

Perbandingan Perkiraan Debit Puncak Banjir Menggunakan Metode Nakayasu dan Metode FSR Jawa Sumatera untuk DAS Dombo Sayung

Muhammad Syarifudin¹, Karuniadi Satrijo Utomo²

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang - Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

e-mail corresponding author : muhammadsyarifudin2604@gmail.com.

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bentuk bencana alam yang hingga saat ini masih belum dapat diselesaikan. Dampak banjir tidak hanya kerugian infrastruktur berupa jalan dan fasilitas umum akan tetapi kerugian materil menjadi bagian dari dampak yang merugikan bagi masyarakat. Padahal, bagi sebagian warga di Semarang dan Kabupaten Demak, banjir menjadi persoalan rutin pada musim penghujan. Daerah yang menjadi langganan banjir di Demak yaitu daerah Sayung, Karang Asem dan Mranggen. Banjir di daerah tersebut sulit diatasi bahkan semakin lama persoalan banjir tersebut semakin parah dan meluas. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan perkiraan debit puncak banjir melalui dua metode yang berbeda. Berdasarkan pada hasil maka mitigasi bencana juga dapat ditingkatkan. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode Nakayasu dan FSR Jawa Sumatera untuk mengukur debit puncak banjir dengan menggunakan rentang data curah hujan 10 tahun. Adapun hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir yang dianalisis dengan menggunakan metode Nakayasu menghasilkan debit banjir lebih besar daripada analisis debit banjir menggunakan FSR Jawa Sumatera. Hasil analisis dengan menggunakan metode Nakayasu diperoleh nilai terbesar untuk Sungai Penggaron 270,4 m³/detik. Sungai Dombo Sayung 296,4 m³/detik dan Sungai Dolok 332,2 m³/detik. Adapun, untuk Metode FSR Jawa Sumatera diperoleh nilai terbesar untuk Sungai Penggaron 112,7 m³/detik. Sungai Dombo Sayung 239,7 m³/detik dan Sungai Dolok 632,1 m³/detik.

Kata kunci : debit banjir; dombo sayung; FSR Jawa Sumatera; nakayasu

ABSTRACT

Flooding is a form of natural disaster that has yet to be resolved. The impact of flooding is the loss of infrastructure in roads and public facilities, but a material loss is part of the community's detrimental impact. For some residents in Semarang and Demak Regency, flooding is a routine problem during the rainy season. Areas that are regularly flooded in Demak are Sayung, Karang Asem, and Mranggen. Floods in the area are challenging to overcome, even if flooding is getting worse and broader. Thus this study aims to determine the comparison of the estimated peak flood discharge through two different methods. Based on the results, disaster mitigation can also be improved. This study used Nakayasu and Java Sumatera FSR to measure the peak flood discharge using a ten-year rainfall data range. The analysis results show that the flood discharge analyzed using the Nakayasu method produces a more massive flood discharge than the flood discharge analysis using the Java Sumatra FSR. The analysis results using the Nakayasu method obtained the most significant value for the Penggaron River 270.4 m³/second. Sungai Dombo Sayung 296.4 m³/second and Sungai Dolok 332.2 m³/second. Meanwhile, for the Java Sumatra FSR Method, the most significant value was obtained for the Penggaron River 112.7 m³/second. Sungai Dombo Sayung 239.7 m³/second and Sungai Dolok 632.1 m³/second.

Keywords : dombo sayung; flood discharge; java sumatera FSR; nakayasu

Cara mengutip: Syarifudin, M., dan Utomo, K. S. (2020). Perbandingan Perkiraan Debit Puncak Menggunakan Metode Nakayasu dan Metode FSR Jawa Sumatera untuk DAS Dombo Sayung. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 5(2), 135-146. <http://dx.doi.org/10.33366/rekabuana.v5i2.1894>

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bentuk dari bencana alam yang hingga saat ini masih belum dapat diselesaikan. Dampak banjir tidak hanya kerugian infrastruktur berupa jalan dan fasilitas masyarakat akan tetapi kerugian materil juga sangat merugikan bagi masyarakat. Bahkan bagi sebagian warga di Kota Semarang dan Kabupaten Demak banjir merupakan sebuah persoalan rutin pada musim penghujan. Daerah Demak yang menjadi langganan banjir yaitu daerah Sayung, Karang Asem dan Mranggen. Banjir tersebut sulit diatasi bahkan semakin lama persoalan banjir pada daerah tersebut semakin parah. Penyebab semakin parahnya banjir di wilayah tersebut karena disertai dampak erosi dan adanya penurunan permukaan tanah di kota bagian utara[1]. Selain itu permasalahan banjir di daerah tersebut juga dipengaruhi adanya fenomena air pasang (ROB) dan lumpur yang mengendap. Sehingga berakibat pada terjadinya pendangkalan sungai [2].

Pendangkalan sungai juga terjadi di Sungai Wonokerto yang berada di Desa Wonokerto merupakan sebuah gambaran bahwa sungai-sungai yang berada di Kabupaten Demak banyak mengalami pendangkalan. Pendangkalan sungai tersebut disebabkan adanya endapan dari partikel yang ikut mengalir bersama arus sungai. Partikel yang dimaksud salah satunya sampah, akan tetapi yang mendominasi adalah endapan partikel berupa tanah akibat ROB. Adanya pendangkalan tersebut menjadi satu masalah lingkungan yaitu banjir. Sungai tidak mampu memuat seluruh volume air, sehingga terjadi peluapan air atau banjir [3].

Banjir telah menjadi bagian dari masalah masyarakat yang sudah biasa terjadi. Khususnya masyarakat yang tempat tinggalnya berada di wilayah pesisir Kabupaten Demak. Wilayah pesisir Kabupaten Demak terletak dipesisir pantai utara Pulau Jawa rawan. Wilayah pesisir tentu memiliki kerawanan terjadinya kenaikan air laut, banjir, pasang, abrasi, dan akresi. Penyebabnya yaitu wilayah tersebut terletak di wilayah yang memiliki topografi rendah, seperti contohnya wilayah Sayung Kabupaten Demak. Banjir yang terjadi di Kecamatan Sayung salah satunya juga disebabkan oleh pendangkalan Daerah Aliran Sungai.

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki fungsi sebagai tampungan hujan, resapan (penyimpan air), aliran air. Wilayah ini dapat meliputi hulu hingga hilir, kemudian pesisir serta wilayah lindung, budidaya, dan pemukiman warga. Debit puncak terjadi akibat adanya kebun atau tegalan maupun ladang [4]. Faktor yang mempengaruhi debit puncak yaitu faktor hujan dan faktor DAS.

Perkiraan debit puncak DAS Dombo dapat dianalisis dengan menggunakan data curah hujan. Penelitian perkiraan debit puncak pada DAS Dombo sebelumnya telah dianalisis dengan metode HEC-RAS. Adapun hasilnya yaitu dengan periode ulang 100 tahun diperoleh debit banjir rencana pada sungai sepanjang 18.7 km sebesar 343.0 m³/detik pada sungai Dombo Sayung [1]. Kemudian, analisis terkait debit puncak banjir pada sungai DAS Dombo juga telah dianalisis berdasarkan pada metode HSS Gamma [5]. Pada kajian lain juga telah dilaporkan bahwa metode Rasional, Weduwen Hasper telah dianalisisnya [6].

Analisis dilakukan dalam penelitian ini yaitu menganalisis debit puncak banjir pada Sungai DAS Dombo Sayung dengan menggunakan metode Nakayasu dan FSR Jawa Sumatera. Kemudian hasil dari kedua nilai analisis debit tersebut akan dijadikan sebagai rancangan debit banjir pada berbagai kala ulang (2,5,10,25,50,100,200 dan 500). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang perkiraan debit banjir yang terjadi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis debit banjir untuk mengevaluasi besar nilai debit banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Dombo Sayung, Penggaron dan Dolok Kabupaten Demak. Metode yang digunakan yaitu metode Nakayasu dan FSR Jawa Sumatera. Dalam penelitian ini debit banjir dilakukan pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 500 tahun. Adapun proses penelitian dilaksanakan di wilayah DAS Dombo Sayung dengan luas DAS 46.000 km² dan panjang sungai 19,4 km.

Data dalam penelitian ini yaitu data curah hujan yang telah terhimpun selama 10 tahun yaitu mulai dari 2007 hingga 2016. Kemudian data tersebut diolah dengan tahapan sebagai berikut :

1. Uji konsistensi dilakukan dengan menggunakan metode *double mass curve*.
2. Analisis frekuensi untuk melakukan penentuan parameter statistik dari data curah hujan maksimum dan minimum menggunakan uji chi square dan smirnov kolmogorov.
3. Menentukan distribusi sebaran

4. Perhitungan hujan rencana dan intensitas hujan dilakukan dengan menggunakan metode mononobe.
5. Perhitungan Debit Puncak Banjir Nakayasu
6. Perhitungan Debit Puncak Banjir FSR Jawa Sumatera

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan analisis hujan rencana dibutuhkan data berupa data curah hujan dari stasiun hujan yang memiliki berpengaruh pada DAS di wilayah dilakukannya penelitian. Data hujan yang digunakan berupa data curah hujan maksimum. Kemudian, metode poligon Thiessen digunakan untuk menganalisis besarnya hujan rerata DAS. Namun sebelum melakukan analisis perhitungan dengan metode poligon Thiessen diperlukan uji konsistensi data. Tujuan uji tersebut yaitu untuk mengetahui kevalidan data dari masing-masing stasiun dapat digunakan. Metode *double mass curve* dipilih sebagai metode analisis uji konsistensi. Setelah melakukan uji konsistensi maka akan dilakukan analisis perhitungan terkait dengan hujan rerata DAS melalui poligon Thiessen. Adapun analisisnya yang dilakukan adalah sebagai berikut:

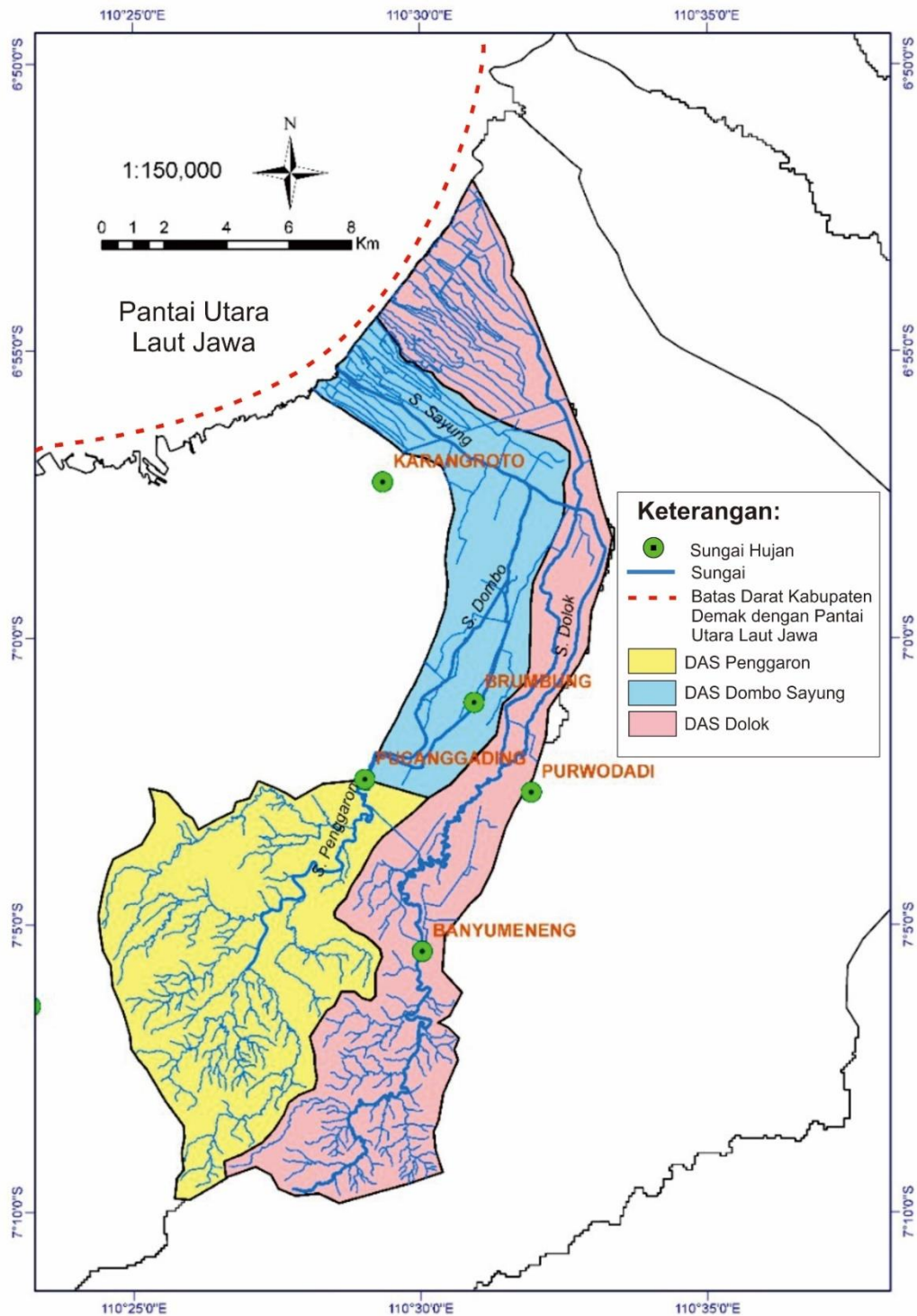
1. Hasil Uji Konsistensi

Uji konsistensi pada kajian ini menggunakan metode *double mass*. Adapun stasiun yang diuji meliputi Stasiun Pucanggading, Brumbung, Banyumeneng, Karangroto, Purwodadi dan Sigotek. Data yang dipilih yaitu data hujan pada periode 2007 hingga tahun 2016 (10 tahun).

Adapun persebaran stasiun dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan persebaran stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian ini. Maka hasil

uji nilai konsistensi dengan bantuan program Aprob menunjukkan kekonsistensian. Sehingga stasiun yang

tersebar dalam Gambar 1 dapat dijadikan sebagai data analisis



Gambar 1. Persebaran Stasiun Hujan di Wilayah Sungai Penggaron, Dombo Sayung dan Dolok (Sumber: Olah Data, 2019)

Tabel 1. Jumlah Hujan Harian Pada Masing-Masing Stasiun Hujan Pada Rentang Periode Tahun 2007-2016

Tahun	Jumlah Hujan Harian (mm)					
	Pucanggading	Brumbung	Banyumeneng	Karangroto	Purwodadi	Sigotek
2016	2368	2433	4125	2772	1597	3664
2015	1478	1712	2650	1435	1280	2155
2014	2055	2703	3276	2653	1358	2594
2013	2193	2244	3046	2558	1869	2614
2012	2217	2209	2075	2142	1623	1402
2011	2076	3106	2158	1695	1606	1961
2010	2635	3106	2854	2669	2450	2429
2009	2038	1896	1933	1658	1323	948
2008	2990	2407	2355	3003	1171	2547
2007	2191	1661	1145	1735	1855	13

Tabel 1 merupakan tabel jumlah hujan harian pada masing-masing stasiun yang dipilih berdasarkan pada kelengkapan data hujan. Berdasarkan pada data pada Tabel 1 tersebut maka akan diperoleh grafik konsistensi dengan menggunakan metode *double mass* yang mempresentasikan kekonsistensian. Nilai kekonsistensian inilah yang akan menentukan stasiun mana saja yang cocok

untuk digunakan sebagai data dalam menganalisis debit banjir.

2. Analisis frekuensi

Perhitungan curah hujan rencana diperoleh berdasarkan pada parameter-parameter statistik. Setelah perhitungan statistik dan logaritmik selesai dilakukan penentuan distribusi apa yang sesuai atau mendekati. Pengujian parameter dilakukan dengan melihat syarat nilai *coefisien skewness* (Cs) dan *coefisien kurtosis* (Ck).

Tabel 2. Hujan Harian Maksimum Tahunan

Tahun	Hujan Rerata Maksimum (mm)		
	DAS Dombo Sayung	DAS Dolok	DAS Penggaron
2007	76	61	54
2008	120	76	77
2009	97	78	70
2010	87	73	77
2011	72	57	80
2012	130	71	29
2013	116	87	57
2014	130	124	84
2015	52	109	32
2016	68	128	95

Hasil analisis perhitungan frekuensi Sungai, Penggaron, Sungai Dombo Sayung dan Sungai Dolok berdasarkan perhitungan nilai curah hujan maksimum rerata harian telah dianalisis. Hasil analisis daerah menjadi curah hujan rencana menggunakan program Aprob untuk Gumbel, Distribusi Normal, Log Pearson maupun Log Pearson III. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi yang tepat untuk melakukan analisis yaitu distribusi Log Pearson III.

Sehingga berdasarkan pada analisis tersebut diketahui besar hujan rencana pada periode kala ulang T Tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

3. Distribusi Sebaran

Distribusi sebaran dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan aplikasi Aprob Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan aprob dan pengecekan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov-Kolmogorov maka dapat diketahui bahwa distribusi yang tepat

4. Perhitugan Hujan Rencana dan Intensitas

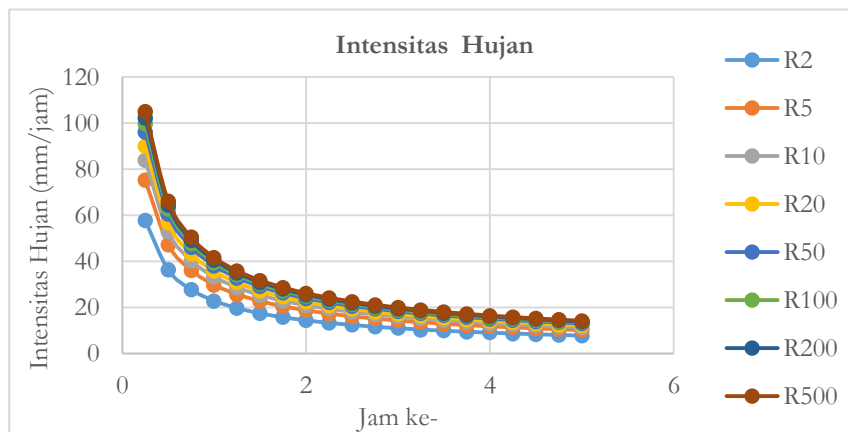
Hujan rencana dalam penelitian ini diperoleh dari distribusi yang memenuhi. Berdasarkan hasil Uji Chi-Square dan Uji Smirnov-Kolmogorov dan distribusi yang sesuai adalah Log Pearson III. Maka, hasil perhitugan hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Hujan Rencana dengan Periode Ulang T Tahun

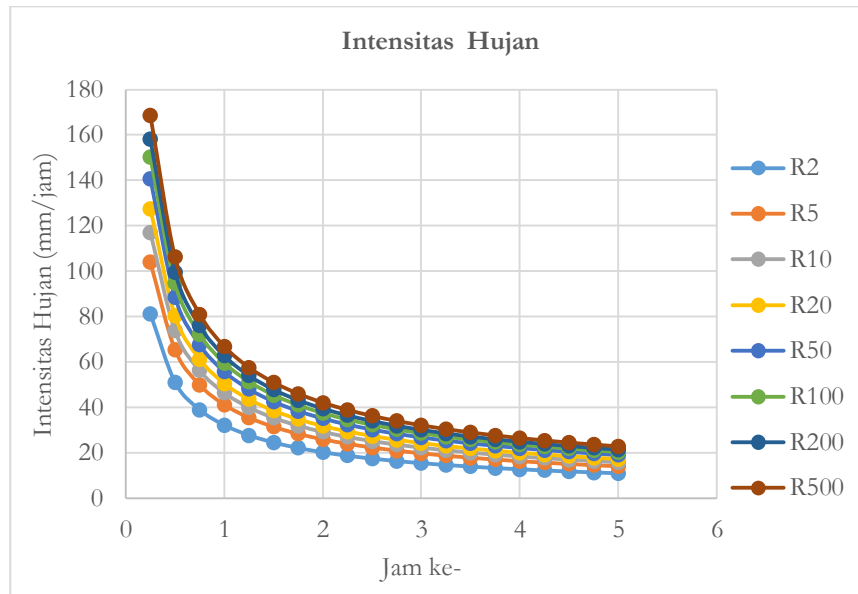
Kala Ulang (T)	Penggaron (mm/jam)	Dombo Sayung (mm/jam)	Dolok (mm/jam)
2	66	93	82
5	86	119	105
10	96	134	121
20	103	146	137
50	110	161	158
100	114	172	175
200	117	181	193
500	120	193	218

Selanjutnya terkait dengan intensitas, maka intensitas hujan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 untuk

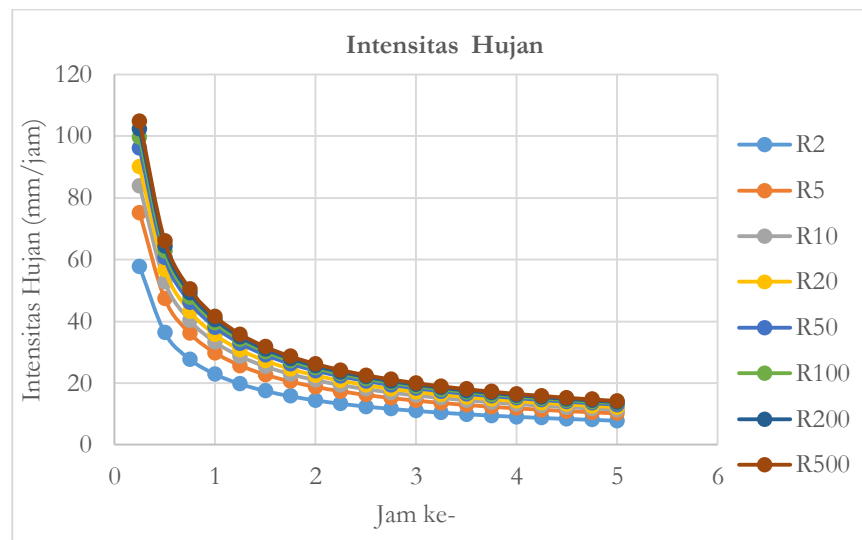
Sungai Penggaron, Gambar 3 Sungai Dombo Sayung dan Sungai Dolok pada Gambar 4.



Gambar 2. Intensitas Hujan Sungai Penggaron



Gambar 3. Intensitas Hujan Sungai Dombo Sayung



Gambar 4. Intensitas Hujan Sungai Dolok

5. Analisis Debit Banjir

Dalam penelitian ini, analisis debit banjir dihitung berdasarkan pada dua metode yang berbeda yaitu metode Nakayasu dan metode FSR Jawa Sumatera. Setelah dilakukan analisis perhitungan kemudian hasil analisis kedua metode dibandingkan. Berikut adalah persamaan-persamaan untuk melakukan analisis besarnya nilai debit banjir. Pertama yaitu metode Nakayasu sebagai berikut [7].

$$Q_p = \frac{CAxR_o}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})} \quad (1)$$

dengan, Q_p : Debit puncak banjir (m^3/dt)

R_o : Hujan satuan (mm)

T_p : Tenggang waktu permulaan hujan

$T_{0.3}$: Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari puncak hingga 30% dari debit puncak (jam)

CA : Luas Daerah Pengaliran Sungai (km²)

banjir dengan periode ulang T metode Nakayasu.

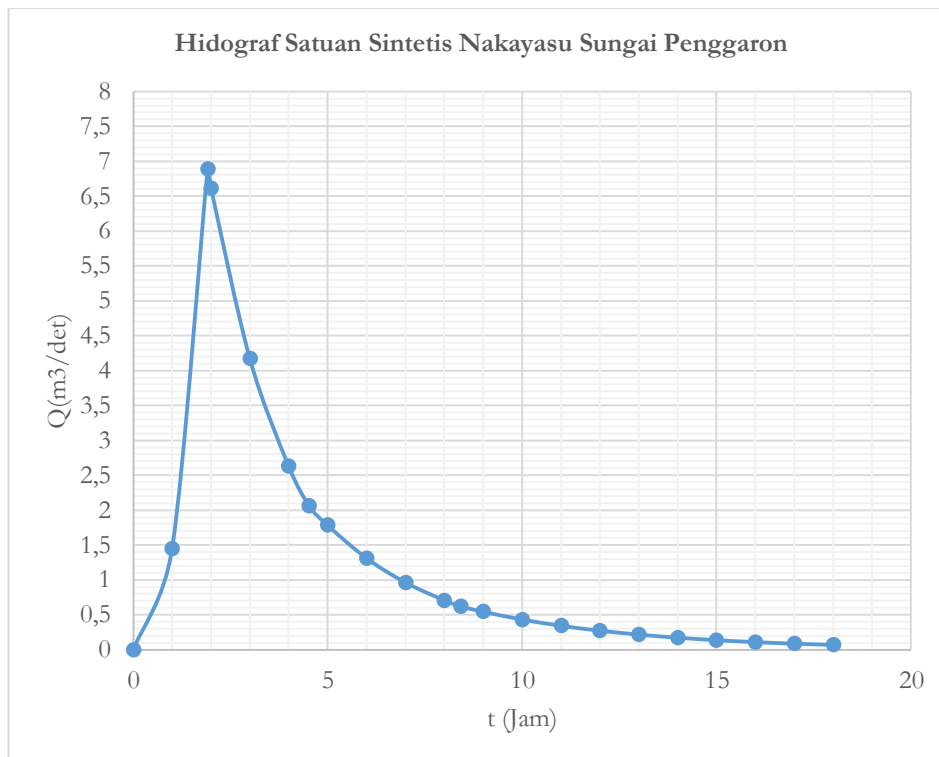
Sehingga, berdasarkan pada persamaan (1), dapat diketahui debit

Tabel 4. Debit Banjir dengan Periode Ulang T Metode Nakayasu

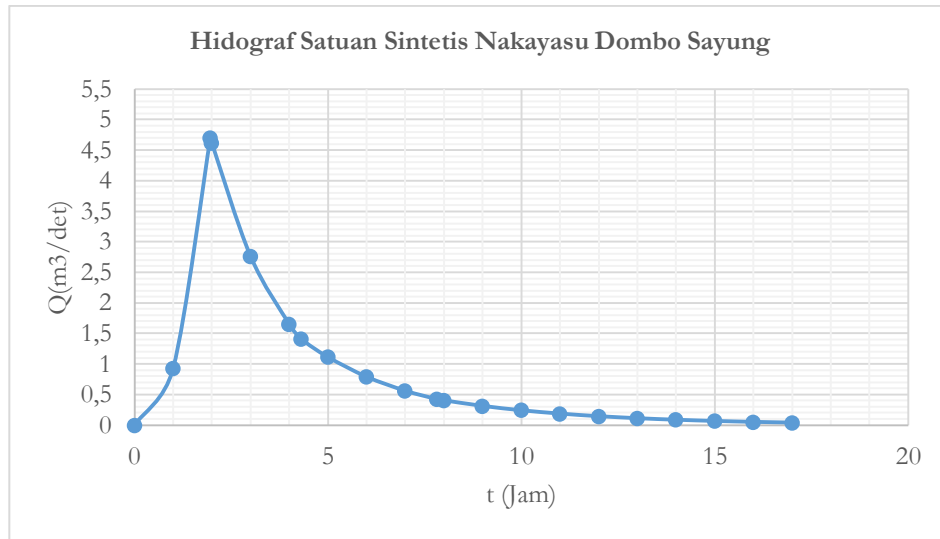
Periode Ulang (Tahun)	Qt (m ³ /detik)		
	Sungai Penggaron	Sungai Dombo Sayung	Sungai Dolok
2	149.3	143.7	146.6
5	194.2	183.4	186.5
10	216.6	206.3	214.3
20	232.3	224.7	241.9
50	248.0	247.6	278.4
100	256.9	264.4	307.9
200	263.7	278.1	339.1
500	270.4	296.5	382.4

Selanjutnya adalah hidrograf hasil analisis metode Nakayasu. Pada Gambar 5, 6 dan 7 ditunjukkan Hidrograf Satuan

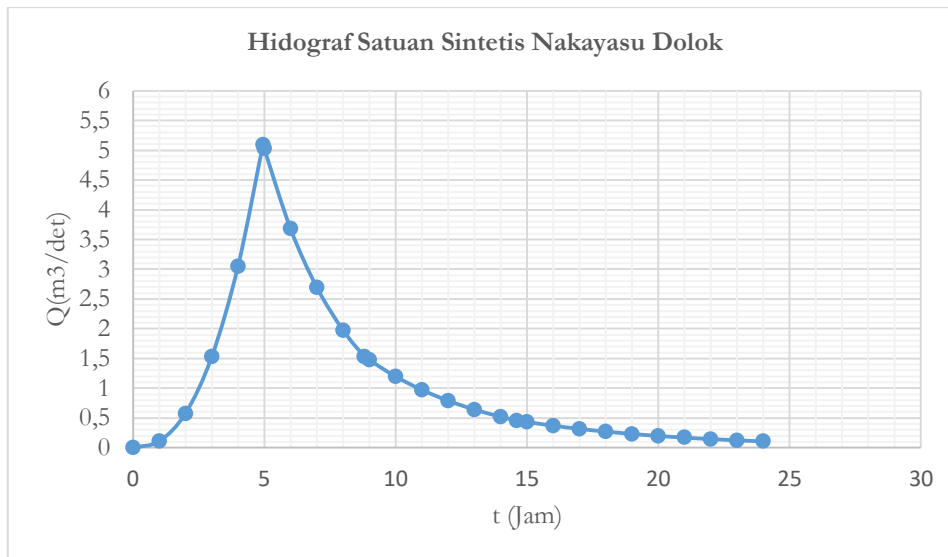
Sintesis Nakayasu untuk Sungai Penggaron, Dombo Sayung dan Sungai Dolok.



Gambar 5. Hidrograf Nakayasu Sungai Penggaron



Gambar 6. Hidrograf Nakayasu Sungai Dombo Sayung



Gambar 7. Hidrograf Nakayasu Sungai Dolok

Selanjutnya analisis debit banjir dengan metode FSR Jawa Sumatera yaitu menggunakan persamaan-persamaan yang ditunjukkan sebagai berikut:

$$QT = GF \times MAF \quad (2)$$

dengan, MAF : Debit maksimal rata-rata tahunan

QT : Debit Banjir FSR Jawa Sumatera

GF : *Growth factor* [8]

Perhitungan QT pada metode FSR Jawa Sumatera diperlukan beberapa parameter seperti luas DAS, hujan rencana, hulu-hilir, panjang sungai. Sungai Penggaron memiliki luas DAS 78,814 km² dan panjang sungai 12,001 km, hulu hilir 0,0400 km. Sementara untuk Sungai Dombo Sayung luas DAS 49,677 km² dan panjang sungai 12,457 km, hulu hilir 0,0283 km. Sungai Dolok 98,205 km² dan panjang sungai 46,52 km, hulu hilir 0,3569 km. Nilai *growth factor* dalam penelitian ini 0, 1.26, 1.56, 1.88, 2.35, 2.75, 3.27 dan 4.01. Sedangkan nilai MAF diperoleh

dipengaruhi oleh luas DAS, rata-rata hujan tahunan terbesar, indeks kemiringan, dan faktor reduksi area.

Adapun, nilai faktor reduksi area berdasarkan pada *Institute of Hidrology* untuk luas Daerah Pengaliran Sungai (DPS) 1-10 km² yaitu faktor reduksi areanya adalah 0,99. Sedangkan untuk luas DPS 10-30 faktor reduksi areanya 0,97. Kemudian indeks kemiringan diperoleh untuk Sungai Penggaron adalah 0,0038 m²/km. Sungai Dombo Sayung 0,0025 m³/km dan Sungai Dolok 0,0085 m³/km.

Tabel 5 merupakan hasil analisis debit banjir dengan menggunakan metode FSR Jawa Sumatera DAS Dombo Sayung untuk Sungai Penggaron, Dombo Sayung dan Dolok.

Tabel 5. Hasil Analisis Debit Banjir dengan Periode Kala Ulang T Metode FSR Jawa Sumatra

Periode Ulang (Tahun)	Qt (m ³ /detik)		
	Sungai Penggaron	Sungai Dombo Sayung	Sungai Dolok
2	0	0	0
5	15.7	23.1	33.3
10	25.4	38.2	58.3
20	36.4	56.8	95.2
50	53.4	90.2	168.6
100	68.2	124.0	253.3
200	86.4	167.1	382.7
500	112.7	239.7	632.1

Hasil perbandingan debit banjir metode Nakayasu dan FSR Jawa Sumatera dapat dilihat pada Tabel 6. Jika ditinjau berdasarkan pada nilai kala ulang debit banjir pada Sungai Penggaron, Dombo Sayung dan Dolok yang dianalisis dengan menggunakan Metode Nakayasu telah mampu mendeteksi keberadaan debit banjir. Akan tetapi saat dianalisis menggunakan FSR Jawa Sumatra pada kala

ulang 2 tahun belum terdeteksi seberapa besar rencana debit banjir yang terjadi di masing-masing sungai.

Dengan demikian, maka hasil analisis debit banjir rencana menggunakan metode Nakayasu dan FSR Jawa Sumatera menunjukkan adanya perbedaan. Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat Perbedaan hasil analisis kemungkinan dipengaruhi oleh parameter pengukuran yang berbeda. Dimana, parameter yang berpengaruh pada analisis Nakayasu yaitu nilai tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf atau disebut dengan *time of peak*. Kemudian tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf atau disebut sebafei *time lag*. Selanjutnya tenggang waktu hidrograf atau disebut dengan *time base of hydrograph*, luas daerah aliran sungai, dan panjang aliran sungai. Sedangkan pada FSR Jawa Sumatera parameter yang digunakan diantaranya luas DAS, panjang sungai, indeks danau, indeks kemiringan, *growth factors*, rata-rata hujan tahunan terbesar, hulu dan hilir.

Selain itu, faktor klimatologi juga berpengaruh pada nilai debit banjir. Peningkatan debit banjir dari waktu ke waktu diprediksi mengalami peningkatan yang semakin besar. Hal ini salah satunya dipengaruhi oleh iklim. Pada kajian yang dilakukan oleh Prasetyo dkk (2018) disebutkan bahwa perubahan iklim memberi dampak negatif pada lingkungan. Salah satunya adanya kenaikan permukaan laut. Sehingga, kenaikan ini dapat menyebabkan daratan mengecil. Salah satunya di wilayah Demak [9]. Nilai debit banjir akan sangat deras jika kecepatan air yang mengalir juga tinggi sehingga berlangsung cepat dan jumlah air sedikit.

Pada umumnya banjir yang diakibatkan pada kondisi tersebut memiliki sifat yang destruktif. Sehingga jika didasarkan pada hasil perhitungan dapat diperkirakan pada

kala ulang 500 tahun debit banjir terbesar akan terjadi dengan kemungkinan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan [10].

Tabel 6. Perbandingan Metode Nakayasu dan FSR Jawa Sumatra

Kala Ulang (Tahun)	Qt (m ³ /detik)					
	Sungai Penggaron		Sungai Dombo Sayung		Sungai Dolok	
	Nakayasu	FSR Jawa Sumatra	Nakayasu	FSR Jawa Sumatra	Nakayasu	FSR Jawa Sumatra
2	149.3	0	143.6	0	146.6	0
5	194.2	15.7	183.4	23.1	186.5	33.3
10	216.6	25.4	206.3	38.2	214.2	58.3
20	232.3	36.4	224.6	56.8	241.9	95.2
50	248.0	53.4	247.5	90.2	278.3	168.6
100	256.9	68.2	264.3	124.0	307.8	253.7
200	263.7	86.4	278.1	167.1	339.1	382.7
500	270.4	112.7	296.4	239.7	382.2	632.1

4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai debit banjir pada DAS Penggaron, Dombo Sayung, Dolok. Jika ditinjau berdasarkan pada kala ulang debit banjir pada masing-masing sungai yang dianalisis dengan menggunakan Metode Nakayasu telah mampu mendeteksi keberadaan debit banjir, akan tetapi saat dianalisis dengan menggunakan FSR Jawa Sumatra pada kala ulang 2 tahun belum terdeteksi seberapa besar rencana debit banjir yang terjadi di masing-masing sungai.

Debit banjir rencana yang dianalisis melalui dua metode tersebut memiliki perbedaan. Dimana metode Nakayasu dapat menunjukkan nilai debit meskipun di kala ulang 2 Tahun. Sementara untuk metode FSR Jawa Sumatera tidak menunjukkan adanya nilai debit banjir.

Adapun, hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir yang dianalisis dengan menggunakan metode Nakayasu menghasilkan debit banjir yang lebih besar daripada analisis debit banjir menggunakan FSR Jawa Sumatera.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arahman, Iman. "Pengendalian Banjir Sungai Dombo Sayung Kabupaten Demak", Jurnal Karya Teknik Sipil Volume 4 (1), (135-144), 2015.
- [2] R. P. Sembiring, U. S. Hardjanto, and S. A. G. Pinilih, "Pencegahan Dan Penanggulangan Banjir Dan Rob Menurut Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 14 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011-2031," Diponegoro Law Journal, vol. 8, no. 1, pp. 664-687, Jan. 2019.
- [3] Maryanti, Setty, "Identifikasi Penggunaan Lahan Terhadap Pendangkalan Sungai Wonokerto Kecamatan Karangtengah Kabupaten Demak" Surakarta: Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX, 2018.
- [4] Alhakim, Euis E., Abimanyu Bondan WS., Eko Rudi Iswanto, "Perbandingan Hidrograf Satuan Sub-DAS Cisadane untuk Analisis Banjir Tapak RDNK Serpong",

- Jurnal Pengembangan Energi Nuklir
Vol. 21, No. 2, 97-104, 2019
- [5] G. Pitanggi, I. Lestari, S. Darsono, and S. Salamun, "Normalisasi Sungai Dolok Semarang – Demak, Jawa Tengah," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 6, no. 4, pp. 367-376, Dec. 2017.
- [6] A. Ma'ruf, A. Graha, S. Salamun, and I. Ismiyati, "Pengembangan Sungai Banjir Kanal Timur Semarang Sebagai Transportasi Sungai Untuk Tujuan Wisata," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 4, no. 4, pp. 107-120, Nov. 2015.
- [7] Bambang Triatmodjo "Hidrologi Terapan", Yogyakarta: Beta Offset, 2008
- [8] Loebis, Joesron."Banjir Renana Bangunan Air", Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU, 1987
- [9] Y Prasetyo., N Bashit., B Sasmito dan W Setianingsih."Impacct of Land Subsidence and Sean Level Rise Influence Shoreline Change in The Coastal Area of Demak" The 4th International Conference of Indonesian Society for Remote Sensing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 280
- [10] Santosa, Wicke Widyanti., Andri Suprayogi., Bambang Sudarsono. "Kajian Pemetaan Tingkat Kerawanan Banjir Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : DAS Beringin, Kota Semarang)" *Jurnal Geodesi Undip Volume 4, Nomor 2, Halaman 185-190, 2015.*