

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian dan pengukuran mengenai data-data observasi yang di dapat, maka dimulai dengan perolehan data dan perhitungan-perhitungan sebagai berikut :

4.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit banjir pada suatu perencanaan bangunan air. Dari analisis hidrologi didapat debit permodelan maksimal yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas Daerah Irigasi Sukarenah.

4.2.1 Curah Hujan Kawasan

Dalam penelitian curah hujan kawasan, ada tiga stasiun curah hujan yang digunakan untuk menentukan curah hujan harian maksimum yaitu stasiun curah hujan Padaherang, Sidareja, dan Manganti. Setelah didapat data curah hujan harian maksimum dalam setiap tahunnya, maka dilakukan perhitungan analisis curah hujan harian maksimum yaitu dengan menggunakan metode rata – rata aljabar.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maximum

No	Tahun	Stasiun Curah Hujan			CH Max Rata-Rata
		CH Max Stasiun Padaherang	CH Max Stasiun Sidareja	CH Max Stasiun Manganti	
1	2015	106,00	110,00	147,00	121,00
2	2016	157,00	132,00	167,00	152,00
3	2017	146,00	119,00	85,00	116,67
4	2018	90,00	105,00	121,00	105,33
5	2019	129,00	99,00	62,00	96,67
6	2020	134,00	109,00	105,00	116,00
7	2021	83,50	81,00	68,00	77,50
8	2022	109,50	123,00	111,00	114,50
9	2023	78,00	87,00	226,00	130,33
10	2024	147,50	113,50	85,00	115,33

4.2.2 Analisis Frekuensi

Dalam perhitungan analisis frekuensi distribusi yang digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana adalah distribusi normal, log normal, log person III dan gumbel. Yang disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perhitungan Statistik Curah Hujan Maximum

No	Tahun	CH Max	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
1	2015	121,00	6,47	41,82	270,42	1748,73
2	2016	152,00	37,47	1403,75	52593,87	1970517,18
3	2017	116,67	2,13	4,55	9,71	20,71
4	2018	105,33	-9,20	84,64	-778,69	7163,93
5	2019	96,67	-17,87	319,22	-5703,36	101899,99
6	2020	116,00	1,47	2,15	3,15	4,63
7	2021	77,50	-37,03	1371,47	-50790,02	1880923,87
8	2022	114,50	-0,03	0,00	0,00	0,00
9	2023	130,33	15,80	249,64	3944,31	62320,13
10	2024	115,33	0,80	0,64	0,51	0,41
Jumlah		1145,33	0,00	3477,88	-450,08	4024599,57
Rata-Rata		114,53	0,00	347,79	-45,01	402459,96

4.2.2.1 Distribusi Normal

Hasil perhitungan analisis frekuensi dengan distribusi normal dilihat di bawah ini :

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Normal

Periode Ulang (Tahun)	$\bar{X}$	S	KT	XT
2	114,53	15,76	0	114,53
5	114,53	15,76	0,84	127,77
10	114,53	15,76	1,28	134,71
20	114,53	15,76	1,64	140,38
25	114,53	15,76	1,71	141,48
50	114,53	15,76	2,05	146,84
100	114,53	15,76	2,33	151,25

Rumus yang digunakan dalam distribusi normal adalah persamaan 2.13 sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum x_i = \frac{1145,33}{10} = 114,53$$

Standar deviasi dihitung menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^n (3477,88)} = 15,76$$

Nilai koefisien kemencengan (*skewness*) dihitung menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-450,08)}{(10-1)(10-2)(15,76)^3} = -0,0159$$

koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut :

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (4024599,57)}{(15,76)^4} = 6,523$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{15,76}{114,33} = 0,13$$

4.2.2.2 Distribusi Log Normal

Analisis frekuensi distribusi Log Normal dengan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Perhitungan Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal

No	Tahun	X	log X	(log X _i - log $\bar{X}$)	(log X _i - log $\bar{X}$) ²	(log X _i - log $\bar{X}$) ³	(log X _i - log $\bar{X}$) ⁴
1	2015	121,00	2,08	0,030	0,00089	0,0000267	0,000000798
2	2016	152,00	2,18	0,129	0,01663	0,0021439	0,000276444
3	2017	116,67	2,07	0,014	0,00020	0,0000028	0,000000039
4	2018	105,33	2,02	-0,030	0,00092	-0,0000279	0,000000847
5	2019	96,67	1,99	-0,068	0,00457	-0,0003092	0,000020911
6	2020	116,00	2,06	0,012	0,00013	0,0000015	0,000000018
7	2021	77,50	1,89	-0,164	0,02676	-0,0043786	0,000716322
8	2022	114,50	2,06	0,006	0,00003	0,0000002	0,000000001
9	2023	130,33	2,12	0,062	0,00386	0,0002401	0,000014926
10	2024	115,33	2,06	0,009	0,00008	0,0000007	0,000000007
Jumlah		1145,33	20,53	0,00	0,05409	-0,0022997	0,001030312
Rata-Rata		114,53	2,05	0,00	0,0054	-0,000230	0,00010303

Tabel 4. 5 Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

Periode Ulang (Tahun)	log $\bar{X}$	KT	S	log XT	XT
2	2,05	0	0,077	2,053	112,95
5	2,05	0,84	0,077	2,118	131,09
10	2,05	1,28	0,077	2,151	141,73
20	2,05	1,64	0,077	2,179	151,07
25	2,05	1,71	0,077	2,185	152,96
50	2,05	2,05	0,077	2,211	162,46
100	2,05	2,33	0,077	2,232	170,73

Nilai Variabel Reduksi Gauss KT diambil dari tabel 2.1

Rumus yang digunakan dalam distribusi Log Normal adalah persamaan 2.14 sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum xi = \frac{20,53}{10} = 2,05$$

Standar deviasi dihitung menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x - \log \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{1-10} \sum_{i=1}^n (0,05409)} = 0,077$$

Nilai koefisien kemencengan (skewness) dihitung menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-0,0022997)}{(10-1)(10-2)(0,077)^3} = -0,699$$

koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut :

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(Xi - \log \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (0,001030312)}{(0,077)^4} = 2,930$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{0,077}{2,05} = 0,037$$

4.2.2.3 Distribusi Log Person III

Analisis frekuensi distribusi Log Person III dengan perhitungan ditunjukkan pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Perhitungan Curah Hujan dengan Distribusi Log Person III

No	Tahun	X	log X	(log X – log $\bar{X}$)	(log X – log $\bar{X}$) ²	(log X – log $\bar{X}$) ³
1	2015	121,00	2,08	0,030	0,00089	0,0000267
2	2016	152,00	2,18	0,129	0,01663	0,0021439
3	2017	116,67	2,07	0,014	0,00020	0,0000028
4	2018	105,33	2,02	-0,030	0,00092	-0,0000279
5	2019	96,67	1,99	-0,068	0,00457	-0,0003092
6	2020	116,00	2,06	0,012	0,00013	0,0000015
7	2021	77,50	1,89	-0,164	0,02676	-0,0043786
8	2022	114,50	2,06	0,006	0,00003	0,0000002
9	2023	130,33	2,12	0,062	0,00386	0,0002401
10	2024	115,33	2,06	0,009	0,00008	0,0000007
Jumlah		1145,33	20,53	0,000	0,05409	-0,0022997
Rata-Rata		114,53	2,05	0,000	0,00541	-0,0002300

Tabel 4. 7 Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III

Periode Ulang (Tahun)	$\log \bar{X}$	KT	S	Cs	$Y = \log \bar{X} + (K_T \cdot S \log X)$	XT
2	2,05	0	0,077	-0,699	2,053	112,95
5	2,05	0,84	0,077	-0,699	2,186	153,35
10	2,05	1,28	0,077	-0,699	2,255	179,98
20	2,05	1,64	0,077	-0,699	2,312	205,18
25	2,05	1,71	0,077	-0,699	2,323	210,48
50	2,05	2,05	0,077	-0,699	2,377	238,20
100	2,05	2,33	0,077	-0,699	2,421	263,76

Nilai K diambil dari tabel 2.2

Rumus yang digunakan dalam distribusi Log Person III adalah persamaan 2.18 sebagai berikut :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_T \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan 2.15 sebagai berikut :

$$\bar{X} \frac{1}{n} \sum xi = \frac{20,53}{10} = 2,05$$

Standar deviasi dihitung menggunakan persamaan 2.16 sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x - \log \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{1-10} \sum_{i=1}^n (0,05409)} = 0,077$$

Nilai koefisien kemencengan (skewness) dihitung menggunakan persamaan 2.17 sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-0,0022997)}{(10-1)(10-2)(0,077)^3} = -0,699$$

koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut :

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log (Xi - \log \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (0,001030312)}{(0,077)^4} = 2,930$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{0,077}{2,05} = 0,037$$

4.2.2.4 Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan analisis frekuensi dengan distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

Periode Ulang (Tahun)	$\bar{X}$	Y_t	Y_n	S_n	S	X_T
2	114,53	0,3665	0,5035	0,9833	15,76	112,34
5	114,53	1,4999	0,5128	1,0206	15,76	129,78
10	114,53	2,251	0,4952	0,9496	15,76	143,68
20	114,53	2,9709	0,5236	1,0628	15,76	150,83
25	114,53	3,1993	0,5309	1,0915	15,76	153,07
50	114,53	3,9028	0,5485	1,1607	15,76	160,08
100	114,53	4,6012	0,5600	1,2065	15,76	167,33

Rumus yang digunakan dalam distribusi Gumbel adalah persamaan 2.22 sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{s_n} \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum x_i = \frac{1145,53}{10} = 114,53$$

Faktor frekuensi dihitung menggunakan persamaan 2.21 sebagai berikut :

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

Dari $n = 10$ didapat dari tabel 2.3 dan 2.4 setelah diinterpolasi didapat $Y_n = 0,05309$

$S_n = 1,0915$

Nilai koefisien kemencengan (skewness) dihitung menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-450,08)}{(10-1)(10-2)(15,76)^3} = -0,0159$$

koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut :

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (4024599,57)}{(15,76)^4} = 6,523$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{15,76}{114,53} = 0,137$$

4.2.2.5 Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Metode			
	Distribusi Normal	Distribusi Log Normal	Distribusi Log Pearson III	Distribusi Gumbel
2	114,53	112,95	112,95	112,34
5	127,77	131,09	153,35	129,78
10	134,71	141,73	179,98	143,68
20	140,38	151,07	205,18	150,83
25	141,48	152,96	210,48	153,07
50	146,84	162,46	238,20	160,08
100	151,25	170,73	263,76	167,33

4.2.3 Persyaratan Pemilihan Distribusi

Persyaratan pemilihan distribusi dapat dilihat pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Persyaratan Pemilihan Distribusi

No	Distribusi	Syarat		Hasil	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	0	-0,016	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	3	6,522	Tidak Memenuhi
2	Gumbel	$C_s = 1.14$	1.14	-0,016	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5.4$	5.4	6,522	Tidak Memenuhi
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	0.119	0,111	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3.027	3,001	Tidak Memenuhi
4	Log Person Type III	Selain nilai diatas			Memenuhi

4.2.4 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Berdasarkan tabel 4.10 distribusi yang memenuhi adalah distribusi Log Person III, sehingga untuk perhitungan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov hanya dilakukan pada kedua distribusi tersebut.

4.2.4.1 Uji Chi Kuadrat

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter x dengan perhitungan sebagai berikut :

a. Banyak Data (n)

$$n = 10$$

b. Banyak Kelas (K)

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \log N \\ &= 1 + 3,322 \log (10) \\ &= 4,322 \approx 5 \end{aligned}$$

c. Derajat Kebebasan (Dk)

$$\begin{aligned} Dk &= K - (p + 1) \\ &= 5 - \left(\frac{10}{5} + 1\right) \\ &= 2 \end{aligned}$$

d. Frekuensi yang diharapkan $E_f = \frac{n}{k}$

$$E_f = \frac{n}{k} = \frac{10}{2} = 2$$

Of = Jumlah nilai x (Data Hujan) di antara interval

Selisih interval :

$$\Delta x = \frac{X \max - X \min}{k - 1}$$

$$\Delta x = \frac{152,00 - 77,50}{5 - 1}$$

$$\Delta x = \frac{74,5}{4}$$

$$= 18,62 \sim 15$$

$$\Delta x \text{ Awal} = X \min - \frac{1}{2} \cdot \Delta x$$

$$= 77,50 - (0,5 \cdot 15)$$

$$= 70$$

$$\Delta x \text{ Akhir} = X \max + \frac{1}{2} \cdot \Delta x$$

$$= 152,00 + (0,5 \cdot 15)$$

$$= 159,5$$

Tabel 4. 11 Perhitungan Parameter Chi-Kuadrat

No.	Mencari Nilai X^2						
	Nilai Batas			Jumlah Data		$(OF-EF)^2$	$(OF-EF)^2/EF$
	Subkelas			OF	EF		
1	70,00	<	89,00	3	2	1,000	0,500
2	89,00	$< \chi <$	107,00	3	2	1,000	0,500
3	107,00	$< \chi <$	123,50	2	2	0,000	0,000
4	123,50	$< \chi <$	128,50	2	2	0,000	0,000
5	$X >$		159,50	0	2	4,000	2,000
JUMLAH				10	10	X^2	3,000

4.2.4.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan ini sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2003). Perhitungan uji distribusi Smirnov-Kolmogorov ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 4. 12 Perhitungan Uji Kolmogorov

Tahun	CH	m	P (Xi)	P (Xi<)	=STDEV/Lo	P'(Xi)	P'(Xi<)	ΔP
2021	77,50	1	0,636	0,364	-0,0018	0,778	0,222	-0,141
2019	96,67	2	0,455	0,545	-0,0015	0,556	0,444	-0,101
2018	105,33	3	0,364	0,636	-0,0013	0,444	0,556	-0,081
2022	114,50	4	0,727	0,273	-0,0012	0,889	0,111	-0,162
2024	115,33	5	0,909	0,091	-0,0012	1,111	-0,111	-0,202
2020	116,00	6	0,545	0,455	-0,0012	0,667	0,333	-0,121
2017	116,67	7	0,273	0,727	-0,0012	0,333	0,667	-0,061
2015	121,00	8	0,091	0,909	-0,0012	0,111	0,889	-0,020
2023	130,33	9	0,818	0,182	-0,0011	1,000	0,000	-0,182
2016	152,00	10	0,182	0,818	-0,0009	0,222	0,778	-0,040
dmaks								-0,020

4.3 Analisis Data Debit Tersedia

Analisis ketersediaan air di Daerah Irigasi Sukarenah dihitung dengan menggunakan metode FJ Mock.

4.3.1 Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: radiasi panas matahari (R_d), kecepatan angin (u), kelembapan (R_h) dan temperatur ($^{\circ}C$) yang telah di rekap sehingga mendapatkan rata-rata dari tahun 2015 sampai tahun 2024. Perhitungan ini menggunakan metode Penman Modifikasi. Untuk data klimatologi didapatkan dari

Stasiun Meteorologi, Klimatologi Jatiwangi dan Stasiun Meteorologi, Klimatologi Tunggal Wulung.

Tabel 4.13 Data Klimatologi Rata-rata tahun 2015-2024, Periode Januari-Desember

Bulan	Data			
	Temperatur (t)	Kelembapan Udara (Rh)	Penyinaran Matahari (n/N)	Kecepatan Angin (u)
	°C	%	%	Km/Jam
Januari	27,19	81,05	47,08	1,55
Februari	27,22	82,24	45,98	1,45
Maret	27,11	80,45	55,65	1,43
April	27,47	81,29	59,43	1,45
Mei	27,48	81,60	70,09	2,05
Juni	26,45	82,40	62,52	2,20
Juli	25,74	82,08	70,80	2,64
Agustus	25,74	82,74	70,16	2,82
September	26,37	82,78	69,22	2,71
Oktober	26,94	83,07	60,63	2,19
November	27,26	83,82	50,55	1,46
Desember	27,56	82,59	42,12	1,45

(Sumber : BMKG Cilacap)

Berikut tabel hubungan temperatur (T) dengan e_a , W dan $f(t)$, tabel hubungan Radiasi Ekstra Matahari (R_a) dengan lintang (untuk daerah Indonesia 5 LU – 10 LS), dan tabel koreksi (C) bulanan untuk metode Penman Modifikasi :

Tabel 4.14 Tabel Hubungan (T) dengan es, W dan f(t)

Suhu (T)	ea	W	(1-W)	F(T)
	mbar	elevasi 1-250 mm		
20	23,4	0,68	0,32	14,6
21	24,9	0,7	0,3	14,8
22	26,4	0,71	0,29	15
23	28,1	0,72	0,28	15,2
24	29,8	0,73	0,27	15,4
25	31,7	0,74	0,26	15,7
26	33,6	0,75	0,25	15,9
27	35,7	0,76	0,24	16,1
28	37,8	0,77	0,23	16,3
29	40,1	0,78	0,22	16,5
30	42,4	0,78	0,22	16,8
31	44,9	0,79	0,21	17
32	47,6	0,8	0,2	17,2
33	50,3	0,81	0,19	17,5
34	53,2	0,81	0,19	17,7
35	56,2	0,82	0,18	17,9
36	59,4	0,83	0,17	18,1
37	62,8	0,84	0,16	18,3
38	66,3	0,84	0,16	18,5
39	69,9	0,85	0,16	18,7

(Sumber : BPSDA, Serang)

Tabel 4.15 Tabel Koreksi (C) Bulanan untuk Metode Penman

Bulan	C	Bulan	C
Januari	1,04	Juli	0,9
Februari	1,05	Agustus	1
Maret	1,06	September	1,1
April	0,9	Oktober	1,1
Mei	0,9	November	1,1
Juni	0,9	Desember	1,1

(Sumber : Ir. Agus Suroso, MT)

Tabel 4.16 Hubungan Nilai Radiasi Ekstra Matahari (Ra) dengan Letak Lintang
(untuk daerah Indonesia 5 LU – 10 LS)

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Tahun
5°LU	13,7	14,5	15	15	14,5	14,1	14,2	14,6	14,9	14,6	13,9	13,4	14,39
0°	14,5	15	15,2	14,7	13,9	13,4	13,5	14,2	14,9	15	14,6	14,3	14,45
5°LS	15,2	15,4	15,2	14,3	13,2	12,5	12,7	13,6	14,7	15,2	15,2	15,1	14,33
10°LS	15,8	15,7	15,1	13,8	12,4	11,6	11,9	13	14,4	15,7	15,7	15,8	14,21

(Sumber : Sudirman, 2002)

Setelah mendapatkan nilai rekapan data klimatologi dilanjutkan dengan perhitungan untuk mendapatkan nilai evapotranspirasinya. Perhitungan dilakukan menggunakan data bulan Januari.

Data Klimatologi Januari yaitu :

- Suhu Udara (°C) (T) : 27,19 °C
- Kelembapan Udara (%) – Rh : 81,05 %
- Lama Penyinaran Matahari (%) – U: 47,08 %
- Kecepatan Angin (km/hari) – U : 1,55 km/hari
- Terletak pada 7° 38' 42'' : 7,71°LS

Adapun untuk perhitungannya sebagai berikut :

Januari

1. ea = Interpolasi antara suhu dengan nilai

$$ea = 35,7 + \left(\frac{37,8-35,7}{28-27} \right) \times (27,19 - 27)$$

$$ea = 36,09 \text{ mbar}$$

2. Tekanan uap (ed) = ea.(Rh/100)

$$Ed = ea \times \frac{Rh}{100} = 36,09 \times \frac{81,05}{100}$$

$$Ed = 29,25 \text{ mbar}$$

3. Perbedaan tekanan uap (ea-ed)

$$Uap = ea - ed = 36,09 - 29,25 = 6,84 \text{ mbar}$$

4. Fungsi kecepatan angin $f(u)$

$$F(u) = 0,27 \times \left(1 + \frac{u}{100}\right)$$

$$F(u) = 0,27 \times \left(1 + \frac{1,55}{100}\right)$$

$$F(u) = 0,274$$

5. Nilai (W) weighting factor dari interpolasi tabel berikut dengan suhu 27,19 °C

$$W = 0,76 + \left(\frac{0,77-0,76}{28-27}\right) \times (27,19 - 27)$$

$$W = 0,761$$

Hasil interpolasi adalah 0,761

6. Faktor pembobotan untuk angin = $1 - W$

$$\begin{aligned}\text{Nilai } W = 0,761 \text{ maka nilai } (1-W) &= (1 - 0,761) \\ &= 0,239\end{aligned}$$

7. Faktor Aerodinamis = $(1 - w) \cdot f(u) \cdot (e_d - e_a)$

$$= 0,239 \cdot 0,274 \cdot 6,84$$

$$= 0,447$$

8. Radiasi extra terentrial / radiasi yang sampai pada lapisan atas atmosfer (mm/hari) (R_a)

$$R_a = 15,2 + \left(\frac{15,8-15,2}{10-5}\right) \times (7,71 - 5)$$

$$R_a = 15,52 \text{ mm/hari}$$

Hasil interpolasi dari tabel nilai R_a ekuivalen evaporasi dalam mm/hari dengan letak lintang 7,71 diperoleh hasil 15,52 mm/hari

9. Radiasi matahari gelombang pendek (R_s)

$$R_s = (0,25 + (0,5 \times (n/N))) \times R_a$$

$$R_s = (0,25 + (0,5 \times 47,08\%)) \times 15,52$$

$$R_s = 3,903 \text{ mm/hari}$$

10. Pendapatan radiasi matahari gelombang pendek

$$R_{ns} = (1 - 0,25) \times R_s$$

$$R_{ns} = 0,75 \times 3,903$$

$$R_{ns} = 2,927 \text{ mm/hari}$$

11. $F(T)$ = interpolasi antara suhu dengan nilai $F(T)$ untuk $T = 27,19^\circ\text{C}$

$$F(T) = 16,10 + \left(\frac{16,30-16,10}{28-27}\right) \times (27,19 - 27)$$

$$F(T) = 16,13$$

12. Efek dari pada e_d

$$F(e_d) = 0,34 - (0,044 \times \sqrt{e_d})$$

$$F(e_d) = 0,34 - (0,044 \times \sqrt{29,25})$$

$$F(e_d) = 0,102$$

13. $F(n/N) = 0,1 + (0,9 \times (n/N))$

$$F(n/N) = 0,1 + (0,9 \times (0,470))$$

$$F(n/N) = 0,523$$

14. $R_{n1} = F(T) \cdot F(e_d) \cdot F(n/N)$

$$R_{n1} = 16,13 \cdot 0,102 \cdot 0,523$$

$$R_{n1} = 0,860$$

15. $R_n = R_{ns} - R_{n1}$

$$R_n = 2,927 - 0,860$$

$$R_n = 2,06$$

16. C di dapat dari tabel untuk Januari = 1,04

17. Evapotranspirasi

$$ET_o = c[W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)]$$

$$ET_o = 1,04 \cdot [0,761 \cdot 2,06 + (0,239) \cdot (0,274) \cdot (6,84)]$$

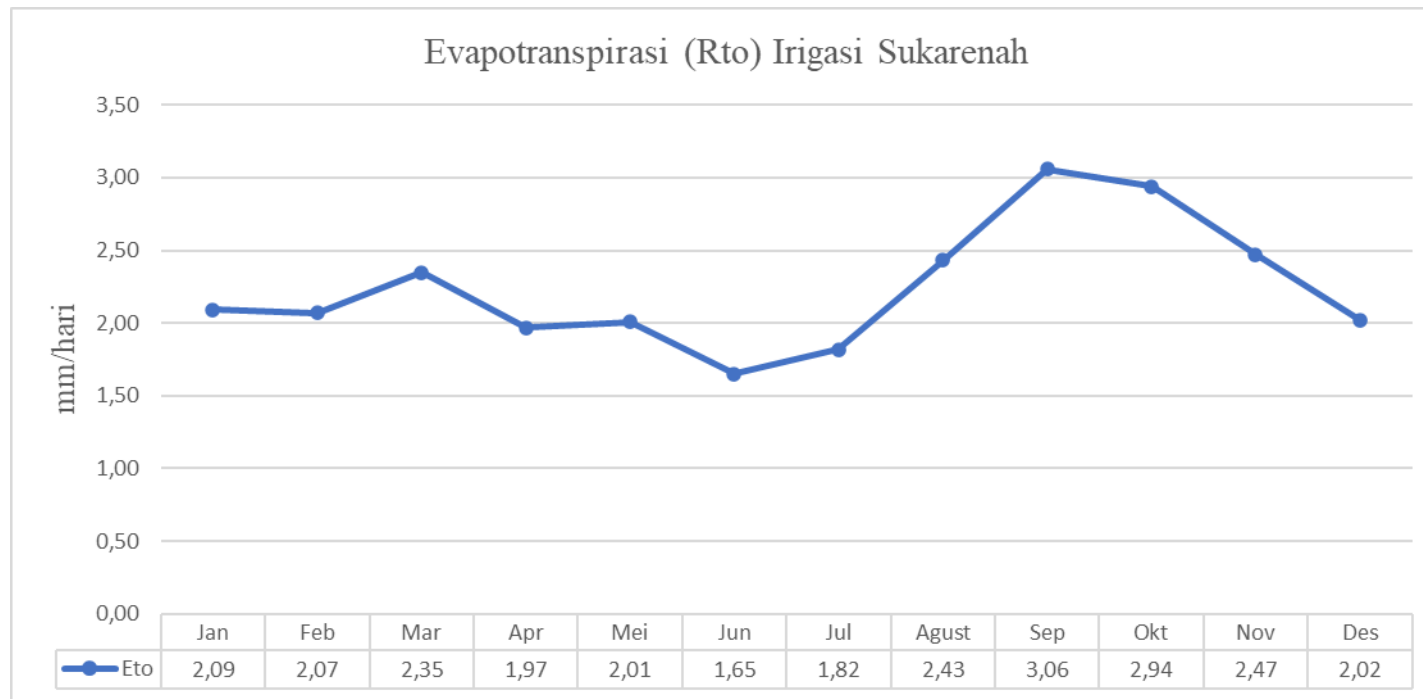
$$ET_o = 2,09 \text{ mm/hari}$$

Tabel 4.17 Tabel Perhitungan Evapotranspirasi

Data	Sat	Ket	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur Rata- rata (t)	°C	Data	27,19	27,22	27,11	27,47	27,48	26,45	25,74	25,74	26,37	26,94	27,26	27,56
Kelembaban udara (Rh) Rata-rata	%	Data	81,05	82,24	80,45	81,29	81,60	82,40	82,08	82,74	82,78	83,07	83,82	82,59
Penyinaran Matahari (n/N) Rata-rata	%	Data	47,08	45,98	55,65	59,43	70,09	62,52	70,80	70,16	69,22	60,63	50,55	42,12
Kecepatan angin (u) Rata-rata	Km/Jam	Data	1,55	1,45	1,43	1,45	2,05	2,20	2,64	2,82	2,71	2,19	1,46	1,45
ANALISA DATA														
ea	mbar	Tabel	36,09	36,16	35,93	36,68	36,70	34,54	33,10	33,10	35,07	35,57	36,24	36,74
Rh mean/100		Data	81,05	82,24	80,45	81,29	81,60	82,40	82,08	82,74	82,78	83,07	83,82	82,59
$ed = ea \times Rh/100$	mbar	Perhit	29,25	29,73	28,90	29,81	29,94	28,46	27,16	27,38	29,03	29,54	27,86	30,34
(ea-ed)	mbar	Perhit	6,84	6,43	7,03	6,87	6,76	6,08	5,94	5,72	6,04	6,03	8,38	6,40
$f(u) = 0,27 (1 + u \times 0,864)$		Perhit	0,274	0,273	0,273	0,273	0,275	0,275	0,277	0,277	0,277	0,275	0,273	0,273
W		Tabel	0,761	0,762	0,761	0,764	0,764	0,754	0,747	0,744	0,753	0,759	0,762	0,765
(1-W)		Perhit	0,239	0,238	0,239	0,236	0,236	0,246	0,253	0,256	0,247	0,241	0,238	0,235
Faktor Aerodinamis, = $(1-W)*f(U)*(ea-ed)$		Perhit	0,477	0,417	0,458	0,442	0,438	0,411	0,416	0,405	0,413	0,399	0,544	0,410
Ra	mm/hr	Tabel	15,52	15,56	15,14	14,02	12,76	12,01	12,26	13,27	14,53	15,47	15,47	15,47
n/N/100		Data	47,08	45,98	55,65	59,43	70,09	62,52	70,80	70,16	69,22	60,63	50,55	42,12

$R_s = R_a \times (0,25 + 0,54 \times n/N)$		Perhit	3,903	3,827	4,462	4,416	4,721	4,004	4,590	4,905	5,278	4,939	4,160	3,507
$R_{ns} = (1-a) \times R_s$ (a=0,25)		Perhit	2,927	2,870	3,346	3,312	3,540	3,003	3,442	3,678	3,958	3,704	3,120	2,630
$f(ed) = 0,34 - 0,044 \ddot{O}ed$		Perhit	0,102	0,100	0,103	0,099	0,099	0,105	0,110	0,109	0,102	0,100	0,107	0,097
$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \times n/N$		Perhit	0,523	0,513	0,600	0,634	0,738	0,662	0,737	0,730	0,722	0,645	0,554	0,478
$f(t)$		Tabel	16,13	16,14	16,12	16,19	16,19	15,99	15,84	15,84	15,97	16,08	16,15	16,21
$R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$		Perhit	0,860	0,828	0,996	1,016	1,183	1,111	1,284	1,260	1,176	1,037	0,872	0,751
$R_n = R_{ns} - R_{n1}$		Perhit	2,06	2,04	2,35	2,29	2,35	1,89	2,15	2,41	2,78	2,66	2,24	1,87
c		Tabel	1,04	1,05	1,06	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,1
$E_{t0} = c \times [W \times R_n + (1-w) \times f(u)]$	mm/hr	Perhit	2,09	2,07	2,35	1,97	2,01	1,65	1,82	2,43	3,06	2,94	2,47	2,02

(Sumber : Olahan Penulis)



Gambar 4.1 Evapotranspirasi Bulanan

(Sumber : Olahan Penulis)

Untuk nilai evapotranspirasi terbesar terjadi pada September sebesar 3,06 mm/hari, sedangkan nilai evapotranspirasi terkecil terjadi pada Juni sebesar 1,65 mm/hari.

4.3.2 Ketersediaan Air

Ketersediaan air dihitung dengan mencari debit andalan dengan menggunakan data dari debit aliran sungai Ciroyom.

Tabel 4.18 Data Debit Setengah Bulanan Sungai Ciroyom Januari – Juni

No.	Tahun	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2015	173	184	165	176	203	216	180	192	195	208	195	208
2	2016	210	272	180	192	173	200	158	168	180	208	168	192
3	2017	345	299	413	358	375	325	349	299	225	195	248	215
4	2018	323	304	345	305	353	323	330	308	345	315	323	293
5	2019	360	408	371	412	375	420	349	392	266	300	338	384
6	2020	356	336	278	264	255	256	308	312	263	256	263	264
7	2021	128	143	195	192	175	170	180	208	233	248	171	168
8	2022	278	293	315	304	345	315	375	325	375	430	315	304
9	2023	450	464	420	416	390	368	405	364	375	430	416	415
10	2024	371	412	413	424	398	392	408	416	420	416	390	400
JUMLAH		2.992	3.114	3.094	3.043	3.040	2.985	3.040	2.984	2.876	3.006	2.825	2.842
RATA- RATA		299	311	309	304	304	298	304	298	288	301	283	284

(Sumber : PSDA Pangandaran)

Tabel 4.19 Data Debit Setengah Bulanan Sungai Ciroyom Juli – Desember

No.	Tahun	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2015	173	184	218	232	150	160	233	248	188	200	188	200
2	2016	158	168	143	160	158	168	150	176	210	248	165	192
3	2017	225	195	270	234	266	228	360	312	323	293	338	293
4	2018	315	304	293	283	338	310	308	296	315	312	315	313
5	2019	345	449	413	424	352	400	400	360	405	364	375	430
6	2020	336	335	264	260	263	264	304	303	360	338	315	336
7	2021	128	120	171	168	158	168	158	135	105	111	180	171
8	2022	270	264	270	264	360	368	248	288	375	430	345	315
9	2023	416	415	416	415	420	416	416	416	420	416	420	416
10	2024	418	439	360	368	405	408	375	420	375	430	393	392
JUMLAH		2.782	2.873	2.816	2.808	2.868	2.890	2.949	2.954	3.075	3.141	3.033	3.057
RATA- RATA		278	287	282	281	287	289	295	295	307	314	303	306

(Sumber : PSDA Pangandaran)

Berikut merupakan debit andalan (Q80) dan (Q50) setengah bulanan Sungai Cibodas dengan aliran liter perdetik (liter/detik)

Tabel 4.20 Debit Andalan Sungai Ciroyom Januari – Juni

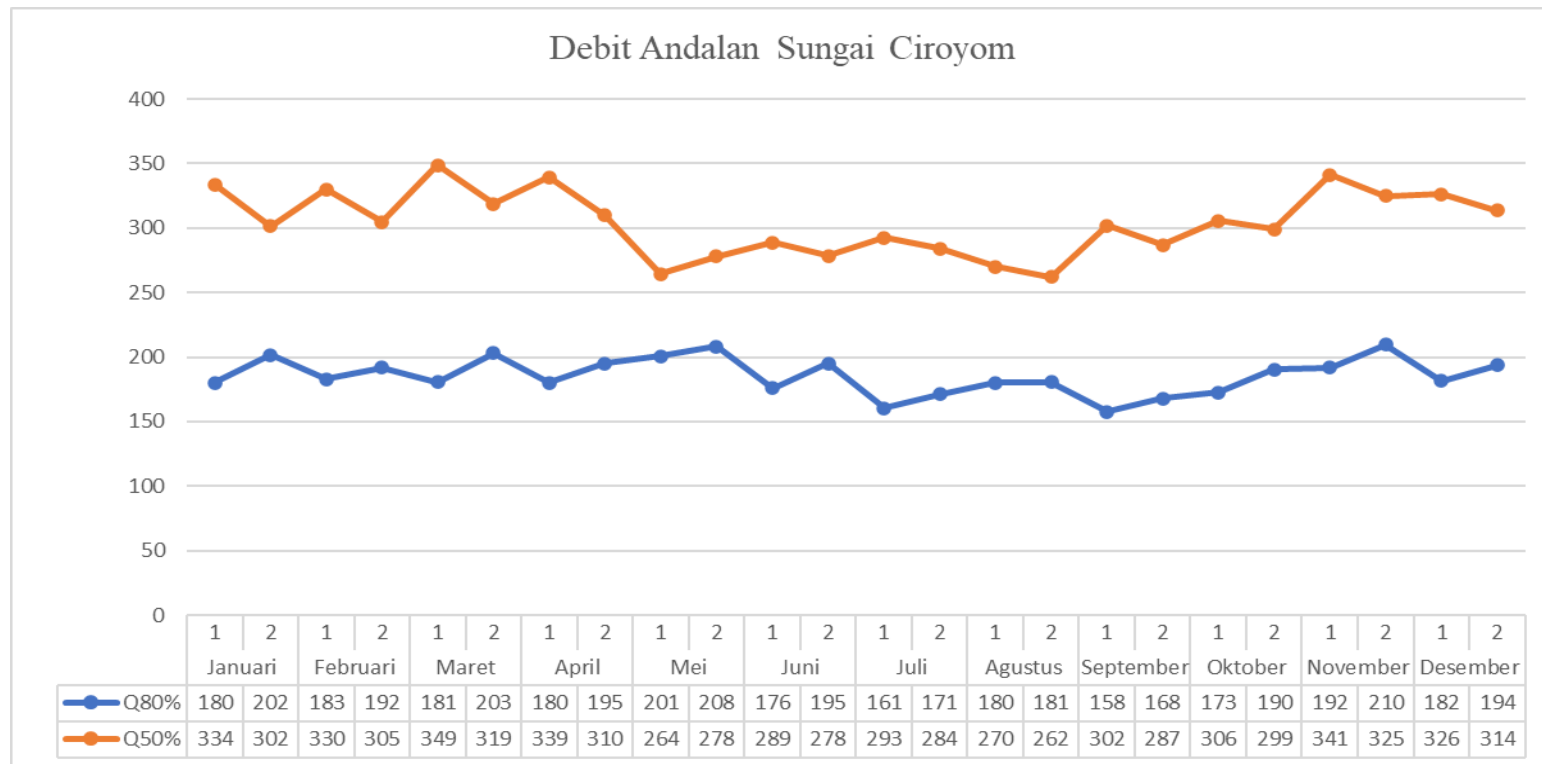
probabilitas	No.	Tahun	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
9,10%	1	2015	450	464	420	424	398	420	408	416	420	430	416	415
18,20%	2	2016	371	412	413	416	390	392	405	392	375	430	390	400
27,30%	3	2017	360	408	413	412	375	368	375	364	375	416	338	384
36,40%	4	2018	356	336	371	358	375	325	349	325	345	315	323	304
45,50%	5	2019	345	304	345	305	353	323	349	312	266	300	315	293
54,50%	6	2020	323	299	315	304	345	315	330	308	263	256	263	264
63,60%	7	2021	278	293	278	264	255	256	308	299	233	248	248	215
72,70%	8	2022	210	272	195	192	203	216	180	208	225	208	195	208
81,80%	9	2023	173	184	180	192	175	200	180	192	195	208	171	192
90,90%	10	2024	128	143	165	176	173	170	158	168	180	195	168	168
JUMLAH			2.992	3.114	3.094	3.043	3.040	2.985	3.040	2.984	2.876	3.006	2.825	2.842
RATA-RATA			299	311	309	304	304	298	304	298	288	301	283	284
Q80%			180	202	183	192	181	203	180	195	201	208	176	195
Q50%			334	302	330	305	349	319	339	310	264	278	289	278

(Sumber : Olahan Penulis)

Tabel 4.21 Debit Andalan Sungai Ciroyom Juli – Desember

probabilitas	No.	Tahun	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
9,10%	1	2015	418	449	416	424	420	416	416	420	420	430	420	430
18,20%	2	2016	416	439	413	415	405	408	400	416	405	430	393	416
27,30%	3	2017	345	415	360	368	360	400	375	360	375	416	375	392
36,40%	4	2018	336	335	293	283	352	368	360	312	375	364	345	336
45,50%	5	2019	315	304	270	264	338	310	308	303	360	338	338	315
54,50%	6	2020	270	264	270	260	266	264	304	296	323	312	315	313
63,60%	7	2021	225	195	264	234	263	228	248	288	315	293	315	293
72,70%	8	2022	173	184	218	232	158	168	233	248	210	248	188	200
81,80%	9	2023	158	168	171	168	158	168	158	176	188	200	180	192
90,90%	10	2024	128	120	143	160	150	160	150	135	105	111	165	171
JUMLAH			2.782	2.873	2.816	2.808	2.868	2.890	2.949	2.954	3.075	3.141	3.033	3.057
RATA-RATA			278	287	282	281	287	289	295	295	307	314	303	306
Q80%			161	171	180	181	158	168	173	190	192	210	182	194
Q50%			293	284	270	262	302	287	306	299	341	325	326	314

(Sumber : Olahan Penulis)



Gambar 4.2 Debit Andalan Sungai Ciroyom

(Sumber : Olahan Penulis)

Debit andalan Q50 terbesar pada bulan Maret I yaitu, 349 liter/detik, sedangkan debit Q50 terkecil pada bulan Agustus II sebesar 262 liter/detik. Untuk debit andalan Q80 terbesar pada bulan November II sebesar 210 liter/detik, sedangkan untuk Q80 terkecil pada bulan September I sebesar 158 liter/detik

4.3.3 Kebutuhan Air

4.3.3.1 Curah Hujan Efektif

Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan wilayah setengah bulanan.

Curah hujan efektif dengan probabilitas R80 dapat diketahui dengan mengurutkan data jumlah curah hujan bulanan dari yang terkecil hingga yang terbesar pertahunnya.

Tabel 4.22 Data Curah Hujan Setengah Bulanan

No	Tahun	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2015	97,67	220	162	81,33	199	106	87,33	116	114,33	7,67	104	0
2	2016	191,33	132	196,67	161,33	140,67	116,33	194	74	195,33	136	87	127,67
3	2017	141	232,33	178	78,33	114	137	117,33	207	81,67	35,67	39,67	112,67
4	2018	97,67	83	156,67	146	107,33	116,67	147,33	102	0	25,33	26,33	33,33
5	2019	121,67	169	167,67	143	176	83,33	101	133,67	15,33	0	3,33	0
6	2020	227	127	184,33	245,67	149,33	206,67	128,67	136,67	45,67	148,67	40,33	68,33
7	2021	174,67	198	211,67	122,33	107	59,33	131,33	19,33	2,67	33,67	51,67	78
8	2022	206,67	116,33	267,67	148,33	90	259	145,67	121,67	94	88,33	82,67	176,67
9	2023	19	125	152	131	85,67	106,33	37,67	140,67	274,33	0	12	54
10	2024	166	188,33	133	53,67	132	37	52	105	0	0	36,33	28,67

No	Tahun	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2015	0	6	0	0	0	0	0	0	143,33	187,33	165,33	51,67
2	2016	80,33	110,67	117,67	75,33	127,33	296	252,33	167,67	145,33	306	151,33	61
3	2017	6,33	19,67	18	5	0	118,67	335,33	195,33	192	154,33	90,33	168
4	2018	5,33	9,33	3,67	2,33	6,33	7,33	0	35	326	100	201,33	50,67
5	2019	1,67	1	0	0	0	0	0	12,33	161,67	40,67	118	161,33
6	2020	19,67	12	30	6,33	33,67	106,67	173,33	304	187,33	289,67	288,67	98,67
7	2021	24,33	24,33	37,67	11	106,67	92,33	10,67	126,33	217	98,67	94,33	140,33
8	2022	112,67	6	98	20	139	46	297,33	108,33	334	190,33	154,67	99,33
9	2023	128,67	1	1	2	1,33	1	4	0	92,67	110,33	64,67	34
10	2024	30	1,33	10,33	1,33	118,33	27	22,33	60,33	172,33	187,33	262,33	195,67

Tabel 4.23 Rangking Curah Hujan Setengah Bulanan

No	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	19,00	83,00	133,00	53,67	85,67	37,00	37,67	19,33	0,00	0,00	3,33	0,00
2	97,67	116,33	152,00	78,33	90,00	59,33	52,00	74,00	0,00	0,33	12,00	0,00
3	97,67	125,00	156,67	81,33	107,00	83,33	87,33	102,00	2,67	0,33	26,33	28,67
4	121,67	127,00	162,00	122,33	107,33	106,00	101,00	105,00	15,33	7,67	36,33	33,33
5	141,00	132,00	167,67	131,00	114,00	106,33	117,33	116,00	45,67	25,33	39,67	54,00
6	166,00	169,00	178,00	143,00	132,00	116,33	128,67	121,67	81,67	33,67	40,33	68,33
7	174,67	188,33	184,33	146,00	140,67	116,67	131,33	133,67	94,00	35,67	51,67	78,00
8	191,33	198,00	196,67	148,33	149,33	137,00	145,67	136,67	114,33	88,33	82,67	112,67
9	206,67	220,00	211,67	161,33	176,00	206,67	147,33	140,67	195,33	136,00	87,00	127,67
10	227,00	232,33	267,67	245,67	199,00	259,00	194,00	207,00	274,33	148,67	104,00	176,67

No	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	92,67	40,67	64,67	34,00
2	1,67	1,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	143,33	98,67	90,33	50,67
3	5,33	1,33	1,00	1,33	0,00	1,00	0,33	12,33	145,33	100,00	94,33	51,67
4	6,33	6,00	3,67	2,00	1,33	7,33	4,00	35,00	161,67	110,33	118,00	61,00
5	19,67	6,00	10,33	2,33	6,33	27,00	10,67	60,33	172,33	154,33	151,33	98,67
6	24,33	9,33	18,00	5,00	33,67	46,00	22,33	108,33	187,33	187,33	154,67	99,33
7	30,00	12,00	30,00	6,33	106,67	92,33	173,33	126,33	192,00	187,33	165,33	140,33
8	80,33	19,67	37,67	11,00	118,33	106,67	252,33	167,67	217,00	190,33	201,33	161,33
9	112,67	24,33	98,00	20,00	127,33	118,67	297,33	195,33	326,00	289,67	262,33	168,00
10	128,67	110,67	117,67	75,33	139,00	296,00	335,33	304,00	334,00	306,00	288,67	195,67

(Sumber : Olahan Penulis)

Keterangan :

Urutan ke – 3 : R80

Setelah melakukan pengurutan data dari yang terkecil sampai terbesar. Kemudian untuk mengetahui letak data hujan rancangan probabilitas 80% untuk tanaman padi berada pada urutan ke berapa pada tabel di atas.

$$M \text{ Padi} = (n/5) + 1$$

$$M \text{ Padi} = (10/5) + 1 = 3$$

Maka nilai R80 berada pada urutan ke – 3 atau yang sudah diberi tabel orange, Karena data yang dibutuhkan adalah data setengah bulanan, maka data curah hujan efektif diurutkan sesuai tahunnya kembali dengan data setengah bulanan.

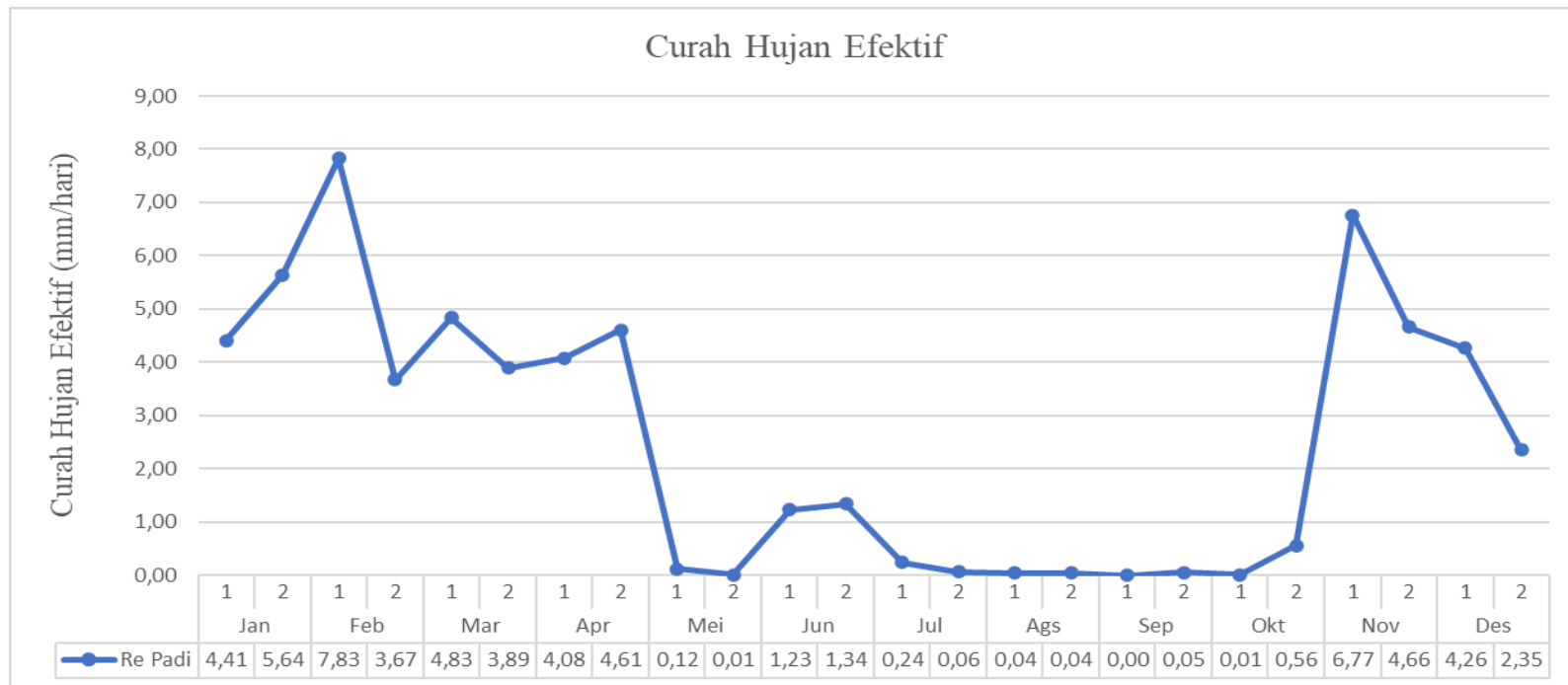
- Dari data curah hujan efektif 80 (R80) Januari 1 sebesar 97,67 mm, dengan jumlah hari 15,5 hari. Maka:
 - $R80 \text{ Efektif} = R80/JH = 97,67 / 15,5 = 6,301 \text{ mm}$
 - $Re \text{ Padi} = R80 \text{ efektif} \times 0,7 = 6,301 \times 0,7 = 4,410 \text{ mm}$

Tabel 4.24 Perhitungan Curah Hujan Efektif R80 Setengah Bulanan

	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
R80	97,67	125,00	156,67	81,33	107,00	83,33	87,33	102,00	2,67	0,33	26,33	28,67
JH	15,50	15,50	14,00	15,50	15,50	15,00	15,00	15,50	15,50	15,50	15,00	15,00
R80 Efektif (R80/JH)	6,30	8,06	11,19	5,25	6,90	5,56	5,82	8,58	0,17	0,02	1,76	1,91
Re Padi (R80.0,7)	4,41	5,64	7,83	3,67	4,83	3,89	4,08	4,61	0,12	0,01	1,23	1,34

	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
R80	5,33	1,33	1,00	1,33	0,00	1,00	0,33	12,33	145,33	100,00	94,33	51,67
JH	15,50	15,50	15,50	15,50	15,00	15,00	15,50	15,50	15,00	15,00	15,50	15,50
R80 Efektif (R80/JH)	0,34	0,09	0,06	0,06	0,00	0,07	0,02	0,80	9,67	6,67	6,09	3,35
Re Padi (R80.0,7)	0,24	0,06	0,04	0,04	0,00	0,05	0,01	0,56	6,77	4,66	4,26	2,35

(Sumber : Olahan Penulis)



Gambar 4.3 Curah Hujan Efektif R80 Setengah Bulanan

(Sumber : Olahan Penulis)

Nilai curah hujan efektif untuk nilai Re Padi 80 terbesar terjadi pada Februari I sebesar 7,83 mm/hari, sedangkan nilai terkecil terjadi pada Mei I dan II, Juli I dan II, Agustus I dan II, September I dan II, oktober I dan II sebesar 0 mm/hari.

4.3.3.2 Perkolasi

Perkolasi 2 mm/hari yaitu proses kehilangan air yang terjadi pada penanaman di sawah. Pada umumnya, air untuk penggenangan padi harus diganti minimal 3 kali. Penggantian lapisan air WLR1, WLR2 dan WLR3 adalah sejumlah air yang diperlukan untuk mengganti lapisan air di sawah sesudah 1,5 bulan dan 2 bulan dari penyiapan lahan, besarnya adalah 50 mm per 15 hari atau 3,33 mm perhari yang merupakan hasil rata-rata dari WLR1, WLR2 dan WLR3. Rasio luas tanaman adalah perbandingan antara luas lahan tanaman maka harus melihat gambar susunan pola tanam apabila ditanami nilainya adalah 1, yang tidak penuh dapat diambil 0.75, 0.5, atau 0,25. Kebutuhan air untuk $ET + P + WLR$, merupakan perkalian antara rasio luas tanaman dengan penjumlahan ET , P , dan WLR .

4.3.3.3 Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan

Kebutuhan air selama penyiapan lahan (Line Preparation) adalah pekerjaan untuk menyiapkan tanah sebelum digunakan untuk menanam tanaman. Kebutuhan air irigasi untuk penyiapan lahan dihitung pada 3 musim dengan menggunakan metode perhitungan yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zylstra (1968).

Pada tugas akhir ini penulis menggunakan LP selama 30 hari dengan $S = 250$ mm, karena tanah cenderung basah. Adapun kebutuhan air guna penyiapan lahan ini adalah didasarkan pada tabel hubungan antara faktor $E_0 + P (=1,1 E_0 + P)$ dengan jangka waktu penyiapan lahan (T) serta air yang diperlukan untuk penjemuran dan penggenangan (S).

Dari data evapotranspirasi Januari I, maka didapat nilai IR sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E_0 &= 1,1 \times E_{to} \\
 &= 1,1 \times 2,09 = 2,299 \\
 M &= E_0 + P \\
 &= 2,299 + 2 = 4,299 \\
 K &= M \times (T/S) \\
 &= 4,299 \times (30/250) = 0,515 \\
 IR &= \frac{(Me^k)}{(e^k - 1)} \\
 &= \frac{(4,299 \times 2,718^{0,515})}{(2,718^{0,515} - 1)} = 10,681
 \end{aligned}$$

Tabel 4.25 Perhitungan *Line Preparation* (LP)

Bulan		Eto	Eo = 1,1 x Eto	P	M=Eo + P	K = M x T/S				IR = (Me^k)/(e^k-I)			
						T=30 Hari		T=45 Hari		T=30 Hari		T=45 Hari	
						S=250 mm	S=300 mm	S=250 mm	S=300 mm	S=250 mm	S=300 mm	S=250 mm	S=300 mm
Jan	I	2,09	2,299	2	4,299	0,515	0,429	0,773	0,644	10,681	12,324	7,985	9,054
	II	2,09	2,299	2	4,299	0,515	0,429	0,773	0,644	10,681	12,324	7,985	9,054
Feb	I	2,07	2,277	2	4,277	0,513	0,427	0,769	0,641	10,658	12,307	7,972	9,038
	II	2,07	2,277	2	4,277	0,513	0,427	0,769	0,641	10,658	12,307	7,972	9,038
Maret	I	2,35	2,585	2	4,585	0,550	0,458	0,825	0,687	10,838	12,478	8,162	9,227
	II	2,35	2,585	2	4,585	0,550	0,458	0,825	0,687	10,838	12,478	8,162	9,227
April	I	1,97	2,167	2	4,167	0,500	0,416	0,750	0,625	10,591	12,245	7,898	8,967
	II	1,97	2,167	2	4,167	0,500	0,416	0,750	0,625	10,591	12,245	7,898	8,967
Mei	I	2,01	2,211	2	4,211	0,505	0,421	0,757	0,631	10,621	12,256	7,931	8,999
	II	2,01	2,211	2	4,211	0,505	0,421	0,757	0,631	10,621	12,256	7,931	8,999
Jun	I	1,65	1,815	2	3,815	0,457	0,381	0,686	0,572	10,401	12,042	7,685	8,758
	II	1,65	1,815	2	3,815	0,457	0,381	0,686	0,572	10,401	12,042	7,685	8,758
Jul	I	1,82	2,002	2	4,002	0,480	0,400	0,720	0,600	10,498	12,140	7,797	8,870
	II	1,82	2,002	2	4,002	0,480	0,400	0,720	0,600	10,498	12,140	7,797	8,870
Agust	I	2,43	2,673	2	4,673	0,560	0,467	0,841	0,700	10,898	12,339	8,217	9,283
	II	2,43	2,673	2	4,673	0,560	0,467	0,841	0,700	10,898	12,339	8,217	9,283
Sept	I	3,06	3,366	2	5,366	0,643	0,536	0,965	0,804	11,314	12,933	8,669	9,713
	II	3,06	3,366	2	5,366	0,643	0,536	0,965	0,804	11,314	12,933	8,669	9,713
Okt	I	2,94	3,234	2	5,234	0,628	0,523	0,942	0,785	11,224	12,852	8,578	9,624
	II	2,94	3,234	2	5,234	0,628	0,523	0,942	0,785	11,224	12,852	8,578	9,624
Nov	I	2,47	2,717	2	4,717	0,566	0,471	0,849	0,707	10,914	12,558	8,244	9,306
	II	2,47	2,717	2	4,717	0,566	0,471	0,849	0,707	10,914	12,558	8,244	9,306

Des	I	2,02	2,222	2	4,222	0,506	0,422	0,759	0,633	10,632	12,264	7,938	9,002
	II	2,02	2,222	2	4,222	0,506	0,422	0,759	0,633	10,632	12,264	7,938	9,002

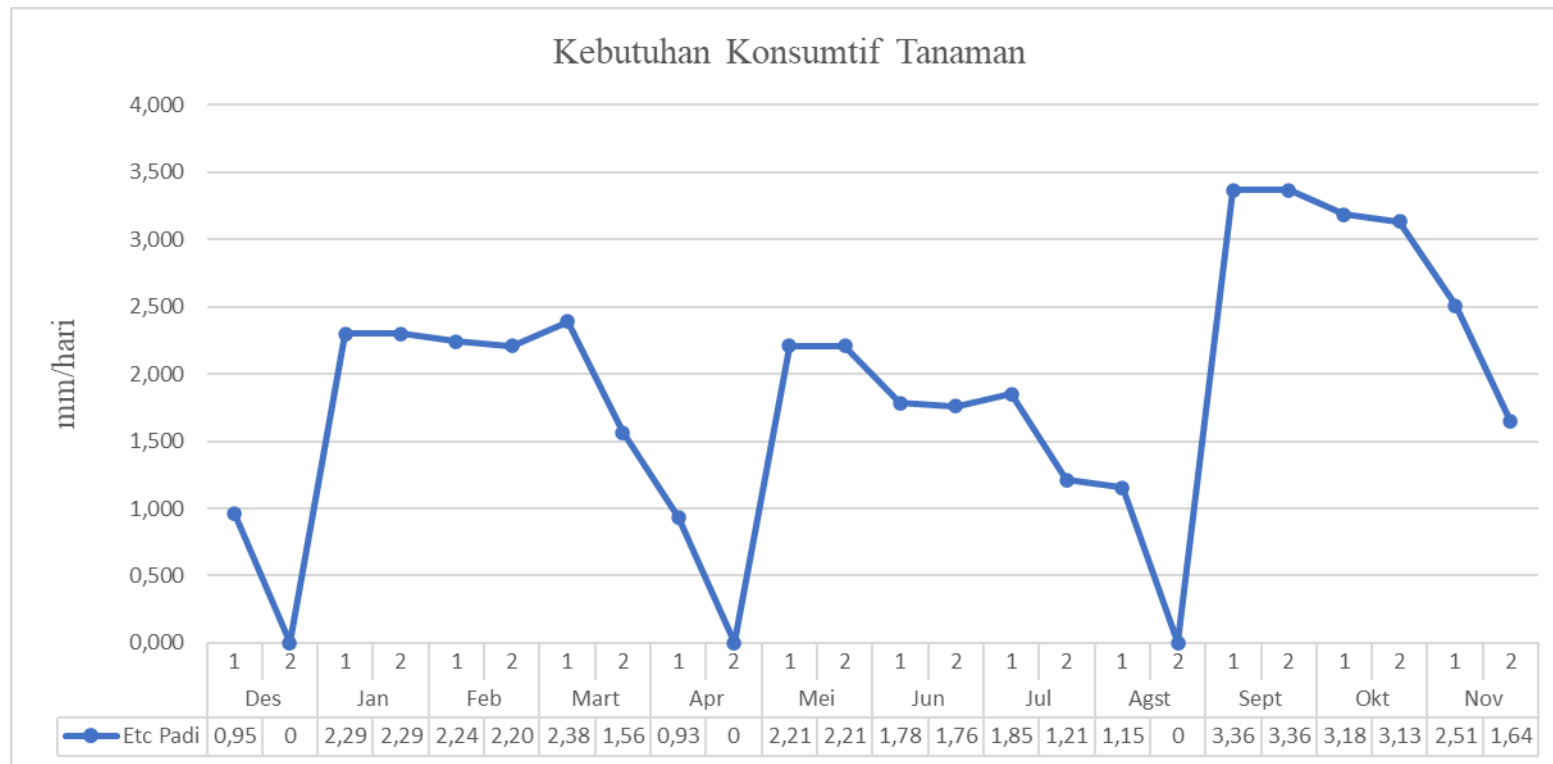
(Sumber : Olahan Penulis)

Nilai perkolasi yang digunakan yaitu 2 mm/hari dan tebal lapisan air 250 mm, dikarenakan karakteristik tanah yang cenderung basah.

Tabel 4.26 Penggunaan Konsumtif Tanaman Pola Tanam Padi-Padi-Padi

No.	Urutan	Notasi	Satuan	Des		Jan		Feb		Mart		Apr		Mei		Jun		Jul		Agst		Sept		Okt		Nov	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Pola Tanaman																										
2	Koefisien Tanaman (Kc)	e1		LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0
		e2		0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95
		e3		0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05	0,95	0	LP	LP	1,1	1,1	1,05	1,05
	Rerata Koefisien tanaman Pal	kc1																									
	Rerata Koefisien tanaman Pad	Kc2		0,475	0	1,1	1,1	1,083	1,067	1,017	0,667	0,475	0	1,1	1,1	1,083	1,067	1,017	0,667	0,475	0	1,1	1,1	1,083	1,067	1,017	0,667
3	Evapotranspirasi Potensial	Eto	mm/hari	2,020	2,020	2,090	2,090	2,070	2,070	2,350	2,350	1,970	1,970	2,010	2,010	1,650	1,650	1,820	1,820	2,430	2,430	3,06	3,060	2,940	2,940	2,470	2,470
4	Penggunaan Air Konsumtif (Etc) Pal	Etc 1 = kc1xEt	mm/hari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Penggunaan Air Konsumtif (Etc) Pad	Etc 2 = kc2xEt	mm/hari	0,959	0	2,299	2,299	2,241	2,208	2,389	1,567	0,935	0	2,211	2,211	1,786	1,760	1,850	1,213	1,154	0	3,366	3,366	3,184	3,136	2,511	1,647

(Sumber : Olahan Penulis)



Gambar 4.4 Kebutuhan Konsumtif Tanaman Pola Tanam Padi-Padi-Padi

(Sumber : Olahan Penulis)

4.3.3.3 Kebutuhan Air Sawah

Perhitungan kebutuhan air irigasi yang dimaksud adalah untuk mengetahui berapa kebutuhan bersih air irigasi dalam liter/dtk/ha, sedangkan kebutuhan air di intake (DR) adalah untuk mengetahui berapa kebutuhan air irigasi yang dibutuhkan dari bangunan pengambilan (intake) untuk sampai ke petak sawah dengan memasukkan faktor efisiensi irigasi (ef). Sistem pada tata tanam adalah untuk menentukan kapan waktu tanam yang tepat dengan menghubungkannya pada debit aliran yang diperkirakan dapat mencukupi dalam kurun waktu tertentu. Pada studi ini pola tanam hanya diperuntukkan sebagai bahan acuan untuk perhitungan kebutuhan air irigasi.

Pola tanam yang digunakan yaitu tiga kali musim tanam (padi-padi-palawija) dengan menggunakan sistem 3 golongan yang dibedakan pada rasio luas penggunaan lahan dalam satu kali musim tanam dengan asumsi luas rasio yang diberikan untuk keseluruhan 100% yaitu :

1. Golongan 1 : 40 %
2. Golongan 2 : 30 %
3. Golongan 3 : 30 %

Dari grafik (gambar 4.2) pada perhitungan Q80 akan diasumsikan debit aliran yang mencukupi untuk kebutuhan air irigasi dengan menghubungkannya terhadap potensi tanaman acuan padi yang membutuhkan air lebih besar dari palawija. Debit minimal aliran yang terjadi terdapat pada awal Maret dan Oktober sehingga dapat di asumsikan bahwa awal tanam yang cocok dapat dilakukan pada pertengahan Desember yang debit alirannya cenderung meningkat sampai pada akhir Maret kemudian cenderung menurun sampai pada awal Juli, sehingga pada studi ini asumsi awal musim tanam dimulai pada awal Januari. Berikut hasil perhitungan kebutuhan air irigasi :

Berikut contoh perhitungan pada November periode I (setengah bulan pertama) pada musim tanam 1 dengan potensi tanaman acuan yaitu padi.

1. Koefisien tanaman (Kc)

Koefisien tanaman didapatkan dari tabel 2.9 yaitu tabel koefisien tanaman padi dengan varietas biasa menurut FAO (Yuliani,2020) adalah :

Gol 1 : $e_1 = 1,10$

Gol 2 : $e_2 =$ pengolahan lahan

Gol 3 : $e_3 =$ pengolahan lahan

2. Evapotranspirasi potensial (Eto)

Evapotranspirasi didapatkan dari perhitungan Eto metode panman modifikasi

$$Eto = 2,090 \text{ mm/hari}$$

3. Penggunaan air konsumtif (Etc)

Dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Etc = kc.Eto$$

$$Etc_2 = Etc \text{ padi}$$

$$Etc = 1,10 \times 2,090 = 2,299$$

4. Perkolasi

Nilai perkolasi yang digunakan adalah 2 mm/hari karena kondisi tanah yang lempung.

5. Pergantian lapis air

Pada pemberian pergantian lapis air, kerana tidak ada penjadwalan maka pergantian lapis air diberikan sebesar 3,3 mm/hari selama satu bulan setelah tanam dan 2 bulan setelah transplasi (Dirjen Pengairan, Dep PU : 1986).

Adapun urainnya :

$$\text{Gol 1 : WLR} = 3,3$$

$$\text{Gol 2 : WLR} = \text{masa penyiapan lahan}$$

$$\text{Gol 3 : WLR} = \text{masa penyiapan lahan}$$

Rerata WLR :

$$WLR = 3,3 \text{ mm/hari}$$

6. Curah Hujan Efektif

$$Re = 4,41 \text{ mm/hari}$$

7. Kebutuhan air di sawah untuk padi (NFR padi)

$$NFR = Etc_2 + P + WLR - Re$$

$$NFR = 2,299 + 2 + 3,3 - 4,41$$

$$NFR = 3,189 \text{ mm/hari}$$

Rasio luas penggunaan lahan :

$$\text{Gol 1 : } 40\%$$

$$\text{Gol 2 : masa penyiapan lahan}$$

$$\text{Gol 3 : masa penyiapan lahan}$$

Kebutuhan air padi disawah dengan rasio :

$$NFR_2 = NFR \text{ padi}$$

$$NFR_2 = 0,4 \times 3,189 = 1,275 \text{ mm/hari}$$

8. Kebutuhan air untuk masa penyiapan lahan

Gol 1 : LP1 = dalam masa taman

Gol 2 : LP2 = 10,681

Gol 3 : LP3 = 10,681

Rerata penyiapan lahan :

$$LP = 10,681 \text{ mm/hari}$$

Rasio luas penggunaan lahan masa penyiapan lahan yaitu :

Gol 1 : LP1 = dalam masa tanam

Gol 2 : LP2 = 30%

Gol 3 : LP3 = 30%

Total rasio = 60%

Kebutuhan air penyiapan lahan dengan rasio :

$$LP = 10,681 \times 0,6 = 6,408 \text{ mm/hari}$$

9. Kebutuhan netto air irigasi (NFR) $NFR = NFR_2 + Lp$

$$NFR = 1,275 + 6,408 = 7,683 \text{ mm/hari}$$

$$NFR = (7,683 \times 10,000) / 86,400 = 0,889 \text{ ltr/dtk/ha}$$

10. Efisiensi irigasi (ef)

Nilai efisiensi irigasi didapatkan dari harga efisiensi irigasi (standar perencanaan irigasi, Kp-01: 1986). Adapun urainnya :

Ef = 90% saluran primer

Ef = 90% saluran sekunder

Ef = 90% saluran tersier

Ef keseluruhan = 65 %

11. Kebutuhan air di bangunan pengambilan $DR = NFR/ef$

$$DR = 0,889 / 0,65 = 1,3676 \text{ ltr/dtk/ha}$$

4.3.4 Keseimbangan Air

Perhitungan neraca air di hitung dengan menggunakan persamaan 2.35 dengan mengambil contoh perhitungan pada Desember I sebagai berikut :

$$\text{Keseimbangan Air} = \text{Ketersediaan Air} - \text{Kebutuhan Air}$$

$$\begin{aligned}\text{Keseimbangan Air} &= 2,106 - 1,112 \\ &= 0,994 \text{ ltr/dtk/ha}\end{aligned}$$

7	Curah Hujan Efektif	Re	mm/hari	4,26	2,35	4,41	5,64	7,83	3,67	4,83	3,89	4,08	4,61	0,12	0,01	1,23	1,34	0,24	0,06	0,04	0,04	0,00	0,05	0,01	0,56	6,77	4,66
8	Keb.Air Untuk Palawija	NFR1 = Etc1+P-Re	mm/hari																								
	Rasio Luas Tanaman	Rasio	%																								
	Keb. Air untuk palawija dengan	NFR = NFR x Rasio	mm/hari																								
9	Keb. Air sawah untuk padi	NFR = Etc2 + P -Re	mm/hari	1,999	2,950	3,189	1,959	-0,289	3,838	3,309	2,977	2,155	0,690	7,291	7,501	5,856	5,720	6,910	6,453	6,414	5,260	8,666	8,616	8,474	7,876	1,041	2,287
	Rasio Luas Tanaman	Rasio	Rasio	60%	30%	40%	70%	100%	100%	100%	100%	60%	30%	40%	70%	100%	100%	100%	100%	60%	30%	40%	70%	100%	100%	100%	100%
	Keb. Air untuk padi dengan	NFR2 = NFR x Rasio	mm/hari	1,199	0,885	1,275	1,371	-0,289	3,838	3,309	2,977	1,293	0,207	2,956	5,250	5,856	5,720	6,910	6,453	3,848	1,578	3,466	6,031	8,474	7,876	1,041	2,287
10	kebutuhan air masa penyiapan lahan	Lp1		10,632	10,632							10,591	10,591							10,898	10,898						
		Lp2			10,632	10,681							10,591	10,621							10,898	11,314					
		Lp3				10,681	10,681							10,621	10,621							11,314	11,314				
	Rerata penyiapan lahan			10,632	10,632	10,681	10,681					10,591	10,591	10,621	10,621					10,898	10,898	11,314	11,314				
	Rasio luas Penyiapan lahan	Rasio	%	40%	70%	60%	30%					40%	70%	60%	30%					40%	70%	60%	30%				
	Keb. Air penyiapan lahan	LP=LpxRatio	mm/hari	4,252	7,442	6,408	3,204					4,236	7,413	6,372	3,186					4,358	7,628	6,788	3,394				
11	Keb. Netto Air di sawah	NFR = NFR1+NFR2+	mm/hari	6,251	8,327	7,683	4,575	-0,289	3,838	3,309	2,977	5,529	7,620	9,328	8,436	5,856	5,720	6,910	6,453	8,203	9,206	10,254	9,425	8,474	7,876	1,041	2,287
			ltr/dtk/ha	0,723	0,963	0,889	0,529	-0,033	0,444	0,382	0,344	0,639	0,881	1,079	0,976	0,677	0,662	0,799	0,746	0,949	1,065	1,186	1,090	0,980	0,911	0,120	0,264
12	Efesiensi Irigasi Keseluruhan	Ef	%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
13	Kebutuhan Air Irigasi Di Intake	DR = NFR/ef	mm/hari	1,1123	1,4815	1,3676	0,8138	-0,0507	0,6830	0,5876	0,5292	0,9830	1,3553	1,6600	1,5015	1,0415	1,0184	1,2292	1,1476	1,4600	1,6384	1,8246	1,6769	1,5076	1,4015	0,1846	0,4061

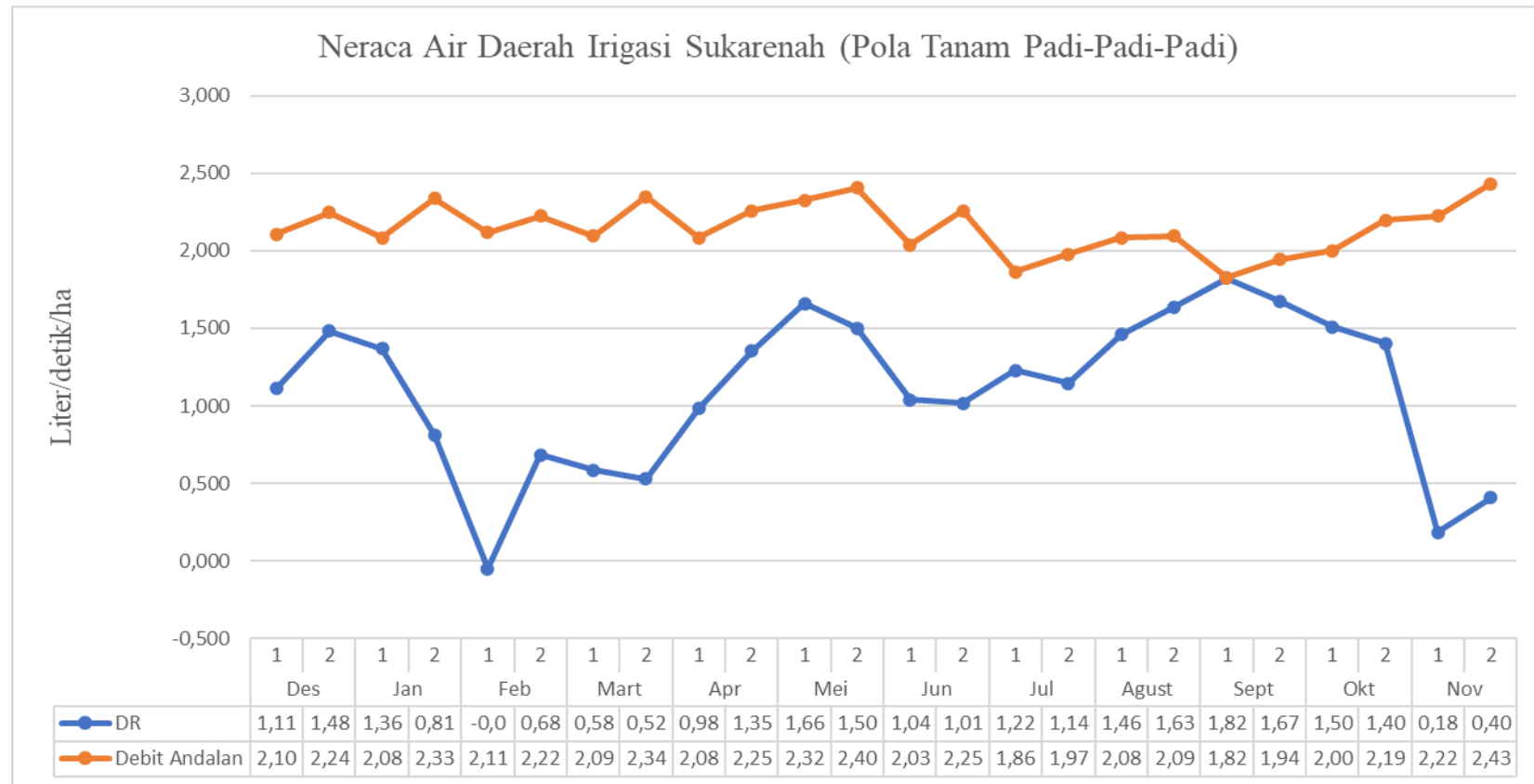
(Sumber : Olahan Penulis)

Tabel 4.28 Analisis Neraca Air Pola Tanam Padi-Padi-Padi

Urutan	Notasi	Satuan	Des		Jan		Feb		Mart		Apr		Mei		Jun		Jul		Agust		Sept		Okt		Nov	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Pola Tanam																										
				LP			PADI				LP				PADI			LP				PADI				
Kebutuhan Air Irigasi Di Intake	DR = NFR/ef	ltr/dtk/ha	1,112	1,481	1,367	0,813	-0,050	0,683	0,587	0,529	0,983	1,355	1,660	1,501	1,041	1,018	1,229	1,147	1,460	1,638	1,824	1,676	1,507	1,401	0,184	0,406
Debit Andalan		ltr/dtk/ha	2,106	2,245	2,083	2,337	2,118	2,222	2,094	2,349	2,083	2,256	2,326	2,407	2,037	2,256	1,863	1,979	2,083	2,094	1,828	1,944	2,002	2,199	2,222	2,430
Neraca Air	Debit Andalan - DR	ltr/dtk/ha	0,994	0,764	0,716	1,524	2,168	1,539	1,507	1,820	1,100	0,901	0,666	0,906	0,996	1,238	0,634	0,832	0,623	0,456	0,004	0,268	0,495	0,798	2,038	2,024
Keterangan			Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup

(Sumber Olahan Penulis)

Pada hasil perhitungan kesetimbangan air pola taman padi-padi-padi Januari I simulasi hasil yang didapatkan mencukupi (*surplus*).



Gambar 4.5 Neraca Air Daerah Irigasi Sukarenah (Pola tanam padi-padi-padi)

(Sumber : Olahan Penulis)

Kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Sukarenah dengan kebutuhan air irigasi terbesar terjadi pada bulan September I sebesar 1,824 mm/hari dan kebutuhan air irigasi terkecil terjadi pada bulan Februari I sebesar -0,050 mm/hari.

4.4 Pembahasan

Data curah hujan dikumpulkan berdasarkan pertimbangan kedekatan antara lokasi penelitian. Stasiun curah hujan yang berpengaruh pada Daerah Irigasi Sukarenah yaitu, stasiun curah hujan Padaherang, stasiun curah hujan Sidareja, dan stasiun curah hujan Manganti. Dalam analisis ini menggunakan data curah hujan selama 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2015 – 2024.

Data Klimatologi yang terdiri dari data curah hujan dan data iklim (temperatur, kelembapan udara, penyinaran matahari dan kecepatan angin) diperoleh dari Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung Cilacap. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode penman modifikasi FAO dengan hasil analisis terbesar terjadi pada September sebesar 3,06 mm/hari, sedangkan untuk nilai terkecil terjadi pada Juni sebesar 1,65 mm/hari.

Dari hasil perhitungan debit andalan dengan menggunakan data bulanan sungai Ciroyom. Debit sungai Ciroyom didapatkan nilai untuk Q50 terbesar terjadi pada bulan Maret I sebesar 349 liter/detik, sedangkan debit Q50 terkecil terjadi pada bulan Agustus II sebesar 262 liter/detik. Untuk debit andalan Q80 terbesar terjadi pada bulan November II sebesar 210 liter/detik, sedangkan untuk Q80 terkecil pada bulan September I 158 liter/detik.

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Sukarenah dengan kebutuhan air irigasi terbesar terjadi pada bulan September I sebesar 1,824 mm/hari dan kebutuhan air irigasi terkecil terjadi pada bulan Februari I sebesar -0,050 mm/hari. Setelah tahap perhitungan ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi untuk seluas 104,8 Ha, selanjutnya perhitungan kesetimbangan air antara ketersediaan air dan kebutuhan air berdasarkan periode setengah bulanan.

Berdasarkan perhitungan kesetimbangan air dengan membandingkan nilai debit andalan dengan kebutuhan air irigasi dengan pola tanam terpilih, maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air dapat memenuhi kebutuhan (*surplus*) dari bulan Januari I sampai dengan Desember II.