

ANALISIS DEBIT RANCANGAN MENGGUNAKAN METODE HASPERS PADA DAS BABAK KABUPATEN LOMBOK TENGAH

[Design Discharge Analysis Using The Haspers Method In The Babak District Of Central Lombok District]

I Gede Arya Wicaksana^{1)*}, Muhamad Yamin²⁾, Aminullah³⁾,
Bagus Widhi Dharma S.⁴⁾, Giatma Dwijuna Ahadi⁵⁾, Agus Winardi⁶⁾

¹⁾Unmas Denpasar, ^{2,4,5,6)}Program Studi Teknik Sipil UNIQHBA, ³⁾Universitas 45 Mataram

aryawicaksanaaa@gmail.com (corresponding)

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai Babak terletak di Desa Tanah Beak dan berbatasan langsung dengan Desa Bagu Kecamatan Pringgarata, Kabupaten Lombok Tengah yang merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi genangan banjir sungai maupun pada sistem drainasenya. Dalam analisis menggunakan metode adalah mengumpulkan data curah hujan dan data daerah aliran sungai (DAS), data tersebut dianalisis dengan pendekatan metode Normal, log Normal, log Person Type III dan metode Gumbel, kemudian menghitung debit rancangan nilai PMP, setelah dilakukan perhitungan diperoleh, debit rancangan pada daerah aliran sungai Babak dengan menggunakan metode Haspers pada masing-masing periode ulang 2 tahun debit sebesar = 55966,851 m³/det, periode ulang 5 tahun debit sebesar = 58655,999 m³/det, periode ulang 10 tahun debit sebesar = 60437,904 m³/det, periode ulang 20 tahun debit sebesar = 62125,576 m³/det, periode ulang 25 tahun debit sebesar = 62687,966 m³/det, periode ulang 50 tahun debit sebesar = 64356,591 m³/det, periode ulang 100 tahun debit sebesar = 66027,221 m³/det, Sedangkan nilai hujan maksimum yang mungkin terjadi nilai PMP diperoleh = 967,256 mm.

Kata kunci: Debit rancangan; metode HASPERS; DAS; hujan

ABSTRACT

The Babak River Watershed is located in Tanah Beak Village and borders directly with Bagu Village, Pringgarata District, Central Lombok Regency, which is one of the areas where river flooding and drainage systems often occur. In the analysis, the method used is to collect rainfall data and river watershed (DAS) data, the data is analyzed using the Normal method, Normal log, Person Type III log and Gumbel method, then calculate the design discharge PMP value, after the calculation is carried out, the discharge is obtained. design in the Babak river basin using the Haspers method for each 2 year return period the discharge is = 55966.851 m³/sec, 5 year return period the discharge is = 58655.999 m³/sec, 10 year return period the discharge is = 60437.904 m³/sec, 20 year return period debit of = 62125.576 m³/sec, 25 year return period debit of = 62687.966 m³/sec, 50 year return period debit of = 64356.591 m³/sec, return period 100 years of discharge is = 66027.221 m³/sec. Meanwhile, the maximum rainfall value that may occur, the PMP value is obtained = 967.256 mm.

Keywords: Draft discharge; HASPERS method; watershed; rain

PENDAHULUAN

Banjir menarik perhatian karena dapat mempengaruhi kehidupan manusia dan menimbulkan bencana/kerugian bagi masyarakat di sekitar lingkungan sungai tersebut. Terjadinya peluapan dapat

dibedakan oleh beberapa macam, yaitu debit terlalu besar atau kapasitas pengaliran sungai berkurang. Hal ini dapat terjadi oleh gejala alamiah atau akibat kekurangan kegiatan manusia dalam melakukan pembinaan/pengelolaan sungai untuk berbagai kepentingan. Seiring dengan laju pertumbuhan dan perkembangan masyarakat terutama yang tinggal dan melakukan kegiatan di sekitar dataran banjir, maka persoalan yang ditimbulkan oleh banjir, dari waktu ke waktu semakin meningkat dan memerlukan perhatian dan usaha-usaha untuk mengatasinya dengan baik.

Dalam hal prediksi banjir, memerlukan data curah hujan yang mencakup seluruh wilayah. Namun faktanya tidak semua wilayah memiliki data curah hujan. Oleh karena itu ketersediaan data curah hujan maksimum yang tersebar pada seluruh wilayah menjadi sangat penting, untuk kondisi wilayah dimana data meteorologi sangat kurang atau perlu perkiraan hujan maksimum secara cepat dapat dibantu dengan prakiraan PMP (*Probable Maximum Precipitation*). Salah satu upaya mencegah terjadinya luapan debit air yaitu dengan pengelolaan DAS (Daerah aliran Sungai).

Tujuan dari pengelolaan DAS adalah melakukan pengelolaan sumber daya alam secara rasional supaya dapat dimanfaatkan secara maksimum dan berkelanjutan dan berkelanjutan sehingga dapat diperoleh kondisi tata air yang baik. Sedangkan pembangunan berkelanjutan adalah pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam bagi kepentingan manusia pada saat sekarang ini dengan masih menjamin kelangsungan pemanfaatan sumber daya alam untuk generasi yang akan datang (Ratna, 2014). Pengelolaan DAS dapat dilakukan dengan baik jika ada analisis hidrologi.

Tujuan dari analisis hidrologi adalah menetapkan nilai rancangan debit sungai pada lokasi tertentu dengan tingkat resiko yang dapat diterima, sesuai dengan tingkat kerugian yang mungkin dialami. Untuk merancang bangunan dengan resiko bencana besar, khususnya jika menyangkut korban jiwa manusia, diinginkan debit rancangan tanpa resiko gagal sama sekali. Debit rancangan tersebut adalah PMF (*Probable Maximum Flood*) (Ratna, 2014).

Analisis hidrologi mencakup kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, selalu berubah menurut waktu. Untuk suatu tujuan tertentu data - data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dengan menggunakan prosedur tertentu (Harto, 1993). Sedangkan 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 yang terjadi selama satu tahun yang terukur selama beberapa tahun (Harto, 1993).

Salah satu wilayah yang sering terjadi banjir atau genangan air yaitu melimpahnya debit Bendung Babak. Bendung Babak terletak di Desa Bagu merupakan salah satu bagian dari Wilayah Administrasi Kecamatan Pringgarata, Kabupaten Lombok Tengah yang merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi genangan banjir sungai maupun pada sistem drainasenya, sehingga perlu adanya analisis debit banjir pada daerah tersebut.

Analisis debit banjir rancangan bendung Babak dilakukan dengan mengevaluasi beberapa parameter, antara lain meliputi hujan harian maksimum, Curah hujan rancangan, hujan efektif, hidrograf satuan banjir rancangan. Adapun tujuan analisis debit banjir rancangan adalah untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 tahun

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Babak Kabupaten Lombok Tengah. Penelitian ini dilakukan mulai bulan April sampai dengan bulan Mei 2023, berlokasi di Daerah Aliran Sungai Babak Tanah Beak Kabupaten Lombok Tengah.

Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah studi kasus dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun yaitu tahun 2014 sampai dengan tahun 2023. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan maksimum harian pada DAS Babak berdasar data klimatologi yang diperoleh dari dinas terkait.

Jenis Dan Bentuk Data

Jenis data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada yaitu data curah hujan 2014 sampai dengan 2023 dan studi pustaka, berbagai literature seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, standar-standar pengujian, serta data hasil pengamatan dan pengukuran pada lokasi penelitian yang meliputi data-data lapangan, foto lokasi dan hal lain yang berkaitan dengan data yang diperlukan yang bersumber dari petugas bendung.

1. Pengukuran Dispersi

Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xr)^2}{n - 1}}$$

Koefisien Skewneus (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - Xr)^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

Koefisien Kortosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum (Xi - Xr)^4}{(n - 1)(n - 2)Sd^4}$$

Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{Xr}$$

2. Pemilihan Jenis Sebaran Hujan

Dengan mengikuti pola sebaran yang sesuai selanjutnya dihitung curah hujan rencana dalam beberapa metode ulang yang akan digunakan untuk mendapatkan debit banjir rencana. Dalam statistic dikenal beberapa jenis distribusi, diantaranya yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah :Metode Distribusi Normal. Dalam analisis hidrologi distribusi normal banyak digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss.

$$X_t = \bar{X} + kxS$$

Dimana:

X_t = curah hujan rencana (mm/hr)

$\bar{X}$ = curah hujan maksimum rata-rata (mm/hr)

S = faktor frekwensi

Tabel 1 Nilai Koefisien untuk Distribusi Normal

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,00	0,84	1,28	1,71	2,05	2,33

Sumber: (Soemarto, 1995)

a. Metode Gumbel

Menghitung standar deviasi dari data curah hujan yang terekam di stasiun hujan setempat dengan rumus sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^2}{n - 1}}$$

Dimana;

Sd = Standar deviasi

X_i = Curah hujan

X_r = Curah Hujan rata-rata

n = Jumlah data

Menghitung nilai factor frekuensi (K) dari data curah hujan yang terekam di stasiun hujan setempat dengan rumus sebagai berikut.

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Menghitung hujan menggunakan rencana periode ulang tahunan dengan rumus sebagai berikut ini.

$$X_t = X_r + (K \cdot S_d)$$

Dimana;

X_t = Rencana curah hujan tahunan

K = Faktor frekuensi

X_r = Curah Hujan rata-rata

S_d = Standar deviasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data curah hujan bulanan yang berkisar dari tahun 2014 sampai 2023, yang diperoleh dari kantor BMKG Kabupaten Lombok Barat. Adapun data yang diperoleh seperti pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data hujan maksimum 10 tahun

No	Tahun	Hujan (mm)
1	2014	523
2	2015	438
3	2016	462
4	2017	412
5	2018	375
6	2019	366
7	2020	472
8	2021	480
9	2022	510
10	2023	415

Sumber : BMKG Kediri Lombok Barat

Analisis Debit Rancangan

Analisa debit banjir rencana data curah hujan dengan berbagai kala ulang seperti pada perhitungan diatas diperoleh debit rencana dengan metode Gumbel dengan kala ulang 2 tahun 5 tahun 10 tahun 20 tahun 50 tahun dan 100 tahun.

Dalam perhitungan debit banjir rencana dalam analisa ini akan menggunakan metode Haspers. Metode Haspers. Metode ini dapat digunakan apabila luas DAS <300 km², (Suyono dan Takadea,1977).

Langka perhitungan debit banjir rencana metode Hasper adalah sebagai berikut:

$$Q = \alpha * \beta * q * A$$

Menentukan waktu konsentrasi (t)

$$\begin{aligned} t &= 0.10 \times 55^{0.8} \times i^{-0.3} \\ &= 0.10 \times 55^{0.8} \times 0.01^{-0.3} \\ &= 0.10 \times 24.67 \times 3.98 \\ &= 9.82 \end{aligned}$$

Menghitung koefisien reduksi (β)

$$\begin{aligned}\frac{1}{\beta} &= 1 + \frac{t+3.70 \times 10^{-0.4t}}{t^2+15} - \frac{A^{0.75}}{12} \\ &= 1 + \frac{9,82+3.70 \times 10^{-0.4 \times 9,82}}{9,82+15} - \frac{259^{0.75}}{12} \\ &= 1 + \frac{24,28}{24,82} - \frac{64,561}{12} \\ &= 1 + 0,842 - 5,380 \\ &= 3,538\end{aligned}$$

Hitung koefisien run off (α)

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{1 + 0.012 \times 47.196^{0.70}}{1 + 0.075 \times 47.196^{0.70}} \\ &= \frac{1 + 0.012 \times 47.196^{0.70}}{1 + 0.075 \times 47.196^{0.70}} \\ &= 0.547\end{aligned}$$

Hitung curah hujan harian maksimum rencana periode ulang T tahun

$$\begin{aligned}r &= \frac{t \times Rn}{t + 1} \\ &= \frac{9,82 \times 442,877}{9,82 + 1} \\ &= 401,945\end{aligned}$$

Hitung Intensitas yang diperlukan

$$\begin{aligned}q &= \frac{t \times Rn}{3.6 \times t} \\ &= \frac{9,82 \times 401,945}{3.6 \times 9,82} \\ &= 111,657 \text{ m}^3/\text{det}\end{aligned}$$

Hitung debitbanjir rencana periode ulang T tahun

$$\begin{aligned}Q &= \alpha * \beta * q * A \\ &= 0.5473 * 3,538 * 85,757 * 259 \\ &= 1089,878 \text{ m}^3/\text{det} \quad 35,35\end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Metode Haspers

Kala Ulang (Tahun)	R_n	q	α	β	A (km ²)	Q (m ³ /det)
2	401,945	111,657	0,547	3,538	259	55966,851
5	421,256	117,022	0,547	3,538	259	58655,999
10	434,054	120,577	0,547	3,538	259	60437,904
20	446,176	123,944	0,547	3,538	259	62125,576
25	450,215	125,066	0,547	3,538	259	62687,966
50	462,197	128,395	0,547	3,538	259	64356,591
100	474,110	131,728	0,547	3,538	259	66027,221

Perhitungan Aliran Dasar Base Flow (QB)

Diketahui :

Luas Daerah Aliran Sungai (A) : 259 km²

Panjang Sungai : 55 km

Panjang sungai sepanjang tingkat (L') : 75 km

1. Kerapatan jaringan (D)

$$\begin{aligned}
 D &= L' / A \\
 &= 75 / 259 \\
 &= 0,289
 \end{aligned}$$

2. Aliran dasar base flow (QB)

$$\begin{aligned}
 QB &= 0.4751 * A^{0.6444} * D^{0.9430} \\
 &= 0.475 * 259.6444 * 0.289^{0.9430} \\
 &= 0.475 * 35,903 * 0,310 \\
 &= 5,289 \text{ m}^3 / \text{det}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Curah Hujan Maksimum Yang Mungkin Terjadi (PMP)

Luas daerah aliran sungai Babak kurang dari 1000 km maka dalam analisis digunakan metode PMP, dimana luas daerah aliran sungai (A) = 3.478 km²

Berdasarkan Tabel 2, dapat ditentukan nilai:

$$\begin{aligned}
 \Sigma X_1 &= 4453 \\
 \Sigma X_1^2 &= 19829,209 \\
 \Sigma X^2 &= \Sigma X_1 - \text{data hujan yang terbesar} \\
 &= 4453 - 523 \\
 &= 3930 \\
 \Sigma X_2^2 &= \Sigma X_1^2 - \text{data hujan yang terbesar} \\
 &= 3930 - 523 \\
 &= 4.521,049 - 523 \\
 &= 15444,377 \\
 X_{n1} &= \Sigma X_1 / n \\
 &= 19829,209 / 10 \\
 &= 1982,9209 \\
 X_n - m &= \Sigma X_2 / n_2 \\
 X_n - m &= 3930 / 10 = 393,0 \\
 X_n - m / X_{n1} &= 393,0 / 1982,9209 \\
 &= 0,198 \\
 \text{Standar deviasi (Sn)} &= 17,82
 \end{aligned}$$

1. Faktor Penyesuaian X_n

Hasil bagi X_n -m dan X_n maka didapat faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan max adalah 100%. Dengan panjang pencatatan 5 tahun, maka faktor penyesuaiannya adalah 102%.

$$X_n \text{ terkoreksi} = X_{n1} * 100\% * 102\%$$

$$X_n \text{ terkoreksi} = 2243 * 100\% * 102\% = 2287,86 \text{ mm}$$

2. Faktor penyesuaian S_n

Hasil bagi S_n -m dan S_n maka didapat factor penyesuaiannya rata-rata terhadap pengamatan max adalah 96%. Dengan panjang pencatatan 10 tahun, maka factor penyesuaian adalah 105%

$$S_n \text{ terkoreksi} = X_{n1} * 96\% * 71\%$$

$$S_n \text{ terkoreksi} = 28.78 * 96\% * 71\% = 19.616 \text{ mm}$$

3. Hujan Terpusat PMP

Garis untuk durasi 24 jam didapatkan nilai $K_m = 13$

$$X_m = X_n * K_m * S_n$$

$$= 2287,86 * 13 * 28,78$$

$$= 855,979 \text{ mm}$$

Agar mendekati nilai PMP yang sebeanrnya maka nilai PMP yang diperoleh dalam perhitungan dikalikan 1.13.

$$\text{PMP} = X_m * 1.13$$

$$= 855,979 * 1.13$$

$$= 967,256 \text{ mm}$$

PENUTUP

Simpulan

Debit rancangan pada daerah aliran sungai Babak dengan menggunakan metode Haspers pada masing-masing periode ulang 2 tahun debit sebesar 55966,851 m³/det, periode ulang 5 tahun debit sebesar 58655,999 m³/det, periode ulang 10 tahun debit sebesar 60437,904 m³/det, periode ulang 20 tahun debit sebesar 62125,576 m³/det, periode ulang 25 tahun debit sebesar 62687,966 m³/det, periode ulang 50 tahun debit sebesar 64356,591 m³/det, periode ulang 100 tahun debit sebesar 66027,221 m³/det. Nilai hujan maksimum yang mungkin terjadi nilai PMP diperoleh sebesar 967,256 mm.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka penulis memiliki saran yaitu ada bermacam cara struktur yang dibangun untuk mengantisipasi banjir dapat diperoleh dengan menentukan debit banjir rencana sebagai dasar penentuan desain struktur hidrolik seperti kapasitas pelimpah. Dalam hal prediksi banjir, memerlukan data curah hujan yang mencakup seluruh wilayah. Namun faktanya tidak semua wilayah memiliki data curah hujan. Oleh karena itu ketersediaan data curah hujan maksimum yang tersebar pada seluruh wilayah menjadi sangat penting, untuk kondisi wilayah dimana data meteorologi sangat kurang atau perlu perkiraan hujan maksimum secara cepat dapat dibantu dengan prakiraan PMP (*Probable Maximum Precipitation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2004). Standar Nasional Indonesia (SNI). RSNIT-02- 2004. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Dewan Standarisasi Indonesia: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 2415- 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Dewan Standarisasi Indonesia: Jakarta.
- Harto, Br. Sri. (1993). Analisis Hidrologi. Jakarta: Erlangga
- Ratna Oktavia Budiono. (2014). *Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi Di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode Hersfield*. Jember: Universitas Jember.
- Soemarto, C.D. (1999). Hidrologi Teknik, Edisi II. Jakarta: Erlangga
- Suyono, S dan Takadea Kensaku. (1977). Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Pramita