

PERBANDINGAN ANALISA DEBIT BANJIR PADA SUNGAI MENCONGAH KABUPATEN LOMBOK BARAT

[Comparison Of Flood Discharge Analysis In The Mengagah River Kabupaten Lombok Barat]

I Gede Junianta Suta^{1)*}, Muhamad Yamin²⁾, I G N Octava Seventilova³⁾, Aminullah⁴⁾

^{1,3)}Universitas Mahasaraswati Denpasar, ²⁾Prodi Teknik Sipil UNIQHBA, ⁴⁾Universitas 45 Mataram

hiroshishuta@gmail.com (corresponding)

ABSTRAK

Banyak konsep hidrograf satuan yang digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit titik pengamatan tertentu. Hidrograf dapat digambarkan sebagai suatu penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. 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. Dalam penelitian ini adalah Studi Kasus dengan menggunakan Data curah hujan selama 10 tahun yaitu tahun 2014-2023. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan maksimum harian pada DAS (Daerah Aliran Sungai) Mencongah, data klimatologi yang diperoleh dari dinas terkait. Setelah dilakukan analisis data curah hujan yang diperoleh di lapangan di peroleh curah hujan maksimum tahunan pada DAS Mencongah berdasarkan hasil analisis data dari stasiun Mencongah diperoleh 229 mm sedangkan hujan rata-rata diperoleh 167,9 mm, besar nilai PMP (Probable Maximum Precipitation) pada sungai Mencongah adalah 85,37 mm, debit banjir rancangan dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun dengan menggunakan metode Hapers diperoleh masing-masing : 72,21 m³; 180,525 m³, 361,05 mm, 722,101 m³, 902,626 m³, 1805,252 m³, 3610,504 m³, sedangkan debit metode Melchior adalah 191,517 m³; 478,793 m³; 957,586 m³; 1915,171 m³; 2393,964 m³; 4787 m³; dan 9575,855 m³.

Kata kunci: DAS; debit; Mencongah

ABSTRACT

Many unit hydrograph concepts are used to carry out the transformation from rainfall to flow discharge. The data needed to derive a measured unit hydrograph in the watershed under consideration is automatic rainfall data and discharge recording at certain observation points. A hydrograph can be described as a graphic presentation of one of the elements of flow and time. The purpose of the design flood discharge analysis is to evaluate the magnitude of the design flood discharge at various return periods of 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 years. This research is a case study using rainfall data for 10 years, namely 2014-2023. Next, an analysis of the maximum daily rainfall in the Mencongah watershed (watershed) was carried out, climatological data obtained from the relevant agencies. After analyzing the rainfall data obtained in the field, the maximum annual rainfall in the Mencongah watershed was obtained based on the results of data analysis from the Mencongah station, which was 229 mm, while the average rainfall was 167.9 mm, a large value. PMP (Probable Maximum Precipitation) on the Mencongah river is 85.37 mm, the design flood discharge with return periods of 2, 5, 10, 20, 25, 50 and 100 years using the Hapers method is obtained respectively: 72.21 m³; 180.525 m³, 361.05 mm, 722.101 m³, 902.626 m³, 1805.252 m³, 3610.504 m³, while the Melchior method discharge is 191,517 m³; 478,793 m³; 957,586 m³; 1915.171 m³; 2393,964 m³; 4787 m³; and 9575.855 m³.

Keywords: DAS; discharge; Mencongah

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) menurut definisi adalah suatu daerah yang dibatasi (dikelilingi) oleh garis ketinggian di mana setiap air yang jatuh di permukaan tanah akan dialirkan melalui satu outlet. Komponen yang ada di dalam sistem DAS secara umum dapat dibedakan dalam 3 kelompok, yaitu komponen masukan yaitu curah hujan, komponen output yaitu debit aliran dan polusi / sedimen, dan komponen proses yaitu manusia, vegetasi, tanah, iklim dan topografi. Setiap komponen dalam suatu DAS harus dikelola sehingga dapat mencapai tujuan yang kita inginkan. Daerah Hulu ,pada daerah ini, erosi vertikal memegang peranan penting. Daerah ini umumnya bergunung-gunung dengan aliran air yang deras, dan dijumpai banyak jeram-jeram bahkan air terjun. Dasar lembah aliran hulu biasanya terdiri dari batu-batu besar serta elmbah aliran masih sempit dan curam. Pada Daerah aliran tengah menunjukkan kurang lebih erosi vertikal dan erosi lateral sama kuatnya, lembah-lembah bertambah besar dengan aliran air yang tidak begitu deras lagi serta dasar lembah dijumpai batu-batu guling, secara keseluruhan daerah aliran ini miring melandai ke arah muaranya. Pada daerah aliran hilir ditandai dengan aliran sungai yang lambat. Dasar lembah umumnya tertutup pasir, dengan lembah berkelok-kelok (meander) yang berarti daerah alirannya adalah datar.

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 sumber daya air dapat dilakukan melalui pembangunan bendungan. Terdapat bangunan pelimpah pada bendungan yang berfungsi mengatur air.

Pelimpah merupakan bangunan pelengkap dari suatu bendungan yang berfungsi untuk membuang kelebihan air ke arah hilir. Untuk bendungan yang tinggi, konstruksi pelimpah dibuat dari beton sedangkan untuk bendungan rendah dapat menggunakan pasangan batu kali. Konstruksi tersebut hendaknya dirancang sedemikian rupa sehingga kapasitas konstruksinya cukup untuk mengalirkan debit banjir, dan memenuhi kondisi hidraulika yang baik (Masrevaniah, 2012). Pengaturan pembuangan air untuk mencegah terjadinya banjir jika terjadi PMF (*Probable Maximum Flood*).

PMF (*Probable Maximum Flood*) adalah banjir maksimum yang dapat terjadi di suatu daerah dengan durasi tertentu sedangkan PMP (*Probable Maximum Precipitation*) didefinisikan sebagai hujan maksimum boleh jadi di suatu pos hujan untuk durasi tertentu. PMP juga merupakan besaran hujan rancangan terbesar yang dapat digunakan untuk menyelamatkan bangunan hidrolik yang mengandung resiko besar (Ratna, 2014).

Pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air tersebut. Setiap teknik mempunyai analisis dasar perhitungan hidrologi. Metode-metode perhitungan banjir rencana sangat bergantung pada cara pendekatannya pada alam sebagai sistem penalaran yang diterapkan pada faktor-faktor alam atau parameter-parameter fisik dalam menentukan pola matematika dari sistem operasi sedang sebaliknya sistem pendekatan fisik matematis didasari oleh persamaan-persamaan diferensial dari fenomena-fenomena fisik beserta syarat-syarat batasnya.

Metode-metode perhitungan banjir rencana sangat bergantung pada cara pendekatannya pada alam sebagai sistem penalaran yang diterapkan pada faktor-faktor alam atau parameter-parameter fisik dalam menentukan pola matematika dari sistem operasi sedang sebaliknya sistem pendekatan fisik matematis didasari oleh persamaan-persamaan diferensial dari fenomena-fenomena fisik beserta syarat-syarat batasnya. Dan adapun perhitungan debit banjir dapat dihitung dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder yang telah dikembangkan (Muhamad Yamin, 2005).

Banjir rencana dengan periode ulang tertentu dapat dihitung dan data debit banjir atau data hujan. Apabila data debit banjir tersedia cukup panjang (>20 tahun), debit banjir dapat langsung dihitung dengan metode analisis probabilitas. Sedang apabila data yang disarankan adalah menghitung debit banjir dari data hujan maksimum bulanan rencana dengan superposisi hidrograf satuan. Banyak konsep hidrograf satuan yang digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran.

Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit titik pengamatan tertentu. Namun jika data hujan yang diperlukan untuk menyusun hidrograf satuan terukur tidak tersedia digunakan analisis hidrograf banjir sintesis. Hidrograf dapat digambarkan sebagai suatu penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu (Sri Harto, 1993).

Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai debit banjir rancangan untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan pada berbagai periode ulang (2, 5, 10, 20, 25, 50, 100) tahun dengan menggunakan metode Haspers dan Melchior. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk melihat curah hujan maksimum yang dapat digunakan untuk menganalisis frekuensi banjir di Sungai Mencongah.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun yaitu tahun 2014 sampai 2023. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan maksimum bulanan rata-rata, perhitungan curah hujan maksimum bulanan rata-rata pada daerah aliran sungai Mencongah, data klimatologi yang diperoleh dari dinas terkait. Data penelitian ini diperoleh dari data sekunder, data yang dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada, yaitu data curah hujan 2014-2023 dan studi pustaka, berbagai literature seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, serta standar-standar pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perhitungan curah hujan bulanan maksimum rata-rata pada stasiun Mencongah dilakukan pengumpulan data hujan bulanan yang diperoleh dari pencatatan pengamat bendung dan data BMKG Nusa Tenggara Barat, setelah itu dilakukan rekapitulasi hujan bulanan maksimum pertahun.

Tabel 1. Data Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Mencongah

No	Tahun	Hujan Bulanan (mm)
1	2014	112
2	2015	113
3	2016	205
4	2017	196
5	2018	185
6	2019	103
7	2020	179
8	2021	229
9	2022	200
10	2023	157

Perhitungan Dispersi

Setelah mendapatkan curah hujan rata-rata dari stasiun yang berpengaruh di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran yang sesuai dengan sebaran curah hujan rata-rata yang ada.

Contoh perhitungan: Diketahui curah hujan (X_i) tahun 2014 = 112 mm, hujan rata-rata (\bar{X}) = mm

Kolom [4] = $[1] - \bar{X} = 112 - 169,7 = -57,9$ mm

Kolom [5] = $[3]^2 = (-57,9)^2 = 3352,41$ mm

Kolom [6] = $[3] = (-57,9)^3 = 194104,539$ mm

Kolom [7] = $[3]^4 = (-57,9)^4 = 11238652,80$ mm

Tabel 2. Perhitungan Statistik Curah Hujan Maksimum Mencongah

No	Tahun	Xi	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1	2014	112	-55,90	3124,81	-174676,88	9764437,54
2	2015	113	-54,90	3014,01	-165469,15	9084256,28
3	2016	205	37,10	1376,41	51064,81	1894504,49
4	2017	196	28,10	789,61	22188,04	623483,95
5	2018	185	17,10	292,41	5000,21	85503,61
6	2019	103	-64,90	4212,01	-273359,45	17741028,24
7	2020	179	11,10	123,21	1367,63	15180,70
8	2021	229	61,10	3733,21	228099,13	13936856,90
9	2022	200	32,10	1030,41	33076,16	1061744,77
10	2023	157	-10,90	118,81	-1295,03	14115,82
Jumlah		1679	0,00	17814,90	-274004,52	54221112,30
Xr		167,9				

Hasil perhitungan parameter statistik distribusi curah hujan seperti berikut:

1. Pengukuran Dispresi

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)

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

1. Perhitungan Standar Deviasi (Sd)

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

$$Sd = \sqrt{\frac{17814,90}{9}}$$

$$= 44,490$$

2. Perhitungan Koefisien Kemencengan

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

$$Cs = \frac{10 \times (-274004,52)}{(10 - 1)(10 - 2) \times 44,490^3}$$

$$= 0,657$$

3. Perhitungan Koefisien Kurtosi (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)s^4}$$

$$Ck = \frac{10(54221112,30)}{(10-1)(10-2) \times 44,4^4}$$

$$Ck = 1,386$$

4. Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{44,490}{167,9}$$

$$Cv = 0,264$$

Perhitungan Curah Hujan Maksimum Yang Mungkin Terjadi (PMP)

Dalam perhitungan curah hujan maksimum yang mungkin terjadi peneliti menggunakan metode PMP, karena dimana luas DAS < 1000 km² luas Mencongah 170,298 km².

Tabel 3. Rata-Rata Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Mencongah.

No	Tahun	Hujan Maksimum bulanan (mm)
1	2014	112
2	2015	113
3	2016	205
4	2017	196
5	2018	185
6	2019	103
7	2020	179
8	2021	229
9	2022	200
10	2023	157
	X₁	1679
	X₁²	28190,41
	Rata-rata	167,9

Sumber : BWS Prop NTB

Diketahui:

$$n_1 = 10 \quad n_2 = n_1 - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$\sum X_1 = 1679$$

$$\sum X_2 = 28190,41$$

$$\sum X_1^2 = \sum X_1 - \text{data terbesar}$$

$$= 1679 - 229$$

$$= 1450$$

$$\sum X_1^2 = \sum X_2^2 - \text{data terbesar}^2$$

$$= 28190,41 - 229$$

$$= 27961,41$$

$$X_{n1} = \frac{\Sigma X1}{n1}$$

$$X_{n1} = \frac{1679}{10}$$

$$= 167,9$$

$$X_{n-m} = \frac{\Sigma X2}{n2}$$

$$X_{n-m} = \frac{28190,41}{9}$$

$$= 3132,267$$

$$\frac{X_{n-m}}{n_{x-1}} = \frac{3132,267}{167,9} = 18,655$$

Standar deviasi (Sd) = 4.186

Standar deviasi tanpa nilai maksimum (Sn – m) = 18,655

$$\frac{Sn-m}{sd} = \frac{18,655}{4,186} = 4,456$$

Faktor Penyesuaian Xn

Dari hasil bagi Xn-m dan Xn maka didapat faktor penyesuaiannya rata-rata terhadap pengamatan max adalah 106% .Dengan panjang pencatatan 10 tahun, maka faktor penyesuaiannya adalah 105%.

$$\begin{aligned} X_{n \text{ terkoreksi}} &= X_{n1} \times 106 \% \times 105 \% \\ &= 4,456 \times 120\% \times 105\% \\ &= 5,614 \text{ mm} \end{aligned}$$

Faktor Penyesuaian Sn

Dari hasil bagi Sn-m dan Sn maka didapat faktor penyesuaiannya rata-rata terhadap pengamatan max adalah 115 % . Dengan panjang pencatatan 10 tahun, maka factor penyesuaiannya adalah 105% .

$$\begin{aligned} S_{n \text{ terkoreksi}} &= S_{n1} \times 115 \% \times 105 \% \\ &= 4,456 \times 115\% \times 105\% \\ &= 5,380 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hujan Terpusat PMP

Dari garis untuk durasi 24 jam didapatkan nilai Km = 13

$$\begin{aligned} X_m &= X_m + K_m + S_m \\ &= 5,614 + 5.380 \times 13 \\ &= 75,55 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai PMP yang mendekati, maka nilai PMP dikalikan 1.13.

$$\begin{aligned} PMP &= X_m \times 1.13 \\ &= 75,55 \times 1.13 \\ &= 85,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan Banjir Rancangan Metode Haspers

Metode dapat digunakan apabila luas DAS < 300 km², (Suyono Sosrodarsono Kensaaku Takadea, 1977).

Langkah perhitungan debit banjir rencana metode Hasper adalah sebagai berikut:

Menentukan waktu konsentrasi (t)

$$t = 0.10 \times L^{0.8} \times i^{-0.3}$$

dimana:

t = waktu konsentrasi

L = panjang sungai

i = kemiringan dasar sungai

Diketahui:

t = 1 jam

L = 47,1 km

i = 0.0475

A = 170,298 km²

Jadi :

$$t = 0.10 \times 47.1 \times 0.0475^{-0.3} \\ = 11.749$$

1. Menghitung koefisien reduksi (β)

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3.70 \times 10^{-0.41}}{t^2 + 15} - \frac{A^{0.75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{11.749 + 3.70 \times 10^{-0.41}}{11.749^2 + 15} - \frac{170,298^{0.75}}{12}$$

$$= 0,923$$

2. Hitung koefisien run off (x)

$$X = \frac{1 + 0.012 \times A^{0.70}}{1 + 0.075 \times A^{0.70}}$$

$$= \frac{1 + 0.012 \times 170,298^{0.70}}{1 + 0.075 \times 170,298^{0.70}}$$

$$= 0.896$$

Hitung curah hujan bulanan maksimum rencana periode ulang T tahun

$$RT = \frac{txRT}{t + 1}$$

dimana:

RT = curah hujan rencana periode ulang T tahun (2 tahun)

t = waktu konsentrasi

$$RT = \frac{11.749 \times 2}{11.749 + 1}$$

$$= 1.843 \text{ mm}$$

3. Hitung Intensitas yang diperlukan

$$q = \frac{txRT}{3.6 \times t}$$

dimana:

q = intensitas hujan yang diperlukan

RT = curah hujan rencana periode ulang T tahun

t = waktu konsentrasi

$$q = \frac{11.749 \times 1.843}{3.6 \times 11.749}$$

$$= 0.512 \text{ mm}$$

Hitung debit banjir rencana periode ulang T tahun

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

dimana:

Q = debit banjir rencana periode ulang T tahun

X = koefisien run off

β = koefisien reduksi

q = intensitas hujan yang diperlukan

A = luas DAS

$$Q = 0.896 \times (0.923) \times 0.512 \times 170,298$$

$$= 72,21 \text{ m}^3$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Untuk Kala Ulang T

Banjir Periode Ulang (Tahun)	X	β	q (mm)	A (km ²)	Q (m ³) (Debit Rancang)
2	0,897	0,923	0,512	170,289	72,210
5	0,897	0,923	1,280	170,289	180,525
10	0,897	0,923	2,560	170,289	361,050
20	0,897	0,923	5,120	170,289	722,101
25	0,897	0,923	6,400	170,289	902,626
50	0,897	0,923	12,800	170,289	1805,252
100	0,897	0,923	25,599	170,289	3610,504

Perhitungan Banjir Rancangan Metode Melchior

Metode Melchior metode perhitungan banjir rancangan untuk luas tangkapan hujan (catchment area) > 100 km². Untuk perhitungan debit banjir Melchior menganjurkan koefisien aliran sebesar 0,52 (Soewarno, 1991).

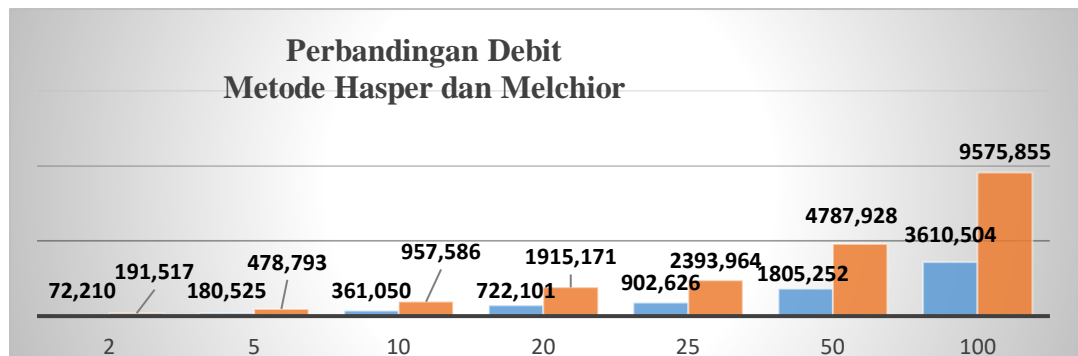
$$Q = \alpha * \beta * q * A * \frac{Rt}{200}$$

$$Q = 0,52 * 0,923 * 170,298 * \frac{72,21}{200}$$

$$= 191,5$$

Tabel 5. Debit Rancangan Metode Melchior.

Kala Ulang (tahun)	RT (mm)	α	q (m ³ /dt/km ²)	A (km ²)	Rt/200	Q (m ³ /dt)
2	72,210	0,52	5,990	170,298	0,361	191,517
5	180,525	0,52	5,990	170,298	0,903	478,793
10	361,050	0,52	5,990	170,298	1,805	957,586
20	722,101	0,52	5,990	170,298	3,611	1915,171
25	902,626	0,52	5,990	170,298	4,513	2393,964
50	1805,252	0,52	5,990	170,298	9,026	4787,928
100	3610,504	0,52	5,990	170,298	18,053	9575,855



Gambar.1 Perbandingan Metode Debit Hasper dan Melchior.

Keterangan : ■ = Metode Hasper ■ = Metode Melchior

PENUTUP

Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Besar nilai PMP (*Probable Maximum Precipitation*) pada DAS Mencongah adalah 85,37 mm
2. Debit banjir rancangan dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun dengan menggunakan metode Haspers diperoleh masing-masing : 72,21 m³; 180,525 m³; 361,05 m³; 722,101 m³; 902,626 m³; 1805,252 m³; 3610,504 m³ sedangkan debit metode Melchior adalah 191,517 m³; 478,793 m³; 957,586 m³; 1915,171 m³; 2393,964 m³; 4787 m³; dan 9575,855 m³.

Saran

Analisis debit banjir baiknya dilakukan secara berkala karena kondisi cuaca yang tidak menentu setiap tahun, kerusakan sungai, saluran dan pembangunan-pembangunan di sekitaran DAS. Perhitungan debit banjir harus memperhatikan juga metode yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Br. Sri Harto. (1993). Analisis Hidrologi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Chow, V.T., Maidment, D.R. dan Mays, L.W. (1988). *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill, Inc,
- Dinas PUPR Prov. NTB. (2023). Data Curah Hujan. BWS Nusa Tenggara 1
- Kevin Alvaisha Matondang, Abu, Asep, Ganda, Yasin, Nario. (2014). *Base Flow*. Jakarta: STTP-PLN.
- Muhamad Yamin. (2019). Pengembangan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder <http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA> Vol. 13, No. 1, Maret 2019 ISSN 1978-0125 (Print); ISSN 2615-8116 (Online)
- Ratna Oktavia Budiono. (2014). *Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi Di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode Hersfield*. Jember : Universitas Jember.
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita