

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

4.1.1 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

Untuk mengetahui serta memperoleh besarnya nilai evapotranspirasi potensial di lokasi penelitian, diperlukan data klimatologi yang meliputi suhu udara, kecepatan angin, kelembaban udara dan lama penyinaran matahari. Data klimatologi yang digunakan tersebut diperoleh dari BMKG Stasiun Klimatologi Tuban.

Tabel 4. 1 Lama Penyinaran Matahari

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2018	21.46	29.08	43.92	58.74	56.48	56.43	57.11	63.96	34.53	44.03	25.62	20.17
2	2019	19.57	26.00	27.84	20.33	45.39	27.61	50.30	69.22	72.88	68.90	76.36	54.61
3	2020	36.70	37.29	53.67	51.87	52.30	61.29	66.75	71.79	66.50	47.68	50.79	25.56
4	2021	22.07	30.57	46.08	58.63	61.36	58.55	64.28	69.69	60.67	60.26	38.36	39.90
5	2022	34.52	31.06	49.36	58.06	56.66	45.66	52.73	69.03	61.40	43.90	38.79	33.81
6	2023	38.88	23.06	47.36	51.78	57.42	66.67	65.62	72.48	71.08	64.96	59.81	57.29
7	2024	36.38	44.38	39.61	48.05	69.59	57.95	57.71	63.39	62.76	59.29	52.71	25.87
Rerata		29.94	31.64	43.98	49.64	57.03	53.45	59.21	68.51	61.40	55.57	48.92	36.75

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Tuban

Tabel 4. 2 Kelembaban Rata Rata

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2018	85.00	87.50	85.53	0.00	75.13	73.37	69.35	66.03	65.70	0.00	72.60	79.97
2	2019	85.29	84.61	85.13	83.37	78.29	74.13	72.94	70.90	70.13	66.90	67.77	76.94
3	2020	81.97	83.97	82.87	84.23	83.06	79.97	75.35	76.13	71.44	72.97	77.00	84.29
4	2021	87.00	86.64	84.61	81.23	80.45	83.23	76.10	73.52	72.53	73.48	82.90	82.06
5	2022	84.84	85.82	86.06	83.57	85.26	83.27	80.71	79.26	76.03	78.65	82.13	82.13
6	2023	84.00	85.43	84.06	82.93	78.45	76.83	73.10	73.32	67.87	69.52	72.33	75.61
7	2024	81.74	83.07	84.61	83.73	77.65	77.73	73.57	70.35	69.87	67.39	75.83	82.71
Rerata		84.26	85.29	84.70	71.30	79.76	78.36	74.45	72.79	70.51	61.27	75.80	80.53

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Tuban

Tabel 4. 3 Kecepatan Angin

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	2018	25.66	24.56	18.35	0.00	18.58	19.68	20.21	22.76	22.92	0.00	22.80	19.28
2	2019	26.01	19.80	20.67	16.80	18.46	16.44	20.32	19.97	24.24	21.72	22.56	17.65
3	2020	20.21	20.61	17.19	15.60	17.65	14.64	16.72	19.28	9.96	19.74	18.72	23.11
4	2021	23.34	29.44	20.44	20.52	19.51	18.24	15.79	19.86	21.96	20.67	18.72	21.60
5	2022	24.04	25.71	20.67	15.96	25.08	17.40	15.68	16.72	16.32	22.99	16.56	19.51
6	2023	20.21	24.56	17.07	16.20	15.10	17.28	18.81	21.37	20.28	18.93	19.80	16.61
7	2024	20.32	18.87	20.09	15.12	17.77	18.24	20.21	20.21	21.72	19.51	19.20	23.69
Rerata		23.25	24.11	19.06	14.18	19.06	17.28	17.92	19.99	19.28	17.34	19.86	19.63

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Tuban

Tabel 4. 4 Suhu Udara

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Minimum	24.57	24.49	24.49	20.69	24.83	24.20	23.29	23.35	24.04	20.72	25.44	24.92
Maximum	30.82	30.68	31.26	26.40	31.89	31.54	31.45	31.46	32.15	27.10	32.42	31.78
Rerata	27.70	27.59	27.88	23.54	28.36	27.87	27.37	27.41	28.09	23.91	28.93	28.35

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Tuban

Tabel 4. 5 Rekap Data Klimatologi Rerata 2018 s.d 2024

No	Uraian	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	Suhu Udara	C	27.70	27.59	27.88	23.54	28.36	27.87	27.37	27.41	28.09	23.91	28.93	28.35
2	Kecepatan Angin	km/hari	23.25	24.11	19.06	14.18	19.06	17.28	17.92	19.99	19.28	17.34	19.86	19.63
3	Kelembaban Udara	%	84.26	85.29	84.70	71.30	79.76	78.36	74.45	72.79	70.51	61.27	75.80	80.53
4	Penyinaran Matahari	%	29.94	31.64	43.98	49.64	57.03	53.45	59.21	68.51	61.40	55.57	48.92	36.75

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Tuban

Contoh perhitungan untuk evapotransporasi potensial pada bulan Januari adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Lokasi DI Nglambangan = 6 ° 3'9" LS

Temperatur (T) = 27.70 °C

Kelembaban udara (RH) = 84.26%

Penyinaran matahari (n/N) = 29.94%

Kecepatan angin (U) = 23.25 km/hari

Penyelesaian:

1. Menentukan nilai tekanan uap jenuh (e_s), nilai w , dan nilai $f(T)$ berdasarkan temperatur .

Dari nilai temperatur sebesar 27.70°C , diperoleh nilai:

$$e_a = 37.17 \text{ mbar}$$

$$w = 0.77$$

$$f(T) = 16.24.$$

2. Menghitung nilai perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya atau saturation deficit (s_d) menggunakan:

$$\begin{aligned} e_d &= e_a \cdot RH \\ &= 37.17 \cdot 84.26 \% \\ &= 31.32 \text{ mbar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= e_a - e_d \\ &= 37.17 - 31.32 \\ &= 5.85 \text{ mbar} \end{aligned}$$

3. Menentukan nilai radiasi gelombang pendek (R_a) sesuai dengan letak lintang $6^\circ 3'9''$ LS. Dari hasil interpolasi diperoleh nilai R_a sebesar 15.91 mm/hari.

4. Menghitung nilai radiasi gelombang pendek yang dipancarkan (R_{ns}) berdasarkan nilai-nilai radiasi gelombang pendek (R_a) dan lama penyinaran matahari (n/N). Untuk nilai R_a sebesar 15.91 dan $\frac{n}{N}$ sebesar 29.94%, maka:

$$\begin{aligned} R_s &= R_a (0.25 + 0.50 (\frac{n}{N})) \\ &= 15.91 (0.25 + 0.50 \times 29.94\%) \\ &= 6.363 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{ns} &= (1 - 0.25) R_s = (1 - 0.25) 6.363 \\ &= 4.77 \text{ mm/hari.} \end{aligned}$$

5. Menghitung nilai efek tekanan udara pada radiasi gelombang panjang dengan rumus berikut

$$\begin{aligned} f(e_d) &= 0.34 - 0.044 \sqrt{e_a} \\ &= 0.34 - 0.044 \sqrt{37.17} \end{aligned}$$

$$= 0.094$$

6. Menghitung nilai fungsi kecerahan matahari $f(\frac{n}{N})$ Dari nilai $\frac{n}{N}$ sebesar 29.94%, maka:

$$\begin{aligned} f(\frac{n}{N}) &= 0,1 + 0,9 (\frac{n}{N}) \\ &= 0,1 + 0,9 (29.94\%) \\ &= 0.37 \end{aligned}$$

7. Menghitung nilai fungsi kecepatan angin $f(U)$ dengan menggunakan rumus:

Diketahui kecepatan angin rerata sebesar 23.25 km/detik, maka:

$$\begin{aligned} f(U) &= 0.27 (1 + U 100) \\ &= 0.27 (1 + 23.25 100) \\ &= 0.33. \end{aligned}$$

8. Menghitung nilai radiasi gelombang panjang bersih (R_{nl}) dan nilai net radiasi ekuivalen evaporasi (R_n) berdasarkan hasil perhitungan nilai $f(T)$, $f(ed)$ dan nilai $f(\frac{n}{N})$ (dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} R_{nl} &= f(T) \times f(ed) \times (\frac{n}{N}) \\ &= 16.24 \times 0.094 \times 0.37 \\ &= 0.56 \text{ mm/hari } \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= R_{ns} - R_{nl} \\ &= 4.77 - 0.5 \\ &= 4.21 \text{ mm/hari.} \end{aligned}$$

9. Menghitung nilai evapotranspirasi potensial dengan mencari angka koreksi (C) untuk bulan Januari sebesar 1,10 yang selanjutnya dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} ET_0 &= c [w \cdot R_n + (1 - w) \cdot f(U) \cdot d] \\ &= 1.10 [0.77 (4.21) + (1 - 0.77) \times 0.33 (5.85)] \\ &= 4.08 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut dapat dituliskan kedalam bentuk tabel perhitungan, dimana tabel perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Menggunakan Metode Penman Modifikasi

No.	Uraian	Lambang	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
1	Temperatur	T	° C	27.70	27.59	27.88	23.54	28.36	27.87	27.37	27.41	28.09	23.91	28.93	28.35
2	Kelembaban relatif	RH	%	84.26	85.29	84.70	71.30	79.76	78.36	74.45	72.79	70.51	61.27	75.80	80.53
3	Kecepatan angin	u	km/jam	23.25	24.11	19.06	14.18	19.06	17.28	17.92	19.99	19.28	17.34	19.86	19.63
4	Lamanya Penyinaran matahari	n/N	%	29.94	31.64	43.98	49.64	57.03	53.45	59.21	68.51	61.40	55.57	48.92	36.75
5	f (n/N)			0.37	0.38	0.50	0.55	0.61	0.58	0.63	0.72	0.65	0.60	0.54	0.43
6	Faktor suhu	f(T)		16.24	16.22	16.28	15.31	16.37	16.27	16.17	16.18	16.32	15.38	16.49	16.37
7	Faktor tekanan	W		0.777	0.776	0.779	0.800	0.782	0.779	0.774	0.774	0.780	0.752	0.785	0.782
8	Faktor Pembobotan	(1-W)		0.223	0.224	0.221	0.200	0.218	0.221	0.226	0.226	0.220	0.248	0.215	0.218
9	Tekanan uap jenuh air	ea	mbar	37.17	36.94	37.55	29.02	38.63	37.53	36.48	36.56	38.01	29.65	39.94	38.61
10	Faktor kecepatan angin	f(U)		0.33	0.34	0.32	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
11	Tekanan uap air	ed	mbar	31.32	31.51	31.80	20.69	30.81	29.41	27.16	26.61	26.80	18.17	30.27	31.09
12	d = (ea-ed)			5.85	5.43	5.75	8.33	7.82	8.12	9.32	9.95	11.21	11.48	9.67	7.52
13	f (ed)			0.094	0.093	0.092	0.140	0.096	0.101	0.111	0.113	0.112	0.152	0.098	0.095
14	Angka angot	Ra	mm/hr	15.92	16.02	15.58	14.64	13.34	12.72	13.02	13.94	14.98	15.72	15.84	15.76
15	Radiasi matahari	Rs	mm/hr	6.363	6.539	7.321	7.293	7.139	6.581	7.110	8.260	8.344	8.298	7.834	7.067
16	Radiasi gelombang pendek	Rn _s	mm/hr	4.77	4.90	5.49	5.47	5.35	4.94	5.33	6.20	6.26	6.22	5.88	5.30
17	Radiasi gelombang panjang	Rn ₁	mm/hr	0.56	0.58	0.74	1.17	0.96	0.96	1.13	1.31	1.20	1.41	0.87	0.67
18	Net Radiasi	Rn	mm/hr	4.21	4.32	4.75	4.30	4.39	3.98	4.20	4.88	5.06	4.82	5.00	4.63
19	Faktor koreksi	c		1.1	1.1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1.1	1.1	1.1	1.1
20	Evapotranspirasi Potensial	Eto	mm/hr	4.08	4.14	4.11	3.56	3.58	3.30	3.53	4.51	5.22	4.98	5.06	4.57

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.2 Uji Kualitas Data

Sebelum dilakukan analisis data hujan, kelayakan data perlu diperiksa melalui beberapa pengujian diantaranya uji konsistensi kurva massa ganda, uji konsistensi RAPS, ketiadaan trend, uji persistensi, uji stationer, maupun uji outlier-inlier.

4.1.2.1 Uji Konsistensi Data (Kurva Massa Ganda)

Uji konsistensi data dilakukan untuk mengetahui kekonsistenan data curah hujan yang digunakan di setiap stasiun hujan yang berdekatan konsisten atau tidak. Data curah hujan yang digunakan adalah data hasil pencatatan curah hujan harian selama 10 tahun yang telah di kumulatitkan menjadi curah hujan tahunan untuk memudahkan proses pemeriksaan konsistensi.

Dalam penelitian ini, penentuan konsistensi data curah hujan dilakukan dengan metode Kurva Massa Ganda (Double Mass Curve) pada seluruh pos pengamatan. Metode ini menerapkan pendekatan grafis dalam menilai tingkat keseragaman dan konsistensi data curah hujan di suatu pos hidrologi. Sebelum pengujian dilakukan, diperlukan data hujan kumulatif dari pos yang akan diuji serta data kumulatif rata-rata hujan dari beberapa pos pembanding di sekitarnya. Hasil dari analisis tersebut kemudian digunakan untuk menilai apakah data pada pos yang diamati konsisten terhadap data di pos lainnya. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan diperoleh dari 3 stasiun hujan yang berada di sekitar Daerah Irigasi (DI) Nglambangan, yakni Stasiun Hujan Kalisumber, Stasiun Hujan Turi, dan Stasiun Hujan Stren.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Data CH Tahunan 3 Stasiun Hujan

No.	Tahun	STA. KALISUMBER	STA. TURI	STA. STREN
1	2015	1110.00	1080.00	1544.00
2	2016	2848.50	2292.00	2405.00
3	2017	2067.00	1484.00	2239.00
4	2018	1505.00	1291.00	1850.00
5	2019	1120.00	1258.00	1866.00
6	2020	1883.00	1910.00	2082.80
7	2021	2215.50	1629.00	1920.00
8	2022	2760.00	2154.00	2613.50

9	2023	1777.50	1279.00	1615.20
10	2024	2508.00	1810.00	2074.50

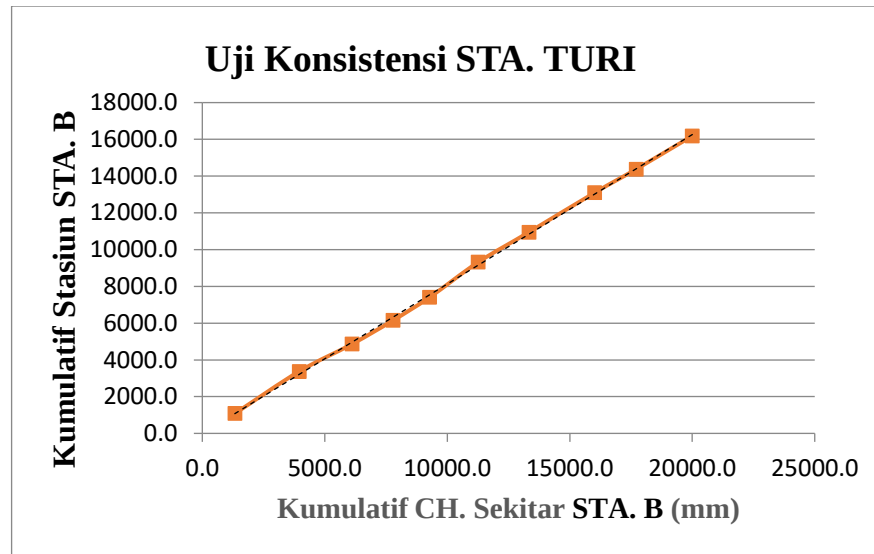
Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Jika gradiennya $m = 1$ atau garis tren pada grafik memiliki kemiringan $\alpha = 45^\circ$, maka data dianggap konsisten menurut uji Kurva Massa Ganda. Apabila sudut yang terbentuk pada garis tren tidak $\alpha = 45^\circ$, maka data hujan harus dilakukan koreksi sebelum dapat digunakan dalam perhitungan hidrologi. Koreksi data hujan dilakukan dengan mengalikan data hujan dengan faktor koreksi yang diperoleh dari perbandingan antara kemiringan garis (gradien) acuan dengan kemiringan garis (gradien) yang patah (Limantara, 2010). Berikut hasil perhitungan pada 3 stasiun hujan.

Tabel 4. 8 Uji Kurva Massa Ganda Stasiun Turi Terhadap Stasiun Pembanding

No.	Tahun	STA. Turi	Kumulatif Stasiun STA. Turi	Rerata Stasiun di Sekitar STA. Turi	Kumulatif Stasiun Sekitar STA. Turi
1	2015	1080.0	1080.0	1327.0	1327.0
2	2016	2292.0	3372.0	2626.8	3953.8
3	2017	1484.0	4856.0	2153.0	6106.8
4	2018	1291.0	6147.0	1677.5	7784.3
5	2019	1258.0	7405.0	1493.0	9277.3
6	2020	1910.0	9315.0	1982.9	11260.2
7	2021	1629.0	10944.0	2067.8	13327.9
8	2022	2154.0	13098.0	2686.8	16014.7
9	2023	1279.0	14377.0	1696.4	17711.0
10	2024	1810.0	16187.0	2291.3	20002.3

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



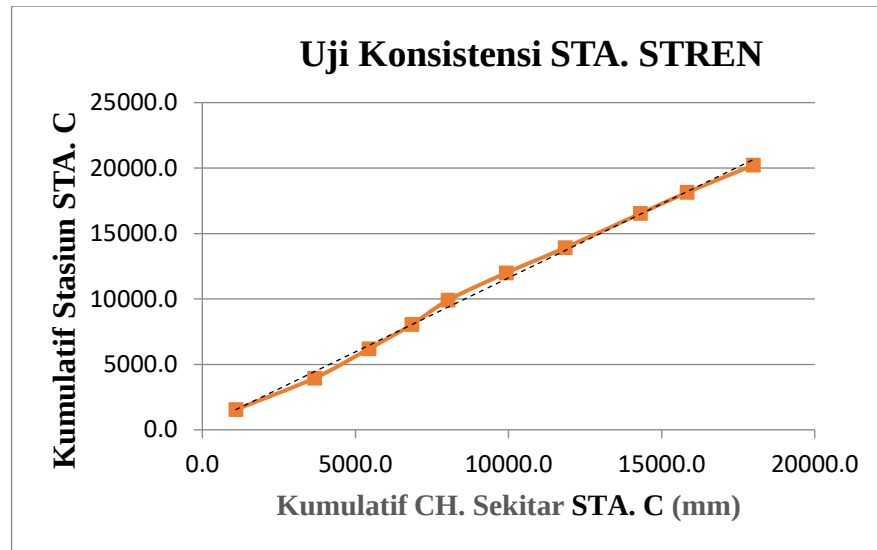
Gambar 4. 1 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Turi

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 9 Uji Kurva Massa Ganda Stasiun Stren Terhadap Stasiun Pembanding

No.	Tahun	STA. Stren	Kumulatif Stasiun STA. Stren	Rerata Stasiun di Sekitar STA. Stren	Kumulatif Stasiun Sekitar STA. Stren
1	2015	1544.0	1544.0	1095.0	1095.0
2	2016	2405.0	3949.0	2570.3	3665.3
3	2017	2239.0	6188.0	1775.5	5440.8
4	2018	1850.0	8038.0	1398.0	6838.8
5	2019	1866.0	9904.0	1189.0	8027.8
6	2020	2082.8	11986.8	1896.5	9924.3
7	2021	1920.0	13906.8	1922.3	11846.5
8	2022	2613.5	16520.3	2457.0	14303.5
9	2023	1615.2	18135.5	1528.3	15831.8
10	2024	2074.5	20210.0	2159.0	17990.8

Sumber: (Perhitungan 2025)



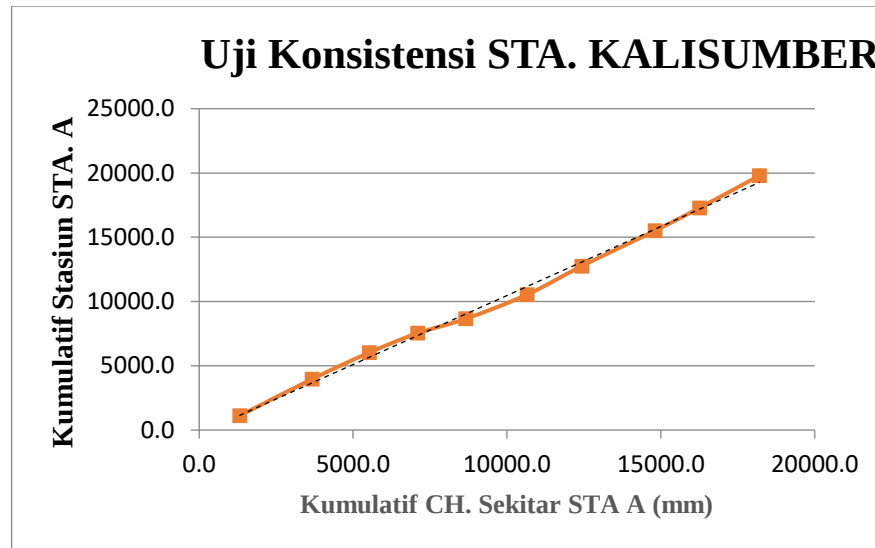
Gambar 4. 2 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Stren

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 10 Uji Kurva Massa Ganda Stasiun Kalisumber Terhadap Stasiun Pembanding

No.	Tahun	STA. Kalisumber	Kumulatif Stasiun STA. Kalisumber	Rerata Stasiun di Sekitar STA. Kalisumber	Kumulatif Stasiun Sekitar STA. Kalisumber
1	2015	1110.0	1110.0	1312.0	1312.0
2	2016	2848.5	3958.5	2348.5	3660.5
3	2017	2067.0	6025.5	1861.5	5522.0
4	2018	1505.0	7530.5	1570.5	7092.5
5	2019	1120.0	8650.5	1562.0	8654.5
6	2020	1883.0	10533.5	1996.4	10650.9
7	2021	2215.5	12749.0	1774.5	12425.4
8	2022	2760.0	15509.0	2383.8	14809.2
9	2023	1777.5	17286.5	1447.1	16256.3
10	2024	2508.0	19794.5	1942.3	18198.5

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



Gambar 4. 3 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Kalisumber

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Berdasarkan Gambar 4.3 didapatkan bahwa kemiringan garis (gradien) $m_1 = 1.0$ dan $m_2 = 1.22$, sehingga diperlukan adanya koreksi data hujan pada Stasiun Kalisumber agar didapatkan kemiringan garis (gradien) $m = 1$. Berikut adalah contoh perhitungan koreksi data hujan:

1. Setelah didapatkan $m_1 = 1.0$ dan $m_2 = 1.22$, sehingga kemiringan garis (gradien) $m_1 = 1.0$ dengan $\alpha_1 = \arctan(1.0) = 46.1^\circ$, dan $m_2 = 1.22$ dengan $\alpha_2 = \arctan(1.22) = 50.6^\circ$
2. Menghitung faktor koreksi (Fk)
3. Setelah mendapatkan nilai faktor koreksi, maka data hujan pada Stasiun Kalisumber dikalikan dengan faktor koreksi dari tahun 2015-2024.

Berikut contoh perhitungan koreksi data hujan Stasiun Kalisumber tahun 2024:

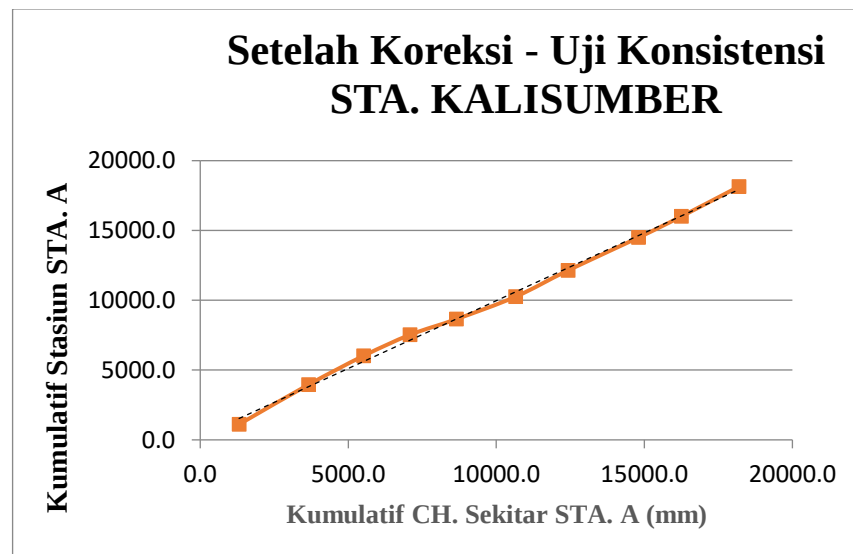
$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi} &= \text{Data hujan} \times \text{faktor koreksi} \\
 &= 2508 \times 0.85 \\
 &= 2138.1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi data hujan setiap stasiun setelah dikoreksi tahun 2015 – 2024:

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Kalisumber

No.	Tahun	STA. Kalisumber	Kumulatif Stasiun STA. Kalisumber	Rerata Stasiun di Sekitar STA. Kalisumber	Kumulatif Stasiun Sekitar STA. Kalisumber
1	2015	1110.00	1110.0	1312.0	1312.0
2	2016	2848.50	3958.5	2348.5	3660.5
3	2017	2067.00	6025.5	1861.5	5522.0
4	2018	1505.00	7530.5	1570.5	7092.5
5	2019	1120.00	8650.5	1562.0	8654.5
6	2020	1605.29	10255.8	1996.4	10650.9
7	2021	1888.76	12144.6	1774.5	12425.4
8	2022	2352.95	14497.5	2383.8	14809.2
9	2023	1515.35	16012.9	1447.1	16256.3
10	2024	2138.12	18151.0	1942.3	18198.5

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



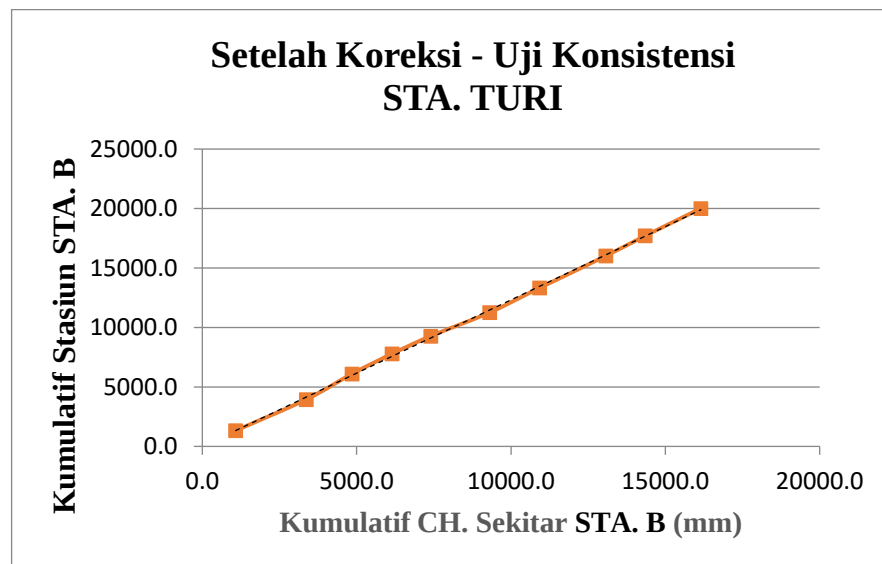
Gambar 4. 4 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Kalisumber Setelah Dikoreksi

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Turi

No.	Tahun	STA. TURI	Kumulatif Stasiun STA. TURI	Rerata Stasiun di Sekitar STA. TURI	Kumulatif Stasiun Sekitar STA. TURI
1	2015	1080.00	1080.0	1327.0	1327.0
2	2016	2292.00	3372.0	2626.8	3953.8
3	2017	1484.00	4856.0	2153.0	6106.8
4	2018	1291.00	6147.0	1677.5	7784.3
5	2019	1258.00	7405.0	1493.0	9277.3
6	2020	1902.25	9307.3	1982.9	11260.2
7	2021	1622.39	10929.6	2067.8	13327.9
8	2022	2145.26	13074.9	2686.8	16014.7
9	2023	1273.81	14348.7	1696.4	17711.0
10	2024	1802.66	16151.4	2291.3	20002.3

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



Gambar 4. 5 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Turi Setelah Dikoreksi

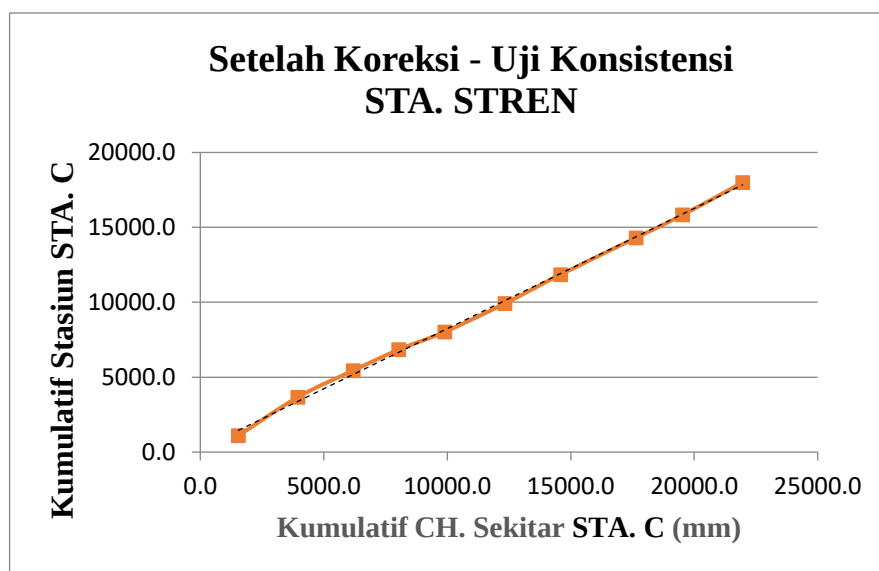
Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Data Hujan Stasiun Stren

No.	Tahun	STA. STREN	Kumulatif Stasiun STA. STREN	Rerata Stasiun di Sekitar STA. STREN	Kumulatif Stasiun Sekitar STA. STREN
1	2015	1544.00	1544.0	1095.0	1095.0
2	2016	2405.00	3949.0	2570.3	3665.3

3	2017	2239.00	6188.0	1775.5	5440.8
4	2018	1850.00	8038.0	1398.0	6838.8
5	2019	1866.00	9904.0	1189.0	8027.8
6	2020	2436.28	12340.3	1896.5	9924.3
7	2021	2245.85	14586.1	1922.3	11846.5
8	2022	3057.05	17643.2	2457.0	14303.5
9	2023	1889.32	19532.5	1528.3	15831.8
10	2024	2426.57	21959.1	2159.0	17990.8

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



Gambar 4. 6 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Stren Setelah Dikoreksi

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa kemiringan garis (gradien) setelah dikoreksi sebesar $m = 1$, sehingga diperoleh kemiringan sudut $\alpha = 45^\circ$. Uji konsistensi tersebut diulang kembali untuk menguji stasiun hujan yang lain. Hasil uji konsistensi dari tiga stasiun hujan ditampilkan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 14 Hasil Faktor Koreksi 3 Stasiun Hujan

No.	Stasiun Hujan	Faktor Koreksi (FK)
1	STA. Kalisumber	0.85
2	STA. Turi	1.0
3	STA. Stren	1.2

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Hasil perhitungan faktor koreksi pada Tabel 4.8 berasal dari tiga stasiun hujan berbeda yang terletak di sekitar Daerah Irigasi (DI) Nglambangan. Hal tersebut dikarenakan perbedaan hasil plottin pada grafik yang memiliki nilai kemiringan garis (gradien) yang berbeda. Berikut rekapitulasi data hujan 3 stasiun hujan yang telah dikoreksi.

Tabel 4. 15 Hasil Rekapitulasi CH Setelah Dikoreksi

No.	Tahun	STA. KALISUMBER	STA. TURI	STA. STREN
1	2015	1110.0	1080.0	1544.0
2	2016	2848.5	2292.0	2405.0
3	2017	2067.0	1484.0	2239.0
4	2018	1505.0	1291.0	1850.0
5	2019	1120.0	1258.0	1866.0
6	2020	1605.3	1902.3	2436.3
7	2021	1888.8	1622.4	2245.9
8	2022	2353.0	2145.3	3057.0
9	2023	1515.4	1273.8	1889.3
10	2024	2138.1	1802.7	2426.6

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.2.2 Uji Kepenggahan Data (Metode RAPS)

Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) digunakan untuk pengujian kepenggahan data. Metode ini dilakukan dengan cara menghitung nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata (mean) dibagi dengan akar komulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya.

Contoh perhitungan uji kepenggahan data melalui metode RAPS dengan contoh perhitungan Stasiun Kalisumber:

Dengan n (jumlah data) = 10

Rerata curah hujan maksimum tahunan = 1812.9

Menghitung nilai Sk^* (simpangan mutlak)

$$\begin{aligned}
 Sk^* &= \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \\
 &= (2138.1 - 1815.1)
 \end{aligned}$$

$$= 323$$

Menghitung nilai Dy (simpangan rata-rata)

$$\begin{aligned} Dy^2 &= \frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - Y)^2}{n} \\ &= \frac{(323)^2}{10} \end{aligned}$$

$$= 10434.3$$

$$\begin{aligned} Dy &= \sqrt{\sum (Dy^2)} \\ &= 523.52 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Sk** (nilai konsistensi data)

$$\begin{aligned} Sk^{**} &= \frac{Sk^*}{Dy} \\ &= \frac{323}{523.52} \\ &= 0.62 \end{aligned}$$

$$|Sk^{**}| = 0.62$$

$$\begin{aligned} Q_{hitung} &= \text{maks } |Sk^{**}| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \\ &= 1.97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{hitung} &= \text{maks } Sk^{**} - \text{min } Sk^{**} \\ &= 1.97 - (-1.35) \\ &= 3.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q/\sqrt{n} &= \frac{1.97}{\sqrt{10}} \\ &= 0.624 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R/\sqrt{n} &= \frac{3.32}{\sqrt{10}} \\ &= 1.05 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 2.1 Nilai $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$, dengan n adalah 10 maka diperoleh nilai $Q/\sqrt{n}$ syarat dan $R/\sqrt{n}$ syarat sebagai berikut:

$$Q/\sqrt{n} = 0.624$$

$$R/\sqrt{n} = 1.05$$

Dengan membandingkan nilai $Q/\sqrt{n}$ hitung dan $R/\sqrt{n}$ hitung dengan $Q/\sqrt{n}$ syarat dan $R/\sqrt{n}$ syarat, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Apabila $\alpha = 1\%$: $Q/\sqrt{n}$ hitung < $Q/\sqrt{n}$ syarat = Data konsisten

$$0.624 < 1.29 = \text{Data konsisten}$$

Apabila $\alpha = 1\%$: $R/\sqrt{n}$ hitung < $R/\sqrt{n}$ syarat = Data konsisten

$$1.05 < 1.38 = \text{Data konsisten}$$

Apabila $\alpha = 5\%$: $Q/\sqrt{n}$ hitung < $Q/\sqrt{n}$ syarat = Data konsisten

$$0.624 < 1.14 = \text{Data konsisten}$$

Apabila $\alpha = 5\%$: $R/\sqrt{n}$ hitung < $R/\sqrt{n}$ syarat = Data konsisten

$$1.05 < 1.28 = \text{Data konsisten}$$

Tabel 4. 16 Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Kalisumber Menggunakan Metode RAPS

No.	Tahun	STA. Kalisumber (mm)	R-Rrerata	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2015	1110.0	-705.1	-705.1	49716.3	-1.35	1.35
2	2016	2848.5	1033.4	1033.4	106792.1	1.97	1.97
3	2017	2067.0	251.9	251.9	6345.5	0.48	0.48
4	2018	1505.0	-310.1	-310.1	9616.0	-0.59	0.59
5	2019	1120.0	-695.1	-695.1	48316.1	-1.33	1.33
6	2020	1605.3	-209.8	-209.8	4401.8	-0.40	0.40
7	2021	1888.8	73.7	73.7	542.6	0.14	0.14
8	2022	2353.0	537.9	537.9	28928.9	1.03	1.03
9	2023	1515.4	-299.7	-299.7	8984.7	-0.57	0.57
10	2024	2138.1	323.0	323.0	10434.3	0.62	0.62
Jumlah		18151.0	JUMLAH		274078.0		

Rerata	1815.1
Banyak data (n)	10
Dy	523.52
Q _{hitung}	1.97
R _{hitung}	3.32
Q/n ^{0.5} _{hitung}	0.624
R/n ^{0.5} _{hitung}	1.05

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 17 Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Turi Menggunakan Metode RAPS

No.	Tahun	STA. Turi (mm)	R-Rrerata	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2015	1080.0	-535.1	-535.1	28637.2	-1.38	1.38
2	2016	2292.0	676.9	676.9	45814.3	1.74	1.74
3	2017	1484.0	-131.1	-131.1	1719.7	-0.34	0.34
4	2018	1291.0	-324.1	-324.1	10506.5	-0.83	0.83
5	2019	1258.0	-357.1	-357.1	12754.7	-0.92	0.92
6	2020	1902.3	287.1	287.1	8243.5	0.74	0.74
7	2021	1622.4	7.3	7.3	5.3	0.02	0.02
8	2022	2145.3	530.1	530.1	28103.2	1.36	1.36
9	2023	1273.8	-341.3	-341.3	11650.3	-0.88	0.88
10	2024	1802.7	187.5	187.5	3516.4	0.48	0.48
Jumlah		16151.4	JUMLAH		150951.0		
Rerata		1615.1					
Banyak data (n)		10					
Dy		388.52					
Q _{hitung}		1.74					
R _{hitung}		3.12					
Q/n ^{0.5} _{hitung}		0.551					
R/n ^{0.5} _{hitung}		0.986					

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 18 Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan Stren Menggunakan Metode RAPS

No.	Tahun	STA. Stren (mm)	R-Rrerata	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2015	1544.0	-651.9	-651.9	42498.4	-1.68	1.68
2	2016	2405.0	209.1	209.1	4372.0	0.54	0.54
3	2017	2239.0	43.1	43.1	185.7	0.11	0.11
4	2018	1850.0	-345.9	-345.9	11965.2	-0.89	0.89
5	2019	1866.0	-329.9	-329.9	10883.9	-0.85	0.85
6	2020	2436.3	240.4	240.4	5777.9	0.62	0.62
7	2021	2245.9	49.9	49.9	249.4	0.13	0.13
8	2022	3057.0	861.1	861.1	74156.4	2.22	2.22
9	2023	1889.3	-306.6	-306.6	9399.4	-0.79	0.79
10	2024	2426.6	230.7	230.7	5320.6	0.59	0.59
Jumlah		21959.1	JUMLAH		164809.0		
Rerata		2195.9					
Banyak data (n)		10					
Dy		405.97					
Q _{hitung}		2.22					
R _{hitung}		3.89					
Q/n ^{0.5} _{hitung}		0.701					
R/n ^{0.5} _{hitung}		1.232					

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Berikut hasil perhitungan uji konsistensi data metode RAPS untuk Daerah Irigasi (DI) Nglambangan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi Data Hujan Daerah Irigasi Nglambangan

Stasiun Hujan	Nilai Syarat 5%		Nilai hitung		Keterangan
	Q/n ^{0.5}	R/n ^{0.5}	Q/n ^{0.5}	R/n ^{0.5}	
STA. Kalisumber	1.14	1.28	0.62	1.05	Data konsisten
STA. Turi			0.55	0.98	Data konsisten
STA. Stren			0.70	1.23	Data konsisten

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.2.3 Uji Ketiadaan Trend

Pengujian berikutnya yakni uji ketiadaan trend menggunakan metode Spearman, tujuannya untuk membuktikan bahwa pada data hujan tidak terdapat trend, yaitu gerakan berjangka panjang yang cenderung menuju satu arah, baik naik atau turun (Soewarno, 1995). Berikut merupakan perhitungan dari uji ketiadaan trend metode Spearman:

Dengan n (jumlah data) = 10

Selanjutnya dihitung Koefisien Korelasi Spearman,

$$\begin{aligned} KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \\ &= 1 - \frac{6 \times 208}{10^3 - 10} \\ &= -0.26 \end{aligned}$$

Untuk menguji hipotesa, maka dihitung parameter t dengan panjang seri data n= 10:

$$\begin{aligned} t &= KP \left| \frac{n-2}{1-KP^2} \right|^{\frac{1}{2}} \\ &= -0.76 \end{aligned}$$

Nilai t hitung dibandingkan dengan harga kritis tcr dari tabel untuk Derajat Bebas v = n-2 (10 - 2 = 8) dan $\alpha = 5\%$. Apabila $-tcr < t < tcr$, maka H_0 diterima, dan jika sebaliknya maka H_0 ditolak. Nilai KS bisa positif maupun negatif, jadi ini merupakan uji dua sisi (two-tailed), sehingga pada Level of Significant 5%

$-tcr = -1.860$ dan $tcr = 1.860$

Karena nilai t masih berada pada rentang $-tcr$ dan tcr , maka H_0 diterima. Selanjutnya pada stasiun yang lain dilakukan perhitungan yang sama sehingga didapatkan rekapitulasi

Tabel 4. 20 Uji Ketiadaan Trend Stasiun Kalisumber Metode Spearman

No.	Tahun	STA. Kalisumber	Peringkat Waktu (Tt)	Peringkat Variabel (Rt)	dt	dt ²
1	2015	1110.0	1	10	9	81
2	2016	2848.5	2	1	-1	1

3	2017	2067.0	3	4	1	1
4	2018	1505.0	4	8	4	16
5	2019	1120.0	5	9	4	16
6	2020	1605.3	6	6	0	0
7	2021	1888.8	7	5	-2	4
8	2022	2353.0	8	2	-6	36
9	2023	1515.4	9	7	-2	4
10	2024	2138.1	10	3	-7	49
Jumlah						208
Banyak data (n)						10
KP						-0.26
t_{hitung}						-0.76
t_{kritis}						1.86
Kesimpulan						Tidak ada trend

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 21 Uji Ketiadaan Trend Stasiun Turi Metode Spearman

No.	Tahun	STA. Turi	Peringkat Waktu (Tt)	Peringkat Variabel (Rt)	dt	dt ²
1	2015	1080.0	1	10	9	81
2	2016	2292.0	2	1	-1	1
3	2017	1484.0	3	6	3	9
4	2018	1291.0	4	7	3	9
5	2019	1258.0	5	9	4	16
6	2020	1902.3	6	3	-3	9
7	2021	1622.4	7	5	-2	4
8	2022	2145.3	8	2	-6	36
9	2023	1273.8	9	8	-1	1
10	2024	1802.7	10	4	-6	36
Jumlah						202
Banyak data (n)						10
KP						-0.22
t_{hitung}						-0.65
t_{kritis}						1.86
Kesimpulan						Tidak ada trend

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 22 Uji Ketiadaan Trend Stasiun Stren Metode Spearman

No.	Tahun	STA. Stren	Peringkat Waktu (Tt)	Peringkat Variabel (Rt)	dt	dt ²
1	2015	1544.0	1	10	9	81
2	2016	2405.0	2	4	2	4
3	2017	2239.0	3	6	3	9
4	2018	1850.0	4	9	5	25
5	2019	1866.0	5	8	3	9
6	2020	2436.3	6	2	-4	16
7	2021	2245.9	7	5	-2	4
8	2022	3057.0	8	1	-7	49
9	2023	1889.3	9	7	-2	4
10	2024	2426.6	10	3	-7	49
Jumlah						250
Banyak data (n)						10
KP						-0.52
t _{hitung}						-1.70
t _{kritis}						1.86
Kesimpulan						Tidak ada trend

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Uji Ketiadaan Trend Metode Spearman

Stasiun Hujan	KP	t _{hitung}	t _{kritis}	Keterangan
STA. Kalisumber	-0.26	-0.76	1.86	Data konsisten
STA. Turi	-0.22	-0.65		Data konsisten
STA. Stren	-0.52	-1.70		Data konsisten

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.2.4 Uji Persistensi

Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui bahwa tidak terdapat ketergantungan pada masing – masing nilai data hujan dari suatu deret berkala. Dalam uji Persistensi, penting terlebih dahulu dihitung koefisien korelasi serialnya. Dalam perhitungannya digunakan metode Spearman (Soewarno,1995). Berikut contoh perhitungan dari uji Persistensi:

Didapatkan nilai d_i^2 pada Stasiun Kalisumber = 167, dengan nilai $m = n - 1 = 10 - 1 = 9$, maka:

$$\begin{aligned}
 KS &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (di)^2}{m^3 - m} \\
 &= 1 - \frac{6 \times 167}{9^3 - 9} \\
 &= -0.392
 \end{aligned}$$

Setelah nilai KS didapatkan, maka dapat dicari nilai t yaitu:

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= KS \left| \frac{m-2}{1-KS^2} \right|^{\frac{1}{2}} \\
 &= -0.392 \left| \frac{9-2}{1-(-0.392)^2} \right|^{\frac{1}{2}} \\
 &= -1.126
 \end{aligned}$$

Dengan memeriksa tabel nilai kritis (Soewarno, 1955), berdasarkan hasil perhitungan di atas didapatkan nilai t_{cr} sebesar 1.833 untuk uji satu sisi $\alpha = 5\%$. Dikarenakan $t_{hitung} < t_{cr}$, maka data tidak bersifat ketergantungan. Selanjutnya pada stasiun yang lain dilakukan perhitungan yang sama sehingga didapatkan rekapitulasi.

Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Uji Persistensi Sta.Kalisumber

No.	Tahun	STA. KALISUMBER	Peringkat Data (Rt)	di	di ²
1	2015	1110.0	10	-	-
2	2016	2848.5	1	9	81
3	2017	2067.0	4	-3	9
4	2018	1505.0	8	-4	16
5	2019	1120.0	9	-1	1
6	2020	1605.3	6	3	9
7	2021	1888.8	5	1	1
8	2022	2353.0	2	3	9
9	2023	1515.4	7	-5	25
10	2024	2138.1	3	4	16
Jumlah					167
Banyak Data (n)					10
m					9
KS					-0.392

t_{hitung}	-1.126
t_{kritis}	1.833
Kesimpulan	Data Tidak Ketergantungan

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Uji Persistensi Sta.Turi

No.	Tahun	STA. TURI	Peringkat Data (Rt)	di	di ²
1	2015	1080.0	10	-	-
2	2016	2292.0	1	9	81
3	2017	1484.0	6	-5	25
4	2018	1291.0	7	-1	1
5	2019	1258.0	9	-2	4
6	2020	1902.3	3	6	36
7	2021	1622.4	5	-2	4
8	2022	2145.3	2	3	9
9	2023	1273.8	8	-6	36
10	2024	1802.7	4	4	16
Jumlah					212
Banyak Data (n)					10
m					9
KS					-0.767
t_{hitung}					-3.159
t_{kritis}					1.833
Kesimpulan					Data Tidak Ketergantungan

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Uji Persistensi Sta. Stren

No.	Tahun	STA. STREN	Peringkat Data (Rt)	di	di ²
1	2015	1544.0	10	-	-
2	2016	2405.0	4	6	36
3	2017	2239.0	6	-2	4

4	2018	1850.0	9	-3	9
5	2019	1866.0	8	1	1
6	2020	2436.3	2	6	36
7	2021	2245.9	5	-3	9
8	2022	3057.0	1	4	16
9	2023	1889.3	7	-6	36
10	2024	2426.6	3	4	16
Jumlah					163
Banyak Data (n)					10
m					9
KS					-0.358
t_{hitung}					-1.015
t_{kritis}					1.833
Kesimpulan					Data Tidak Ketergantungan

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Uji Persistensi DI Nglambangan

Stasiun Hujan	KS	t_{hitung}	t_{kritis}	Keterangan
STA. Kalisumber	-0.392	-1.126	1.833	Data Tidak Ketergantungan
STA. Turi	-0.767	-3.159		Data Tidak Ketergantungan
STA. Stren	0.358	-1.015		Data Tidak Ketergantungan

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.2.5 Uji Stationer F&T

Sebelum menggunakan data time series untuk analisis selanjutnya, harus dilakukan uji stasioner jika hasil uji tren menunjukkan tidak ada tren pada data. Meskipun demikian, analisis dapat dilakukan dengan menggunakan garis tren yang dihasilkan jika deret waktu menunjukkan suatu tren. Uji stasioner perlu dilakukan jika tidak ada garis tren. Untuk menilai stabilitas varian dan nilai rata-rata deret waktu, uji stasioner mengevaluasi konsistensi deret data dalam deret waktu. Berisi uji kemiripan tahap kedua untuk mengetahui homogenitas nilai varian dan nilai rata-rata.

Data deret waktu dibagi menjadi dua kelompok atau lebih. Uji F (uji stabilitas varians) dan Uji T (uji stabilitas rata-rata) digunakan untuk menguji masing-masing kedua kelompok. Jika temuan pengujian menolak hipotesis nol, hal ini menunjukkan adanya ketidakstabilan atau ketidakhomogenan dalam nilai varian dan rerata. Berikut adalah contoh perhitungan uji stasioner pada Stasiun Kalisumber:

1. Uji F (Uji Kestabilan Varian)

Data untuk pengujian yang telah dikelompokkan, diketahui bahwa:

Kelompok 1	Kelompok 2
$n_1 = 5$	$n_2 = 5$
$\bar{X}_1 = 1730.1$	$\bar{X}_2 = 1900.1$
$Sd_1 = 736.8$	$Sd_2 = 352.4$

Dari data tersebut dapat dibuat hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Nilai varian kelompok 1 dan 2 tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%

H_1 : Nilai varian kelompok 1 dan 2 berbeda pada derajat kepercayaan 5%

Untuk membuktikan hipotesis tersebut dilakukan dengan Uji Kestabilan Varian:

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{N_1.S_1^2(N_2-1)}{N_2.S_2^2(N_1-1)} \\
 &= \frac{10858681}{2483992.06} \\
 &= 4.37
 \end{aligned}$$

Pada derajat kebebasan $dk_1 = n_1 - 1$ dan $dk_2 = n_2 - 1$ dan derajat kepercayaan 5%. Diperoleh nilai Fkritis sebesar 6.39. Dikarenakan nilai Fhitung = 4.37 ternyata lebih kecil dibandingkan dengan nilai Fkritis, maka H_0 diterima sehingga peluang 95% diterima nilai varian data hujan stabil. Selanjutnya pada stasiun yang lain dilakukan perhitungan yang sama sehingga didapatkan rekapitulasi.

Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Uji F Sta. Kalisumber

No	STA. Kalisumber	
	Kelompok 1	Kelompok 2
1	1110.0	1605.3
2	2848.5	1888.8
3	2067.0	2353.0
4	1505.0	1515.4
5	1120.0	2138.1
Banyak data (N)	5.0	5.0
Rerata	1730.1	1900.1
Standar Deviasi (Sd)	736.8	352.4
$N_1 S_1^2 (N_{2-1})$	10858681.00	
$N_2 S_2^2 (N_{1-1})$	2483992.06	
F_{hitung}	4.37	
F_{kritis}	6.39	
Kesimpulan	Nilai Varian Stabil	

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 29 Hasil Perhitungan Uji F Sta. Turi

No	STA. TURI	
	Kelompok 1	Kelompok 2
1	1080.0	1902.3
2	2292.0	1622.4
3	1484.0	2145.3
4	1291.0	1273.8
5	1258.0	1802.7
Banyak data (N)	5.0	5.0
Rerata	1481.0	1749.3
Standar Deviasi (Sd)	475.5	326.0
$N_1 S_1^2 (N_{2-1})$	4521800.00	
$N_2 S_2^2 (N_{1-1})$	2126110.31	
F_{hitung}	2.13	

F_{kritis}	6.39
Kesimpulan	Nilai Varian Stabil

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Uji F Sta. Stren

No	STA. STREN	
	Kelompok 1	Kelompok 2
1	1544.0	2436.3
2	2405.0	2245.9
3	2239.0	3057.0
4	1850.0	1889.3
5	1866.0	2426.6
Banyak data (N)	5.0	5.0
Rerata	1980.8	2411.0
Standar Deviasi (Sd)	341.9	423.6
$N_1 S_1^2 (N_2 - 1)$	2338474.00	
$N_2 S_2^2 (N_1 - 1)$	3588408.96	
F_{hitung}	0.65	
F_{kritis}	6.39	
Kesimpulan	Nilai Varian Stabil	

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Uji F DI Nglambangan

Stasiun Hujan	F_{hitung}	F_{kritis}	Keterangan
STA. Kalisumber	4.37	6.39	Nilai Varian Stabil
STA. Turi	2.13		Nilai Varian Stabil
STA. Stren	0.65		Nilai Varian Stabil

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

2. Uji T (Uji Kestabilan Rerata)

Data untuk pengujian yang telah dikelompokkan, diketahui bahwa:

Kelompok 1		Kelompok 2	
n_1	= 5	n_2	= 5
$\bar{X}_1$	= 1730.1	$\bar{X}_2$	= 1900.1
Sd_1	= 736.8	S_2	= 352.4

Dari data tersebut dapat dibuat hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Nilai varian kelompok 1 dan 2 tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%

H_1 : Nilai varian kelompok 1 dan 2 berbeda pada derajat kepercayaan 5%

Untuk membuktikan hipotesis tersebut dilakukan dengan Uji Kestabilan Rerata:

$$\begin{aligned}\sigma &= \left(\frac{N_1.S_1^2 + N_2.S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \left(\frac{5.736.2^2 + 5.352.4^2}{5 + 5 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 645.72\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai $\sigma = 645.72$, maka dicari nilai t berdasarkan Uji T:

$$\begin{aligned}t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{1730.1 - 1900.1}{645.72 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= -1.645\end{aligned}$$

Pada derajat kebebasan $dk = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$ derajat kepercayaan 5%. Diperoleh nilai t_{kritis} sebesar 1.860. Dikarenakan nilai $t_{hitung} = -1.645$ ternyata lebih kecil dibandingkan dengan nilai t_{kritis} , maka H_0 diterima sehingga peluang 95% diterima nilai rerata data hujan stabil. Selanjutnya pada stasiun yang lain dilakukan perhitungan yang sama sehingga didapatkan rekapitulasi.

Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan Uji T Sta. Kalisumber

No	STA. KALISUMBER	
	Kelompok 1	Kelompok 2
1	1110.0	1605.3
2	2848.5	1888.8
3	2067.0	2353.0
4	1505.0	1515.4
5	1120.0	2138.1
Banyak data (N)	5.0	5.0
Rerata	1730.1	1900.1
Standar Deviasi (Sd)	736.8	352.4
σ	645.72	
t_{hitung}	-1.645	
t_{kritis}	1.86	
Kesimpulan	Nilai Rerata Stabil	

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Uji T Sta. Turi

No	STA. TURI	
	Kelompok 1	Kelompok 2
1	1080.0	1902.3
2	2292.0	1622.4
3	1484.0	2145.3
4	1291.0	1273.8
5	1258.0	1802.7
Banyak data (N)	5.0	5.0
Rerata	1481.0	1749.3
Standar Deviasi (Sd)	475.5	326.0
σ	455.79	
t_{hitung}	-3.679	
t_{kritis}	1.86	
Kesimpulan	Nilai Rerata Stabil	

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Uji T Sta. Stren

No	STA. STREN	
	Kelompok 1	Kelompok 2
1	1544.0	2436.3
2	2405.0	2245.9
3	2239.0	3057.0
4	1850.0	1889.3
5	1866.0	2426.6
Banyak data (N)	5.0	5.0
Rerata	1980.8	2411.0
Standar Deviasi (Sd)	341.9	423.6
σ	430.37	
t_{hitung}	-6.248	
t_{kritis}	1.86	
Kesimpulan	Nilai Rerata Stabil	

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 35 Rekapitulasi Uji T DI Nglambangan

Stasiun Hujan	T_{hitung}	T_{kritis}	Keterangan
STA. Kalisumber	-1.64	1.86	Nilai Varian Stabil
STA. Turi	-3.67		Nilai Varian Stabil
STA. Stren	-6.24		Nilai Varian Stabil

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.2.6 Uji Abnormalitas (Outlier – Inlier)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan apakah batas ambang batas terlampaui oleh data maksimum dan minimum dari rangkaian data saat ini. Ambang batas atas (XH) dan ambang batas bawah (XL) merupakan dua batas ambang batas. Contoh Uji Outlier- Inlier pada Stasiun Kalisumber.

1. Menghitung nilai dari setiap $Y = \log X$. Contoh pada tahun 2024

$$X = 2133.3 \text{ mm}$$

$$Y = \log (2133.3)$$

$$= 3.33$$

2. Menghitung Y_{rerata}

$$\begin{aligned} Y_{\text{rerata}} &= \frac{\sum_{i=1}^n Y_n}{n} \\ &= \frac{32.40}{10} \\ &= 3.240 \end{aligned}$$

3. Menghitung S_d

$$\begin{aligned} S_d &= \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{\text{rerata}})^2}{n-1} \right]} \\ &= 0.134 \end{aligned}$$

4. Menentukan nilai K_n

Berdasarkan Tabel 2.4, dengan nilai $n = 10$, maka didapat nilai K_n sebesar 2.036

5. Menghitung nilai batas ambang atas dan batas ambang bawah

a. Nilai batas atas:

$$\begin{aligned} Y_H &= Y_{\text{rerata}} + K_n \times S_d \\ &= 3.240 + 2.036 \times 0.134 \\ &= 3.51 \end{aligned}$$

b. Nilai batas bawah:

$$\begin{aligned} Y_H &= Y_{\text{rerata}} - K_n \times S_d \\ &= 3.240 - 2.036 \times 0.134 \\ &= 2.97 \end{aligned}$$

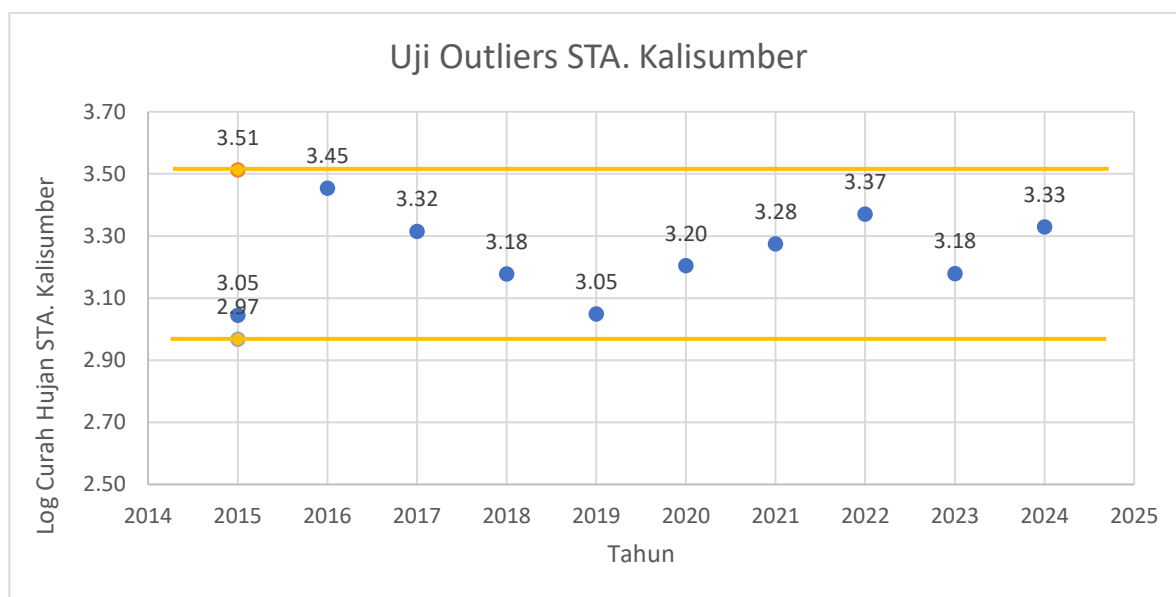
Berdasarkan perhitungan, 3.51 mm merupakan nilai ambang batas atas dan 2.97 mm merupakan nilai ambang batas bawah. Dengan demikian, tidak ada data yang anomali. Selanjutnya pada stasiun yang lain dilakukan perhitungan yang sama sehingga didapatkan rekapitulasi.

Tabel 4. 36 Hasil Perhitungan Uji Abnormalitas Sta.Kalisumber

No.	No.	STA. KALISUMBER	Log R STA. KALISUMBER
1	2015	1110.0	3.05
2	2016	2848.5	3.45
3	2017	2067.0	3.32

4	2018	1505.0	3.18
5	2019	1120.0	3.05
6	2020	1605.3	3.21
7	2021	1888.8	3.28
8	2022	2353.0	3.37
9	2023	1515.4	3.18
10	2024	2138.1	3.33
Rerata			3.241
Standar Deviasi (Sd)			0.134
Kn - dari Tabel			2.036
Batas Atas Y_H			3.51
Batas Bawah Y_L			2.97
Kesimpulan			Data Tidak Outliers

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



Gambar 4. 7 Grafik Perhitungan Uji Abnormalitas Sta. Kalisumber

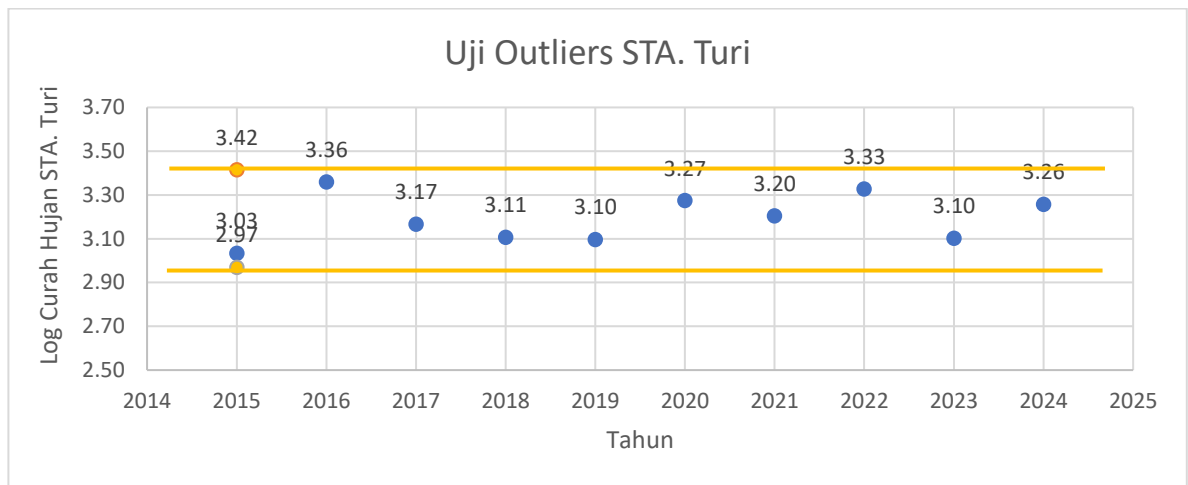
Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 37 Hasil Perhitungan Uji Abnormalitas Sta. Turi

No.	No.	STA. TURI	Log R STA. TURI
1	2015	1080.0	3.03

2	2016	2292.0	3.36
3	2017	1484.0	3.17
4	2018	1291.0	3.11
5	2019	1258.0	3.10
6	2020	1902.3	3.28
7	2021	1622.4	3.21
8	2022	2145.3	3.33
9	2023	1273.8	3.11
10	2024	1802.7	3.26
Rerata			3.196
Standar Deviasi (Sd)			0.109
Kn - dari Tabel			2.036
Batas Atas Y_H			3.42
Batas Bawah Y_L			2.97
Kesimpulan			Data Tidak Outliers

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



Gambar 4. 8 Grafik Perhitungan Uji Abnormalitas Sta. Turi

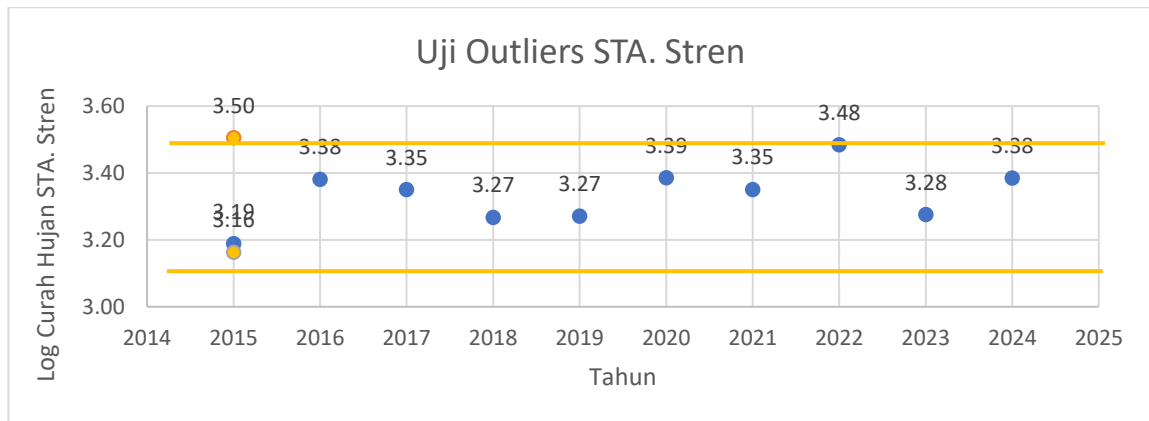
Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 38 Hasil Perhitungan Uji Abnormalitas Sta. Stren

No.	No.	STA. STREN	Log R STA. STREN
1	2015	1544.0	3.19
2	2016	2405.0	3.38

3	2017	2239.0	3.35
4	2018	1850.0	3.27
5	2019	1866.0	3.27
6	2020	2436.3	3.39
7	2021	2245.9	3.35
8	2022	3057.0	3.49
9	2023	1889.3	3.28
10	2024	2426.6	3.38
Rerata			3.334
Standar Deviasi (Sd)			0.084
Kn - dari Tabel			2.036
Batas Atas Y_H			3.51
Batas Bawah Y_L			3.16
Kesimpulan			Data Tidak Outliers

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)



Gambar 4. 9 Grafik Perhitungan Uji Abnormalitas Sta. Stren

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Tabel 4. 39 Rekapitulasi Uji Abnormalitas DI Nglambangan

Stasiun Hujan	Kesimpulan
STA. Kalisumber	Data Tidak Outliers
STA. Turi	Data Tidak Outliers
STA. Stren	Data Tidak Outliers

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Data hujan pada masing-masing stasiun hujan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu analisis distribusi frekuensi, karena dengan uji outlier-inlier di atas diketahui bahwa tidak ada data yang anomali di salah satu stasiun hujan.

Berikut rekapitulasi dari analisis kualitas data pada setiap stasiun yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 4. 40 Rekapitulasi Uji Kualitas Data DI Nglambangan

No	Stasiun Hujan	Uji Konsistensi	Uji Korelasi/Ketiadaan Trend	Uji Stationer		Uji Persistensi	Uji Abnormalitas
		RAPS Konsistensi peringkat ($\alpha=5\%$)	Spearman korelasi peringkat ($\alpha=5\%$)	Uji-F ($\alpha=5\%$)	Uji-T ($\alpha=5\%$)	Spearman korelasi serial ($\alpha=1\%$)	Uji Outlier
1	STA. Kalisumber	Data konsisten	Tidak ada trend	Nilai Varian Stabil	Nilai Rerata Stabil	Data Tidak Ketergantungan	Data Tidak Outliers
2	STA. Turi	Data konsisten	Tidak ada trend	Nilai Varian Stabil	Nilai Rerata Stabil	Data Tidak Ketergantungan	Data Tidak Outliers
3	STA. Stren	Data konsisten	Tidak ada trend	Nilai Varian Stabil	Nilai Rerata Stabil	Data Tidak Ketergantungan	Data Tidak Outliers

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.3 Analisa Curah Hujan Daerah

Untuk menentukan curah hujan rerata yang ada di jaringan irigasi, digunakan data curah hujan yang tercatat di pos hujan hujan terdekat dengan DI Nglambangan dimana meliputi Stasiun Kalisumber, Stasiun Turi dan Stasiun Stren.

Data curah hujan harian yang digunakan adalah hasil pencatatan curah hujan harian selama 10 tahun yang dimulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2024. Data curah hujan harian setiap tahun tersebut selanjutnya direkapitulasi menjadi data curah hujan 10 harian untuk setiap masing-masing pos curah hujan. Setelah rekapitulasi data setiap tahun dan setiap stasiun hujan selesai, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan curah hujan daerah. Analisa data hujan ditujukan guna memperoleh besaran curah hujan daerah.

Pentingnya menghitung curah hujan daerah adalah untuk menyusun suatu perancangan penggunaan air. Metode perhitungan yang dilakukan untuk menentukan curah hujan rerata daerah ini dengan metode rerata arimatik. Contoh perhitungan curah hujan daerah pada bulan Januari tahun 2024 periode I adalah sebagai berikut:

Diketahui:

- Jumlah stasiun hujan (n) = 3 stasiun
- Curah hujan di pos hujan Kalisumber = 189 mm
- Curah hujan di pos hujan Turi = 83 mm
- Curah hujan di pos hujan Stren = 107 mm

Maka, curah hujan rerata daerah ($\bar{p}$) adalah:

$$\bar{p} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{n}$$

$$\bar{p} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{n}$$

$$\bar{p} = 116.5$$

Perhitungan curah hujan rerata pada tahun 2024 dapat dilihat pada Tabel 4.35. Untuk hasil perhitungan curah hujan rerata daerah lainnya dapat dilihat pada Lampiran. Hasil perhitungan curah hujan rerata daerah per 10 harian tersebut selama 10 tahun kemudian di rekapitulasi pada Tabel 4.36.

Tabel 4. 41 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah 2024

Bulan	Periode	Curah Hujan 10 Harian (mm)			Rerata (mm)
		Sta. Kalisumber	Sta. Turi	Sta. Stren	
Januari	I	159	83	107.5	116.50
	II	21	11	7	12.83
	III	59	98	92	82.83
Februari	I	340	229	254	274.00
	II	179	100	134	137.50
	III	86	61	100	82.17
Maret	I	228	95	114	145.50
	II	105	77	74	85.17
	III	144	29	59	77.22

April	I	106	140	81	108.83
	II	144	97	105	115.17
	III	4	2	0	2.00
Mei	I	1	2	4	2.00
	II	0	0	0	0.00
	III	0	8	19	9.00
Juni	I	36	15	0	17.00
	II	15	5	27	15.67
	III	1	2	7	3.33
Juli	I	13	29	37	26.00
	II	0	0	0	0.00
	III	0	0	0	0.00
Agustus	I	0	0	0	0.00
	II	0	0	0	0.00
	III	0	0	0	0.00
September	I	37	28	32	32.17
	II	15	0	2	5.67
	III	140	136	78	117.83
Oktober	I	23	4	1	9.33
	II	0	21	0	7.00
	III	21	1	4	8.67
November	I	63	51	38	50.67
	II	121	114	218	151.00
	III	83	113	63.5	86.33
Desember	I	261	113	268.5	214.17
	II	45	74	103	73.83
	III	63	329	49	147.00

Sumber: (Hasil Perhitungan 2025)

Tabel 4. 42 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah DI Nglambangan

Bulan	Periode	Curah Hujan 10 Harian (mm)									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Januari	I	13.67	162.00	56.33	89.33	48.67	33.00	89.33	107.83	43.17	116.50
	II	0.00	69.67	86.00	48.00	59.00	19.00	98.67	90.33	52.83	12.83
	III	29.00	106.67	154.33	46.67	93.33	93.67	164.33	47.00	124.83	82.83
Februari	I	45.67	121.67	97.33	55.67	85.67	132.67	34.50	86.33	53.17	274.00
	II	198.67	93.83	94.67	46.00	69.67	181.83	93.83	98.33	76.83	137.50
	III	56.67	112.17	48.00	151.33	62.00	148.33	45.17	60.00	94.67	82.17
Maret	I	150.33	87.50	25.67	112.00	103.33	112.33	72.17	83.50	80.83	145.50
	II	27.67	90.17	114.33	64.33	48.33	20.83	112.83	149.33	60.67	85.17
	III	31.67	141.33	86.33	17.33	76.00	44.83	144.00	81.67	78.67	77.22

April	I	80.00	81.83	115.67	23.67	63.67	170.50	36.83	96.17	59.17	108.83
	II	68.33	41.67	80.00	103.67	46.67	43.83	17.33	64.33	92.17	115.17
	III	74.67	25.33	68.00	48.67	72.67	27.17	6.17	52.83	76.17	2.00
Mei	I	93.67	23.33	6.67	4.00	45.33	37.83	20.67	32.83	50.00	2.00
	II	0.00	36.00	0.00	13.33	5.00	25.83	0.33	30.83	26.00	0.00
	III	7.33	56.33	40.00	46.33	12.00	77.83	83.67	70.67	0.00	9.00
Juni	I	15.67	26.00	14.00	0.00	4.33	2.33	5.00	74.00	4.67	17.00
	II	0.00	68.33	6.00	4.00	1.33	28.50	90.00	53.00	0.33	15.67
	III	0.00	77.33	19.33	18.00	0.33	2.00	33.17	62.83	0.00	3.33
Juli	I	0.00	3.67	0.00	0.00	13.67	7.00	0.00	31.83	27.00	26.00
	II	0.00	18.00	20.00	0.00	1.00	23.33	0.00	7.83	0.00	0.00
	III	0.00	48.33	6.00	0.00	0.00	4.00	2.00	50.00	0.00	0.00
Agustus	I	0.00	14.33	0.00	0.00	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	40.67	0.00	0.00	0.00	48.33	0.00	42.00	0.00	0.00
	III	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.33	0.00	0.00
September	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.33	0.00	32.17
	II	0.00	21.33	1.67	0.67	0.00	1.00	43.67	26.50	0.00	5.67
	III	0.00	79.67	74.00	0.00	14.67	39.83	25.17	8.33	0.00	117.83
Oktober	I	0.00	44.67	30.33	0.00	0.00	20.67	0.00	119.00	0.00	9.33
	II	0.00	76.00	54.33	0.00	17.67	28.67	65.00	154.33	1.00	7.00
	III	0.00	109.33	69.00	0.00	33.67	127.00	77.33	69.00	57.83	8.67
November	I	27.67	60.33	58.33	113.33	46.67	88.33	72.67	168.50	58.67	50.67
	II	87.00	96.33	148.67	47.67	29.00	57.00	101.83	130.67	40.50	151.00
	III	65.33	211.00	126.33	121.33	82.00	67.43	76.33	123.50	82.17	86.33
Desember	I	27.33	79.00	115.00	149.33	140.67	75.33	61.67	66.67	220.17	214.17
	II	121.67	131.00	95.67	131.00	49.67	44.67	118.50	79.00	27.90	73.83
	III	36.67	57.00	18.00	95.33	88.67	118.00	118.00	74.50	80.50	147.00

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.1.4 Analisa Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif

Curah hujan yang memiliki peluang dapat terjadi dan dapat dimanfaatkan bagi tanaman sesuai dengan probabilitas atau kemungkinan terjadi yang ditentukan disebut curah hujan andalan. Dalam analisa curah hujan andalan pada studi ini, menggunakan kondisi probabilitas rendah: 80%. Data yang digunakan dalam menentukan curah hujan andalan adalah data hasil perhitungan curah hujan rerata daerah berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.42.

Setelah menentukan curah hujan andalan dengan tingkat probabilitas yang ditentukan, maka langkah selanjutnya yakni menentukan curah hujan efektif. Curah hujan

efektif menjadi salah satu faktor penentu dalam menentukan kebutuhan air irigasi. Tahapan perhitungan curah hujan efektif adalah sebagai berikut:

- Menghitung curah hujan rerata daerah (Tabel 4.42).
- Mengurutkan hasil perhitungan curah hujan rerata daerah untuk setiap tahun dengan urutan angka curah hujan rerata daerah yang terbesar hingga terkecil

Tabel 4. 43 Peringkat Curah Hujan Andalan

Bulan	Periode	Curah Hujan Efektif (mm) Peringkat Terbesar ke Terkecil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		9%	18%	27%	36%	45%	55%	64%	73%	82%	91%
Januari	I	162.00	116.50	107.83	89.33	89.33	56.33	48.67	43.17	33.00	13.67
	II	98.67	90.33	86.00	69.67	59.00	52.83	48.00	19.00	12.83	0.00
	III	164.33	154.33	124.83	106.67	93.67	93.33	82.83	47.00	46.67	29.00
Februari	I	274.00	132.67	121.67	97.33	86.33	85.67	55.67	53.17	45.67	34.50
	II	198.67	181.83	137.50	98.33	94.67	93.83	93.83	76.83	69.67	46.00
	III	151.33	148.33	112.17	94.67	82.17	62.00	60.00	56.67	48.00	45.17
Maret	I	150.33	145.50	112.33	112.00	103.33	87.50	83.50	80.83	72.17	25.67
	II	149.33	114.33	112.83	90.17	85.17	64.33	60.67	48.33	27.67	20.83
	III	144.00	141.33	86.33	81.67	78.67	77.22	76.00	44.83	31.67	17.33
April	I	170.50	115.67	108.83	96.17	81.83	80.00	63.67	59.17	36.83	23.67
	II	115.17	103.67	92.17	80.00	68.33	64.33	46.67	43.83	41.67	17.33
	III	76.17	74.67	72.67	68.00	52.83	48.67	27.17	25.33	6.17	2.00
Mei	I	93.67	50.00	45.33	37.83	32.83	23.33	20.67	6.67	4.00	2.00
	II	36.00	30.83	26.00	25.83	13.33	5.00	0.33	0.00	0.00	0.00
	III	83.67	77.83	70.67	56.33	46.33	40.00	12.00	9.00	7.33	0.00
Juni	I	74.00	26.00	17.00	15.67	14.00	5.00	4.67	4.33	2.33	0.00
	II	90.00	68.33	53.00	28.50	15.67	6.00	4.00	1.33	0.33	0.00
	III	77.33	62.83	33.17	19.33	18.00	3.33	2.00	0.33	0.00	0.00
Juli	I	31.83	27.00	26.00	13.67	7.00	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	23.33	20.00	18.00	7.83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	III	50.00	48.33	6.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agustus	I	14.33	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	48.33	42.00	40.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	III	52.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
September	I	32.17	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	43.67	26.50	21.33	5.67	1.67	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00
	III	117.83	79.67	74.00	39.83	25.17	14.67	8.33	0.00	0.00	0.00
Oktober	I	119.00	44.67	30.33	20.67	9.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	154.33	76.00	65.00	54.33	28.67	17.67	7.00	1.00	0.00	0.00
	III	127.00	109.33	77.33	69.00	69.00	57.83	33.67	8.67	0.00	0.00

November	I	168.50	113.33	88.33	72.67	60.33	58.67	58.33	50.67	46.67	27.67
	II	151.00	148.67	130.67	101.83	96.33	87.00	57.00	47.67	40.50	29.00
	III	211.00	126.33	123.50	121.33	86.33	82.17	82.00	76.33	67.43	65.33
Desember	I	220.17	214.17	149.33	140.67	115.00	79.00	75.33	66.67	61.67	27.33
	II	131.00	131.00	121.67	118.50	95.67	79.00	73.83	49.67	44.67	27.90
	III	147.00	118.00	118.00	95.33	88.67	80.50	74.50	57.00	36.67	18.00

Sumber: Perhitungan (2025)

- c. Menghitung curah hujan andalan dengan probabilitas 80% dengan rumus berikut:

$$R_X = \frac{n}{\frac{100\%}{100\% - X}} + 1$$

dengan:

n = jumlah tahun hujan (10 tahun)

X = probabilitas yang diinginkan (80%)

$$R_{80} = \frac{10}{\frac{100\%}{100\% - 80\%}} + 1 \approx 3$$

- d. Dari hasil pengurutan data selama 10 tahun dan hasil perhitungan pada poin c., diperoleh diambil data curah hujan urutan ke-3 untuk curah hujan andalan R80. Namun, berdasarkan hasil perhitungan maka untuk mendapatkan R80 digunakan rumus interpolasi dari hujan urutan 8 dan 9 yang dapat dilihat pada Tabel 4.43.
- e. Menghitung curah hujan efektif (Re) untuk masing-masing tanaman dengan rumus:

$$Re_{padi} = (70\% \times R80)/10 \text{ (mm/hari)}$$

$$Re_{palawija} = (50\% \times R80)/10 \text{ (mm/hari)}$$

Contoh perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija pada bulan Januari:

- a. Diketahui R80 pada bulan Januari setelah dilakukan interpolasi

Periode I = 35.03 mm

Periode II = 14.07 mm

Periode III = 46.73 mm

Rekapitulasi perhitungan dapat dilihat dari tabel 4.44

Tabel 4. 44 Hasil perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi

Bulan	Periode	R80	Re Padi (Reff80)	
			mm	mm/hari
Januari	I	35.03	24.52	2.45

	II	14.07	9.85	0.98
	III	46.73	32.71	2.97
Februari	I	47.17	33.02	3.30
	II	71.10	49.77	4.98
	III	49.73	34.81	4.35
Maret	I	73.90	51.73	5.17
	II	31.80	22.26	2.23
	III	34.30	24.01	2.18
April	I	41.30	28.91	2.89
	II	42.10	29.47	2.95
	III	10.00	7.00	0.70
Mei	I	4.53	3.17	0.32
	II	0.00	0.00	0.00
	III	7.67	5.37	0.49
Juni	I	2.73	1.91	0.19
	II	0.53	0.37	0.04
	III	0.07	0.05	0.00
Juli	I	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00
	III	0.00	0.00	0.00
Agustus	I	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00
	III	0.00	0.00	0.00
September	I	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00
	III	0.00	0.00	0.00
Oktober	I	0.00	0.00	0.00
	II	0.20	0.14	0.01
	III	1.73	1.21	0.11
November	I	47.47	33.23	3.32
	II	41.93	29.35	2.94
	III	69.21	48.45	4.84
Desember	I	62.67	43.87	4.39
	II	45.67	31.97	3.20
	III	40.73	28.51	2.59

Sumber: Perhitungan (2025)

b. Perhitungan untuk curah hujan efektif palawija R50 (Repalawija)

Sama dengan perhitungan Re Padi, Perhitungan Re Palawija juga menggunakan pendekatan perhitungan interpolasi antara tabel nomor 5 dan 6 pada tabel 4.43, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Repalawija Periode I = 72.83 mm

Repalawija Periode II = 55.92 mm

Repalawija Periode III = 93.50 mm

c. Untuk hasil perhitungan curah hujan efektif untuk palawija selanjutnya, dilihat pada Tabel 4.45.

Tabel 4. 45 Curah Hujan Efektif Untuk Tanaman Palawija

Bulan	Periode	R50	RE Palawija (Reff50)	
			mm	mm/hari
Januari	I	72.83	50.98	5.10
	II	55.92	39.14	3.91
	III	93.50	65.45	6.55
Februari	I	86.00	60.20	6.02
	II	94.25	65.98	6.60
	III	72.08	50.46	5.05
Maret	I	95.42	66.79	6.68
	II	74.75	52.33	5.23
	III	77.94	54.56	5.46
April	I	80.92	56.64	5.66
	II	66.33	46.43	4.64
	III	50.75	35.53	3.55
Mei	I	28.08	19.66	1.97
	II	9.17	6.42	0.64
	III	43.17	30.22	3.02
Juni	I	9.50	6.65	0.67
	II	10.83	7.58	0.76
	III	10.67	7.47	0.75
Juli	I	5.33	3.73	0.37
	II	0.50	0.35	0.04
	III	1.00	0.70	0.07
Agustus	I	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00

	III	0.00	0.00	0.00
September	I	0.00	0.00	0.00
	II	1.33	0.93	0.09
	III	19.92	13.94	1.39
Oktober	I	4.67	3.27	0.33
	II	23.17	16.22	1.62
	III	63.42	44.39	4.44
November	I	59.50	41.65	4.17
	II	91.67	64.17	6.42
	III	84.25	58.98	5.90
Desember	I	97.00	67.90	6.79
	II	87.33	61.13	6.11
	III	84.58	59.21	5.92

Sumber: Perhitungan (2025)

4.2 Kebutuhan Air Irigasi

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air irigasi, ada sejumlah faktor yang mempengaruhi antara lain, evapotranspirasi potensial, curah hujan efektif, perkolasi, penyiapan lahan, pergantian lapisan air, koefisien tanaman dan efisiensi irigasi. Hasil perhitungan irigasi selanjutnya digunakan untuk menganalisis faktor keseimbangan air, yaitu membandingkan debit air yang ada di sungai dengan kebutuhan air irigasi. Persamaan untuk menghitung kebutuhan air irigasi digunakan adalah persamaan :

- a. Untuk tanaman padi

$$NFR = \frac{Etc + IR + P + WLR - Re}{IE}$$

Diketahui :

- Januari

Evapotranspirasi = 4.08 mm/hari

Curah Hujan Efektif = 9.8 mm

Penyelesaian :

- Koefisien tanaman diambil dari harga koefisien tanaman adalah
Kc = 1.1 (varietas biasa pada setengah bulan pertama)

- Kebutuhan air konsumtif (Etc)

Etc x kc = 4.08 x 1.1 = 4.3 mm

Etc_{1/3}bulan = 4.3 x 10 = 47.2 mm

- Penyiapan lahan di dapat dari tabel kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan adalah 149.5 m
- Perkolasi = 2 mm/hari

$$= 2 \times 11 \text{ hari} = 20 \text{ mm/hari}$$
- Pergantian lapisan air (WLR)

$$\text{WLR} = 17 \text{ mm/10 hari (didapat dari KP-01)}$$
- Kebutuhan air tanaman = Etc + P + WLR

$$= 47.2 + 22 + 17$$

$$= 86.2 \text{ mm}$$
- Kebutuhan air disawah = Kebutuhan air tanaman – Re

$$= 86.2 - 32.7 \text{ mm}$$

$$= 53.5 \text{ mm}$$
- NFR = $53.5 / 8.64 / 11$

$$= 0.56 \text{ l/dt/ha}$$
- NFR mean total = $(0.56 + 0.38 + 1.23) / 3$

$$= 0.73 \text{ l/dt/ha}$$
- Kebutuhan air total = NFR mean total / $(0.9 \times 0.9 \times 0.8)$

$$= 0.73 / (0.9 \times 0.9 \times 0.8)$$

$$= 1.12 \text{ l/dt/ha}$$
- Kebutuhan air total dengan luas areal 802 ha

$$= \text{Kebutuhan air total} \times \text{Luas area}$$

$$= 1.12 \times 802$$

$$= 898 \text{ l/dt}$$

$$= 0.9 \text{ m}^3/\text{dt}$$

b. Untuk tanaman Palawija

Diambil pada bulan September periode ke-2

NFR = Etc – Reff

Diketahui :

- September
Evapotranspirasi = 5.22 mm/hari
Curah Hujan Efektif = 0.96 mm

Penyelesaian :

- Koefisien tanaman diambil dari harga koefisien tanaman adalah
 $K_c = 0.96$ (varietas biasa pada setengah bulan ke-3)
- Kebutuhan air konsumtif (Etc)
 $Etc/kc = 5.22 \times 0.96 = 5.0 \text{ mm}$
 $Etc_{1/3\text{bulan}} = 5.0 \times 10 = 50.1 \text{ mm}$
- Kebutuhan air tanaman = Etc
= 50.1 mm
- Kebutuhan air disawah = Kebutuhan air tanaman – R_{eff}
= $50.1 - 0.9$
= 49.2 mm
- NFR = $49.2/8.64/10$
= 0.57 l/dt/ha
- NFR mean total = $(0.57 + 0.34 + 0.34)/3$
= 0.42 l/dt/ha
- Kebutuhan air total = NFR mean total/ $(0.9 \times 0.9 \times 0.8)$
= $0.42/ (0.9 \times 0.9 \times 0.8)$
= 0.65 l/dt/ha

Kebutuhan air total dengan luas lahan pertanian 802 ha

$$\begin{aligned} &= \text{Kebutuhan air total} \times \text{Luas area} \\ &= 0.65 \times 802 \\ &= 520 \text{ l/dt} \\ &= 0.52 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan dari kebutuhan air padi dan palawija dengan masa tanam September periode ke-2. Berikut hasil perhitungan rekomendasi kebutuhan air dengan masa yang berbeda dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 46 Perhitungan Kebutuhan Tanaman Eksisting

Item			Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			November			Desember			
(1)	Pola Tanam		10	10	11	10	10	9	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10		
			PADI I									Penyiapan Lahan					PADI II										PALAWUA												
(2)	Evapotranspirasi, E _t	mm	4.08	4.08	4.08	4.14	4.14	4.14	4.11	4.11	4.11	3.56	3.56	3.56	3.58	3.58	3.58	3.30	3.30	3.30	3.53	3.53	3.53	4.51	4.51	4.51	5.22	5.22	5.22	4.98	4.98	4.98	5.06	5.06	5.06	4.57	4.57	4.57	
(3)	Koef. Tanaman, K _c (FAO IDP No. 24)																																						
		1	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	0.50	0.50	0.59	0.59	0.96	0.96	1.05	1.05	1.02	1.02	0.95	0.95	LP	LP			
		2	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	0.50	0.50	0.59	0.59	0.96	0.96	1.05	1.05	1.02	1.02	0.95	0.95	LP	LP		
		3	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	0.50	0.50	0.59	0.59	0.96	0.96	1.05	1.05	1.02	1.02	0.95	0.95	LP	LP	
(4)	ET _c hari	mm	LP	4.5	4.3	4.6	4.6	4.3	4.3	4.3	3.9	LP	LP	LP	3.9	3.9	3.6	3.6	3.5	3.7	3.7	3.4	2.3	2.3	2.7	3.1	5.0	5.0	5.2	5.2	5.1	5.2	4.8	4.8	LP	LP			
		mm	LP	LP	4.3	4.6	4.6	4.6	4.3	4.3	4.3	3.4	LP	LP	LP	3.9	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	4.3	2.3	2.3	3.1	3.1	5.0	4.8	5.2	5.2	5.2	4.8	4.3	LP	LP			
		mm	LP	LP	LP	4.6	4.6	4.6	4.5	4.3	4.3	3.7	3.4	LP	LP	LP	3.6	3.6	3.6	3.9	3.7	3.7	4.7	4.3	2.3	2.6	3.1	3.1	4.8	4.8	5.2	5.3	5.2	5.2	4.3	4.3	LP	LP	
(5)	ET c 1/3 Bulan	mm		44.8	47.2	45.5	45.5	39.1	43.1	43.1	42.9				39.4	43.4	36.3	36.3	34.6	37.1	37.1	36.9	22.5	22.5	29.3	30.8	50.1	50.1	52.2	52.2	55.8	51.6	48.1	48.1					
		mm			47.2	45.5	45.5	41.0	43.1	43.1	47.4	33.8				43.4	36.3	36.3	36.3	37.1	37.1	40.8	42.8	22.5	24.8	30.8	30.8	50.1	47.8	52.2	57.5	51.6	51.6	48.1	43.4				
		mm				45.5	45.5	41.0	45.2	43.1	47.4	37.4	33.8				36.3	36.3	36.3	38.8	37.1	40.8	47.3	42.8	24.8	26.1	30.8	30.8	47.8	47.8	57.5	53.1	51.6	51.6	43.4	43.4			
(6)	Penyiapan Lahan (KP-01)	mm	135.9										132.5	132.5	132.6																					139.2	153.1		
		mm	135.9	135.9										132.5	132.6	132.6																					153.1		
		mm	135.9	135.9	149.5										132.6	132.6	145.9																						
(7)	Perkolasi 2.00 mm/hari	mm		20	22	20	20	18	20	20	22				20	22	20	20	20	20	20	22																	
		mm			22	20	20	18	20	20	22	20				22	20	20	20	20	20	22	20																
		mm				20	20	18	20	20	22	20	20				20	20	20	20	20	22	20	20			20												
(8)	Penggantian Lapisan Air (WLR), (KP-01)	mm			17	17	17		17	17	17					17	17	17		17	17	17																	
		mm				17	17	17	17	17	17	17					17	17	17	17	17	17	17	17	17														
		mm				17	17	17	17	17	17	17	17					17	17	17	17	17	17	17	17	17													
(9)	Kebutuhan air tanaman	mm	135.9	64.8	86.2	82.5	82.5	57.1	80.1	80.1	81.9		132.5	132.5	132.6	59.4	82.4	73.3	73.3	54.6	74.1	74.1	75.9	22.5	22.5	29.3	30.8	50.1	50.1	52.2	52.2	55.8	51.6	48.1	48.1		139.2	153.1	
		mm	135.9	135.9	69.2	82.5	82.5	76.0	63.1	80.1	86.4	70.8		132.5	132.6	132.6	65.4	73.3	73.3	73.3	57.1	74.1	79.8	79.8	22.5	24.8	30.8	30.8	50.1	47.8	52.2	57.5	51.6	51.6	48.1	43.4		153.1	
		mm	135.9	135.9	149.5	65.5	82.5	76.0	82.2	63.1	86.4	74.4	70.8		132.6	132.6	145.9	56.3	73.3	73.3	75.8	57.1	79.8	84.3	79.8	24.8	26.1	30.8	30.8	47.8	47.8	57.5	53.1	51.6	51.6	43.4	43.4		
(10)	Curah Hujan Efektif (Reff) (andaian 80%)	mm																																					
		mm	24.5	9.8	32.7	33.0	49.8	34.8	51.7	22.3	24.0		29.5	7.0	3.2	0.0	5.4	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	13.9	3.3	16.2	44.4	41.7	64.2	59.0	32.0	28.5		
		mm	24.5	9.8	32.7	33.0	49.8	34.8	51.7	22.3	24.0	28.9		7.0	3.2	0.0	5.4	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	13.9	3.3	16.2	44.4	41.7	64.2	59.0	67.9	28.5		
		mm	24.5	9.8	32.7	33.0	49.8	34.8	51.7	22.3	24.0	28.9	29.5		3.2	0.0	5.4	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	13.9	3.3	16.2	44.4	41.7	64.2	59.0	67.9	61.1		
(11)	Kebutuhan air di sawah	mm	111.4	55.0	53.5	49.5	32.8	22.3	28.4	57.9	57.9		103.0	125.5	129.5	59.4	77.0	71.4	72.9	54.6	74.1	74.1	75.9	22.5	22.5	29.3	30.8	49.2	36.1	49.0	36.0	11.4	10.0	0.0	0.0		107.2	124.6	
		mm	111.4	126.0	36.5	49.5	32.8	41.2	11.4	57.9	62.4	41.9		125.5	129.5	132.6	60.0	71.4	72.9	73.2	57.1	74.1	79.8	79.8	22.5	24.8	30.8	29.9	36.1	44.5	36.0	13.1	10.0	0.0	0.0	0.0		124.6	
		mm	111.4	126.0	116.8	32.5	32.8	41.2	30.5	40.9	62.4	45.4	41.3		129.5	132.6	140.5	54.4	72.9	73.2	75.8	57.1	79.8	84.3	79.8	24.8	26.1	29.9	16.8	44.5	31.6	13.1	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0		
(12)	Kebutuhan air di sawah (NFR)	l/dtha		0.64	0.56	0.57	0.38	0.29	0.33	0.67	0.61		1.19	1.45	1.50	0.69	0.81	0.83	0.84	0.63	0.86	0.86	0.80	0.26	0.26	0.31	0.36	0.57	0.42	0.57	0.42	0.12	0.12	0.00	0.00		1.24	1.31	
		l/dtha	1.29	1.46	0.38	0.57	0.38	0.53	0.13	0.67	0.66	0.48		1.45	1.50	1.54	0.63	0.83	0.84	0.85	0.66	0.86	0.84	0.92	0.26	0.26	0.36	0.35	0.42	0.52	0.42	0.14	0.12	0.00	0.00	0.00		1.31	
		l/dtha	1.29	1.46	1.23	0.38	0.38	0.53	0.35	0.47	0.66	0.53	0.48		1.50	1.54	1.48	0.63	0.84	0.85	0.88	0.66	0.84	0.98	0.92	0.26	0.30	0.35	0.19	0.52	0.37	0.14	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mean total	l/dtha	0.86	1.18	0.73	0.51	0.38	0.45	0.27	0.60	0.64	0.34	0.56	0.97	1.50	1.25	0.97	0.76	0.84	0.78	0.80	0.79	0.83	0.72	0.48	0.28	0.34	0.42	0.34	0.53	0.40	0.13	0.12	0.00	0.00	0.00	0.41	0.87	
(13)	Kebutuhan air total di pengambilan	l/dtha	1.33	1.83	1.12	0.78	0.59	0.69	0.42	0.93	0.99	0.52	0.86	1.49	2.31	1.93	1.50	1.17	1.30	1.20	1.23	1.22	1.27	1.11	0.74	0.43	0.52	0.65	0.53	0.82	0.62	0.20	0.19	0.00	0.00	0.00	0.64	1.35	
		l/dt	1,064	1,466	898	628	469	556	336	748	793	417	689	1,198	1,855	1,550	1,205	941	1,045	960	988	980	1,022	892	597	342	419	520	426	659	495	163	150	0	0	0	512	1,082	
		m3/s	1.06	1.47	0.90	0.63	0.47	0.55	0.34	0.75	0.79	0.42	0.69	1.20	1.85	1.55	1.20	0.94	1.04	0.96	0.99	0.98	1.02	0.89	0.60	0.34	0.42	0.52	0.43	0.66	0.49	0.16	0.15	0.00	0.00	0.00	0.51	1.08	

Sumber: Perhitungan (2025)

4.3 Analisis Ketersediaan Air

Untuk mencari nilai ketersediaan air yang ada pada DAS di daerah lokasi penelitian guna mencari debit air yang ada dengan menggunakan metode F.J. Mock. Perhitungan jumlah debit air menggunakan beberapa data diantaranya :

1. Data curah hujan bulanan rerata.
2. Data evapotranspirasi
3. Luas DAS

Berikut contoh perhitungan debit air pada DAS menggunakan metode F.J. Mock pada tahun 2015 pada bulan Desember :

Diketahui :

m	= 50% (lahan pertanian)
Kapasitas kelembapan	= 200 mm
Luas DAS	= 73.14 km ²
Koefisien infiltrasi (i)	= 0.6
Faktor resesi aliran air tanah (k)	= 0.7

Penyelesaian :

1. Data Meteorologi

Curah hujan bulanan	= 185.67 mm/bln
Jumlah hari hujan	= 6 hari
Jumlah hari dalam 1 bulan	= 31 hari

2. Evapotranspirasi Terbatas (Et)

- a. Evapotranspirasi Potensial (Eto)

$$\begin{aligned} &= \text{Evapotranspirasi} \times \text{jumlah hari 1 bulan} \\ &= 4.65 \times 31 \\ &= 144.22 \text{ mm/bln} \end{aligned}$$

- b. Permukaan lahan terbuka (m)

Permukaan lahan terbuka (m) diambil asumsi dengan $m = 50 \%$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } E_t/E &= (m/20) \times (18-n) \\
 &= (50/100/20) \times (18 - 6) \\
 &= 0.31 \text{ mm/bln}
 \end{aligned}$$

d. Evapotranspirasi Terbatas (E)

$$\begin{aligned}
 &= E_t \times (m/20) \times (18-n) \\
 &= 144.22 \times 0.31 \\
 &= 44.47 \text{ mm/bln}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } E_t &= E_t - E \\
 &= 144.22 - 44.47 \\
 &= 99.75 \text{ mm/bln}
 \end{aligned}$$

3. Keseimbangan Air

$$\begin{aligned}
 \text{a. } D_s &= P - E_t \\
 &= 185.67 - 99.75 \\
 &= 85.91 \text{ mm/bln}
 \end{aligned}$$

$$\text{b. Kandungan air tanah} = 0.00 \text{ mm/bln}$$

$$\text{c. Kapasitas kelembapan tanah (SMC)} = 200 \text{ mm/bln}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Kelebihan air (WS)} &= D_s - \text{Kandungan air tanah} \\
 &= 85.91 - 0.00 \\
 &= 85.91 \text{ mm/bln}
 \end{aligned}$$

4. Aliran dan Penyimpanan Air Tanah

$$\begin{aligned}
 \text{a. Infiltrasi (I)} &= \text{Kelebihan air (WS)} \times i \\
 &= 85.91 \times 0.6 \\
 &= 51.55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } 0.5 (1+k) I &= 0.5 \times (1 + 0.7) \times 51.55 \\
 &= 43.82 \\
 \text{c. } k*V(n-1) &= 0.7 \times 48.22 \\
 &= 33.75 \\
 \text{d. Volume Penyimpanan (Vn)} &= 0.5 (1+k) I + k*V(n-1) \\
 &= 43.82 + 33.75 \\
 &= 77.57 \text{ mm/bln} \\
 \text{e. Perubahan Volume Air (DVn)} &= Vn - V(n-1) \\
 &= 77.57 - 48.22 \\
 &= 29.35 \text{ mm/bln} \\
 \text{f. Aliran Dasar (BF)} &= \text{Infiltrasi} - \text{Perubahan Volume Air} \\
 &= 51.55 - 29.35 \\
 &= 22.20 \text{ mm/bln} \\
 \text{g. Aliran Langsung (DR)} &= \text{Kelebihan Air} - \text{Infiltrasi} \\
 &= 85.91 - 51.55 \\
 &= 34.37 \text{ mm/bln} \\
 \text{h. } \textit{Strom Run Off} \text{ (SRO) jika nilai curah hujan (P) lebih besar daripada} \\
 &\text{kelembapan tanah maka nilainya} = 0.05 \text{ mm/bln, namun jika sebaliknya maka:} \\
 \textit{Strom Run Off} \text{ (SRO)} &= P \times 0.05 \\
 &= 185.67 \times 0.05 \\
 &= 9.28 \\
 \text{i. Aliran (R)} &= \text{Aliran Dasar} + \text{Aliran Langsung} + \textit{Strom Run Off} \\
 &= 22.20 + 34.37 + 9.28 \\
 &= 65.85 \text{ mm/bln}
 \end{aligned}$$

5. Debit Aliran Sungai

a. Debit Aliran Sungai = Luas DAS x Aliran

$$= \frac{73.14 \times 65.85 \times 1000}{86400 \times 31}$$

$$= 1.80 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

b. Debit Aliran Bulanan = Debit Aliran x Jumlah Hari

$$= \frac{1.80 \times 86400 \times 31}{10^6}$$

$$= 4.82 \text{ m}^3/\text{bln}$$

Perhitungan debit bulanan melalui metode F.J. Mock pada tahun 2015-2024 dapat dilihat pada tabel 4.47 dibawah ini :

Tabel 4. 47 Hasil Perhitungan Debit Rata-rata Bulanan Sungai Gandong
(Metode FJ. Mock)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2015	0.00	7.74	6.87	8.28	5.35	3.08	2.12	1.48	1.04	0.73	3.36	4.82
2016	9.69	11.33	12.31	8.70	6.45	7.84	3.96	2.79	2.18	5.14	10.09	8.58
2017	10.45	9.61	8.84	10.87	5.37	3.78	2.64	1.78	1.25	2.53	7.66	6.65
2018	6.02	8.44	7.73	7.71	3.85	2.62	1.77	1.24	0.87	0.61	5.90	10.30
2019	6.73	7.38	7.29	7.54	3.82	2.53	1.81	1.23	0.86	0.60	1.96	5.68
2020	4.15	14.29	7.75	9.17	6.80	3.83	2.72	1.99	1.42	3.16	4.04	5.06
2021	10.40	6.91	10.75	4.96	4.67	4.78	2.37	1.70	1.16	2.20	4.41	7.22
2022	7.57	8.20	10.59	9.04	6.80	8.20	3.96	3.29	2.13	8.12	12.80	8.21
2023	8.35	8.41	7.17	8.67	4.52	2.98	2.17	1.45	1.02	0.71	2.92	8.07
2024	6.00	16.47	12.74	11.15	6.01	4.31	3.02	2.05	3.57	1.58	6.18	11.24
Rerata	6.94	9.88	9.21	8.61	5.36	4.40	2.65	1.90	1.55	2.54	5.93	7.58

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

4.4 Analisis Debit Andalan

Untuk memperoleh estimasi debit yang akurat, diperlukan pengumpulan data curah hujan dalam jangka waktu yang cukup lama. Melalui cara tersebut, peluang kesalahan dalam perhitungan debit yang terlalu besar atau kecil bisa dikurangi. Metode yang digunakan adalah mengurutkan data curah hujan bulanan secara menurun, dimulai dari nilai terbesar hingga yang terkecil. Dalam penelitian ini, debit air bulanan akan digunakan dengan tingkat keandalan 80% sebagai sumber air irigasi. Debit dengan peringkat keandalan 80% ini memberikan kemungkinan kejadian yang lebih besar dibandingkan dengan kemungkinan

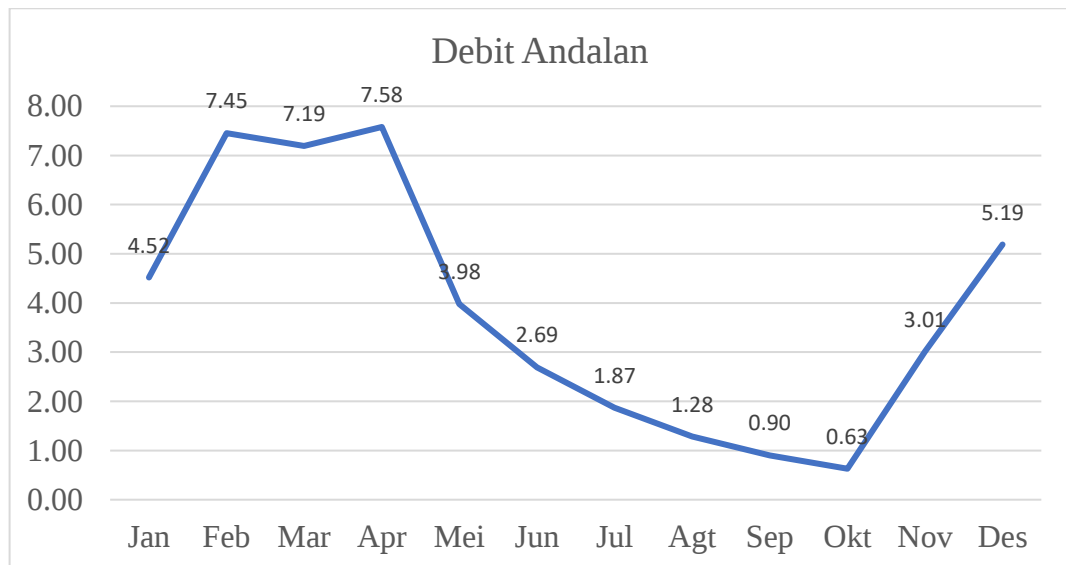
tidak terjadi. Hasil perhitungan debit andalan dapat dilihat pada tabel 4.48 yang dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4. 48 Hasil Perhitungan Debit Andalan Metode F.J. Mock

No.	P (%)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	9%	10.45	16.47	12.74	11.15	6.80	8.20	3.96	3.29	3.57	8.12	12.80	11.24
2	18%	10.40	14.29	12.31	10.87	6.80	7.84	3.96	2.79	2.18	5.14	10.09	10.30
3	27%	9.69	11.33	10.75	9.17	6.45	4.78	3.02	2.05	2.13	3.16	7.66	8.58
4	36%	8.35	9.61	10.59	9.04	6.01	4.31	2.72	1.99	1.42	2.53	6.18	8.21
5	45%	7.57	8.44	8.84	8.70	5.37	3.83	2.64	1.78	1.25	2.20	5.90	8.07
6	55%	6.73	8.41	7.75	8.67	5.35	3.78	2.37	1.70	1.16	1.58	4.41	7.22
7	64%	6.02	8.20	7.73	8.28	4.67	3.08	2.17	1.48	1.04	0.73	4.04	6.65
8	73%	6.00	7.74	7.29	7.71	4.52	2.98	2.12	1.45	1.02	0.71	3.36	5.68
9	82%	4.15	7.38	7.17	7.54	3.85	2.62	1.81	1.24	0.87	0.61	2.92	5.06
10	91%	-	6.91	6.87	4.96	3.82	2.53	1.77	1.23	0.86	0.60	1.96	4.82
Q50	50.00	7.15	8.42	8.30	8.68	5.36	3.81	2.51	1.74	1.20	1.89	5.16	7.64
Q80	80.00	4.52	7.45	7.19	7.58	3.98	2.69	1.87	1.28	0.90	0.63	3.01	5.19

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Dari perhitungan data debit andalan menggunakan metode F.J. Mock didapatkan hasil grafik sebagai berikut:



Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Debit air dengan probabilitas 80% yang digunakan untuk keperluan irigasi menunjukkan bahwa debit air yang besar terjadi selama musim hujan, yaitu dari bulan Oktober hingga April, sementara debit air yang lebih kecil terjadi selama musim kemarau dari bulan Mei hingga September. Rata-rata debit keseluruhan yang diperoleh adalah 3.86 m³/detik.

4.5 Perhitungan Neraca Air

Analisis keseimbangan air menggunakan metode neraca air dimana hal ini akan menunjukkan keseimbangan antara debit tersedia dengan debit yang dibutuhkan. Berikut hasil perhitungan neraca air untuk bulan Desember minggu I :

$$\text{Neraca Air} = Q \text{ tersedia} - Q \text{ kebutuhan}$$

Berikut hasil perhitungan neraca air pada daerah studi dengan beberapa pola tanam yang bisa dilihat pada tabel 4.49 dibawah ini :

Tabel 4. 49 Analisis Neraca Air DI Nglambangan

Debit		Debit Tersedia	Debit Kebutuhan	Neraca Air	Keterangan
Januari	10	2.38	1.06	1.32	SURPLUS
	10	2.38	1.47	0.92	SURPLUS
	11	2.38	0.90	1.48	SURPLUS
Februari	10	2.81	0.63	2.18	SURPLUS
	10	2.81	0.47	2.34	SURPLUS
	9	2.81	0.56	2.25	SURPLUS
Maret	10	2.77	0.34	2.43	SURPLUS
	10	2.77	0.75	2.02	SURPLUS
	11	2.77	0.79	1.97	SURPLUS
April	10	2.89	0.42	2.48	SURPLUS
	10	2.89	0.69	2.21	SURPLUS
	10	2.89	1.20	1.70	SURPLUS
Mei	10	1.79	1.85	-0.07	DEFISIT
	10	1.79	1.55	0.24	SURPLUS
	11	1.79	1.20	0.58	SURPLUS
Juni	10	1.27	0.94	0.33	SURPLUS
	10	1.27	1.04	0.22	SURPLUS
	10	1.27	0.96	0.31	SURPLUS
Juli	10	0.84	0.99	-0.15	DEFISIT

	10	0.84	0.98	-0.14	DEFISIT
	11	0.84	1.02	-0.19	DEFISIT
Agustus	10	0.58	0.89	-0.31	DEFISIT
	10	0.58	0.60	-0.02	DEFISIT
	11	0.58	0.34	0.24	SURPLUS
September	10	0.40	0.42	-0.02	DEFISIT
	10	0.40	0.52	-0.12	DEFISIT
	10	0.40	0.43	-0.02	DEFISIT
Oktober	10	0.63	0.66	-0.03	DEFISIT
	10	0.63	0.52	0.11	SURPLUS
	11	0.63	0.16	0.47	SURPLUS
November	10	1.72	0.15	1.57	SURPLUS
	10	1.72	0.00	1.72	SURPLUS
	10	1.72	0.00	1.72	SURPLUS
Desember	10	2.55	0.00	2.55	SURPLUS
	10	2.55	0.51	2.04	SURPLUS
	11	2.55	1.08	1.47	SURPLUS

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Dari tabel neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air lebih banyak daripada kebutuhan pada sebagian besar bulan, sehingga terjadi surplus pada bulan Oktober hingga April. Pada bulan-bulan ini, debit tersedia cukup tinggi sementara kebutuhan air relatif rendah, sehingga air yang tersedia masih aman dan mencukupi.

Sebaliknya, pada Mei hingga Oktober periode 1 mulai muncul defisit air, terutama pada Juli, Agustus, dan September. Hal ini terjadi karena debit tersedia menurun cukup drastic dan tidak dapat memnuhi kebutuhan air pada bulan tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa pertengahan tahun merupakan periode rawan kekurangan air.

Dari pola tersebut dapat disimpulkan bahwa neraca air sangat dipengaruhi oleh musim. Oleh karena itu, diperlukan pola tanam rekomendasi berdasarkan ketersediaan air untuk mendapatkan pola tanam yang tepat. Pola tanam sebaiknya disesuaikan dengan kondisi ketersediaan air setiap bulan, di mana tanaman yang membutuhkan banyak air direkomendasikan ditanam pada periode surplus, pada periode defisit di pertengahan tahun, pola tanam dapat diarahkan pada tanaman yang lebih tahan terhadap kekeringan atau dengan kebutuhan air yang lebih rendah. Berikut adalah pola tanam rekomendasi:

Tabel 4. 50 Pola Tanam Rekomendasi

Item			November		Desember			Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September			Oktober				
			10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	9	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11				
(1)	Pola Tanam		Penyiapan Lahan			PADI I										Penyiapan Lahan			PADI I										PALAWIJA					BERA					
(2)	Evapotranspirasi, Eto	mm	5.06	5.06	5.06	4.57	4.57	4.57	4.08	4.08	4.08	4.14	4.14	4.14	4.11	4.11	4.11	3.56	3.56	3.56	3.58	3.58	3.58	3.30	3.30	3.30	3.53	3.53	3.53	4.51	4.51	4.51	5.22	5.22	5.22	4.98	4.98	4.98	
(3)	Koef Tanaman, Kc (FAO IDP No. 24)		1	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	0.50	0.51	0.51	0.69	0.80	0.90	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			2		LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	0.50	0.51	0.51	0.69	0.80	0.90	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			3			LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	LP	LP	LP	1.10	1.10	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	0.95	0.50	0.51	0.51	0.69	0.80	0.90	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(4)	ETchari	mm	1			5.0	5.0	5.0	4.5	4.3	4.3	4.3	3.9				3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.1	1.6	1.7	1.8	2.4	2.8	4.1	4.3									
		mm	2			5.0	5.0	4.5	4.5	4.3	4.3	4.3	3.9				3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.5	3.1	1.6	1.8	1.8	2.4	3.6	4.1	4.3								
		mm	3			5.0	4.5	4.5	4.5	4.3	4.3	4.3	3.9	3.9			3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.5	3.5	3.1	1.8	1.8	1.8	3.1	3.6	4.1	5.0								
(5)	ET c 1/3 bulan	mm	1			50.2	50.2	55.3	44.8	42.8	47.1	43.5	39.3				39.1	39.1	39.1	37.6	37.6	41.4	31.3	16.5	16.7	18.0	24.3	30.9	40.6	42.8									
		mm	2			50.2	55.3	44.8	44.8	47.1	43.5	43.5	35.4				39.1	39.1	39.4	37.6	41.4	34.6	31.3	16.5	17.8	18.0	26.8	35.8	40.6	47.1									
		mm	3			55.3	44.8	44.8	49.3	43.5	43.5	39.1	39.0				39.1	39.4	39.4	41.4	34.6	34.6	31.3	17.6	17.8	19.8	31.1	35.8	44.6	49.6									
(6)	Penyiapan Lahan (KP-01)	mm	1	142.6	142.6	142.6								122.7	136.1	136.1																							
		mm	2		142.6	142.6	139.2								136.1	136.1	149.7																						
		mm	3			142.6	139.2	139.2								136.1	149.7	132.5																					
(7)	Perkolasi 2.00 mm/hari	mm	1			20	20	22	20	20	22	20	20			22	20	20	20	20	20	22	20																
		mm	2			20	22	20	20	20	22	20	20	18			20	20	20	20	20	22	20	20	20														
		mm	3			22	20	20	20	22	20	20	18	20			20	20	20	20	20	22	20	20	20														
(8)	Penggantian Lapisan Air (WLR), (KP-01)	mm	1			17	17	17									17	17	17	0	17	17	17																
		mm	2			17	17	17	17								17	17	17	0	17	17	17	17															
		mm	3			17	17	17	17								17	17	17	0	17	17	17	17															
(9)	Kebutuhan air tanaman	mm	1	142.6	142.6	142.6	70.2	87.2	94.3	81.8	62.8	69.1	63.5	59.3	122.7	136.1	136.1	22.0	76.1	76.1	76.1	57.6	74.6	80.4	68.3	16.5	16.7	18.0	24.3	30.9	40.6	42.8							
		mm	2		142.6	142.6	139.2	70.2	94.3	81.8	62.8	69.1	63.5	53.4	136.1	136.1	149.7	20.0	76.1	76.1	76.4	57.6	80.4	71.6	68.3	16.5	17.8	18.0	26.8	35.8	40.6	47.1							
		mm	3			142.6	139.2	139.2	77.3	81.8	62.8	69.1	63.5	57.1	59.0	136.1	149.7	132.5	20.0	76.1	76.4	76.4	63.4	71.6	71.6	68.3	17.6	17.8	19.8	31.1	35.8	44.6	49.6						
(10)	Curah Hujan Efektif (Reff) (andaian 80%)	mm	1	33.2	29.4	48.4	43.9	32.0	28.5	24.5	9.8	32.7	33.0	49.8	34.8	51.7	22.3	24.0	28.9	29.5	7.0	3.2	0.0	5.4	1.9	7.6	7.5	3.7	0.4	0.7	0.0	0.0							
		mm	2		29.4	48.4	43.9	32.0	28.5	24.5	9.8	32.7	33.0	49.8	34.8	51.7	22.3	24.0	28.9	29.5	7.0	3.2	0.0	5.4	1.9	0.0	7.5	3.7	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0						
		mm	3			48.4	43.9	32.0	28.5	24.5	9.8	32.7	33.0	49.8	34.8	51.7	22.3	24.0	28.9	29.5	7.0	3.2	0.0	5.4	1.9	0.0	0.0	3.7	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
(11)	Kebutuhan air di sawah	mm	1	109.3	113.2	94.1	26.4	55.3	65.7	57.3	52.9	36.4	30.4	9.6	87.9	84.4	113.9	0.0	47.2	46.7	69.1	54.5	74.6	75.0	66.4	8.9	9.2	14.3	24.0	30.2	40.6	42.8							
		mm	2		113.2	94.1	95.3	38.3	65.7	57.3	72.0	36.4	30.4	13.7	18.6	84.4	113.9	125.7	0.0	46.7	69.1	73.3	57.6	75.0	69.7	68.3	9.0	14.1	17.6	26.1	35.8	40.6	47.1						
		mm	3			94.1	95.3	107.2	48.7	57.3	72.0	55.6	30.4	13.7	22.3	7.3	113.9	125.7	103.6	0.0	69.1	73.3	76.4	58.0	69.7	71.6	68.3	13.9	17.5	19.1	31.1	35.8	44.6	49.6					
(12)	Kebutuhan air di sawah (NFR)	l/dt/ha	1	1.27	1.31	1.09	0.31	0.64	0.69	0.66	0.61	0.38	0.35	0.11	1.13	0.98	1.32	0.00	0.55	0.54	0.80	0.63	0.86	0.79	0.77	0.10	0.11	0.17	0.28	0.32	0.47	0.50							
		l/dt/ha	2		1.31	1.09	1.10	0.44	0.69	0.66	0.83	0.38	0.35	0.16	0.24	0.98	1.32	1.32	0.00	0.54	0.80	0.85	0.67	0.79	0.81	0.79	0.10	0.16	0.20	0.27	0.41	0.47	0.50						
		l/dt/ha	3			1.09	1.10	1.24	0.51	0.66	0.83	0.59	0.35	0.16	0.29	0.08	1.32	1.32	1.20	0.00	0.80	0.85	0.88	0.61	0.81	0.83	0.79	0.16	0.20	0.20	0.36	0.41	0.47	0.57					
	Mean total	l/dt/ha		0.42	0.87	1.09	0.84	0.77	0.63	0.66	0.76	0.45	0.35	0.14	0.55	0.68	1.32	0.88	0.58	0.36	0.80	0.78	0.81	0.73	0.79	0.57	0.33	0.16	0.23	0.26	0.41	0.46	0.32	0.19					
(13)	Kebutuhan air total di pengambilan	l/dt/ha		0.65	1.35	1.68	1.29	1.20	0.98	1.02	1.17	0.69	0.54	0.22	0.85	1.05	2.03	1.36	0.90	0.56	1.23	1.20	1.24	1.13	1.23	0.89	0.52	0.25	0.35	0.41	0.64	0.71	0.50	0.30					
		l/dt		522.05	1,081.08	1,348.08	1,036.31	958.68	782.42	820.93	940.26	557.02	436.14	176.38	683.11	840.65	1,630.87	1,091.38	719.97	445.66	990.37	959.68	996.58	903.37	983.13	711.01	413.15	201.80	282.28	327.04	513.50	569.48	398.31	236.68					
		m3/s		0.52	1.08	1.35	1.04	0.96	0.78	0.82	0.94	0.56	0.44	0.18	0.68	0.84	1.63	1.09	0.72	0.45	0.99	0.96	1.00	0.90	0.98	0.71	0.41	0.20	0.28	0.33	0.51	0.57	0.40	0.24					

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Pola tanam rekomendasi pada tabel 4.50, merekomendasikan dengan pergantian tanman dari jagung ke bawang, dimana dari tabel 4.50, menunjukan bawang memiliki kebutuhan air yang lebih rendah dari pada jagung. Namun, sebelum dapat dijadikan rekomendasi maka harus di cek pada analisis neraca air. Berikut adalah tabel neraca air yang didasarkan pada pola tanam rekomendasi:

Tabel 4. 51 Neraca Air Berdasarkan Pola Tanam Rekomendasi

Debit		Debit Tersedia	Debit Kebutuhan	Neraca Air	Keterangan
Januari	10	2.38	0.82	1.56	SURPLUS
	10	2.38	0.94	1.44	SURPLUS
	11	2.38	0.56	1.83	SURPLUS
Februari	10	2.81	0.44	2.37	SURPLUS
	10	2.81	0.18	2.63	SURPLUS
	9	2.81	0.68	2.12	SURPLUS
Maret	10	2.77	0.84	1.92	SURPLUS
	10	2.77	1.63	1.13	SURPLUS
	11	2.77	1.09	1.67	SURPLUS
April	10	2.89	0.72	2.17	SURPLUS
	10	2.89	0.45	2.45	SURPLUS
	10	2.89	0.99	1.90	SURPLUS
Mei	10	1.79	0.96	0.83	SURPLUS
	10	1.79	1.00	0.79	SURPLUS
	11	1.79	0.90	0.88	SURPLUS
Juni	10	1.27	0.98	0.29	SURPLUS
	10	1.27	0.71	0.56	SURPLUS
	10	1.27	0.41	0.86	SURPLUS
Juli	10	0.84	0.20	0.63	SURPLUS
	10	0.84	0.28	0.55	SURPLUS
	11	0.84	0.33	0.51	SURPLUS
Agustus	10	0.58	0.51	0.07	SURPLUS
	10	0.58	0.57	0.01	SURPLUS
	11	0.58	0.40	0.18	SURPLUS
September	10	0.40	0.24	0.16	SURPLUS
	10	0.40	0.00	0.40	SURPLUS
	10	0.40	0.00	0.40	SURPLUS
Oktober	10	0.63	0.00	0.63	SURPLUS
	10	0.63	0.00	0.63	SURPLUS

	11	0.63	0.00	0.63	SURPLUS
November	10	1.72	0.52	1.20	SURPLUS
	10	1.72	1.08	0.64	SURPLUS
	10	1.72	1.35	0.37	SURPLUS
Desember	10	2.55	1.04	1.51	SURPLUS
	10	2.55	0.96	1.59	SURPLUS
	11	2.55	0.78	1.77	SURPLUS

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Dari hasil perhitungan neraca air berdasarkan pola tanam rekomendasi menunjukan hasil yang positif, dimana neraca air menunjukan surplus diseluruh bulan yang dimana dapat menjadi rekomendasi bagi para petani di sekitar Daerah Irigasi (DI) Nglambangan, Kecamatan Tambakrejo, Kabupaten Bojonegoro.