

POTENSI BANJIR BERDASARKAN PERIODE ULANG 5 TAHUNAN DI DAS WURYANTORO

Nuansah Fidiawan¹⁾, 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: nufidi22@gmail.com

Abstract

Flood is a natural phenomenon that occurs every year in various regions in Indonesia. The overflowing stream that resulted the flood caused by several factors, they are the high intensity of rainfall and the long duration of rainfall that occurred in that region. BNPB's data years 1995-2015 shows a flood-prone area is the central Java Province. Based on research of Prema Mulyani in 2013, Wuryantoro watershed its located in Wonogiri, Central Java potentially got return period of 5 years (Q_5) flood caused by 2 daily rain. This study aims to (1) determine in what month flood exceed Q_5 ? (2) determine in what year flood exceed Q_5 ? (3) determine in what month the prediction of flood exceed Q_5 ? (4) determine in what year the prediction of flood exceed Q_5 ? (5) Knowing how the application of geographic information system applied in the Wuryantoro watershed to determine potential flood area. The calculation of flood discharge using the method of Synthetic Unit Hydrograph Soil Conservation Service (SCS). Flood predictive simulation was conducted using Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation using Matlab. The analysis shows that the flood potency exceed Q_5 occurred in 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2012 and 2013 with discharge respectively by 325,248 m^3/sec , 324,558 m^3/sec , 412,322 m^3/sec , 471,225 m^3/sec , 422,566 m^3/sec , 343,175 m^3/sec , 514,735 m^3/sec and 414,865 m^3/sec . Monthly discharge potentially got flooding exceed Q_5 occurred in January, February, April, November and December with discharge respectively by 553,175 m^3/sec , 478,859 m^3/sec , 349,537 m^3/sec , 323,334 m^3/sec , 333,637 m^3/sec and 506,416 m^3/sec . The results show that the prediction of the potential for flooding that exceeds Q_5 occurred in 2015 and 2017 with discharge respectively by 415,719 m^3/sec and 372,423 m^3/sec . Prediction monthly discharge potentially got flooding exceed Q_5 occurred in January, February, April, May, November and December with discharge respectively by 540,209 m^3/sec , 523,220 m^3/sec , 386,191 m^3/sec , 368,809 m^3/sec , 397,626 m^3/sec and 603,010 m^3/sec .

Keywords : Flood, SCS, ANN.

Abstrak

Banjir merupakan fenomena alam yang terjadi setiap tahun di berbagai wilayah di Indonesia. Meluapnya aliran sungai yang mengakibatkan terjadinya banjir tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingginya intensitas curah hujan dan lamanya durasi hujan yang terjadi di kawasan tersebut. Data BNPB tahun 1995-2015 menunjukkan daerah yang sering mengalami banjir adalah Propinsi Jawa tengah. Berdasarkan penelitian Prema Mulyani tahun 2013, DAS Wuryantoro yang terletak di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah berpotensi terjadi banjir periode ulang 5 tahunan (Q_5) yang diakibatkan oleh hujan 2 harian. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui pada bulan apa terjadi banjir yang melebihi Q_5 , (2) mengetahui pada tahun berapa terjadi banjir yang melebihi Q_5 , (3) mengetahui prediksi pada bulan apa terjadi banjir yang melebihi Q_5 dari tahun 2015-2018, (4) mengetahui prediksi tahun berapa terjadi banjir yang melebihi Q_5 dari tahun 2015-2018, (5) Mengetahui cara pengaplikasian system informasi geografis yang diterapkan pada DAS Wuryantoro untuk mengetahui kawasan berpotensi banjir. Perhitungan debit banjir menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik *Soil Conservation Service* (SCS). Simulasi prediksi banjir dilakukan dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation* menggunakan *software* Matlab. Hasil analisis menunjukkan bahwa potensi banjir yang melebihi Q_5 terjadi pada tahun 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2012 dan 2013 dengan debit masing-masing sebesar 325,248 $m^3/detik$, 324,558 $m^3/detik$, 412,322 $m^3/detik$, 471,225 $m^3/detik$, 422,566 $m^3/detik$, 343,175 $m^3/detik$, 514,735 $m^3/detik$ dan 414,865 $m^3/detik$. Debit bulanan yang berpotensi banjir melebihi Q_5 terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November dan Desember dengan debit masing-masing sebesar 553,175 $m^3/detik$, 478,859 $m^3/detik$, 349,537 $m^3/detik$, 323,334 $m^3/detik$, 333,637 $m^3/detik$, 506,416 $m^3/detik$. Hasil prediksi menunjukkan bahwa potensi banjir yang melebihi Q_5 terjadi pada tahun 2015 dan tahun 2017 dengan debit masing-masing sebesar 415,719 $m^3/detik$ dan 372,423 $m^3/detik$. Prediksi debit bulanan yang berpotensi banjir melebihi Q_5 terjadi pada bulan Januari, Februari, April, Mei, November dan Desember dengan debit masing-masing sebesar 540,209 $m^3/detik$, 523,220 $m^3/detik$, 386,191 $m^3/detik$, 368,809 $m^3/detik$, 397,626 $m^3/detik$, 603,010 $m^3/detik$.

Kata Kunci : Banjir, SCS, JST.

PENDAHULUAN

Meluapnya aliran sungai yang mengakibatkan terjadinya banjir tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingginya intensitas curah hujan dan lamanya durasi hujan yang terjadi di kawasan tersebut. Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dari tahun 1999 hingga 2015, banjir mempunyai persentasi tertinggi sebagai bencana yang paling banyak terjadi yakni 31,6% dari total 20 jenis bencana di mana paling sering terjadi yaitu di propinsi Jawa Tengah.

DAS Wuryantoro yang terletak di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah memiliki luas 36,314 km^2 yang penggunaan lahannya meliputi hutan, pemukiman, kebun, tegal dan sawah. Sebagian besar wilayahnya dimanfaatkan warga sekitar untuk sawah dan kebun, maka luas yang lebih dari 50% tersebut menjadi mata pencaharian masyarakat sekitar sungai. Tingginya intensitas hujan dan durasi hujan yang cukup lama dikhawatirkan akan membuat sungai yang ada di DAS Wuryantoro meluap sehingga

menggenangi lahan pertanian serta pemukiman warga. DAS Wuryantoro berpotensi terjadi banjir periode ulang 5 tahunan (Q_5) berdasarkan hujan 2 harian bulanan dan 2 harian tahunan (Prema, 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar debit berpotensi banjir bulanan dan tahunan mengingat dampak buruk dari banjir tersebut sangat membahayakan keselamatan masyarakat serta lingkungan di sekitar sungai. Perhitungan debit berpotensi banjir tidak dilakukan pada tahap itu saja, namun dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan prediksi debit banjir tahun 2015 hingga 2018 dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Prema Mulyani (2013) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa DAS Wuryantoro berpotensi terjadi banjir periode ulang 5 tahun (Q_5) dalam kurun waktu dari tahun 2002 hingga tahun 2013 yang sekaligus menjadi threshold atau batas ambang dalam penelitian ini.

Palar (2013) pernah melakukan penelitian pada DAS Tikala dengan membandingkan metode HSS SCS dengan metode rasional. Berdasarkan hasil penelitiannya, metode yang paling sesuai adalah metode HSS SCS karena dalam perhitungannya, metode ini lebih berdasar pada faktor tata guna lahan.

Prediksi Hujan Bulanan

Prediksi hujan bulanan dapat diketahui dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Metode JST merupakan metode simulasi berdasarkan data debit tahun-tahun sebelumnya. Jaringan Syaraf Tiruan terinspirasi oleh jaringan syaraf biologi di mana JST sebagai representasi tiruan otak manusia yang memiliki banyak sel syaraf (*neuron*) akan menerima informasi yang telah diproses oleh sel syaraf (Heri, 2014). *Neuron-neuron* terbagi dalam beberapa *layer* atau lapisan. Penentuan bobot matrik dilakukan melalui pelatihan (*training*) untuk mengubah bobot dari *neuron* satu ke *neuron* lainnya sehingga jaringan akan menyelesaikan persoalan.

Salah satu model yang dipakai dalam jaringan syaraf tiruan adalah *Backpropagation*. Model ini sendiri sekarang sering dipakai karena telah banyak aplikasi yang berhasil diselesaikannya. *Backpropagation* mengolah jaringan agar keseimbangan didapatkan antara kapasitas jaringan dalam mengenali pola dengan kapasitas jaringan dalam memberikan respon yang benar akan suatu pola masukan yang serupa dengan pola yang dipakai (Siang, 2009). Data yang telah diolah dalam *Microsoft Excel* kemudian diinputkan ke dalam aplikasi Matlab. Matlab merupakan sebuah program yang membantu dalam komputasi permasalahan teknik. Program ini mampu menyelesaikan masalah persamaan linier sampai peramalan runtun waktu. Hasil prediksi yang diaplikasikan pada Matlab bisa dikeluarkan ke dalam *file Microsoft Excel* sehingga memudahkan peneliti untuk mengolah hasil tersebut.

Hidrograf Satuan Sintetik *Soil Conservation Service (SCS)*

Dalam penelitian ini metode hidrograf yang digunakan adalah metode HSS *Soil Conservation Service (SCS)*. Metode HSS SCS digunakan pertama kali oleh Victor Mockus di Amerika Serikat pada tahun 1972. Saat ini metode ini lebih umum digunakan dalam skala internasional. Setiap wilayah memiliki kondisi tanah yang berbeda-beda tergantung akan tingkat perembesan pada tanah tersebut. Langkah-langkah perhitungan HSS SCS antara lain:

- Menghitung infiltrasi maksimum (S),

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \dots\dots\dots (1)$$

- Menghitung kedalaman hujan efektif (P_e),

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \times S)^2}{(P + 0,8 \times S)} \dots\dots\dots (2)$$

- Menghitung waktu puncak (T_p),

$$T_p = \frac{0,24 \times T_c}{2} + t_p \dots\dots\dots (3)$$

- $\frac{T_o}{T_p} = \frac{T_r \times T_c}{T_p} \dots\dots\dots (4)$

- Menghitung debit puncak (Q_p).

$$qp = \frac{A}{T_o \text{ terkoreksi}} \times 484 \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_p = qp \times P_e \times 0,028 \dots\dots\dots (6)$$

Dengan,

S = infiltrasi maksimum yang mungkin terjadi (cm),

CN = *curve number*,

P = kedalaman hujan (mm),

P_e = kedalaman hujan efektif (mm),

A = luas DAS (km²),

L = panjang sungai (km),

T_c = waktu konsentrasi (menit),

T_p = waktu puncak (jam),

qp = debit puncak (ln),

Q_p = debit puncak (m³/detik).

Pembuatan Peta Potensi Banjir dengan Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) secara umum diartikan sebagai sistem informasi berbasis komputer yang bekerja dengan cara mengelola, mengintegrasikan dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis. SIG mampu menghubungkan berbagai data pada titik tertentu di bumi dan memetakan hasilnya. Data yang diolah dalam SIG adalah data yang beorientasi geografis di mana data tersebut mempunyai lokasi dengan koordinat tertentu. *Software* untuk mengaplikasikan Sistem Informasi Geografis dalam penelitian ini menggunakan Arc GIS 10.3. Langkah-langkah dalam pembuatan peta potensi banjir dengan SIG antara lain:

1. Menyiapkan data hasil perhitungan, yakni debit tahunan dan bulanan (2003-2014) serta data prediksi debit tahunan dan bulanan (2015-2018),
2. Menyiapkan peta DAS Wuryantoro dan peta RBI yang telah diunduh,
3. Mengaktifkan *layers* yang ada pada *database*,
4. Mengubah warna DAS sesuai dengan data banjir masing-masing tahun,
5. Membuat *layout* peta, atribut pada peta berupa legenda, skala dan lain-lain untuk memudahkan bagi pembaca.

METODE PENELITIAN

Penelitian potensi banjir ini dilakukan di DAS Wuryantoro yang terletak di kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Sungai-sungai yang berada di dalam DAS Wuryantoro bermuara di waduk Gajah Mungkur. DAS Wuryantoro sendiri merupakan sub DAS Bengawan Solo Hulu 3. Data hujan harian maksimum kumulatif tahunan yang telah diuji kepanjangannya dengan metode RAPS kemudian dijadikan hujan wilayah dengan mengalikan data hujan tersebut dengan koefisien *Thiessen* yang telah dihitung. Dari perhitungan hujan wilayah maka dilakukan uji parameter statistik guna menentukan jenis distribusi yang akan digunakan. Langkah berikutnya adalah menguji kesesuaian distribusi yang dipakai menggunakan uji *Smirnov Kolomogorov*. Selanjutnya menghitung hujan rencana sesuai jenis distribusi yang ditentukan. Hasil perhitungan hujan rencana digunakan untuk menghitung debit dengan metode *hidrograf* satuan sintetik SCS. Langkah berikutnya adalah mengolah hujan 2 harian dengan langkah yang sama dalam pengolahan data hujan harian. Hasil dari perhitungan debit hujan harian kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan debit hujan 2 harian. Langkah terakhir yakni memprediksi debit banjir dari tahun 2015 hingga 2018 menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dan debit potensi banjir tersebut ditampilkan dalam bentuk gradasi warna di peta menggunakan Arc GIS.

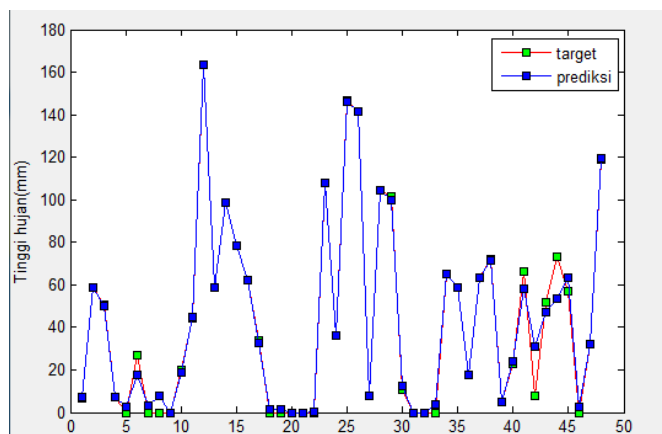
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Prediksi Hujan Bulanan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode *Backpropagation*

Prediksi curah hujan bulanan dilakukan untuk memprakirakan besar curah hujan bulanan yang kemungkinan akan terjadi pada tahun-tahun ke depan. Analisis ini mengacu pada data hujan bulanan pada tahun-tahun sebelumnya yang telah diketahui. Adapun langkah-langkah dalam mengerjakan analisis ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan *Design* Jaringan *Backpropagation* dengan Matlab R2014a,
Pada penelitian ini untuk perancangan jaringan syaraf tiruan dan parameter- parameternya sama dengan disertasi penelitian sebelumnya yaitu berdasarkan Rintis, Hadiani (2012).
2. Mempersiapkan Masukan Data dan Penentuan Pola,
Data masukan (*input*) diperoleh dari hasil perhitungan hujan bulanan dari tahun 2003-2014. Data selama 12 tahun tersebut dibagi menjadi 3 bagian sebagai *input* data dalam Matlab, yakni tahun 2003-2006 sebagai *input training*, tahun 2007-2010 sebagai target *training*, dan tahun 2011-2014 sebagai observasi.
3. Pelatihan Jaringan.
Data *input* disimpan ke dalam format (*.xls*) agar dapat dibaca oleh Matlab. Apabila masih berformat (*.xlsx*) maka harus diubah dahulu dengan cara *Save As* pada Microsoft Excel dan pilih format (*.xls*). Matriks *input* masukan berukuran 12x12, di mana terdapat 12 kolom *cell* dan 12 baris *cell*.

Hasil grafik simulasi curah hujan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *Backpropagation* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Simulasi Curah Hujan Bulan DAS Wuryantoro Tahun 2015-2018

Gambar di atas menunjukkan grafik warna biru merupakan grafik curah hujan prediksi, sedangkan grafik warna merah merupakan grafik curah hujan simulasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan dari tahun 2015-2018. Berdasarkan visualisasi grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil prediksi hujan simulasi mendekati sama dengan hujan aktual. Sehingga hasil *output* data prediksi hujan dapat digunakan untuk perhitungan.

Perhitungan Potensi Banjir Tahunan dan Bulanan pada Tahun 2003-2014

Berdasarkan hasil perhitungan debit periode ulang 5 tahun, maka dapat ditentukan bahwa bulan maupun tahun dari tahun 2003 hingga 2014 mengalami banjir melebihi Q_5 atau tidak. Potensi banjir bulanan dan tahunan untuk tahun 2003 hingga 2014 dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Potensi Banjir Tahunan

Tahun	Debit Banjir (m ³ /det)	Kesimpulan
2003	325,248	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2004	324,558	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2005	248,417	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2006	412,322	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2007	471,225	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2008	283,934	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2009	422,566	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2010	343,175	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2011	294,516	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2012	514,735	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2013	414,865	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2014	297,643	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan

Tabel 2. Potensi Banjir Bulanan

Bulan	Debit (m ³ /dt)	Kesimpulan
Januari	553,175	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Februari	478,859	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Maret	349,537	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
April	323,334	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Mei	314,386	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Juni	262,054	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Juli	275,226	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Agustus	227,061	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
September	269,721	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Oktober	201,219	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Nopember	333,637	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Desember	506,416	Berpotensi Banjir 5 Tahunan

Berdasarkan hasil simulasi curah hujan maka dilakukan analisis hujan rancangan untuk menghitung besar debit yang terjadi pada tahun 2015 hingga 2018. Hasil perhitungan debit menunjukkan pada tahun dan bulan apa terjadi potensi banjir yang melebihi Q_5 . Hasil perhitungan prediksi potensi banjir tahun 2015 hingga tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Prediksi Potensi Banjir Tahunan

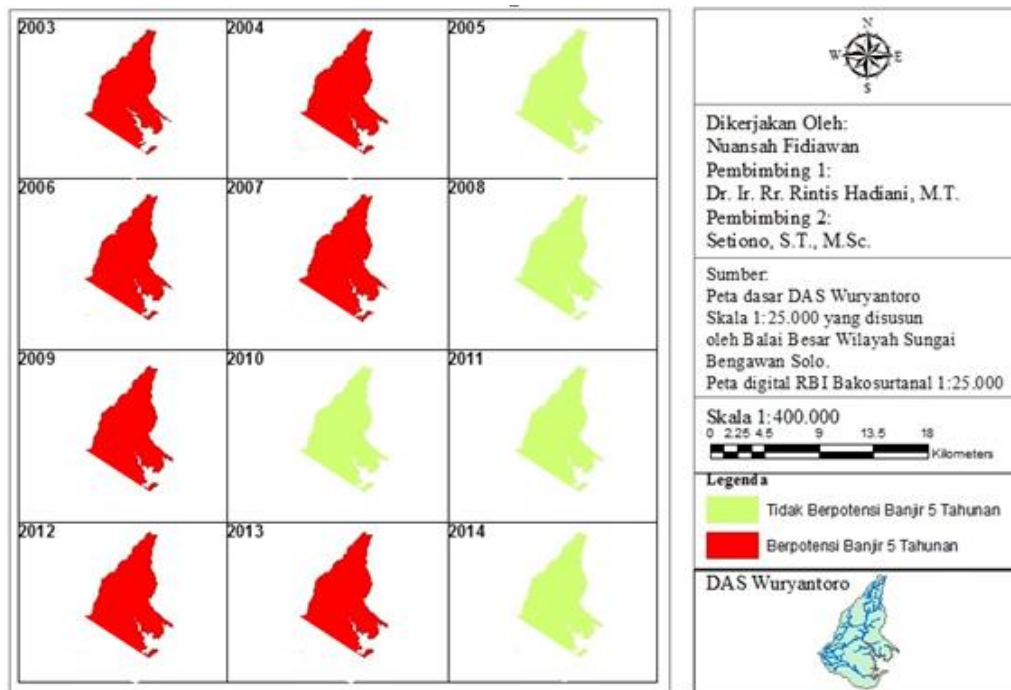
Tahun	Debit Banjir (m ³ /det)	Kesimpulan
2015	415,719	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2016	274,125	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2017	372,423	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
2018	303,507	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan

Tabel 4. Prediksi Potensi Banjir Bulanan

Bulan	Debit (m ³ /dt)	Kesimpulan
Januari	540,209	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Februari	523,220	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Maret	288,429	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
April	386,191	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Mei	368,809	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Juni	114,655	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Juli	174,008	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Agustus	196,713	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
September	234,240	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Oktober	240,350	Tidak Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Nopember	397,626	Berpotensi Banjir 5 Tahunan
Desember	603,010	Berpotensi Banjir 5 Tahunan

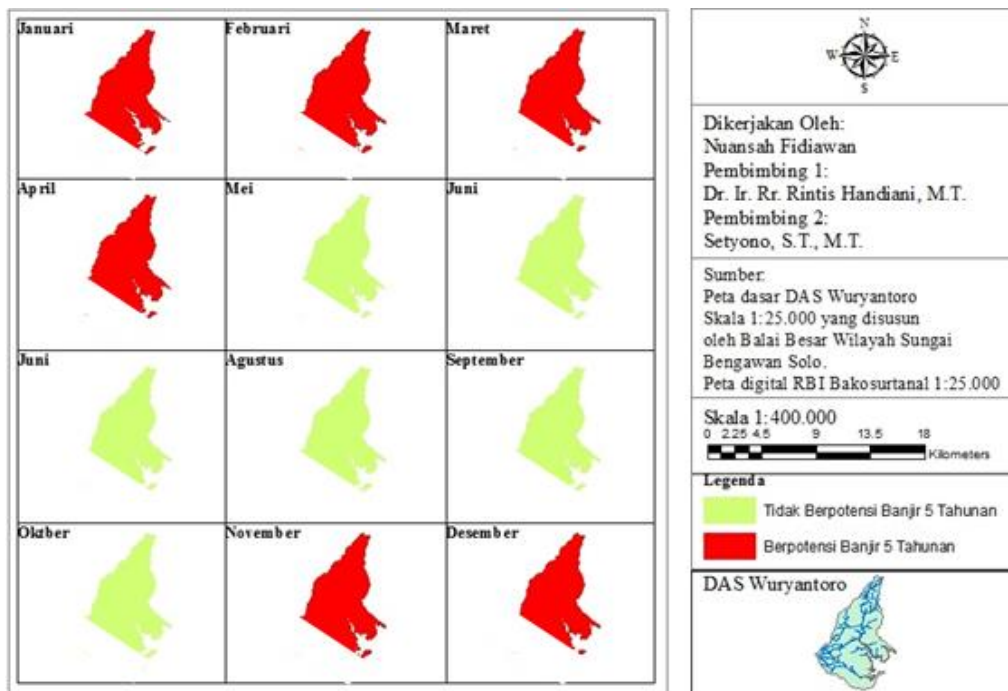
Peta Potensi Banjir

Potensi banjir yang melebihi debit periode ulang 5 tahun dari tahun 2003 sampai tahun 2018 ditampilkan secara visual dalam bentuk peta potensi banjir dengan menggunakan *software* Arc GIS. Peta potensi banjir menampilkan potensi banjir tahunan dan bulanan pada tahun 2003 sampai tahun 2014 dan prediksi potensi banjir tahunan dan bulanan pada tahun 2015 sampai tahun 2018. Hasil pembuatan peta potensi banjir bisa dilihat pada gambar 2, gambar 3, gambar 4 dan gambar 5.



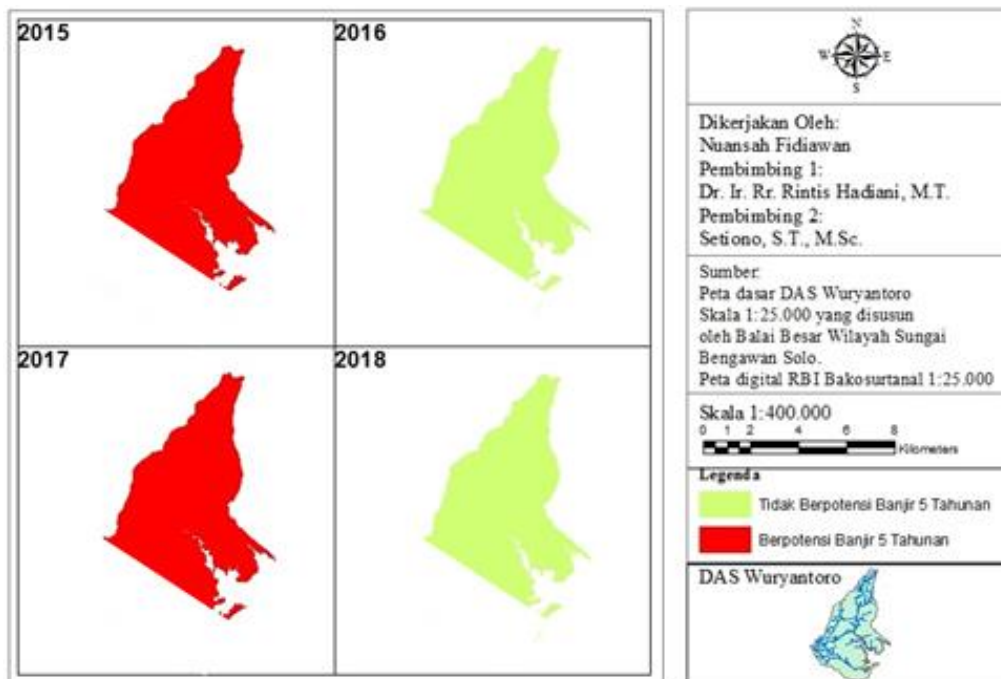
Gambar 2. Peta Potensi Banjir Tahun 2003-2014

Warna peta sesuai dengan kondisi banjir yang terjadi dari hasil perhitungan, di mana tahun 2005, 2008, 2010, 2011, dan 2014 tidak berpotensi banjir 5 tahunan, sedangkan yang berpotensi mengalami banjir 5 tahunan adalah tahun 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2012, dan tahun 2013.



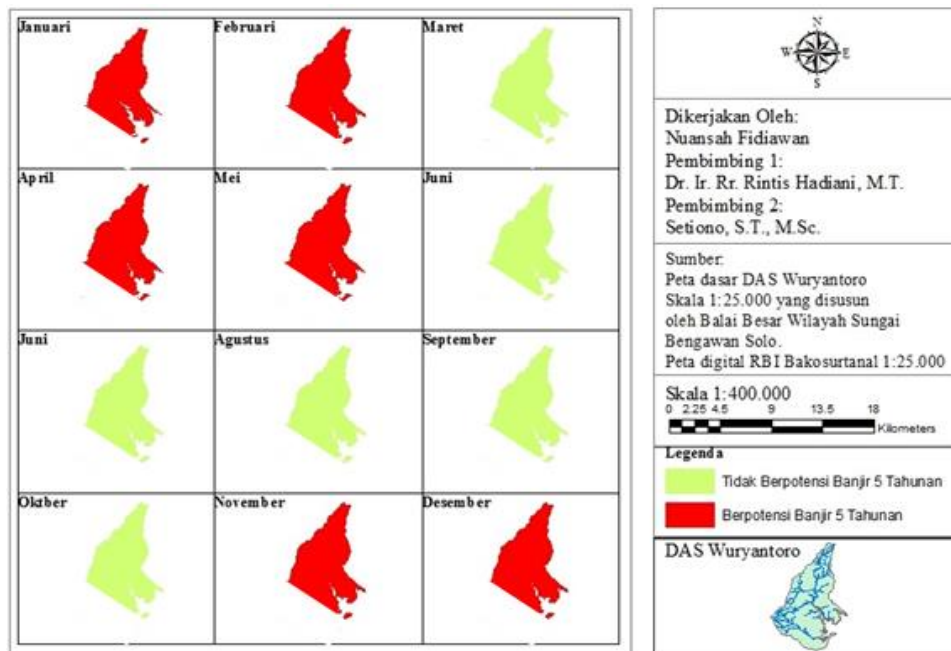
Gambar 3. Peta Potensi Banjir Bulan Januari-Desember

Bulan Januari, Februari, Maret, April, November dan Desember lebih berpotensi mengalami banjir 5 tahunan, sedangkan untuk bulan lainnya tidak berpotensi banjir 5 tahunan.



Gambar 4. Peta Prediksi Potensi Banjir Tahun 2015-2018

Hasil prediksi menunjukkan bahwa tahun 2015 dan tahun 2017 berpotensi terjadi banjir 5 tahunan di kawasan DAS Wuryantoro. Pada tahun 2016 dan 2018 tidak berpotensi terjadi banjir yang melebihi Q_5 .



Gambar 5. Peta Prediksi Potensi Banjir Bulan Januari-Desember

Peta prediksi potensi banjir bulanan pada tahun 2015 hingga 2018 menunjukkan bahwa kondisi tersebut hampir sama dengan kondisi pada tahun 2003 sampai tahun 2014. Hal ini menunjukkan bahwa hasil prediksi mendekati akurat, dapat dilihat pada grafik hasil simulasi di mana data target dengan data hasil *training* memperlihatkan kondisi yang hampir sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Debit berpotensi banjir melebihi debit periode ulang 5 tahunan (Q_5) terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November dan Desember dengan debit masing-masing sebesar 553,175 m³/detik, 478,859 m³/detik, 349,537 m³/detik, 323,334 m³/detik, 333,637 m³/detik dan 506,416 m³/detik.
2. Debit berpotensi banjir melebihi debit periode ulang 5 tahunan (Q_5) terjadi pada tahun 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2012 dan 2013 dengan debit masing-masing sebesar 325,248 m³/detik, 324,558 m³/detik, 412,322 m³/detik, 471,225 m³/detik, 422,566 m³/detik, 343,175 m³/detik, 514,735 m³/detik dan 414,865 m³/detik.
3. Debit berpotensi banjir melebihi debit periode ulang 5 tahun (Q_5) terjadi pada bulan Januari, Februari, April, Mei, November dan Desember dengan debit masing-masing sebesar 540,209 m³/detik, 523,220 m³/detik, 386,191 m³/detik, 368,809 m³/detik, 397,626 m³/detik dan 603,010 m³/detik.
4. Debit berpotensi banjir melebihi debit periode ulang 5 tahun (Q_5) terjadi pada tahun 2015 dan tahun 2017 dengan debit masing-masing sebesar 415,719 m³/detik dan 372,423 m³/detik.
5. Penggunaan sistem informasi geografis dalam pembuatan peta potensi banjir memperlihatkan secara visual kondisi banjir pada masing-masing tahun dengan perbedaan warna yang menunjukkan kondisi tersebut berpotensi banjir 5 tahunan dan tidak berpotensi banjir 5 tahunan.

TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, M.T. dan Setiono, S.T., M.Sc. yang telah membimbing saya hingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- E. Ginting, Jonas. 2014. *Prediksi Potensi Debit Berdasarkan Data Hujan Maksimum Bulanan dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation di DAS Alang*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- E. Prasetyo, Heri. 2014. *Analisis Data Runtun Waktu Debit Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan di DAS Wuryantoro pada AWLR Kecamatan Wuryantoro*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- 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.
- Jadmiko, Sigit. 2013. *Banjir Tahunan Sub Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu 3 dengan Sistem informasi Geografis*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Mulyani, Prema. 2013. *Analisis Banjir Tahunan DAS Wuryantoro Sub DAS Bengawan Solo Hulu 3*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Palar, R. Toar. 2013. *Studi Perbandingan antara Hidrograf SCS (Soil Conservation Service) dan Metode Rasional pada DAS Tikala*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Siang, J.J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Tunnisa, Lathifa. 2014. *Potensi Banjir di DAS Sivalub Menggunakan Metode Soil Conservation Service dan Soil Conservation Service Modified by Irrigation Department of Central Java Method*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
www.bnpb.go.id
www.dibi.bnpb.go.id
www.geospasial.bnpb.go.id