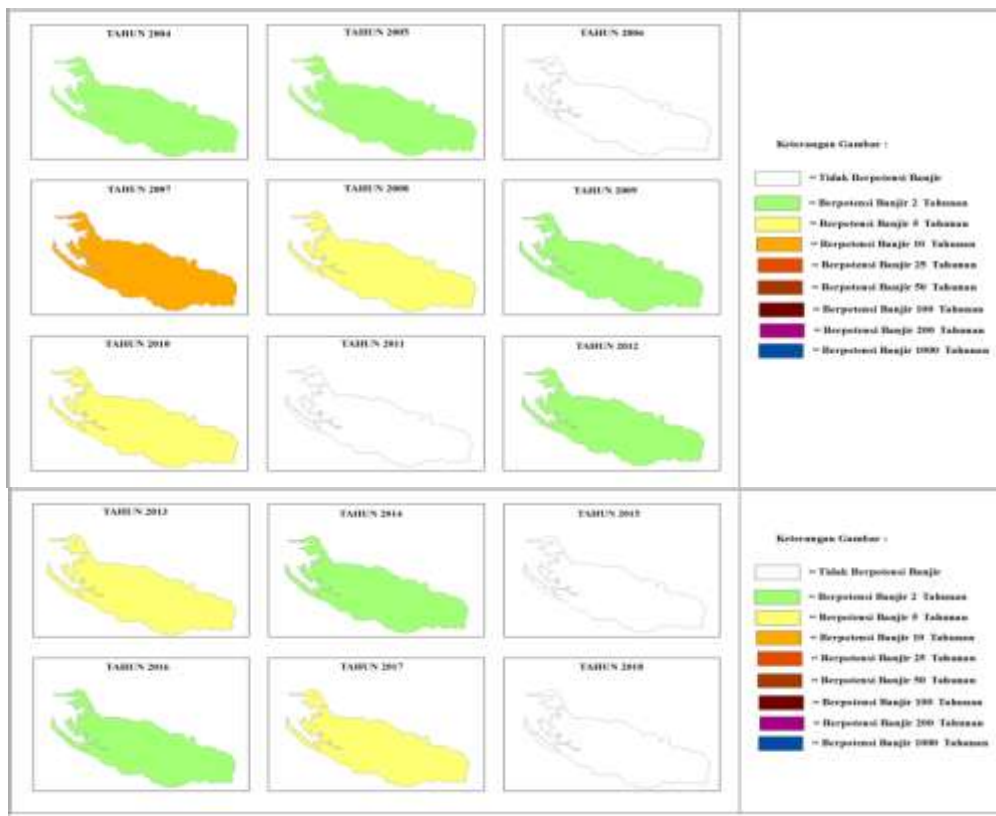
Tahun	Debit Banjir (m3/det)	Kesimpulan
2015	21,2543	Tidak berpotensi banjir
2016	68,9978	Berpotensi banjir 2 tahunan
2017	97,8292	Berpotensi banjir 5 tahunan
2018	43,0904	Tidak berpotensi banjir



Gambar 3. Grafik potensi banjir 2 harian maksimum tahunan tahun 2004-2018

Pembuatan Peta Banjir Dengan menggunakan ArcGIS

Dari hasil data perhitungan potensi banjir 2 harian maksimum tahunan dengan metode HSS SCS, maka selanjutnya melakukan plotting hasil perhitungan dalam bentuk peta banjir dengan memberikan informasi hasil perhitungan dalam bentuk gambar yang dapat disampaikan sebagai berikut:



Gambar 4. Peta potensi banjir di DAS Temon tahun 2004 sampai dengan 2018

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui potensi banjir yang terjadi di DAS Temon dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2018. Dari gambar tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa DAS Temon pada tahun 2004 berwarna hijau muda dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 2 tahunan dan memiliki debit sebesar $62,5895 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2005 berwarna hijau muda dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 2 tahunan dan memiliki debit sebesar $62,3138 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2006 berwarna putih dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut tidak berpotensi banjir tahunan dan memiliki debit sebesar $51,7395 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2007 berwarna kuning tua dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 10 tahunan dan memiliki debit sebesar $117,8200 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2008 berwarna kuning dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 5 tahunan dan memiliki debit sebesar $107,2160 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2009 berwarna hijau muda dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 2 tahunan dan memiliki debit sebesar $66,1505 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2010 berwarna kuning dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 5 tahunan dan memiliki debit sebesar $108,4555 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2011 berwarna putih dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut tidak berpotensi banjir tahunan dan memiliki debit sebesar $45,1402 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2012 berwarna hijau muda dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 2 tahunan dan memiliki debit sebesar $70,2020 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2013 berwarna kuning dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 5 tahunan dan memiliki debit sebesar $107,0553 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2014 berwarna hijau muda dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 2 tahunan dan memiliki debit sebesar $58,6494 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2015 berwarna putih dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut tidak berpotensi banjir tahunan dan memiliki debit sebesar $21,2543 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2016 berwarna hijau muda dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 2 tahunan dan memiliki debit sebesar $68,9978 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2017 berwarna kuning dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut berpotensi banjir 5 tahunan dan memiliki debit sebesar $97,8292 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya beralih pada tahun 2018 berwarna putih dengan menggambarkan maksud pada tahun tersebut tidak berpotensi banjir tahunan dan memiliki debit sebesar $62,3138 \text{ m}^3/\text{detik}$.

SIMPULAN

-Dari hasil dan perhitungan pola distribusi hujan, untuk DAS Temon mengikuti pola distribusi hujan Log Pearson Tipe III.

- Hasil perhitungan debit banjir kala ulang sebagai berikut : $Q_2 = 52,9498 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5 = 84,3124 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10} = 111,9584 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{25} = 156,5294 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{50} = 197,9227 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{100} = 247,4695 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{200} = 306,7481 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{1000} = 492,4399 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Potensi banjir tahunan berdasarkan hujan 2 harian maksimum tahunan pada tahun 2006, dan 2011 tidak berpotensi banjir. Tahun 2004, 2005, 2009, 2012, dan 2014 berpotensi banjir Q_2 . Tahun 2008, 2010, dan 2013 berpotensi banjir Q_5 . Tahun 2007 berpotensi banjir Q_{10} .
- Prediksi potensi hujan tahunan di DAS Temon pada tahun 2015-2018 adalah pada tahun 2015 dan 2018 tidak berpotensi banjir. Tahun 2016 berpotensi banjir Q_2 . Tahun 2017 berpotensi Q_5 .
- Keterangan warna pada gambar peta banjir adalah putih menunjukan tidak berpotensi banjir, hijau muda menunjukan berpotensi banjir Q_2 , kuning muda menunjukan berpotensi Q_5 , kuning tua menunjukan berpotensi banjir Q_{10} , Orange menunjukan berpotensi banjir Q_{25} , Coklat muda menunjukan berpotensi banjir Q_{50} , Coklat tua menunjukan berpotensi banjir Q_{100} , Ungu menunjukan berpotensi banjir Q_{200} , Biru menunjukan berpotensi banjir Q_{1000} . Pada tahun 2006, 2011, 2015, dan 2018 berwarna putih. Tahun 2004, 2005, 2009, 2012, 2014, dan 2016 berwarna hijau muda. Tahun 2008, 2010, 2013, dan 2017 berwarna kuning muda. Tahun 2007 berwarna kuning tua.

TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, MT dan Setiono, ST, MSc, yang telah membimbing saya hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1, 2013. <http://Muhtadi71.wordpress.com/banjir/klh/>.
- Anonim 2, 2011. <http://hujan efektif/UNDIP/akl/>.
- Anonim 3, 2010. <http://Perhitungan hujan efektif/ITS/hhk/>.
- Asdak, C (1995). "Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai". Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. (1988). "Applied Hydrology". Mc Graw-Hill. Singapore.
- Hadiani, Rr. Rintis. 2009. "Metode Jaringan Syaraf Tiruan untuk Simulasi Data (Studi Kasus untuk Prediksi Data Debit berdasarkan Data Hujan)". Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Harto, S (2000). "Hidologi Teori Masalah Penyelesaian Nafiri", Jakarta.
- Jadmiko, S (2013). "Banjir Tahunan Sub Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu 3 Dengan Sistem Informasi Geografis". Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kamiana, I. M (2011). "Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air". Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri (2004). "Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATHLAB & Excel Link)". Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Prahasta, E (2009). "Sistem Informai Geografis". Bandung.
- Prahasta, E (2015). "Sistem Informasi Geografis Edisi Revisi". Bandung.
- Puspaningrum, D (2006). "Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan". Andi Offset, Yogyakarta.
- Safarina, A. B, et all (2011). "Clusterization of Synthetic Unit Hydrograph Methods Based on Watershed Characteristics". International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol: 11 No: 06
- Seyhan, E (1990). "Dasar-dasar Hidrologi". Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Siang, J, J (2005). "Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan Mathlab". Andi Offset, Yogyakarta.
- SK SNI M-18-F, "Metode Perhitungan Debit Banjir". Departemen Pekerjaan Umum.
- Soenarno, (2004). "Kebijakan Pemerintah Dalam Penanganan Banjir dan Drainase Perkotaan". Majalah AIR Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Soewarno (1995). "Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1". Nova. Bandung.
- Soewarno (1995). "Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2." Nova. Bandung.
- Sudarsono, S (1999). "Hidriologi Pengairan". Erlangga, Jakarta.
- Sudarsono, S (2003). "Hidrologi untuk Pengairan". Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin, (2004). "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan". Andi Offset, Yogyakarta.
- Tunisa, L (2014). "Potensi Banjir di DAS Siwukuh Menggunakan Metode Soil Conservation Service dan Soil Conservation Service Modifikasi Sub DAS Pengairan Jateng". Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wardhani, P. P (2012). "Analisis Banjir Tahunan Daerah Aliran Sungai Keduang". Tugas Akhir D-III Jurusan Teknik Sipil UNS. Surakarta.
- Waskito, Sigit. Nur (2013). "Analisis Banjir Tahunan Bengawan Solo Hulu 3 Daerah Aliran Sungai Temon". Tugas Akhir D-III Jurusan Teknik Sipil UNS. Surakarta.
- Wilson, E.M. (1993). "Hidrologi Teknik". Institut Teknologi Bandung. Bandung.