

PENGARUH METODE PEMILIHAN DATA HUJAN PADA PERANCANGAN DEBIT BANJIR DI DAS SERAYU

Influence of Rain Data Selection Method on Designing Flood Discharge In The Serayu River Basin

Sanidhya Nika Purnomo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl Mayjen Sungkono KM 5, Kalimantan, Purbalingga
Email : sanidhyanika.purnomo@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Proses perancangan bangunan pengendali banjir selalui diawali dengan analisis hidrologi untuk mengetahui debit banjir yang akan menjadi dasar besarnya dimensi bangunan pengendali banjir. Pada DAS yang tidak memiliki rekaman data AWLR atau debit, maka analisis hidrologi dilakukan dengan pengalihragaman data hujan menjadi data debit yang dimulai dengan memilih seri data hujan, dimana terdapat 2 metode pemilihan seri data hujan, yaitu Annual Maximum Series (AMS) dan Partial Duration Series (PDS). Pemilihan metode seri data hujan untuk analisis debit banjir rancangan akan mempengaruhi desain bangunan pengendali banjir. Publikasi ini menampilkan pemilihan data hujan menggunakan metode pemilihan seri data hujan AMS dan PDS untuk studi kasus DAS Serayu. Data hujan yang digunakan adalah data hujan dari 41 stasiun hujan di dalam dan di sekitar DAS Serayu, dengan rekaman data dari tahun 1985 hingga 2014. Data hujan yang dipilih, kemudian lebih lanjut dianalisis dengan menggunakan analisis frekuensi sehingga didapatkan hujan rancangan untuk tiap kala ulang, dimana distribusi hujan yang terbaik berdasarkan analisis frekuensi adalah distribusi Log Pearson III. Hujan rancangan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar untuk menghitung debit banjir menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). HSS yang digunakan adalah HSS Nakayasu, ITB-1, dan ITB-2, untuk membandingkan debit banjir berdasarkan HSS yang paling sesuai dengan DAS Serayu. Debit banjir yang dihasilkan dari alih ragam data hujan, dibandingkan dengan rekaman debit bendung di bagian hilir Sungai Serayu. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemilihan data menggunakan metode AMS dengan HSS Nakayasu dan ITB-1 memberikan debit yang paling sesuai dengan rekaman data debit di bagian hilir Sungai Serayu.

Kata kunci : Pemilihan Data Hujan, Annual Maximum Series, Partial Duration Series, Perancangan Debit Banjir.

ABSTRACT

The design process of the flood control structure is initiated by hydrological analysis to determine the flood discharge that will be the basis of the dimension of the flood control structure. In watersheds that do not have AWLR or debit data records, the hydrological analysis is done by diversing the rain data into a debit data that begins by selecting a series of rain data, where there are 2 rainfall data selection methods, namely Annual Maximum Series (AMS) and Partial Duration Series (PDS). The selection of rainfall series data for flood discharge design analysis will affect the design of flood control structure. This publication features

rainfall data selection using the AMS rainfall data selection method and PDS for Serayu watershed case study. The rain data used is rain data from 41 rain stations in and around the Serayu River Basin, with data recording from 1985 to 2014. The selected rainfall data, then further analyzed by using frequency analysis to get the design rain for each re-period, where the best rain distribution based on the frequency analysis is the Pearson Log III distribution. The design rain is then used as a basis for calculating flood discharge using Synthetic Unit Hydrograph (SUH). The SUH used are SUH Nakayasu, ITB-1, and ITB-2, to compare the flood discharge based on SUH that best suits the Serayu River Basin. The flood discharge resulting from the diversity of rain data, compared with the recording of the weir discharge at the lower part of the Serayu River. The results of the analysis shows that the selection of data using AMS method with HSS Nakayasu and ITB-1 provide the most suitable debit with the data recording of debit downstream of Serayu River.

Key words : Annual Maximum Series, Partial Duration Series, Flood Discharge Design

PENDAHULUAN

Pada perancangan bangunan pengendali banjir, dimensi bangunan sangat dipengaruhi oleh hasil analisis debit banjir. Data terbaik yang digunakan untuk perancangan debit banjir adalah rekaman data debit atau ketinggian muka air dari AWLR. Namun tidak semua sungai memiliki rekaman data tersebut, sehingga untuk daerah yang terbatas rekaman data debit atau ketinggian muka airnya, maka debit banjir rancangan didapatkan dari analisis seri data curah hujan, yang dimulai dari menetapkan metode pemilihan seri data hujan, dan dilanjutkan dengan melakukan analisis lebih lanjut untuk mendapatkan debit banjir rancangannya. Hal tersebut menunjukkan bahwa data hujan memiliki peranan penting dalam perancangan bangunan air, khususnya untuk bangunan pengendali banjir.

Untuk menetapkan seri data hidrologi yang akan digunakan dalam analisis debit banjir, terdapat dua metode pemilihan data, yaitu metode *Annual Maximum Series* (AMS), dan *Partial Duration Series* (PDS) (Bezak et al. 2014; Prosdocimi et al. 2014; Handayani & Hendri 2013; Mkhanda et al. 2005); (Triatmodjo 2008). Pada AMS, pemilihan data dilakukan dengan cara mengambil data terbesar pada tiap tahun untuk sekian tahun seri data. Sedangkan pada metode PDS, seri

data dipilih yang besarnya diatas suatu nilai data tertentu. (peak over threshold, POT). Pada pemilihan seri data PDS, dibuat suatu ambang tertentu, dan data yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah data yang berada diatas ambang tersebut.

Pemilihan seri data hujan menggunakan AMS dan PDS masing-masing memiliki kelemahan. Kelemahan dari metode AMS adalah tereliminasi data lain, yang menjadi urutan kedua atau ketiga terbesar pada tahun yang sama, oleh karena adanya data maksimum pada tahun yang lain. Sedangkan jika menggunakan metode PDS, karena data yang dipilih merupakan seri data terbesar, maka data yang dipilih untuk analisis debit banjir akan lebih besar jika dibandingkan dengan data yang dipilih menggunakan metode AMS, sehingga debit banjir yang dihasilkan pun akan lebih besar, dan mengakibatkan desain bangunan yang lebih mahal.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu merupakan salah satu DAS besar di Jawa Tengah yang memiliki luas 3654,74 km², dan panjang sungai utamanya (Sungai Serayu) adalah 165 km. DAS Serayu menaungi 5 kabupaten, yaitu Kabupaten Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, dan Cilacap. Sebelah utara DAS Serayu berbatasan dengan Kabupaten Pekalongan, Pemalang dan

Tegal, dan di bagian selatan berbatasan dengan Samudera Hindia yang merupakan muara Sungai Serayu. Lokasi Sungai Serayu tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi DAS Serayu

DAS Serayu merupakan 1 dari 15 DAS prioritas di Indonesia. DAS Prioritas adalah DAS yang menempati posisi strategi dalam pengelolaan sumber daya alam untuk mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan. Salah satu hal yang digunakan dalam menentukan DAS prioritas adalah DAS tersebut merupakan daerah rawan banjir (BAPPENAS 2015; Damayanti 2012). Untuk itu pada perancangan bangunan pengendali banjir harus menggunakan seri data hujan yang cukup signifikan sehingga akan mendapatkan dimensi bangunan pengendali banjir yang sesuai.

Melihat pentingnya seri data hidrologi pada analisis debit banjir untuk perancangan bangunan pengendali banjir di DAS Serayu, maka pada publikasi ini dilakukan analisis mengenai pengaruh metode pemilihan seri data hujan pada perancangan debit banjir di DAS Serayu. Pada analisis ini, hasil perhitungan debit banjir berdasarkan metode AMS dan PDS, akan dibandingkan dengan data debit dari bendung yang ada di Sungai Serayu, sehingga akan diketahui metode mana yang debit banjirnya mendekati data debit hasil pengukuran di bendung.

Analisis Hidrologi

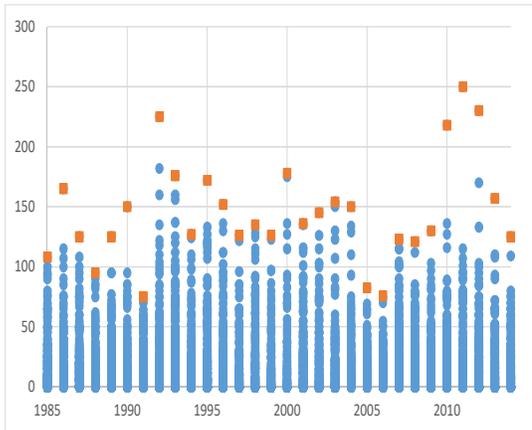
Perancangan debit banjir yang terbaik adalah menggunakan data rekaman debit atau elevasi muka air sungai. Namun untuk daerah yang tidak memiliki data tersebut, pada analisis debit banjir dapat menggunakan rekaman data hujan pada beberapa stasiun hujan. Data hujan dari beberapa stasiun hujan dipilih menggunakan metode APS dan PDS, kemudian dihitung hujan rerata untuk masing-masing metode pada DAS yang dimaksud, dimana pada publikasi ini menggunakan metode Poligon Thiessen. Setelah mendapatkan hujan rerata DAS, maka selanjutnya dilakukan analisis frekuensi dan dibuat distribusi hujan untuk beberapa kala ulang hujan rancangannya. Distribusi hujan pada analisis ini menggunakan metode Tadashi Tanimoto karena pada tahun 1969 Tadashi Tanimoto telah mengembangkan distribusi hujan jam-jaman yang dapat digunakan di Pulau Jawa (Triatmodjo 2008). Sementara itu, oleh karena data yang digunakan dalam analisis adalah data curah hujan, maka untuk menentukan hidrograf satuan, digunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) yang berdasarkan karakteristik DAS yang sedang ditinjau.

Data Hujan

Data hujan yang digunakan pada publikasi ini adalah data hujan harian yang berasal dari 41 stasiun hujan di dalam dan sekitar DAS Serayu dengan panjang rekaman data dari tahun 1985 hingga tahun 2014. Oleh karena terdapat beberapa stasiun hujan yang memiliki data yang tidak lengkap, maka dilakukan proses perbaikan data menggunakan *Reciprocal Method*. Proses bangkitan data menggunakan *Reciprocal Method* nilai lebih baik karena memperhitungkan jarak antar stasiun hujan. Persamaan yang digunakan dalam proses bangkitan data ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}}$$

Setelah melakukan bangkitan data, maka tahap selanjutnya adalah melakukan proses pemilihan data. Proses pemilihan data dilakukan menggunakan metode AMS dan PDS, yang selanjutnya dilakukan analisis frekuensi. Salah satu contoh rekaman dan pemilihan data menggunakan metode AMS yang ada pada Stasiun Hujan Banjarnegara ditunjukkan pada Gambar 2.

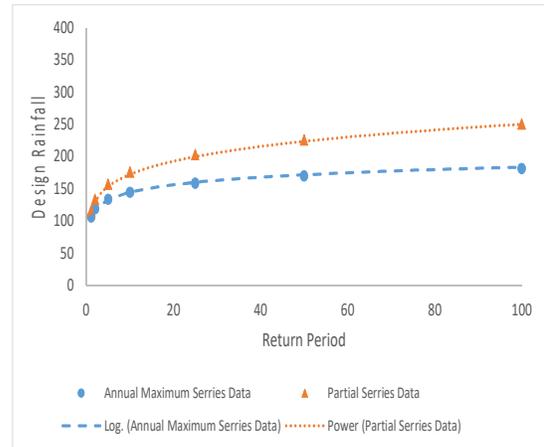


Gambar 2. Rekaman data hujan Stasiun Banjarnegara menggunakan metode AMS

Gambar 2 menunjukkan rekaman data hujan dari tahun 1985 – 2014, dimana legenda berbentuk bulat merupakan rekaman data hujan harian selama 1 tahun, sedangkan legenda berbentuk persegi merupakan hujan terbesar pada tahun tertentu. Berdasarkan Gambar 2, tampak bahwa terdapat beberapa tahun, yang memiliki beberapa data yang lebih besar dibandingkan data pada tahun yang lain, namun tidak dipilih.

Untuk pemilihan data menggunakan metode PDS, digunakan batas ambang sebanyak 30 data teratas. Ambang batas data tersebut diambil karena untuk penelitian, sampel data yang dinilai cukup adalah minimal 30 sampel (Roscoe, 1975, in Sekaran 2005). Data yang telah dipilih

menggunakan metode AMS dan PDS untuk setiap stasiun hujan kemudian (1) dihitung hujan reratanya menggunakan polygon Thiessen dan kemudian dilakukan analisis frekuensi. Sebaran stasiun hujan beserta Poligon Thiessen DAS Serayu ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Besaran hujan rancangan untuk tiap kala ulang berdasarkan metode AMS dan PDS

Berdasarkan Gambar 3 tampak bahwa hujan rancangan untuk metode PDS memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan metode AMS. Untuk metode AMS, kecenderungan data yang dihasilkan mengikuti garis kecenderungan logaritmik, yang menghasilkan persamaan yang ditunjukkan pada Persamaan 2, dengan nilai R² sebesar 0,9978. Sedangkan untuk metode PDS, hujan rancangan untuk tiap kala ulang cenderung mengikuti garis kecenderungan power, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3, dengan nilai R² sebesar 0,9957.

$$y = 16,994 \ln(x) + 105,15 \tag{2}$$

$$y = 118,8x^{0,16} \tag{3}$$

Debit Banjir

Setelah mendapatkan hujan rancangan, maka untuk mendapatkan debit banjir diperlukan hidrograf satuan. Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar)

yang tercatat di ujung hilir DAS, yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan instensitas tetap dalam suatu durasi tertentu (Triatmodjo 2008). Pada DAS yang memiliki keterbatasan data hidrologi untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintetik berdasarkan karakteristik DAS yang ditinjau. Pada publikasi ini HSS yang digunakan adalah HSS Nakayasu, HSS ITB-1, dan HSS ITB-2. HSS tersebut digunakan karena kepraktisannya dalam hal data yang harus dimasukkan, dan mampu menganalisis hidrograf satuan sintesis untuk DAS yang memiliki luasan besar.

1. HSS Nakayasu

HSS Nakayasu dikembangkan oleh Dr. Nakayasu berdasarkan beberapa sungai di Jepang. Persamaan-persamaan yang diturunkan adalah untuk mencari debit puncak (Qp), debit tiap waktu untuk kurva naik, dan kurva turun. Persamaan debit puncak HSS yang digunakan pada HSS Nakayasu ditunjukkan pada Persamaan 4. Sedangkan hidrograf satuan tiap satuan waktu pada kurva naik, dan kurva turun diberikan pada Persamaan 5 sampai dengan Persamaan 8, sedangkan waktu (Safarina 2012; Triatmodjo 2008).

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left[\frac{A \cdot R_e}{0,3T_p + T_{0,3}} \right]$$

Pada kurva naik (0 < t < T_p)

$$Q_t = Q_p \frac{t^{2,4}}{T_p}$$

Pada kurva turun (T_p < t < T_{0,3})

$$Q_r = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}}$$

Pada kurva turun (T_{0,3} < t < T_{0,3}²)

$$Q_r = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]}{1,5T_{0,3}}}$$

Pada kurva turun (t > T_{0,3}²)

$$Q_r = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]}{2T_{0,3}}}$$

Sedangkan persamaan untuk T_p, t_g, dan T_{0,3}, berturut-turut diberikan pada

Persamaan 9 sampai dengan Persamaan 12.

$$T_p = T_g + 0,8T_r \tag{9}$$

$$T_g = 0,4 + 0,058L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km} \tag{10}$$

$$T_g = 0,21L^{0,7} \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km} \tag{11}$$

$$T_{0,3} = \alpha T_g \tag{12}$$

Dimana Q_p adalah debit puncak HSS (m³/det), A adalah luas DAS (km²), R_e = curah hujan efektif (mm), T_p = waktu dari permulaan banjir hingga puncak hidrograf banjir (jam), T_{0,3} = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak banjir (jam), T_g = waktu konsentrasi (jam), α = koefisien karakteristik DAS, dan L = panjang sungai utama.

2. HSS ITB

HSS ITB merupakan salah satu metode yang cukup sederhana dalam memperkirakan besarnya HSS pada suatu DAS, karena HSS ITB hanya membutuhkan karakteristik DAS berupa luasan dan panjang sungai utama, dan untuk beberapa kasus dapat mencakup karakteristik lahan yang digunakan. Pada analisisnya, HSS ITB memberikan pendekatan yang cukup sederhana untuk menentukan hidrograf satuan tak berdimensi yang konsisten berdasarkan prinsip konservasi massa, dimana HSS ITB-1 menggunakan satu fungsi tunggal sederhana, sedangkan HSS ITB-2 menggunakan dua fungsi sederhana (Natakusumah et al. 2011).

Berdasarkan (Natakusumah et al. 2011), pada HSS ITB, terdapat beberapa parameter yang membentuk HSS ITB, yaitu tinggi dan durasi hujan satuan, time lag (T_L), waktu puncak (T_p)

(6) dan waktu dasar (T_b), bentuk hidrograf satuan, serta debit puncak hidrograf satuan.

- a) Tinggi dan durasi hujan satuan.
- (7) Durasi hujan satuan yang diambil adalah T_r = 1 jam, namun dapat dipilih durasi lain asalkan dinyatakan dalam satuan jam.
- (8) b) Waktu puncak (T_p) dan Waktu Dasar (T_b)
 - a. Time lag (T_L)

Persamaan yang digunakan untuk menentukan *time lag* adalah Persamaan Snyder yang disederhanakan, seperti yang tampak pada Persamaan (13).

$$T_L = Ct. 0,81225 L^{0,6}$$

dimana T_L = time lag (jam); Ct – koefisien waktu untuk proses kalibrasi; L = panjang sungai (km). Nilai Ct umumnya adalah 1 jika T_p hitungan hampir sama dengan T_p pengamatan. Namun jika nilai T_p hitungan lebih kecil dari T_p pengamatan, maka diambil nilai $Ct > 0$, sedangkan jika T_p hitungan lebih besar dari pada T_p pengamatan, maka diambil nilai $Ct < 0$.

b. Waktu Puncak (T_p)

Waktu puncak untuk HSS ITB dapat menggunakan Persamaan 14.

$$T_p = T_L + 0,50T_r$$

c. Waktu dasar (T_b)

Pada HSS ITB terdapat perbedaan persamaan waktu dasar (T_b), tergantung dari besar atau kecilnya luasan DAS. Untuk DAS kecil dimana $A < 2 \text{ km}^2$, perhitungan waktu dasar dapat mengacu pada persamaan yang dikembangkan SCS, seperti tampak pada Persamaan 15.

$$T_b = \frac{8}{3}T_p$$

Sedangkan untuk DAS berukuran sedang atau besar, maka nilai T_b dapat mencapai tak berhingga (mirip dengan Nakayasu), namun dapat dibatasi menggunakan Persamaan 16.

$$T_b = \left(10 \frac{s}{d} 20\right) T_p$$

c) Bentuk Hidrograf Satuan

Pada HSS ITB, dikembangkan persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung lengkung naik dan lengkung turun.

a. HSS ITB-1

HSS ITB-1 memiliki persamaan lengkung naik yang sama dengan persamaan lengkung turunnya, seperti yang tampak pada Persamaan 16.

$$q(t) = \exp\left\{2 t \frac{1}{t}\right\}^{\alpha C_p} \quad (13)$$

b. HSS ITB-2

HSS ITB-2 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun yang berbeda. Persamaan lengkung naik ($0 \leq t \leq 1$) ditunjukkan pada Persamaan 17, sedangkan persamaan lengkung turun ($t > 1 \text{ s/d } \infty$) ditunjukkan pada Persamaan 18.

$$q(t) = t^\alpha$$

$$q(t) = \exp\{1 t^{\beta C_p}\}$$

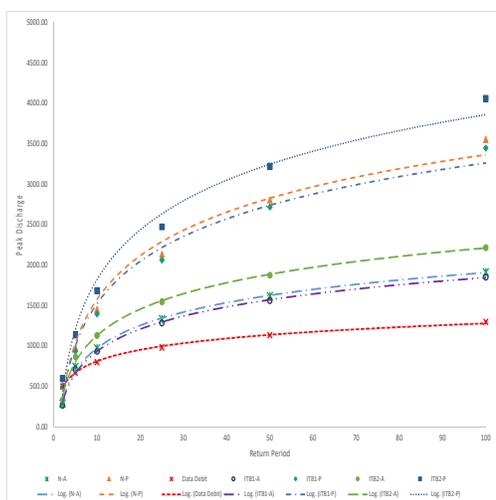
dimana $t = T/T_p$ adalah waktu dan $q = Q/Q_p$ debit, yang masing-masing telah dinormalkan sehingga $t = T/T_p$ berharga antara 0 dan 1, sedangkan $q = Q/Q_p$ berharga antara 0 dan ∞ (atau antara 0 dan 10 jika harga $T_b/T_p = 10$).

Nilai koefisien α untuk HSS ITB-1 adalah sebesar 1,5 sedangkan nilai α dan β untuk HSS ITB-2 masing-masing adalah sebesar 2,5 dan 1. Sedangkan nilai C_p memiliki harga standar sebesar 1. Namun jika harga debit puncak perhitungan lebih kecil dari debit puncak pengamatan, maka nilai $C_p > 1,0$, sedangkan jika nilai debit puncak perhitungan lebih besar dari debit puncak pengamatan, maka harga $C_p < 1,0$.

d) Debit puncak hidrograf

Debit puncak hidrograf pada HSS ITB menggunakan prinsip konservasi massa, dimana volume hujan efektif satu satuan yang jatuh merata di seluruh DAS (V_{DAS}) harus sama dengan volume hidrograf satuan sintesis (V_{HSS}) dengan waktu puncak T_p , atau $1000A_{DAS} = A_{HSS}Q_pT_p3600$, sehingga,

Bendungyang diambil, yang digunakan sebagai acuan untuk analisis adalah bendung yang terletak di Sungai Serayu, di Rawalo dengan pertimbangan bahwa bendung tersebut adalah bendung yang letaknya paling hilir dari Sungai Serayu. Namun, harus disadari bahwa bendung di Rawalo tersebut tidak tepat di titik kontrol DAS Serayu, sehingga debit yang diukur mungkin tidak akan sebesar di titik kontrol Sungai Serayu. Data pengukuran debit bendung di Rawalo yang tersedia tidak cukup panjang, yaitu dari tahun 2004 – 2009. Namun dianggap debit ini mampu mewakili debit yang ada di Sungai Serayu. Perbandingan analisis debit banjir di Sungai Rawalo dengan debit banjir hasil analisis hidrologi berdasarkan penurunan data hujan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Debit puncak banjir DAS Serayu hasil pengukuran dan hasil penurunan dari data hujan

Berdasarkan Gambar 6 tampak bahwa debit puncak banjir di DAS Serayu, baik berdasarkan pengamatan maupun hasil penurunan dari data hujan memberikan garis kecenderungan logaritmik. Data debit hasil pengukuran menunjukkan data yang paling rendah jika dibandingkan dengan debit banjir hasil penurunan dari data hujan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena letak bendung yang digunakan sebagai patokan tidak tepat berada di titik kontrol

DAS Serayu, sehingga ada bagian dari luasan di sebelah hilir DAS Serayu yang menurut peta kerentanan pada Gambar 5 sangat rentan terhadap banjir. Dengan melihat peta kerentanan tersebut, dapat diasumsikan bahwa di bagian hilir dari DAS Serayu memberikan tambahan debit banjir sebesar 35%, maka debit banjir yang paling dekat dengan debit pengamatan di DAS Serayu adalah debit puncak banjir menggunakan metode pemilihan data AMS dengan metode HSS Nakayasu dan ITB-1.

KESIMPULAN

Hasil analisis hidrologi di DAS Serayu menunjukkan bahwa metode pemilihan data AMS yang dipadukan dengan HSS Nakayasu dan HSS ITB-1 memberikan debit puncak banjir di DAS Serayu. Pemilihan data menggunakan metode PDS selalu memberikan data hujan dan debit rancangan yang lebih besar dari pada metode AMS. Sehingga, untuk rekaman data hujan yang panjang, seorang analis data debit sebaiknya menggunakan metode AMS. Namun untuk rekaman data yang pendek, jika akan menggunakan metode AMS, analisis hidrologinya menjadi kurang memuaskan. Untuk itu jika rekaman data hujan yang tersedia ternyata tidak terlalu panjang, maka disarankan menggunakan metode PDS.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPENAS, 2015. PRIORITAS PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR 2016. , (April 2015).
- Bezak, N., Brilly, M. & Šraj, M., 2014. Comparison Between The Peaks-Over-Threshold Method And The Annual Maximum Method For Flood Frequency Analysis. *Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques*, 59(5), pp.959–977. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2013.831174>.
- Damayanti, A., 2012. DAS Prioritas di Indonesia. , p.<https://staff.blog.ui.ac.id/astrid.damayanti/2012/>. Available at:

- <https://staff.blog.ui.ac.id/astrid.damayanti/2012/01/13/das-prioritas-di-indonesia/> [Accessed December 5, 2016].
- Handayani, Y.L. & Hendri, A., 2013. ANALISA HUJAN RANCANGAN PARTIAL SERIES DENGAN BERBAGAI PANJANG DATA DAN KALA ULANG HUJAN. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), pp.221–232.
- Jariyah, N.A. & Pramono, I.B., 2013. Kerentanan Sosial Ekonomi Dan Biofisik Di DAS Serayu : Collaborative Management (Susceptibility of Socio Economic and Biophysical in Serayu Watershed). *Jurnal Sosial Ekonomi*, 10(3), pp.141–156.
- Mkhandi, S., Opere, A.O. & Willems, P., 2005. *Comparison Between Annual Maximum And Peaks Over Threshold Models For Flood Frequency Prediction*, Tanzania. Available at: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Cairo/pdf/COMPARISON_BETWEEN_ANNUAL_MAXIMUM.pdf.
- Natakusumah, D.K., Hatmoko, W. & Tirmidzi, D.H., 2011. Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis Dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. *Journal Teknik Sipil ITB*, 18(3), pp.1–25.
- Prosdocimi, I. et al., 2014. Non-stationarity in annual and seasonal series of peak flow and precipitation in the UK. , (2008), pp.1125–1144.
- Safarina, A.B., 2012. Modified Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph Method For Meso Scale Ungauge Watersheds. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(4), pp.649–654.
- Sekaran, U., 2005. *Research Methods For Business: A Skill Building Approach* 4th ed. J. Marshall, ed., Illinois: John Wiley & Sons Inc.
- Triatmodjo, B., 2008. Hujan. In *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, p. 20.