

DEBIT BANJIR RENCANA PADA DAS CITANDUY MENGGUNAKAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK NAKAYASU, HASPER, WEDUWEN, MANONOBE DAN ANALISA FREKUENSI

Jovan Putranda^{1,2}

¹Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jl. Pattimura No. 20, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12110

²Prodi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kota Bandung, Jawa Barat 40132

Email korespondensi: putranda1991@gmail.com

ABSTRAK

Banjir terjadi ketika daya tampung sungai kurang dari debit banjir yang terjadi. DAS Citanduy menjadi salah satu daerah aliran sungai yang berada di Jawa Barat dengan potensi untuk banjir. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui debit banjir rencana untuk digunakan dalam perancangan menanggulangi bencana banjir sehingga dapat mencegah kerugian yang ditimbulkan terhadap masyarakat. Analisa debit banjir menggunakan lima metode, yaitu metode Nakayasu, Hasper, Weduwen, mononobe, dan analisis frekuensi. Debit banjir rencana untuk masing-masing metode pada kala ulang 50 tahun dan 100 tahun yaitu, metode nakaysu adalah 1436 m³/detik dan 1529 m³/detik, metode hasper adalah 1467 m³/detik dan 1436 m³/detik, metode weduwen adalah 1250 m³/detik dan 1277 m³/detik, metode mononobe adalah 1460 m³/detik dan 1491 m³/detik, dan untuk metode analisa frekuensi adalah 1454 m³/detik dan 1503 m³/detik. Dari lima metode yang dipilih adalah metode nakayasu untuk dijadikan debit banjir rencana. Metode Nakayasu memberikan debit kala ulang untuk 2 tahun sebesar 1257 m³/detik, 5 tahun debit sebesar 1356 m³/detik, 10 tahun debit sebesar 1407 m³/detik, 20 tahun dengan debit sebesar 1449 m³/detik, 50 tahun dengan debit sebesar 1436 m³/detik, dan debit sebesar 1529 m³/detik dengan kala ulang 100 tahun. Berdasarkan perbandingan debit kala ulang dan debit maksimum pada pos duga karangsari dari tahun 2011 s.d. 2021, tidak ada debit maksimum yang melewati debit kala ulang 10 tahun.

Kata kunci: Banjir, debit, analisa, metode, nakayasu

ABSTRACT

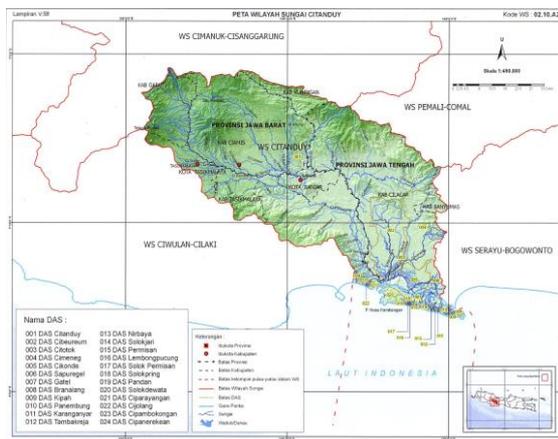
Floods occur when the capacity of the river is less than the flood discharge that occurs. The Citanduy watershed is one of the watersheds in West Java with the potential for flooding. This research was conducted to determine the planned flood discharge to be used in the design of tackling flood disasters so as to prevent losses caused to the community. Flood discharge analysis uses five methods, namely the Nakayasu, Hasper, Weduwen, mononobe, and frequency analysis methods. The design flood discharge for each method at a return period of 50 years and 100 years is, namely, the Nakaysu method is 1436 m³/sec and 1529 m³/sec; the Hasper method is 1467 m³/sec and 1436 m³/sec; the Weduwen method is 1250 m³/sec sec and 1277 m³/sec; the Mononobe method is 1460 m³/sec and 1491 m³/sec; and the frequency analysis method is 1454 m³/sec and 1503 m³/sec. Of the five methods chosen, the Nakayasu method is used to design flood discharge. The Nakayasu method gives a return discharge for 2 years of 1257 m³/sec, 5 years of discharge of 1356 m³/sec, 10 years of discharge of 1407 m³/sec, 20 years of discharge of 1449 m³/sec, 50 years of discharge of 1436 m³/sec, and a discharge of 1529 m³/sec with a return period of 100 years. Based on a comparison of return period discharge and maximum discharge at the Karangsari suspect post from 2011 to 2021, there is no maximum discharge that exceeds the 10-year return period discharge.

Keywords: Flood, discharge, analysis, method, nakayasu

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah peristiwa DAS yang terjadi sebagai akibat dari kondisi hidrologi yang parah. Banjir dapat menjadi aliran atau genangan air yang menyebabkan kerugian ekonomi atau bahkan korban jiwa. (Asdak, 1995). Secara umum, banjir dan kekeringan terjadi sebagai akibat dari kondisi iklim yang ekstrim, ketidakseimbangan hidrologi dan penggunaan lahan yang tidak tepat. (Irawanto, 2021)

Sungai Citanduy merupakan salah satu sungai di Wilayah Sungai Citanduy yang pengelolaannya dibawah kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy. Secara administratif, Sungai Citanduy bagian hulu berada di Kabupaten Tasikmalaya, bagian tengah berada di kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, dan bagian hilir berada di kabupaten Pangandaran dan di Kabupaten Cilacap. Panjang sungai Sitanduy sekitar 175 km dan mengalir ke laguna Segara-Anakan. Daerah Aliran Sungai Citanduy memiliki wilayah seluas 3.648 Km². DAS Citanduy pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. DAS Citanduy

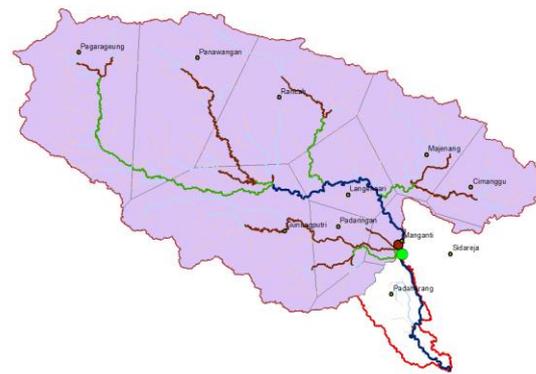
Analisa debit banjir pada sungai citanduy dapat menjadi bagian dari perencanaan bangunan air.

2. DATA DAN LANDASAN TEORI

Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan untuk menentukan perkiraan debit banjir adalah data curah hujan atau data debit sesaat yang cukup lama (minimal 10 tahun).

Data curah hujan yang ada dan dianggap mewakili kondisi karakteristik hujan untuk DAS Citanduy ini diperoleh dari 11 stasiun pencatat curah hujan yaitu: Pos Hujan Langensari (2011 - 2021), Pos Hujan Cimanggu (2011 - 2021), Pos Hujan Panawangan (2011 - 2021), Pos Hujan Manganti (2011 - 2021), Pos Hujan Padaringan (2011 - 2021), Pos Hujan Gunungputri (2011 - 2021), Pos Hujan Padaherang (2011 - 2021), Pos Hujan Majenang (2011 - 2021), Pos Hujan Sidareja (2011 - 2021), Pos Hujan Pagarageung (2011 - 2021). Sedangkan data debit yang menunjukkan besaran debit Sungai Citanduy diperoleh pada pos pengamatan debit Karangsari. Lokasi sebelas stasiun hujan dan titik control debit air ditunjukkan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Analisa polygon thiesen

Titik lingkaran berwarna hijau pada Gambar 2 adalah lokasi pos duga air karangsari yang dijadikan sebagai titik outlet analisa pada DAS Citanduy.

Data hujan harian maksimum untuk setiap pos hujan kemudian dilakukan analisa dengan menggunakan metode polygon

thiesen. Untuk bobot polygon thiesen bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Bobot poligon Thiesen di DAS Citanduy

<i>Pos Curah Hujan</i>	<i>Bobot Polygon Thiesen</i>
Langensari	6.9%
Cimanggu	7.1%
Rancah	15.4%
Panawangan	15.9%
Manganti	2.1%
Padaringan	4.2%
Gunungputri	19.2%
Padaherang	1.6%
Majenang	9.7%
Sidareja	0.3%
Pagarageung	17.4%

Berdasarkan pembobotan nilai poligon Thiessen di atas, dapat diperoleh nilai curah hujan regional untuk DAS Citanduy. Nilai maksimum curah hujan maksimum untuk setiap tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah hujan harian maksimum regional

<i>Tahun</i>	<i>Curah Hujan Harian Maksimum Regional (mm)</i>
2011	99
2012	123
2013	126
2014	120
2015	110
2016	122
2017	101
2018	98
2019	115
2020	120

2021	126
------	-----

Debit maksimum pada DAS Citanduy dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Debit pada pos duga air karangsari

<i>Tahun</i>	<i>Debit (m3/detik)</i>
2011	858
2012	787
2013	552
2014	1,392
2015	684
2016	961
2017	1,087
2018	1,209
2019	996
2020	1,233
2021	1,164

Hujan rencana merupakan jumlah curah hujan dengan kala ulang tertentu. Untuk menentukan jumlah curah hujan yang diharapkan dari data rata-rata curah hujan regional yang ditetapkan Tabel 2 di atas, dilakukan analisis frekuensi dengan metode distribusi sebagai berikut:

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Log Normal
- c. Distribusi Gumbel
- d. Distribusi Log Pearson Type III

Pada dasarnya keempat metode distribusi frekuensi ini merupakan prediksi berdasarkan probabilitas terjadinya suatu peristiwa.

Untuk dapat menentukan nilai probabilitas sebagai probabilitas terjadinya suatu peristiwa, biasanya perlu ditentukan terlebih dahulu besarnya parameter statistik dari data yang diperiksa. Parameter statistik yang digunakan dalam analisis hidrologi, antara lain::

Deviasi standar

$$“S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}},” \quad (1)$$

Koefisien Skewness

$$C_s = “\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)^{\frac{3}{2}}} \times \frac{n^2}{(n-1) \times (n-2)},” \quad (2)$$

Koefisien kurtosis

$$“C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)^2} \times \frac{n^3}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3)},” \quad (3)$$

Koefisien variasi

$$“C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (4)”$$

Metode Distribusi Normal

Distribusi normal atau distribusi Gauss. Metode menghitung curah hujan yang direncanakan menurut distribusi normal, digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut:

$$“X_T = \bar{X} + k.S” \quad (5)$$

Metode Distribusi Log Normal

Metode Distribusi Log Normal jika digambarkan menggunakan kertas peluang logaritmik akan menjadi garis lurus, sehingga dengan demikian persamaan distribusi log normal dapat dinyatakan sebagai :

$$“\log X_T = \overline{\log \bar{X}} + k.S_{\log X_i}” \quad (6)$$

Metode Distribusi Gumbel

Dalam menghitung besaran curah hujan rencana, Metode Gumbel menggunakan persamaan distribusi frekuensi empiris yang dinyatakan sebagai berikut:

$$“X_T = \bar{X} + \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} \times S_x” \quad (8)$$

Metode Distribusi Log Pearson Type III

Metode distribusi Log Pearson Type III berbentuk garis lurus jika digambarkan dalam kertas probabilitas logaritmik, sehingga persamaan distribusi tersebut dinyatakan dengan model matematis sebagai berikut.:

$$“\log X_T = \overline{\log \bar{X}} + k.S_{\log X_i}” \quad (9)$$

Tabel 4. Hujan rencana metode distribusi normal, log normal, gumbel, dan log pearson type III

T Kala Ulan g (Tahun)	Curah Hujan Rencana, XT (mm)			
	Metode Distribusi			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
2	114	114	113	115
5	123	124	122	124
10	128	129	128	128
20	132	133	134	131
50	136	139	142	134
100	139	142	148	136

Uji Kecocokan Metode Distribusi

Uji kecocokan metode distribusi bertujuan untuk mengetahui kecukupan persamaan distribusi probabilitas yang digunakan, apakah persamaan distribusi tersebut dapat mewakili distribusi statistik dari data yang dianalisis baik untuk data vertikal maupun simpangan data horizontal . Nilai deviasi yang lebih kecil menunjukkan bahwa metode distribusi yang dimaksud lebih tepat dibandingkan dengan metode distribusi lain yang bermaksud menggunakan jumlah curah hujan untuk menganalisis debit banjir yang diproyeksikan.

Pengujian kecocokan yang umum digunakan adalah metode uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov, dimana uji Chi Kuadrat merupakan uji terhadap simpangan data vertikal dan uji Smirnov Kolmogorov sebagai uji terhadap simpangan data horisontal.

Hasil perhitungan uji chi square untuk perhitungan hujan rencana dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Uji chi square untuk perhitungan hujan rencana

Metode Distribusi	Chi Kuadrat	Chi Kritik	Keterangan n
Normal	3.091	5.991	terima
Log Normal	3.091	5.991	terima
Gumbel	3.091	5.991	terima
Log Pearson Type III	3.091	3.841	terima

Hasil perhitungan uji Smirnov Kolmogorov untuk perhitungan hujan rencana pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Uji Smirnov Kolmogorov untuk perhitungan hujan rencana

Metode Distribusi	D Max	D Kritik	Keterangan n
Normal	0.185	0.39	terima
Log Normal	0.192	0.39	terima
Gumbel	0.239	0.39	terima
Log Pearson Type III	0.162	0.39	terima

Berdasarkan kedua uji semua metode diterima. Dengan membandingkan uji maka dipilih hasil metode distribusi normal yang digunakan.

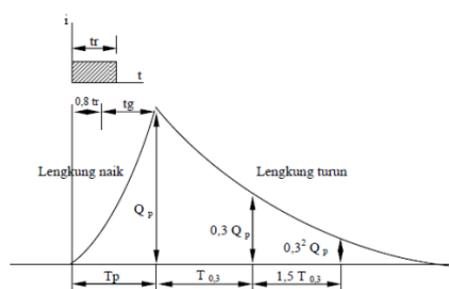
Tabel 7. Hujan Rencana untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun

Kala Ulang n (tahun)	Hujan Rencana (mm)
2	114
5	123
10	128
20	132
50	136

Kala Ulang n (tahun)	Hujan Rencana (mm)
100	139

Metode HSS Nakayasu

Nakayasu menganggap bahwa hujan harian maksimum di Indonesia umumnya terjadi pada konsentrasi setelah 6 jam. Dengan demikian distribusi hujan jam-jaman dalam metode HSS didasarkan pada waktu selama 6 jam. Adapun rumus, persamaan, Batasan dan persyaratan dari metode HSS Nakayasu dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik unit hidrograh Nakayasu[2]

$$Q_p = \frac{A \times R_o}{3.6 \times (0.3T_p + T_{0.3})} \quad (10)$$

Dimana Q_p adalah debit puncak, A adalah luas catchment area, R_o adalah satuan hujan efektif jam-jaman, T_p adalah waktu mencapai puncak banjir, sedangkan $T_{0.3}$ adalah waktu dari puncak banjir ke $0.3 Q_p$. Dari peta DAS dapat diambil beberapa elemen penting seperti panjang sungai (L) dan luas DAS (A) yang digunakan untuk hidrograf satuan sintetik Nakayasu.

Time Lag (T_g) dan Waktu Puncak (T_p)

Untuk $L > 15$ km maka $T_g = 0.5279 + 0.058 L$ dan untuk $L < 15$ km maka $T_g = 0.21 L^{0.7}$. Sedangkan untuk $T_p = T_g + 0.8 T_r$.

Dimana T_p adalah peaktime, T_g adalah time lag yaitu waktu terjadinya hujan sampai debit puncak, T_r adalah satuan waktu curah hujan, dan L adalah panjang sungai.

Persmaan Bentuk Dasar Hidrograf Satuan

Pada kurva naik

$0 < t < T_p$

$$Q_p = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4} \quad (11)$$

Q_p adalah debit puncak banjir, t adalah waktu, dan T_p adalah waktu permulaan hujan sampai puncak banjir.

Pada kurva turun

$t \leq (T_p + T_{0.3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \times 0.3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0.3}}} \quad (12)$$

$(T_p + T_{0.3}) \leq t \leq (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \times 0.3^{\frac{(t-T_p+0.5T_{0.3})}{1.5T_{0.3}}} \quad (13)$$

$t > (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \times 0.3^{\frac{(t-T_p+0.5T_{0.3})}{2T_{0.3}}} \quad (14)$$

Metode Hasper

Dasar dari metode Hasper adalah dilakukan memperhatikan karakteristik hidrologi serta proses aliran, meliputi: (1) intensitas curah hujan, (2) durasi hujan, (3) daerah dataran banjir, (4) koefisien limpasan, (5) waktu konsentrasi aliran. (Ponce,1989). Persamaan debit puncak banjir rencana dari metode Hasper adalah sebagai berikut:

$$Q_n = \alpha \beta q_n F \quad (15)$$

Q_n adala debit banjir rencana Kala Ulang n tahun. α adalah koefisien run off. β adalah koefisien reduksi. Q_n intensitas hujan yang diperhitungkan. F adalah luas daerah pengaliran..

$$\alpha = \frac{1+0.012 \times F^{0.7}}{1+0.075 \times F^{0.7}} \quad (16)$$

$$t = 0.1 \times L^{0.8} \times I^{-0.3} \quad (17)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+3.7 \times 10^{-0.4t}}{t^2+15} \times \frac{F^{0.75}}{12} \quad (18)$$

$$q_n = \frac{r_n}{3.6 \times t}$$

Untuk $t < 2$ jam

$$r_n = \frac{t \times R_n}{t+1-0.0008 \times (260-R_n) \times (2-t)^2} \quad (19)$$

Untuk $2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam}$

$$r_n = \frac{t \times R_n}{t+1} \quad (20)$$

Untuk $19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari}$

$$r_n = 0.707 \times R \times \sqrt{t+1} \quad (21)$$

Metode Weduwen

Metode Weduwen memiliki kesamaan pada metode Hasper, yaitu Rational, namun perhitungan dilakukan dengan cara numerik dengan terlebih dahulu mengambil suatu harga waktu konsentrasi t sedemikian rupa sehingga dihasilkan harga t yang sama atau mendekati.

Persamaan debit puncak banjir rencana dari metode Weduwen ini diambil berdasarkan persamaa Pascher, sebagai berikut:

$$Q_T = \alpha \beta q F \times \frac{R_T}{240} \quad (22)$$

Q_T adalah debit banjir rencana dengan Kala Ulang n tahun. α adalah koefisien run off. β adalah koefisien reduksi. q intensitas hujan yang diperhitungkan. F adalah luas daerah pengaliran. R_T adalah curah hujan maksimum rencana untuk Kala ulang T tahun.

$$\alpha = 1 - \frac{4.1}{q+7} \quad (23)$$

$$t = \frac{0.476 \times F^{0.375}}{(\alpha \beta q)^{0.125} \times F^{0.25}} \quad (24)$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times F}{120+F} \quad (25)$$

$$q = \frac{67.65}{t+1.45} \quad (26)$$

Metode Mononobe

Perhitungan dengan mempertimbangkan karakteristik hidrologi dan proses aliran, meliputi: (1) intensitas hujan, (2) durasi hujan, (3) luas DAS, (4) kehilangan air melalui evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan (5) konsentrasi aliran (Ponce, 1989).

Persamaan debit puncak banjir rencana dari Mononobe adalah sebagai berikut :

$$Q_n = \frac{1}{3.6} \times arA \quad (27)$$

$$r = \frac{R_n}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (28)$$

$$t = \frac{L}{v} \quad (29)$$

$$V = 72 \times \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \quad (30)$$

Q_n adalah debit banjir rencana dengan kala ulang n tahun. α adalah koefisien

pengaliran. r adalah intensitas curah hujan. A adalah luas daerah pengaliran. R_n adalah curah hujan harian maksimum rencana. t adalah waktu konsentrasi (jam). V adalah kecepatan aliran banjir. H adalah beda tinggi.

Metode Analisis Frekuensi

Untuk menentukan besaran debit banjir rencana berdasarkan sederatan data debit maksimum tahunan pada Tabel 1 dilakukan dengan analisis frekuensi. Metoda analisis frekuensi yang digunakan adalah:

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Gumbel
- Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 8. Perhitungan debit banjir rencana untuk metode distribusi normal, log normal, gumbel, dan log pearson type III.

<i>n</i>	<i>Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)</i>			
	<i>Metode Distribusi</i>			
	<i>Normal</i>	<i>Log Normal</i>	<i>Gumbel</i>	<i>Log Pearson Type III</i>
2	1091	1078	1062	1095
5	1240	1242	1218	1245
10	1318	1337	1322	1320
20	1382	1422	1421	1380
50	1454	1523	1550	1445
100	1503	1594	1646	1486

Hasil perhitungan uji chi square untuk debit banjir rencana dibawah ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji chi square untuk debit banjir

<i>Metode Distribusi</i>	<i>Chi Kuadrat</i>	<i>Chi Kritik</i>	<i>Keterangan</i>
Normal	2.182	5.991	diterima

<i>Metode Distribusi</i>	<i>Chi Kuadrat</i>	<i>Chi Kritik</i>	<i>Keterangan</i>
Log Normal	4.909	5.991	diterima
Gumbel	2.182	5.991	diterima
Log Pearson Type III	2.182	3.841	diterima

Berdasarkan tabel 9 dipilih metode distribusi normal karena memiliki nilai selisih chi kuadrat dan chi kritik yang paling besar.

Hasil perhitungan uji smirnov kolomogorov untuk perhitungan debit banjir dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Perhitungan uji smornov Kolmogorov untuk debit banjir

<i>Metode Distribusi</i>	<i>D Max</i>	<i>D Kritik</i>	<i>Keterangan</i>
Normal	0.078	0.39	terima
Log Normal	0.105	0.39	terima
Gumbel	0.146	0.39	terima
Log Pearson Type III	0.070	0.39	terima

Berdasarkan tabel 10 dipilih metode distribusi normal meskipun metode distribusi log pearson type III memiliki selisih Dmax dan Dkritik yang lebih besar.

Alasannya karena selisih Dmax dan Dkritik pada Metode Distribusi Normal hampir sama dengan Metode Distribusi Log Pearson Type III dan pada analisa uji chi square di Tabel 9 metode dengan perhitungan distribusi normal yang dipilih. Metode distribusi normal adalah metode yang dipilih dari hasil uji chi square dan uji smirnov Kolmogorov.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Analisa Curah Hujan, yang meliputi antara lain:

Penentuan hujan wilayah menggunakan beberapa pos hujan yang dianggap mewakili daerah tinjauan.

Perhitungan besaran curah hujan rencana melalui analisa frekuensi dengan menggunakan berbagai metode frekuensi dengan menggunakan berbagai metode distribusi frekuensi.

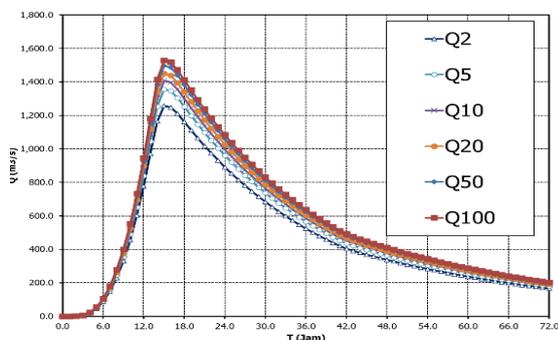
Uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov dalam kecocokan metode Distribusi yang digunakan dalam menentukan besaran curah hujan rencana sebagai input dalam memperkirakan debit banjir Rencana.

Analisis Debit Banjir Rencana menggunakan data curah hujan

Analisis Debit Banjir Rencana menggunakan data debit.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode HSS Nakayasu



Gambar 4. Hydrograph Debit banjir metode nakayasi pada pos duga air karangsari

Berdasarkan Gambar 4 semakin tinggi kala ulangnya tidak menunjukkan perubahan yang cukup signifikan dibandingkan kenaikan Kala ulang 2 tahun ke 5 tahun. Pada Kala ulang 50 dan 100 tahun perubahan tidak terlalu besar. Sehingga perhitungan diambil pada Kala ulang 100 tahun.

Tabel 11. Nilai debit metode Nakayasu

Kala Ulang n (tahun)	Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)
2	1257
5	1356
10	1407
20	1449
50	1497
100	1529

Berdasarkan data tersebut didapatkan debit untuk untuk kala ulang 50 tahunan adalah 1497 m³/detik dan untuk kala ulang 100 tahun adalah 1529 m³/detik.

Tabel 12. Nilai debit menggunakan dengan metode Hasper

Kala Ulang n (tahun)	Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)
2	1206
5	1301
10	1350
20	1391
50	1436
100	1467

Berdasarkan data tersebut didapatkan debit untuk untuk kala ulang 50 tahunan adalah 1436 m³/detik dan untuk kala ulang 100 tahun adalah 1467 m³/detik.

Tabel 13. Nilai debit menggunakan metode Weduwen

Kala Ulang n (tahun)	Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)
2	1050
5	1132
10	1175
20	1210
50	1250

Kala Ulang n (tahun)	Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)
100	1277

Berdasarkan data tersebut didapatkan debit untuk untuk kala ulang 50 tahunan adalah 1250 m³/detik dan kala ulang 100 tahun adalah 1277 m³/detik.

Tabel 14. Nilai debit menggunakan metode Mononobe

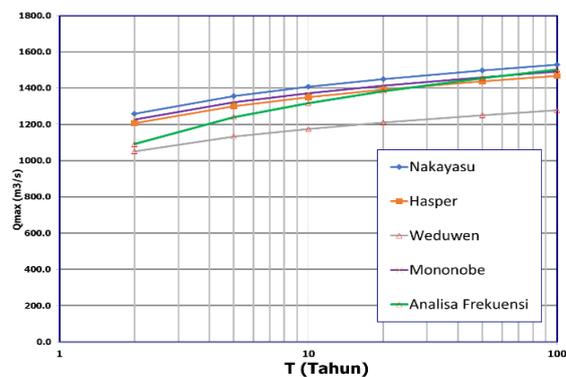
Kala Ulang n (tahun)	Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)
2	1226
5	1322
10	1372
20	1413
50	1460
100	1491

Berdasarkan data tersebut didapatkan debit untuk untuk kala ulang 50 tahunan adalah 1460 m³/detik dan untuk kala ulang 100 tahun adalah 1491 m³/detik.

Tabel 15. Nilai debit menggunakan metode analisa frekuensi

Kala Ulang n (tahun)	Debit Banjir Rencana Q (m³/detik)
2	1091
5	1240
10	1318
20	1382
50	1454
100	1503

Berdasarkan data tersebut didapatkan debit untuk untuk kala ulang 50 tahunan adalah 1454 m³/detik dan untuk kala ulang 100 tahun adalah 1503 m³/detik.



Gambar 5. Perbandingan debit pada kala ulang 2, 5, 10, 20, dan 100 tahun

Dari Gambar 5 hasil perhitungan debit banjir menggunakan metode nakayasu memiliki debit banjir rencana yang lebih besar dan mendekati dari metode analisa frekuensi. Maka dalam perhitungan debit banjir untuk lima metode yang dilakukan. Disarankan menggunakan metode Nakayasu.

Tabel 16. Nilai kala ulang debit maksimum pada pos duga karangsari

Tahun	Debit (m³/detik)	Kala Ulang n (tahun)
2011	858	2
2012	787	2
2013	552	2
2014	1392	10
2015	684	2
2016	961	2
2017	1087	2
2018	1209	2
2019	996	2
2020	1233	5
2021	1164	2

Berdasarkan hasil dari tahun 2011-2021 tidak terjadi debit banjir yang melampaui kala ulang 10 tahun. Sehingga perhitungan yang dilakukan untuk analisa debit banjir bisa mengamankan dari banjir. Debit maksimum tertinggi terjadi pada tahun 2014 yang mendekati kala ulang 10 tahun.

5. KESIMPULAN

Curah hujan rencana adalah 114 mm dengan kala ulang dua tahun, 123 mm dengan kala ulang lima tahun, 128 mm dengan kala ulang sepuluh tahun, 132 mm dengan kala ulang dua puluh tahun, 136 mm dengan kala ulang lima puluh tahun, dan 139 mm untuk kala ulang seratus tahun.

Untuk kala ulang 50 tahun dengan metode Nakaysu debit banjir rencana adalah 1436 m³/detik, dengan metode Hasper sebesar 1467 m³/detik, dengan metode Weduwen sebesar 1250 m³/detik, dengan metode Mononobe adalah 1460 m³/detik, dan dengan metode analisis frekuensi sebesar 1454 m³/detik.

Untuk debit banjir rencana menggunakan kala ulang 100 tahun dengan metode nakaysu adalah 1529 m³/detik, metode hasper adalah 1436 m³/detik, metode weduwen adalah 1277 m³/detik, metode mononobe adalah 1491 m³/detik, dan untuk metode analisa frekuensi adalah 1503 m³/detik.

Metode yang dipilih adalah menggunakan metode Nakayasu dengan nilai untuk kala ulang 2 tahun sebesar 1257 m³/detik, 5 tahun sebesar 1356 m³/detik, 10 tahun sebesar 1407 m³/detik, 20 tahun sebesar 1449 m³/detik, 50 tahun sebesar 1436 m³/detik, dan 100 tahun sebesar 1529 m³/detik.

Selama kurun tahun 2011-2021 tidak ada yang melampaui perhitungan Kala Ulang 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, C. (1995). "Hidrologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai". Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [2] Irawanto, A.G. (2021). "Kajian Kinerja Tanggul Rob dan Kolam Retensi Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Kota dan Kabupaten Pekalongan". Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). "Permen PUPR NO.04/PRT/M/2015 Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai". Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (2016). "SNI 2415:2016 - Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana". Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- [5] Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy. (2016). "SID Penanganan Tanggul Kritis Sungai Citanduy di Hilir Bendung Manganti". Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy, Kota Banjar
- [6] Triatmojo, B. (2010). "Hidrologi Terapan". Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [7] Natakusumah, D. K. (2014). "Cara Menghitung Debit Banjir dengan Metoda Hidrograf Satuan Sintetis". Bahan Kuliah Hidrologi, Institut Teknologi Bandung
- [8] Hardisusanto, N. (2011). "Aplikasi Hidrologi". Jogja Mediautama, Yogyakarta