

ANALISIS HIDROLOGI BENDUNG GEBONG KECAMATAN PRINGGARATE KABUPATEN LOMBOK TENGAH

[Hydrological Analysis Of Gebong Weir Pringgarate District Central Lombok District]

I Gede Maji Arya Duta Edy Putra^{1)*}, Muhamad Yamin²⁾, Aminullah³⁾

¹⁾Universitas Mahasaraswati Denpasar, ²⁾Prodi Teknik Sipil UNIQHBA, ³⁾Universitas 45 Mataram

gedemaji@gmail.com (corresponding)

ABSTRAK

Setiap pembangunan bendung diperlukan adanya analisis hidrologi yang sesuai agar perencanaan bendung dapat sesuai secara teknis dan ekonomis. Selain itu dalam proses perencanaan bendung perlu dilakukan optimasi tampungannya, agar fungsi bendung dapat berjalan secara maksimal. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketersediaan kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi bendung Gebong. Setelah dilakukan perhitungan dan analisis data curah hujan, peneliti dapat mengambil kesimpulan terkait dengan ketersediaan dan kebutuhan air untuk irigasi bendung Gebong, bahwa ketersediaan air irigasi untuk petani masih tercukupi, musim tanam pertama bulan Pebruari debit tersedia 78.065,054 lt/det/ha, musim tanam kedua bulan Juni debit tersedia sebesar 3.261,647 lt/det/ha dan musim tanam ke tiga bulan Oktober debit sebesar 7.8343,683 lt/det/ha, sedangkan kebutuhan air untuk irigasi Gebong pada bulan Pebruari sebesar 271.77 lt/det/ha, kebutuhan air musim tanam kedua bulan Juni sebesar 272.31 lit/det/ha dan untuk musim tanam ketiga bulan Oktober sebesar 272.74 lit/det/ha.

Kata kunci: DAS, bendung; hidrologi; hujan; klimatologi

ABSTRACT

Every weir construction requires appropriate hydrological analysis so that the weir planning can be technically and economically appropriate. Apart from that, in the weir planning process it is necessary to optimize its storage, so that the weir function can run optimally. The aim of this research is to determine the availability of irrigation water needs in the Gebong Weir irrigation area. After calculating and analyzing rainfall data, researchers can draw conclusions regarding the availability and need for water for irrigation at Gebong Dam, that the availability of irrigation water for farmers is still sufficient, the first planting season is February, the available debit is 78,065,054 lt/sec/ha, the season the second planting season in June, the available debit was 3,261,647 lt/sec/ha and the third planting season in October the debit was 7,8343,683 lt/sec/ha, while the water requirement for Gebong irrigation in February was 271.77 lt/sec/ha, The water requirement for the second planting season in June is 272.31 lit/sec/ha and for the third planting season in October it is 272.74 lit/sec/ha

Keywords: Watershed, weir; hydrology; Rain; climatology

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari selain digunakan sebagai air minum, air juga digunakan untuk keperluan yang lain. Pada bidang pertanian, air merupakan kebutuhan pokok bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Kebutuhan air tanaman dapat diperoleh melalui sungai, waduk, dan dapat juga melalui air tanah. Kebutuhan air disawah merupakan suatu hal yang mutlak, kebutuhan air harus sesuai dengan jumlah tanaman serta tingkat pertumbuhannya dan dapat terpenuhi tepat pada waktunya dan tepat pula jumlahnya (Harto,1993).

Musim kemarau untuk pasokan air yang tersedia sangat terbatas sementara kebutuhan air pada daerah tersebut sangat tinggi, hal ini menyebabkan berkurangnya hasil pertanian bahkan juga menyebabkan terjadinya kegagalan hasil panen. Guna mengantisipasi terjadinya kekurangan pasokan air pada daerah irigasi tersebut maka pemerintah membangun bendung dengan tujuan untuk menampung air hujan yang nantinya dapat digunakan pada musim kemarau.

Bendung adalah bangunan yang berfungsi untuk menampung dan menaikan permukaan air untuk keperluan irigasi. Selain itu juga bendung berfungsi untuk pembangkit tenaga listrik, rekreasi, perikanan. (Harto,1993). Bendung Gebong merupakan salah satu upaya pemerintah untuk penyediaan air irigasi dan meningkatkan hasil produksi pertanian pada daerah Kabupaten Lombok Tengah dan Kabupaten Lombok Tengah. Untuk mengalirkan dan membagi air irigasi dikenal ada empat cara utama (Mawardi, 2007), yaitu 1) Pembagian air irigasi lewat permukaan tanah, 2) Pembagian air irigasi lewat dibawah permukaan tanah, 3) Pembagian air irigasi dengan pancaran, 4) Pembagian air irigasi dengan cara tetesan.

Setiap pembangunan bendung diperlukan adanya analisis hidrologi yang sesuai agar perencanaan bendung dapat sesuai secara teknis dan ekonomis. Selain itu dalam proses perencanaan bendung perlu dilakukan optimasi tampungannya, agar fungsi bendung dapat berjalan secara maksimal. Siklus hidrologi menurut Suyono (2006) adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sedangkan siklus hidrologi menurut Soemarto (1987) adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (*presipitation*), penguapan (*evaporation*), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (*runoff*), dan aliran bawah tanah.

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).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan “Tinjauan Analisis Hidrologi Bendung (Studi Kasus Bendung Gebong) Kecamatan Pringgarate Kabupaten Lombok Tengah”, sehingga dapat memberikan manfaat dalam upaya meningkatkan produksi pertanian sesuai dengan yang diharapkan pemerintah serta dapat meningkatkan pendapatan masyarakat setempat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif bersifat deskriptif, artinya permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan keadaan status fenomena yaitu mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan keadaan sesuatu sesuai dengan fenomena atau gejala yang terjadi. Adapun langkah - langkah yang dilakukan untuk memecahkan suatu masalah dengan melalui proses pengumpulan data dan pengolahan data. Agar mendapatkan ketetapan penelitian, memperkecil kesalahan - kesalahan yang mungkin terjadi serta mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Penelitian ini akan dilakukan di DAS Babak di Kecamatan Pringgarate Kabupaten Lombok Barat khususnya pada Bendung Gebong. Penelitian ini menggunakan data terbaru yaitu dari tahun 2014 sampai dengan 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah data curah hujan yang maksimum. Hal ini bertujuan agar analisis dapat mendekati kondisi yang sebenarnya yang ada di lapangan. Data curah hujan tersebut didapat dari stasiun-stasiun penakar hujan maupun stasiun-stasiun pos hujan yang terdapat di Kabupaten Lombok Tengah, yang dapat mewakili frekuensi curah hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan (*catchment area*).

Stasiun penakar hujan harian yang dipakai untuk perhitungan analisis hidrologi ini menggunakan data hidrologi Kantor BMKG Kediri Kabupaten Lombok Barat. Dibawah ini adalah data curah hujan rata-rata tahunan mulai dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2023

Tabel 1. Data Curah Hujan Bulanan Bendung Gebong

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

Pada tabel 1 diatas data curah hujan tahun terbesar terjadi pada tahun 2014 dengan curah hujan sebesar 523 mm, sedangkan curah hujan minimum terjadi pada tahun 2019 sebesar 366 mm. Data curah hujan diatas diuji dengan melakukan pengukuran depresi dengan beberapa parameter statistika, yakni melalui perhitungan parameter statistic untuk $(X_i - \bar{X})$, $(X_i - \bar{X})^2$, $(X_i - \bar{X})^3$, $(X_i - \bar{X})^4$ terlebih dahulu.

dimana:

X_i = Besarnya curah hujan DAS (mm)

\bar{X} = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Dalam perhitungan diperlukan beberapa parameter yang disajikan dalam table dibawah ini :

Tabel 2. Perhitungan Statistik Normal Curah Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	X_i	$(X_i - \bar{X}_r)$	$(X_i - \bar{X}_r)^2$	$(X_i - \bar{X}_r)^3$	$(X_i - \bar{X}_r)^4$
1	2014	523	77,7	6037,29	469097,4	36448870,54
2	2015	438	-7,3	53,29	-389,017	2839,8241
3	2016	462	16,7	278,89	4657,463	77779,6321
4	2017	412	-33,3	1108,89	-36926	1229637,032
5	2018	375	-70,3	4942,09	-347429	24424253,57
6	2019	366	-79,3	6288,49	-498677	39545106,48
7	2020	472	26,7	712,89	19034,16	508212,1521
8	2021	480	34,7	1204,09	41781,92	1449832,728
9	2022	510	64,7	4186,09	270840	17523349,49
10	2023	415	-30,3	918,09	-27818,1	842889,2481
Jumlah		4453	-1,13687E	25730,1	-105828	122052770,7
\bar{X}_r		445,3				
n		10				
Maksimum		523				
Minimum		366				
S_d		17,823				
C_k		1679,93				
C_s		0,026				
C_v		0,040				

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan parameter statistik distribusi curah hujan seperti berikut:

1. Perhitungan Standar Deviasi (Sd)

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

$$Sd = \sqrt{\frac{25730,1}{10 - 1}}$$

$$= 17,823$$

2. Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

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

$$= \frac{10 \times (-105828)}{(10 - 1)(10 - 2) \times 17,823^3}$$

$$= \frac{-1058,280}{407638,22}$$

$$= 0,026$$

3. Perhitungan Koefisien Kurtosi (Ck)

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

$$= \frac{10 (122052770,7)}{(10-1)(10-2) \times 17,823^4}$$

$$= \frac{1220527707}{7265336,35}$$

$$= 1,679$$

4. Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

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

$$= \frac{17,823}{445,3}$$

$$= 0,040$$

Tabel 3. Tabel Hujan Rencana Metode Gumbel

Kala Ulang	Xr	K	Sd	Xt
2	445,3	-0,138	17,823	442,840
5	445,3	1,034	17,823	463,729
10	445,3	1,809	17,823	477,542
20	445,3	2,543	17,823	490,624
50	445,3	3,516	17,823	507,966
100	445,3	4,238	17,823	520,834

Sumber: Hasil Analisis

Metode Log Person Type III

Prosedur distribusi log pearson III berupa mentransformasikan data asli kedalam nilai logaritmik (\ln atau $\log x10$), menghitung nilai-nilai kuadrat parameter statistik dari data yang sudah di transformasikan, dan menghitung besarnya logaritma hujan rencana untuk kala ulang yang dipilih. Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan sebaran distribusi log pearson III.

Tabel 4. Perhitungan Log Person Type III

No	Tahun	Xi	log Xi	(logXi-logXr)	(logXi-logXr) ²	(logXi-logXr) ³
1	2014	523	2,718	0,0584	0,00341056	0,000199177
2	2022	510	2,707	0,0474	0,00224676	0,000106496
3	2021	480	2,681	0,0214	0,00045796	9,80034E-06
4	2020	472	2,673	0,0134	0,00017956	2,4061E-06
5	2016	462	2,807	0,1474	0,02172676	0,003202524
6	2015	438	2,641	-0,0186	0,00034596	-6,43486E-06
7	2023	415	2,618	-0,0416	0,00173056	-7,19913E-05
8	2017	412	2,614	-0,0456	0,00207936	-9,48188E-05
9	2018	375	2,574	-0,0856	0,00732736	-0,000627222
10	2019	366	2,563	-0,0966	0,00933156	-0,000901429
Total			26,596	0,00	0,05	0,00
<i>n</i>			10			
<i>Xr</i>			2,6596			
<i>Maksimum</i>			2,807			
<i>Minimum</i>			2,563			
<i>Sd</i>			0,020			
<i>Ck</i>			0,203			
<i>Cs</i>			0,029			

Sumber: Hasil Analisis

Dari tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa data berjumlah 10, $Cs = 0,029$, $\text{Log } Xr = 2,6598$, $Sd = 0,020$, dan selanjutnya menghitung $\text{Log } X = \text{Log } Xr + G.Sd$. Setelah menghitung besarnya logaritma hujan rencana untuk kala ulang yang dipilih, maka selanjutnya adalah menghitung probabilitas hujan maksimum untuk digunakan dalam analisa curah hujan maksimum.

$$\text{Log } X_{Tr} = \text{log } X_r + K_{Tr} \times Sd$$

Untuk periode ulang 2 tahun nilai ($K = -0,050$ dari tabel Log Person III) jadi $\text{Log } X = 2,6596 + (-0,050) \times 0,020 = 2,659$ perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Nilai Periode Ulang T Tahun Log Person III

Periode Ulang T (tahun)	Log Xr	K _{Tr}	Sd	Log X _{Tr}
2	2,6596	-0,050	0,020	2,659
5	2,6596	0,824	0,020	2,676
10	2,6596	1,309	0,020	2,686
25	2,6596	1,849	0,020	2,697
50	2,6596	2,211	0,020	2,704
100	2,6596	2,544	0,020	2,710

Sumber: Hasil Analisis

Setelah menghitung besarnya logaritma hujan rencana untuk kala ulang yang dipilih, maka selanjutnya adalah menghitung probabilitas hujan maksimum untuk digunakan dalam analisa curah hujan maksimum.

Tabel 6. Hujan rencana dan Probabilitas hujan maksimum metode Log Pearson III

No	Periode Ulang (thn)	G (Tabel)	Log X	Xt (mm)	Probabiliti
1	2	-0,183	2,6596	2,659	99
2	5	0,742	2,6596	2,676	50
3	10	1,341	2,6596	2,686	20
4	25	2,023	2,6596	2,697	10
5	50	2,594	2,6596	2,704	4
6	100	3,100	2,6596	2,710	2

Sumber: Hasil Analisis

Distribusi Normal

Distribusi Gauss dirumuskan sebagaimana persamaan 2 (Suripin, 2003).

$$\begin{aligned}
 Xr &= \frac{\sum Xi}{n} \\
 &= \frac{4453}{10} \\
 &= 445,3
 \end{aligned}$$

1. Perhitungan Standar Deviasi (Sd)

$$\begin{aligned}
 Sd &= \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xr)^2}{n - 1}} \\
 Sd &= \sqrt{\frac{25730,1}{10 - 1}} \\
 &= 17,823
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$\begin{aligned}
 Cs &= \frac{n \sum (Xi - Xr)^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3} \\
 &= \frac{10 \times (-105828)}{(10 - 1)(10 - 2) \times 17,823^3} \\
 &= \frac{-1058,280}{407638,22} \\
 &= 0,026
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Koefisien Kurtosi (Ck)

$$\begin{aligned}
 Ck &= \frac{n \sum (Xi - Xr)^4}{(n - 1)(n - 2) \times Sd^4} \\
 &= \frac{10 (122052770,7)}{(10 - 1)(10 - 2) \times 17,823^4}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1220527707}{7265336,35}$$

$$= 1679,93$$

4. Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

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

$$= \frac{17,823}{445,3}$$

$$= 0,040$$

$$X = \bar{Xr} + K \times Sd$$

Dimana:

X : hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

\bar{Xr} : nilai rata-rata data hujan (X) mm. \bar{X}

K : faktor Frekuensi, nilainya tergantung dari T.

S : standar deviasi dari data hujan (X) mm.

Tabel 7. Perhitungan Periode Ulang T Tahun Metode Normal

Periode Ulang T (tahun)	\bar{Xr}	K	Sd	X
2	445,3	-0,050	17,823	444,409
5	445,3	0,824	17,823	459,986
10	445,3	1,309	17,823	468,630
25	445,3	1,849	17,823	478,255
50	445,3	2,211	17,823	484,707
100	445,3	2,544	17,823	490,642

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil pengujian parameter statistik sebaran normal dan parameter statistik sebaran logaritmatik, kemudian akan ditentukan metode distribusi yang paling cocok digunakan dalam perhitungan dengan membandingkan nilai koefisien variasi (Cv), koefisien skewness (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck) hasil perhitungan dengan nilai koefisien untuk masing-masing metode. Hasil analisis distribusi ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Distribusi

Distribusi	Persyaratan		Kesimpulan
	Cs	Ck	
Normal	0,02~0	1679,93~ 3	Tidak memenuhi
Log Person Type III	0,029~0	0,029 ~ 0,3	Tidak memenuhi
Gumbel	$0,026 \leq 1,139$	$1,679 \leq 5,402$	Memenuhi

Analisa Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi, dengan menetapkan curah hujan 15 harian. Data curah hujan harian dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Data Rekapitulasi Curah Hujan Tengah Bulanan Rata-rata

Tahun	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni	
	Jan 1	Jan 2	Peb 1	Peb 2	Mar 1	Mar 2	Apr 1	Apr 2	Mei 1	Mei 2	Jun 1	Jun 2
2014	453	171	298	90	176	72	45	13	90	134	41	0
2015	141	9	126	8	93	45	83	28	172	27	204	5
2016	126	45	135	34	67	35	403	31	143	90	2	7
2017	348	251	222	75	463	147	261	35	250	1	19	1
2018	283	71	155	50	383	71	164	20	203	198	81	140
2019	332	141	152	72	111	67	166	161	16	75	1	0
2020	279	82	168	54	180	98	273	81	217	14	40	0
2021	469	180	308	76	123	91	333	40	137	84	174	73
2022	126	118	369	40	116	69	268	34	117	311	258	73
2023	234	323	259	92	238	8	204	22	52	53	125	30

Sumber : Kantor BMKG Kediri

Lanjutan Tabel 9. Data Rekapitulasi Curah Hujan Tengah Bulanan Rata-rata

Tahun	Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2014	10	24	9	0	69	45	86	65	194	57	111	0
2015	50	104	32	134	321	172	15	21	39	9	137	134
2016	29	6	2	0	9	1	95	123	500	104	392	156
2017	49	0	1	0	40	0	130	70	457	178	252	79
2018	207	3	4	13	4	0	31	122	224	82	507	164
2019	67	3	6	2	2	1	17	21	265	11	376	276
2020	1	0	1	3	0	0	23	2	165	83	436	11
2021	95	8	62	48	225	174	236	61	297	145	331	51
2022	45	10	16	0	3	48	182	53	341	102	152	164
2023	4	1	5	11	75	39	3	3	623	90	171	131

Sumber : Kantor BMKG Kediri

Data curah hujan setengah bulanan dengan periode 10 tahun diatas kemudian dihitung nilai peluang dengan kemungkinan terpenuhi sebesar 80 %. Nilai probabilitas (P) dihitung menggunakan metode dari Weibull. Berikut cara perhitungan nilai probabilitas.

Contoh Perhitungan

Peluang 1

$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{(10+1)} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{(10+1)} \times 100\%$$

$$= 9,09 \%$$

Peluang 2

$$P = \frac{2}{(10+1)} \times 100\%$$

$$= 18,18 \%$$

$$\text{Peluang 3} \\ P = \frac{3}{(10+1)} \times 100\%$$

$$= 27,27 \%$$

$$\text{Peluang 4} \\ P = \frac{4}{(10+1)} \times 100\%$$

$$= 36,36 \%$$

$$\text{Peluang 4} \\ P = \frac{4}{(10+1)} \times 100\%$$

$$= 45,45 \%$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Probabilitas Curah Hujan Harian Bulan Januari - Juni

Ke	Prob (%)	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni	
		Jan 1	Jan 2	Peb 1	Peb 2	Mar 1	Mar 2	Apr 1	Apr 2	Mei 1	Mei 2	Jun 1	Jun 2
1	9,09	469	323	369	92	463	147	403	13	90	134	41	0
2	18,18	453	251	308	90	383	98	333	28	172	27	204	5
3	27,27	348	180	298	76	238	91	273	31	143	90	2	7
4	36,36	332	171	259	75	180	72	268	35	250	1	19	1
5	45,45	283	141	222	72	176	71	261	20	203	198	81	140
6	54,54	279	118	168	54	123	69	166	161	16	75	1	0
7	63,63	234	82	155	50	116	67	164	81	217	14	40	0
8	72,72	141	71	152	40	111	67	83	40	137	84	174	73
P	80,00	96	81	87	99	103	119	101	87	255	81	87	99
9	81,81	126	45	135	34	93	45	45	34	117	311	258	73
10	90,90	121	9	126	8	61	35	45	22	52	53	125	30

Sumber : Hasil Perhitungan

Lanjutan Tabel 10. Probabilitas Curah Hujan Harian Bulan Juli - Desember

Ke	Prob (%)	Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	9,09	10	24	9	0	69	45	86	65	194	57	111	0
2	18,18	50	104	32	134	321	172	15	21	39	9	137	134
3	27,27	29	6	2	0	9	1	95	123	500	104	392	156
4	36,36	49	0	1	0	40	0	130	70	457	178	252	79
5	45,45	207	3	4	13	4	0	31	122	224	82	507	164
6	54,54	67	3	6	2	2	1	17	21	265	11	376	276
7	63,63	1	0	1	3	0	0	23	2	165	83	436	11
8	72,72	95	82	62	48	225	174	236	61	297	145	331	51
P	80,00	122	144	118	120	294	198	126	80	28	115	251	41
9	81,81	45	10	16	0	3	48	182	53	341	102	152	164
10	90,90	4	1	5	11	75	39	3	3	623	90	171	131

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai probabilitas yang akan digunakan yaitu dengan tingkat keandalan 80%, nilai $R(80)$ didapatkan dari interpolasi analisis probabilitas diatas. Berikut adalah:

Contoh perhitungan nilai $R(80)$ dengan interpolasi:

Jan - 1 Probabilitas 72,72% curah hujan = 141 mm/hari

Probabilitas 81,81% curah hujan = 126 mm/hari

$$P = \frac{80-72.27}{(81.81-72.72)} \times (141 - 126) + 81 = 96 \text{ mm/hr}$$

Jan - 2 Probabilitas 72,72% curah hujan = 95 mm/hari

Probabilitas 81,81% curah hujan = 45 mm/hari

$$P = \frac{80-72.27}{(81.81-72.72)} \times (95 - 45) + 72 = 81 \text{ mm/hr}$$

Perhitungan Curah hujan berdasarkan kemungkinan 80% pada bulan Februari hingga Desember dihitung dengan cara yang sama dengan bulan Januari ke-1 dan ke-2. Setelah itu dilanjutkan perhitungan curah hujan efektif (R_e). Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija berbeda. Berikut ini cara perhitungan R_e untuk padi dan palawija.

Untuk Padi :

$$R_e = 0,7 \times \frac{R_{80}}{15}$$

$$\text{Januari 1 } R_e = 0,7 \times \frac{96}{15} = 3.78 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Januari 2 } R_e = 0,7 \times \frac{81}{15} = 5.4 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Pebruari 1 } R_e = 0,7 \times \frac{87}{15} = 4.06 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Pebruari 2 } R_e = 0,7 \times \frac{99}{15} = 4.62 \text{ mm/hr}$$

Untuk Palawijo :

$$\text{Januari 1 } R_e = 0,5 \times \frac{96}{15} = 3.2 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Januari 2 } R_e = 0,5 \times \frac{81}{15} = 2.9 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Pebruari 1 } R_e = 0,5 \times \frac{87}{15} = 3.3 \text{ mm/hr}$$

$$\text{Pebruari 2 } R_e = 0,5 \times \frac{99}{15} = 4.06 \text{ mm/hr}$$

Perhitungan untuk curah hujan bulan Maret sampai dengan bulan Desember dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Curah Hujan Efektif Januari - Juni

Thn	Prob (%)	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	72,72	141	71	152	40	111	67	83	40	137	84	174	73
2	80.00	96	81	87	99	103	119	101	87	255	81	87	99

Thn	Prob (%)	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
3	81,81	126	45	135	34	93	45	45	34	117	311	258	73
Re Padi		3.78	5.4	4.06	4.62	4.81	5.55	4.71	4.06	11.39	3.78	4.06	4.62
Re Palawijo		3.20	2.90	3.30	4.06	3.43	3.97	3.37	2.90	8.50	2.70	2.90	3.30

Lanjutan Tabel 11. Curah Hujan Efektif Juli – Desember

Thn	Prob (%)	Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	72,72	95	82	62	48	225	174	236	61	297	145	331	51
2	80.00	122	144	118	120	294	198	126	80	28	115	251	41
3	81,81	45	10	16	0	3	48	182	53	341	102	152	164
Re Padi		4.43	3.83	2.89	2.24	10.25	8.12	11.01	2.85	11.01	4.77	15.45	2.38
Re Palawijo		3.12	2.17	2.07	1.60	7.87	4.83	7.87	4.83	7.87	2.03	11.03	1.70

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisa Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi merupakan unsur yang paling penting dalam keseluruhan proses hidrologi, terutama di dalam perhitungan ketersediaan air untuk irigasi. Besarnya evapotranspirasi dihitung dengan cara Penman (Modifikasi FAO) dengan memasukkan data-data klimatologi yang ada.

Data klimatologi pada daerah studi diambil dalam studi ini berupa data suhu (temperatur), kelembaban udara, penyinaran matahari, dan kecepatan angin. Data dengan panjang pengamatan 10 tahun yaitu dari tahun 2014 sampai dengan 2023 diperoleh dari Balai informasi Sumber Daya Air dengan stasiun Klimatologi Kediri

Tabel 12. Data Klimatologi Rata-rata Stasiun Kediri

Bulan	Periode	Temperatur	Kelembaban Udara	Penyinaran	Kec Angin
		(C)	(Rh)	Matahari	(U)
Januari	I	26,64	82,13	33,94	76,15
	II	26,71	91,70	40,00	60,36
Pebruari	I	26,42	89,20	38,53	79,66
	II	26,06	82,29	42,62	61,54
Maret	I	25,96	89,42	37,76	48,79
	II	26,70	90,79	41,06	39,18
April	I	26,70	84,16	44,06	34,59
	II	26,83	84,13	49,73	31,15
Mei	I	27,80	81,68	43,96	37,47
	II	26,91	85,27	33,38	34,35
Juni	I	26,32	84,15	34,96	29,37
	II	25,95	83,72	33,38	37,47
Juli	I	26,08	86,52	39,74	39,93
	II	26,55	89,26	46,85	35,30
Agustus	I	26,97	85,55	49,96	45,56
	II	26,64	90,32	51,11	11,60
September	I	26,51	87,08	46,95	41,22
	II	26,69	85,72	48,38	46,04
Oktober	I	26,94	87,23	47,52	45,38
	II	27,93	87,10	48,97	40,15
Nopember	I	27,47	86,73	42,09	34,08
	II	27,37	85,69	39,80	32,84
Desember	I	26,20	80,77	33,31	35,28
	II	26,82	92,33	28,54	55,75

Sumber: Data Klimatologi Kabupaten Lombok Barat

Dalam mencari nilai evapotranspirasi dihitung menggunakan rumus perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_p) dengan menggunakan metode Penman.

- a. Suhu (T) = 26,64°C
- b. Rh = 82,13
- c. U₂ = 76,15 km/jam
- d. $s = n/N = 33,94 \%$
- e. Elv = 150 m.a.l
- f. T_c = 0,614 mbar
- g. c = 1,06 (koefien tanaman)
- h. e_a = 6,11 x (c)^{17,4xU/(t+239)} mbar
 = 6,11 x (1,06)^{0,614}
 = 6,329 mbar
- i. e_d = Rh/100 x e_a
 = 82,13/100 x 6,329
 = 5,198
- j. f(U) = 0,27 (1+U/100)
 = 0,27 (1+76,15/100)
 = 0,475 km/hari
- k. P_a = 1013 - 0,1055 x Elv
 = 1013 - 0,1055 x 150
 = 997,175 mbar
- l. L = 595 - 0,51 x T
 = 595 - 0,51 x 26,64
 = 581,41°C
- m. y = (0,386 x P_a)/L
 = (0,386 x 997,175) / 581,41
 = 0,662
- n. f(T) = 11,25 x 1,0133^{T_c}
 = 11,25 x (1,0133)^{0,614}
 = 11,341
- o. f(e_d) = 0,34 - 0,044 x (e_d)^{0,5}
 = 0,34 - 0,044 x (5,198)^{0,5}
 = 0,23
- p. n/N_c = n/N - 0,01 x (Elv DI - Elv Stasiun klimatologi)
 = 33,94 - 0,01 x 102,36
 = 32,916
- q. f(n/N) = 0,10 + 0,90 x (n/N_c/100)
 = 0,10 + 0,90 x 32,916/100
 = 0,329
- r. d = 2 x (0,00738 x T_c + 0,8072)^{T_c} - 0,0016
 = 2 x (0,00738 x 0,614 + 0,8072)^{0,614} - 0,0016
 = 1,756
- s. w = $\frac{d}{d + 0,386 \times \frac{P}{L}}$
 = $\frac{1,756}{1,756 + 0,386 \times \frac{997,175}{581,41}}$
 = 0,728
- t. R_s = (0,25 + 0,5 x s) R_a
 R_a = 14,42 (interpolasi Lampiran)
 = (0,25 + 0,5 x 32,916) x 14,42
 = 367 mm/hari
 R_{ns} = (1 - α) x R_s
 = (1 - 0,25) x 355,989
 = 275 mm/hari

$$\begin{aligned}
 Rn_I &= f(T) \times f(ed) \times f(n/N) \\
 &= 11,341 \times 0,23 \times 33,92 \\
 &= 1.0226 \text{ mm/hari} \\
 Rn &= Rns - Rn_I \\
 &= 275 - 1.0226 \\
 &= 273,977 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Maka, ETo dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 ETo &= c [w, Rn + (1-w) \times f(U) \times (ea-ed)] \\
 &= 1,0 [0,728 \times 273,977 + (1 - 0,728) \times (0,475) \times (6,329 - 5,198)] \\
 &= 173.393 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, ETo untuk bulan Januari adalah 173.393 mm/hari

Perhitungan evapotranspirasi pada bulan berikutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

No	Uraian	Satuan	Bulan					
			Januari	Pebruari	Maret	April	Mei	Juni
1	Temperatur Udara (T)	°C	26,64	26,42	25,96	26,70	27,80	26,32
2	Kelembaban Relatif (Rh)	%	82,13	89,20	89,42	84,16	81,68	84,15
3	Kecepatan Angin (U)	km/jam	76,15	79,66	48,79	34,59	37,47	29,37
4	Penyinaran Matahari (s = n/N)	%	33,94	38,53	37,76	44,06	43,96	29,37
5	ea=6,11x (c) ^{17,4*(T/T+239)}	mbar	6,329	6,332	6,747	6,765	6,790	6,756
6	ed= Rh/100 x ea		5,198	5,648	6,033	5,693	5,546	5,685
7	f(u)= 0,27 x (1+U/100)	km/hr	0,475	1,066	0,757	0,363	0,644	0,563
8	Pa=1013 - 0,1055 x Elv mal	mbar	997,175	997,175	997,175	997,175	997,175	997,175
9	L=595 - 0,51 x T	°C	581,41	581,525	581,760	581,363	580,822	581,576
10	y=(0,386 x Pa)/L		0,662	0,662	0,662	0,6621	0,662	0,662
11	f(T)= 11,25x1,0133 ^{Tc}		11,341	11,341	11,341	11,341	11,341	11,341
12	f(ed)= 0,34 - 0,044 x (ed) ^{0,5}		0,239	0,235	0,231	0,235	0,236	0,235
13	n/Nc= n/N-0,01x(elvDI-elv St)		32,916	37,506	36,736	43,036	42,936	28346
14	f(n/N)= 0,10+0,90x(n/Nc/100) d=2		0,405	0,375	0,367	0,430	0,429	0,283
15	x(0,00738xTc+0,8072) ^{Tc} - 0,0016		1,756	2,299	2,268	2,316	2,390	2,292
16	W = $\frac{d}{d+0,386 \times \frac{P}{T_c}}$		0,728	0,776	0,774	0,960	0,990	0,949
17	Rs = (0,25 + 0,5 x s) x Ra		367	417	408	477	475	378
18	Rns = (1 - α) x Rs		275	313	306	357	357	284
19	Rn _I = f(T) x f(ed) x f(n/N)		1.02262	1.29770	1.21288	1.23621	0.12841	0.61146
20	Rn = Rns - Rn _I	mm/hr	273.977	311.702	304.787	355.763	356.871	283.388
ETo = c (w x Rn+(1-w x ea-ed)			173.3934	242.0441	236.0273	341.548	353.3103	268.966

Lanjutan Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

No	Uraian	Stuan	Bulan					
			Juli	Agus	Sept	Okt	Nop	Des
1	Temperatur Udara (T)	°C	26,08	26,97	26,51	26,94	27,47	26,20
2	Kelembaban Relatif (Rh)	%	86,52	85,55	87,08	87,23	86,73	80,77
3	Kecepatan Angin (U)	km/jam	39,93	45,56	41,22	45,38	34,08	35,28
4	Penyinaran Matahari (s = n/N)	%	39,74	49,96	46,95	47,52	42,09	33,31
5	ea=6,11x (c) ^{17,4*(T/T+239)}	mbar	6,750	6,711	6,760	6,770	6,783	6,761
6	ed= Rh/100 x ea		5,840	5,741	5,886	5,905	5,882	5,460
7	f(u)= 0,27 x (1+U/100)	km/hr	0,669	0,725	0,682	0,723	0,610	0,622
8	P=1013 - 0,1055 x Elv	mbar	997,175	997,175	997,175	997,175	997,175	997,175
9	L=595 - 0,51 x T	°C	581,699	581,245	581,479	581,260	580,990	581,638
10	y=(0,386 x Pa)/L		0,661698	0,662215	0,662	0,662	0,663	0,66
11	f(T)= 11,25x1,0133 ^{Tc}		11,341	11,341	11,341	11,341	11,341	11,341

12	$f(ed) = 0,34 - 0,044 \times (ed)^{0,5}$	0,233	0,234	0,233	0,233	0,233	0,233
13	$n/N_c = n/N - 0,01 \times (elvDI - elv \text{ Stasiun})$	38,716	48,936	45,926	46,496	41,066	32,286
14	$f(n/N) = 0,10 + 0,90 \times (n/N_c/100)$	0,387	0,489	0,459	0,465	0,411	0,323
15	$d = 2 \times (0,00738 \times T_c + 0,8072)^{T_c} - 0,0016$	2,276	2,334	2,304	2,333	2,368	2,284
16	$W = \frac{d}{d + 0,386 \times \frac{P}{L}}$	0,255	0,771	0,362	0,858	0,372	0,360
17	$R_s = (0,25 + 0,5 \times s) \times R_a$	430	540	508	514	455	366
18	$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s$	322	405	381	385	341	270
19	$R_{n1} = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$	25.787	32.031	30.826	31.329	27.583	20.000
20	$R_n = R_{ns} - R_{n1}$ mm/hr	296.21	372.96	350.17	353.67	313.41	249.99
	$ETo = c (w \times R_n) + (1-w) \times (ea-ed)$ mm/hr	101.4879	287.7194	127.2877	329.359	116.7402	90.21975

Kebutuhan Air Selama Persiapan Lahan

Contoh perhitungan analisa kebutuhan air irigasi pada bulan Januari:

a. Evapotranspirasi

$$Eto = 173.3934 \text{ mm/hari}$$

b. Evapotranspirasi selama penyiapan lahan

$$\begin{aligned} Eo &= 1,1 \times Eto = 1,1 \times 173.3934 \\ &= 190,732 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

c. Perkolasi

$$P = 2,0$$

d. Kebutuhan air pengganti

$$\begin{aligned} M &= Eo + P \\ &= 173.3934 + 2,0 \\ &= 175.3934 \text{ mm/hari} \\ K &= M \times T/S \text{ dengan } t = 45 \text{ hari } s = 250 \\ &= 175.3934 \times 30/250 \\ &= 21,047 \text{ mm} \end{aligned}$$

e. Kebutuhan air penyiapan lahan (LP)

$$\begin{aligned} IR &= M e^k / (e^k - 1) \text{ dengan } t = 45 \text{ hari } s = 250; e = \text{bilangan eksponensial} \\ &\quad (2,7182) \\ &= 175.3934 \times e^{1,002} / (e^{1,002} - 1) \\ &= 131.500 \text{ mm/hr} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan air selama persiapan lahan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.14:

Kebutuhan Air Selama Persiapan Lahan

Perhitungan selama persiapan lahan

$$Eto = 12 \text{ mm/hr}$$

$$\begin{aligned} Eo &= 1,1 \times Eto \\ &= 1,1 \times 12 \\ &= 13.2 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$P = 2,0 \text{ (perkolasi/infiltrasi per hari)}$$

$$e = \text{bilangan eksponen} = 2.718$$

$$\begin{aligned} M &= Eo + P \\ &= 13.2 + 2,0 \\ &= 15.2 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= M \times T/S \text{ dengan } T = 30 \text{ dan } S = 250 \\ &= 15.2 \times 30/250 \\ &= 1.82 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} IR &= M e^k / (e^k - 1) \\ &= 15.2 \times e^{1,825} / (e^{1,825} - 1) \\ &= 6.26 \text{ mm} \end{aligned}$$

PENUTUP

Simpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis data curah hujan peneliti dapat mengambil kesimpulan terkait dengan ketersediaan dan kebutuhan air untuk irigasi bendung Gebong:

1. Pada irigasi Gebong ketersediaan air irigasi untuk petani masih tercukupi, hal ini berdasarkan hasil perhitungan dan analisis seperti pada tabel 4.14 diatas untuk musim tanam pertama bulan Pebruari debit tersedia 78065,054 lt/det/ha, musim tanam kedua bulan Juni debit tersedia sebesar 3261,647 lt/det/ha dan musim tanam ke tiga bulan Oktober debit sebesar 78343,683 lt/det/ha
2. Sedangkan kebutuhan air untuk irigasi Gebong dapat dilihat pada tabel 4.13 diatas kebutuhan air pada bulan Pebruari sebesar 271.77 lt/det/ha kebutuhan air musim tanam kedua bulan Juni sebesar 272.31 lit/det/ha dan untuk musim tanam ketiga bulan Oktober sebesar 272.74 lit/det/ha

Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang penulis berikan untuk arah perkembangan selanjutnya :

1. Menyatukan factor – factor yang terlibat dalam proses agar berkesinambungan
2. Untuk diperhatikan dalam pola tanam mempertimbangkan jumlah debit air dan ketersediaan air

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas PUPR Prov. NTB. (2023). Data Curah Hujan. BWS Nusa Tenggara 1
- Direktur Jenderal Pengairan KP – 01. 1986, Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi
- Harto, Sri. (1993). Analisis hidrologi, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Mawardi, E. (2007). Desain Hidraulik Bangunan Irigasi. Bandung: Alfabeta
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 32/PPR/M/2007. Jakarta
- Soemarto, C.D. (1987), Hidrologi Teknik. Surabaya: Usaha Nasional,
- Suyono S, .(2006). Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita
- Triadmodjo, B. (2006). Hidrologi Terapan, Percetakan Beta offset, Yogyakarta.