

KAJIAN METODE EMPIRIS UNTUK MENGHITUNG DEBIT BANJIR SUNGAI NEGARA DI RUAS KECAMATAN SUNGAI PANDAN (ALABIO)

Utami Sylvia Lestari ⁽¹⁾

utami.s.lestari@unlam.ac.id

⁽¹⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik ULM

Ringkasan

Sungai Negara adalah salah satu sungai di propinsi Kalimantan Selatan yang mempunyai luas daerah aliran sungai (DAS) sebesar 3.921 km². Di sungai ini sering terjadi banjir yang banyak menyebabkan banyak kerugian. Oleh karena itu diperlukan adanya perhitungan debit banjir untuk mengetahui nilai debit banjir rencana di Sungai Negara.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh penyimpangan nilai debit banjir rencana dari metode empiris dengan data debit terukur sungai sehingga perlu adanya kajian ketelitian untuk mendapatkan debit banjir rencana yang sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dan melakukan analisis terhadap data curah hujan untuk mendapatkan debit banjir pada daerah aliran Sungai Negara dengan Metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers serta melakukan analisis frekuensi terhadap data debit terukur.

Hasil perhitungan data curah hujan menggunakan metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers terhadap nilai analisis frekuensi data debit terukur didapatkan bahwa penyimpangan terkecil terjadi terhadap metode Der Weduwen yaitu sebesar 38.28% untuk kala ulang 2 tahun, 36.47% untuk kala ulang 5 tahun, 36.04% untuk kala ulang 10 tahun, 35.96% untuk kala ulang 20 tahun, 36.17% untuk kala ulang 50 tahun dan 36.50% untuk kala ulang 100 tahun. Oleh karena itu, metode Der Weduwen dapat digunakan sebagai acuan untuk dalam perhitungan debit banjir rencana untuk merencanakan penanggulangan bencana banjir di Sungai Negara.

Kata kunci: debit banjir rencana, data curah hujan, data debit terukur, Sungai Negara

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Negara adalah salah satu sungai di propinsi Kalimantan Selatan yang mempunyai luas DAS sebesar 3.921 km². Di sungai ini sering terjadi banjir yang banyak menyebabkan banyak kerusakan sarana dan prasana umum serta menyebabkan banyak kerugian harta benda. Tidak hanya masyarakat umum yang terkena dampak langsung, pemerintah juga mengalami kerugian yang sangat banyak karena harus melakukan perbaikan sarana dan prasarana umum yang rusak karena terkena banjir. Oleh karena itu debit banjir rencana perlu dihitung untuk mengantisipasi banjir yang akan terjadi dengan cara melakukan perencanaan pengendalian banjir di suatu sungai

Dalam menghitung debit banjir rencana yang berasal dari data curah hujan diperlukan pengontrolan dengan menggunakan data debit terukur dari sungai tersebut. Dalam menggunakan metode empiris dari pengolahan data curah hujan seringkali terdapat penyimpangan hasil dengan data

debit banjir rencana hasil data debit terukur sehingga perlu adanya kajian ketelitian agar nantinya dapat diperoleh data debit banjir rencana yang sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

Batasan Masalah

1. Perhitungan debit banjir rencana dilakukan di ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio) Kabupaten Hulu Sungai Utara.
2. Analisis hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum selama 26 tahun dari 3 stasiun yaitu stasiun Lampihong, stasiun Kambat, dan stasiun Babirik
3. Metode empiris perhitungan debit banjir rencana yang digunakan adalah metode Rasional, Der weduwen dan Haspers
4. Analisis frekuensi data debit menggunakan data debit terukur selama 26 tahun.
5. Kala ulang rencana pada 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh penyimpangan nilai debit banjir rencana metode empiris menggunakan

metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers dengan data debit terukur sungai sehingga perlu adanya kajian ketelitian untuk mendapatkan debit banjir rencana yang sesuai dengan keadaan sebenarnya

2. LANDASAN TEORI

Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk menghitung debit banjir adalah data curah hujan harian maksimum di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm.

Salah satu cara pendekatan untuk menentukan curah hujan harian maksimum rata-rata pada suatu daerah aliran sungai adalah dengan menggunakan metode Thiessen (Suyono Sosrodarsono, 2006) dengan persamaan sebagai berikut

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan :

P = tinggi hujan rata-rata (mm)

P₁.. P_n = tinggi hujan di setiap titik pengamatan (mm)

A₁..A_n = luas yang dibatasi garis polygon (km²)

Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Dalam melakukan analisis distribusi frekuensi data curah hujan dilakukan dengan 4 metode yaitu metode distribusi normal, metode distribusi log normal, metode distribusi gumbel dan metode distribusi log pearson type III.

Distribusi Normal

Persamaan metode distribusi Normal (Sri Harto Br, 1993) adalah:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_X \quad (2)$$

dengan:

X_{Tr} = besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

\bar{X} = harga rata-rata dari data

$$= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

S_X = simpangan baku

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

K_{Tr} = variabel reduksi Gauss

Distribusi Log Normal

Persamaan metode distribusi Log Normal (Sri Harto Br, 1993) adalah:

$$\log X_{Tr} = \overline{\log X} + K_{Tr} \cdot S_{\log X} \quad (3)$$

dengan :

log X_{Tr} = besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

$\overline{\log X}$ = harga rata-rata dari data

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n}$$

S_{log X} = simpangan baku

$$= \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}}$$

K_{Tr} = variabel reduksi Gauss

Distribusi Gumbel

Persamaan metode Gumbel (Sri Harto Br, 1993) adalah:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K \cdot S_X \quad (4)$$

dengan:

X_{Tr} = besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

\bar{X} = harga rata-rata dari data

$$= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

S_X = simpangan baku

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

K = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return period*) dan tipe frekuensi

Untuk menghitung faktor frekuensi Gumbel mengambil harga :

$$K = \frac{y_t - y_n}{S_n} \quad (5)$$

dengan:

y_i = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas
 y_n dan S_n = besaran yang merupakan fungsi dari jumlah pengamatan

Distribusi Log Pearson Type III

Persamaan metode Log Pearson Type III (Sri Harto Br, 1993) adalah:

$$\text{Log } X_{Tr} = \overline{\text{Log } X} + K_{Tr} \cdot (S_{\log X}) \quad (6)$$

dengan:

$\text{Log } X_{Tr}$ = besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\overline{\text{Log } X}$ = harga rata-rata dari data

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

$S_{\log X}$ = simpangan baku

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

K_{Tr} = koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3}$$

Pengujian Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian ini dimaksud untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan ini akan diperoleh :

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan metode distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya.

Ada 2 cara untuk mengadakan uji kesesuaian distribusi yaitu Chi Kuadrat dan uji.

Uji Chi - Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat (uji data vertikal) adalah ukuran perbedaan yang didapat antara frekuensi yang diamati dengan yang diharapkan. Uji ini digunakan untuk menguji simpangan tegak lurus yang ditentukan dengan rumus Shahin (Soewarno, 1995):

$$(x^2)_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(EF - OF)^2}{EF}, \quad EF = \frac{n}{k} \quad (8)$$

Dengan :

X^2_{hit} = Uji statistik

OF = Nilai yang diamati (*Observed frequency*)

EF = Nilai yang diharapkan (*Expected frequency*)

Uji Chi – Kuadrat merupakan uji simpangan vertikal dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Tentukan jumlah kelas distribusi (K)
- b. $K = 1 + 3,22 \text{ Log } n$, n = banyaknya data
- c. Cari nilai Chi kuadrat hitung $(X^2)_{cr}$
- d. Besarnya nilai $(X^2)_{cr}$ dapat diperoleh berdasarkan taraf signifikan (α) dan derajat bebasnya (DK). Dengan memasukkan harga K dan sebaran Chi Kuadrat dapat diperoleh harga DK.
- e. $DK = K - (P - 1)$
- f. Kemudian nilai $(X^2)_{cr}$ dibandingkan dengan nilai chi kuadrat kritis $(X^2)_{cr}$.
- g. Jika Nilai $(X^2)_{cr} > (X^2)_{hitung}$, berarti sebaran vertikal dapat diterima

Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov – Kolmogorov (uji data horizontal) digunakan untuk menguji simpangan secara mendatar (Soewarno, 1995). Untuk melakukan pengujian data terhadap simpangan horizontal, menggunakan rumus :

$$\Delta_{maks} = |P_E(x) - P_t(x)| \quad (9)$$

Dimana :

Δ_{maks} = Selisih data probabilitas teoritis dan empiris

$P_t(X)$ = Posisi data x menurut sebaran teoritis

$P_e(X)$ = Posisi data x menurut sebaran empiris

Dari hasil perhitungan diperoleh perbedaan yang maksimum antara distribusi teoritis dan distribusi empiris yang disebut dengan $\Delta_{maksimum}$. Kemudian Nilai $\Delta_{maksimum}$ hasil perhitungan dibandingkan dengan Δ_{cr} yang diperoleh dari tabel untuk suatu derajat yang tertentu yang mana pada studi ini digunakan nilai kritis (*significant level*) $\alpha = 5\%$. Apabila $\Delta_{cr} > \Delta_{maksimum}$ maka hipotesa dapat diterima

Analisis Debit Banjir Rencana

Analisis Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Metode yang paling sering digunakan untuk mengestimasi debit di suatu daerah aliran sungai dimana tidak ada data pengamatan debitnya adalah Metode Rasional Jepang. Dalam hal ini besarnya debit tersebut merupakan fungsi dari luas DAS, intensitas hujan, keadaan permukaan tanah yang dinyatakan dalam koefisien limpasan dan kemiringan sungai (Joesron Loebis,1992). Debit banjir dirumuskan secara generik sebagai berikut:

$$Q = C . I . A \tag{10}$$

Untuk kepentingan kepraktisan dalam penentuan satuan, maka :

$$Q_p = 0.278 . C . I . A \tag{11}$$

Dimana :

- Qp = debit puncak (m³/det)
- C = koefisien limpasan
- I = Intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi banjir (mm/jam)
- A = luas daerah aliran sungai (km²)

Koefisien Aliran Permukaan (C)

Merupakan suatu harga rasio antara aliran permukaan dengan intensitas hujan untuk suatu daerah tangkapan tertentu. Pada kenyataannya, koefisien ini dihitung dari besarnya hambatan atau kehilangan dari curah hujan sehingga menjadi aliran permukaan. Besarnya kehilangan ini tergantung pada kondisi vegetasi, infiltrasi, kolam-kolam permukaan dan evapotranspirasi. Harga koefisien limpasan (C) dapat dilihat pada (tabel 1).

Tabel 1. Koefisien Limpasan (C)

Keadaan Daerah Pengaliran	Koefisien
Daerah pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
Daerah pegunungan tersier	0,70 – 0,80
Sungai dengan tanah dan hutan di bagian atas dan bawahnya	0,50 – 0,75
Tanah dasar yang ditanami	0,45 – 0,60
Sawah waktu diairi	0,70 – 0,80
Sungai bergunung	0,75 – 0,85
Sungai dataran	0,45 – 0,75

Sumber : Soewarno, 1991

Waktu Konsentrasi (Tc)

Yang dimaksud dengan waktu konsentrasi ialah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (*Outlet*) (Imam Subarkah, 1978).

$$T_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385} \tag{12}$$

Dimana:

- Tc = Waktu konsentrasi (m)
- L = Panjang sungai/lereng (m)
- S = Kemiringan lereng (m/m)

Intensitas Hujan (I)

Yang dimaksud dengan Intensitas Hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam mm/jam. Untuk menentukan besar intensitas hujan dipergunakan rumus Mononobe (Joesron Loebis,1992) yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \tag{13}$$

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm)
- T = Waktu curah hujan (jam)

Analisis Debit Banjir Rencana Metode Der Weduwen

Untuk menghitung debit rancangan dengan metode Der Weduwen didasarkan pada rumus berikut ini (Joesron Loebis,1992):

$$Q_n = \alpha \beta q_n A \tag{14}$$

$$\alpha = 1 - \frac{4.1}{\beta q_n + 7} \tag{15}$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t} A}{120 + A} \tag{16}$$

$$q_n = \frac{R_n}{240} \cdot \frac{67.65}{t + 1.45} \tag{17}$$

$$t = 0.25 L Q^{-0.125} I^{-0.25} \tag{18}$$

Dimana :

- Qn = debit rancangan (m³/dt) dengan kala ulang n tahun
- Rn = curah hujan rancangan (mm/hari) periode ulang n tahun
- α = koefisien limpasan air hujan
- β = koefisien pengurangan luas untuk curah hujan di daerah aliran sungai
- qn = luasan curah hujan (m³/dt.km²)
- A = luas DAS
- t = lamanya hujan, jam
- L = panjang sungai, km
- I = kemiringan sungai

Analisis Debit Banjir Rencana Metode Haspers

Metode yang digunakan untuk mengestimasi debit rancangan adalah Metode Hasper. Persamaan umum yang digunakan adalah (Joesron Loebis,1992):

$$Q_i = \alpha \times \beta \times A \times q \tag{19}$$

dengan :

$$\alpha = \frac{1+0,012.A^{0,7}}{1+0,075.A^{0,7}} \quad (20)$$

$$t_c = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot i^{-0,3} \quad (21)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+(3,7 \cdot 10^{-0,4t})}{t^2+15} \cdot \frac{A^{3/4}}{12} \quad (22)$$

$$qt = \frac{Rt}{3,6 \cdot t} \quad (23)$$

Untuk $t < 2$ jam

$$Rt = \frac{t \times R_{24}}{t+1-0,008(260-R_{24})(2-t)^2} \quad (24)$$

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

$$Rt = \frac{t \times R_{24}}{t+1} \quad (25)$$

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

$$Rt = 0,707 \times R_{24} (t+1) \times 0,5 \quad (26)$$

dimana :

- α = Koefisien pengaliran
- β = Koefisien reduksi
- t = Waktu konsentrasi (jam)
- A = Luas DAS (km²)
- L = Panjang sungai (km)
- i = kemiringan sungai rerata
- R_{24} = Curah hujan rancangan (mm)
- Rt = Intensitas hujan
- Qt = Hujan maksimum (m³/km³/det)

Analisis Frekuensi data debit terukur

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun (Triatmodjo, 2008).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang ditempuh dalam analisis ini adalah studi pustaka/literatur, survei lapangan, pengumpulan data sekunder, dan analisis data. Tahapan analisis data yang dilakukan yaitu data curah hujan harian maksimum selama 26 tahun dari 3 stasiun yaitu stasiun Lampihong, Stasiun Kambat dan Stasiun Babirik kemudian dijadikan curah hujan rerata maksimum daerah dengan menggunakan Metode Thiessen. Data tersebut seterusnya dianalisis distribusi

frekuensi data curah hujannya dengan menggunakan distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel dan distribusi log person type III. Kemudian dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis debit rencana dari data curah hujan dengan metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers.

Dari data debit terukur selama 26 tahun dilakukan analisis distribusi frekuensi dengan menggunakan 4 metode yaitu distribusi normal, metode distribusi log normal, metode distribusi gumbel dan metode distribusi log pearson type III. Dari hasil analisis distribusi frekuensi kemudian dilakukan uji kesesuaian distribusi dengan menggunakan uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov.

Tahapan analisis selanjutnya adalah membandingkan nilai banjir rencana dari data curah hujan dengan menggunakan metode Rasional, metode Der Weduwen dan metode Haspers dengan nilai banjir rencana dari data debit terukur sehingga diperoleh nilai penyimpangan dari analisis tersebut. Debit banjir rencana tersebut nantinya dapat digunakan sebagai patokan untuk perencanaan bangunan air sebagai upaya penanggulangan bencana banjir yang sering terjadi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Rencana

Data curah hujan harian maksimum yang digunakan dalam analisa ini bersumber dari BMKG Stasiun Klimatologi Banjarbaru dengan periode pencatatan 1989 s/d 2014. Stasiun pengamatan yang digunakan adalah stasiun yang berada di dalam lokasi penelitian. Stasiun yang digunakan yaitu Stasiun Lampihong, Stasiun Kambat, Stasiun Babirik.

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan yang terjadi pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan yang sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan atau di sekitar kawasan tersebut.

Di sekitar lokasi studi terdapat tiga stasiun penakar hujan yang dianggap relevan untuk mewakili pengamatan hujan di daerah studi (Stasiun Hujan Kambat, Stasiun Hujan Lampihong dan Stasiun Hujan Babirik). Dalam studi ini hujan rerata daerah dicari dengan

menggunakan Metode Thiessen. Metode ini hasilnya akan lebih teliti untuk daerah-daerah dimana distribusi dari pengamat hujan tidak tersebar merata.

Data curah hujan yang digunakan dalam studi ini adalah data curah hujan harian

maksimum dari 3 (tiga) buah stasiun pencatat hujan yang bisa mewakili lokasi studi, dimana lamanya periode pencatatan data yang tersedia adalah selama 26 tahun (tahun 1989 sampai dengan tahun 2014). Data curah hujan efektif tahunan dapat dilihat pada (tabel 2)

Tabel 2. Curah Hujan Efektif Tahunan pada DAS Negara

Tahun	Sta.Lampihong	Sta. Babirik	Sta. Kambat	CH Rerata Daerah (mm)
	0.23770	0.58607	0.17623	
1989	25	125	50	88.01
1990	197	83	160	123.67
1991	217	160	98	162.62
1992	115	74	210	107.71
1993	92	95	110	96.93
1994	60	91	302	120.83
1995	80	122	79	104.44
1996	100	64	75	74.50
1997	75	58	90	67.68
1998	16	71	88	60.92
1999	100	97	105	99.19
2000	110	72	103	86.50
2001	102	108	149	113.68
2002	97	82	112	90.85
2003	197	115	105	132.73
2004	137	103	72	105.62
2005	115	72	58	79.75
2006	111	72	90	84.44
2007	60	91	109	86.80
2008	30	81	79	68.52
2009	100	75	125	89.75
2010	85	158	117	133.42
2011	16	86	105	72.78
2012	100	73	76	79.95
2013	110	128	184	133.59
2014	102	174	132	149.37

Sumber: hasil perhitungan

Analisis Distribusi Frekuensi Data Curah Hujan

Ada 4 metode untuk melakukan analisis distribusi frekuensi data curah hujan yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson Type III.

Distribusi Normal

Hasil analisis distribusi frekuensi data curah hujan dengan menggunakan Distribusi Normal dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Curah Hujan Rencana Distribusi

No.	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan (mm)
1	2	100.549
2	5	122.878
3	10	134.575
4	20	144.145
5	50	155.043
6	100	162.487

Sumber : Hasil Perhitungan

Distribusi Log Normal

Hasil analisis distribusi frekuensi data curah hujan dengan menggunakan Distribusi Log Normal dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No.	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan (mm)
1	2	97.336
2	5	120.946
3	10	135.518
4	20	148.737
5	50	165.370
6	100	177.785

Sumber : Hasil Perhitungan

Distribusi Gumbel

Hasil analisis distribusi frekuensi data curah hujan dengan menggunakan Distribusi Gumbel dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

No.	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan (mm)
1	2	96.87
2	5	122.06
3	10	138.74
4	20	154.74
5	50	175.44
6	100	190.96

Sumber : Hasil Perhitungan

Distribusi Log Pearson Type III

Hasil analisis distribusi frekuensi data curah hujan dengan menggunakan Distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada (tabel 6).

Tabel 6. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan (mm)
1	2	97.02
2	5	120.87
3	10	135.85
4	20	147.74
5	50	167.21
6	100	180.11

Sumber : Hasil Perhitungan

Pengujian Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa distribusi frekuensi. Ada 2 cara untuk melakukan uji kesesuaian distribusi yaitu Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

Pengujian Kesesuaian Distribusi Frekuensi menggunakan Uji Chi-Kuadrat

Hasil Uji Chi-Kuadrat terhadap distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 7

Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa dari hasil uji Chi-Kuadrat maka distribusi frekuensi yang memenuhi syarat adalah Distribusi Normal, Distribusi Log Normal dan Distribusi Gumbel

Pengujian Kesesuaian Distribusi Frekuensi menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov

Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov terhadap Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7. Hasil Uji Chi-Kuadrat

No.	Distribusi	Chi ² Hitung	Chi ² tabel		Kesimpulan
			5 %	1 %	
1	Normal	2,615	7,815	11,345	Diterima
2	Log Normal	0,769	7,815	11,345	Diterima
3	Gumbel	0,769	7,815	11,345	Diterima
4	Log Pearson III	18,308	7,815	11,345	Ditolak

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 8. Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov

No.	Distribusi	D maks	Do tabel		Kesimpulan
			5 %	1 %	
1	Normal	0,175	0,264	0,314	Diterima
2	Log Normal	0,426	0,264	0,314	Ditolak
3	Gumbel	0,179	0,264	0,314	Diterima
4	Log Pearson III	0,942	0,264	0,314	Ditolak

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 8 dapat dilihat bahwa dari hasil Uji Smirnov-Kolmogorov maka distribusi frekuensi yang memenuhi syarat adalah Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel.

Distribusi Curah Hujan Maksimum Terpilih

Rekapitulasi Pengujian Distribusi Curah Hujan Efektif dapat dilihat pada tabel 9. Berdasarkan pengujian distribusi curah hujan baik Uji Chi-Kuadrat maupun Uji Smirnov-Kolmogorov maka distribusi yang dapat memenuhi kedua uji tersebut adalah Distribusi Normal dan

Tabel 9. Rekapitulasi Pengujian Distribusi Curah Hujan Efektif

Distribusi Gumbel. Sehingga curah hujan rencana yang selanjutnya digunakan untuk analisis debit rencana adalah curah hujan rencana Distribusi Gumbel

Analisis Debit Banjir Rencana Data Curah Hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dengan berbagai kala ulang, maka diperoleh debit rencana dengan metode empiri dengan untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

Periode Ulang	Dist. Normal	Dist. Log Normal	Dist. Gumbel	Dist. Log Pearson III
	Analitis	Analitis	Analitis *)	Analitis
T (tahun)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2	100.55	97.34	96.87	97.02
5	122.88	120.95	122.06	120.87
10	134.57	135.52	138.74	135.85
20	144.14	148.74	154.74	147.74
50	155.04	165.37	175.44	167.21
100	162.49	177.78	190.96	180.11

Keterangan : *) Distribusi yang digunakan
Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 10. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional

Parameter	Kala Ulang T (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
Tc (jam)	23.731	23.731	23.731	23.731	23.731	23.731
I (m/jam)	0.3099	0.3904	0.4438	0.4950	0.5612	0.6108
Q (m ³ /det)	214.31	270.04	306.94	342.34	388.134	422.47

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 11. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Der Weduwen

Kala Ulang	Hujan Rencana (RT)	t (waktu konsentasi)	Debit (m ³ /det)
2	96.87	98.95	579.43
5	122.06	96.13	740.97
10	138.74	94.32	850.24
20	154.74	92.94	956.74
50	175.44	91.36	1096.92
100	190.96	90.40	1203.73

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 12. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Hasper

Kala Ulang (tahun)	R ₂₄	r	α	β	Rt	Q (m ³ /det)
2	96.87	2.888	0.193	0,637	376.509	1026.53
5	122.06	4.038	0.193	0,637	526.445	1435.32
10	138.74	5.188	0.193	0,637	598.377	1631.43
25	154.74	6.338	0.193	0,637	667.375	1819.55
50	175.44	7.488	0.193	0,637	756.686	2063.05
100	190.96	8.638	0.193	0,637	823.612	2245.52

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Frekuensi Data Debit

Data debit maksimum Sungai Negara adalah sebagaimana (tabel 13). Dari hasil analisis frekuensi data debit terukur dengan menggunakan distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel dan distribusi log

person type III serta pengujian kesesuaian distribusi dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov maka didapat debit banjir rencana sebagaimana (tabel 14)

Tabel 13. Data debit terukur Sungai Negara

No.	Tahun	Debit Maksimum Sungai Negara (m ³ /det)
1	1990	669.956
2	1991	536.087
3	1992	489.356
4	1993	479.139
5	1994	464.393
6	1995	594.947
7	1996	525.799
8	1997	479.139
9	1998	380.474
10	1999	263.173
11	2000	490.077
12	2001	637.658
13	2002	365.511
14	2003	567.512
15	2004	223.452
16	2005	301.694
17	2006	540.447
18	2007	223.452
19	2008	389.535
20	2009	617.301
21	2010	269.456
22	2011	293.333
23	2012	296.100
24	2013	442.421
25	2014	420.294
26	2015	404.255

Tabel 14. Debit banjir rencana berdasarkan data debit terukur

Periode Ulang T (tahun)	Debit Banjir (m ³ /det)
2	419.02
5	542.94
10	624.98
20	703.68
50	805.55
100	881.89

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Penyimpangan (%) Debit Banjir Data Curah Hujan terhadap Debit Banjir Data Debit

Berdasarkan perhitungan debit banjir rencana data curah hujan Sungai Negara dengan menggunakan metode Rasional,

metode Der Weduwen dan metode Haspers serta perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data debit terukur maka

diperoleh penyimpangan debit banjir rencana yang dapat dilihat pada table 15, tabel 16 dan tabel 17 berikut ini.

Tabel 15. Penyimpangan (%) debit banjir rencana metode Rasional terhadap debit banjir rencana data debit

Kala Ulang	Q	Q Rasional (m3/det)	Penyimpangan		Konversi	Faktor Koreksi (C)
	Terukur (m3/det)		(m3/det)	%		
	a		b	c=b-a		
2	419.02	214.31	-204.71	-48.85	1.96	2.04
5	542.94	270.04	-272.90	-50.26	2.01	
10	624.98	306.94	-318.04	-50.89	2.04	
25	703.68	342.34	-361.34	-51.35	2.06	
50	805.55	388.134	-417.42	-51.82	2.08	
100	881.89	422.47	-459.42	-52.09	2.09	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 16. Penyimpangan (%) debit banjir rencana metode Der Weduwen terhadap debit banjir rencana data debit

Kala Ulang	Q	Q Der Weduwen (m3/det)	Penyimpangan		Konversi	Faktor Koreksi (C)
	Terukur (m3/det)		(m3/det)	%		
	a		b	c=b-a		
2	419.02	579.43	160.41	38.28	0.72	0.73
5	542.94	740.97	198.03	36.47	0.73	
10	624.98	850.24	225.26	36.04	0.74	
25	703.68	956.74	253.06	35.96	0.74	
50	805.55	1096.92	291.37	36.17	0.73	
100	881.89	1203.73	321.84	36.50	0.73	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 17. Penyimpangan (%) debit banjir rencana metode Haspers terhadap debit banjir rencana data debit

Kala Ulang	Q	Q Haspers (m3/det)	Penyimpangan		Konversi	Faktor Koreksi (C)
	Terukur (m3/det)		(m3/det)	%		
	a		b	c=b-a		
2	419.02	1026.53	607.51	144.98	0.41	0.39
5	542.94	1435.32	892.38	164.36	0.38	
10	624.98	1631.43	1006.45	161.04	0.38	
25	703.68	1819.55	1115.87	158.58	0.39	
50	805.55	2063.05	1257.50	156.10	0.39	
100	881.89	2245.52	1363.63	154.63	0.39	

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Rasional, metode Der

Weduwen, metode Haspers serta debit banjir rencana dari data debit terukur dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Debit Banjir Rencana Menggunakan Data Curah Hujan dan Data Debit

Kala Ulang (Tahun)	Debit Banjir Rencana (m ³ /det)			
	Rasional	Der Weduwen	Haspers	Debit Terukur
2	214.31	579.43	1026.53	419.02
5	270.04	740.97	1435.32	542.94
10	306.94	850.24	1631.43	624.98
25	342.34	956.74	1819.55	703.68
50	388.13	1096.92	2063.05	805.55
100	422.47	1203.73	2245.52	881.89

Sumber : Hasil Perhitungan

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan menggunakan metode Rasional, metode Der Weduwen dan Metode Haspers serta perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data debit didapat bahwa nilai debit banjir rencana yang mendekati nilai debit banjir rencana data debit terukur adalah metode Der Weduwen.
2. Penyimpangan terkecil terjadi terhadap metode Der Weduwen yaitu sebesar 38.28% untuk kala ulang 2 tahun, 36.47% untuk kala ulang 5 tahun, 36.04% untuk kala ulang 10 tahun, 35.96% untuk kala ulang 20 tahun, 36.17% untuk kala ulang 50 tahun dan 36.50% untuk kala ulang 100 tahun. Oleh karena itu, metode Der Weduwen dapat digunakan sebagai acuan untuk perhitungan debit banjir rencana penanggulangan bencana banjir di Sungai Negara apabila data debit terukur tidak diperoleh.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harto, Sri.1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- [2] Loebis, Joesron. 1992. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [3] Marcelia, 2014, *Ketelitian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan di Das Bangga*. Jurnal Infrastruktur volume 4. Palu.
- [4] Sharon dkk, 2014, *Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara*. Jurnal Sipil Statik Volume 4 No. 1. Manado.

- [5] Soewarno. 1995. *Hidrologi Untuk Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jidil 1*. NOVA. Bandung.
- [6] Soewarno, 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*. PT Nova, Bandung.
- [7] Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1977. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradya Paramita. Jakarta.
- [8] Subarkah Imam, Ir. 1978. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Idea Dharma, Bandung
- [9] Triadmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak M. Azhari Noor, ST, M.Eng dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat atas masukan dan bantuannya dalam penyelesaian jurnal ini