

BAB V ANALISIS HIDROLOGI

5.1 Umum

Dalam analisa dan perhitungan hidroklimatologi Daerah Irigai Maro, di Kabupaten Merauke dipakai stasiun hujan Merauke yang terletak pada koordinat 08⁰ 15' LS dan 140⁰ 13' BT pada elevasi +3.00 meter di atas permukaan air laut, karena datanya lebih akurat dan lengkap.

Dari data-data klimatologi tersebut dapat ditarik kesimpulan secara umum sebagai berikut :

- 1) Temperatur udara bulanan rata-rata berkisar antara 26,61⁰C s/d 27,15⁰C
- 2) Kecepatan angin rata-rata yang tercatat berkisar 5,34 Knot s/d 5,97 Knots
- 3) Kelembaban udara relatif bulanan rata-rata berkisar antara 82,26% s/d 84,71 %
- 4) Besarnya penyinaran matahari bulanan rata-rata berkisar 47,26% s/d 64,37%

5.1 Evapotranspirasi

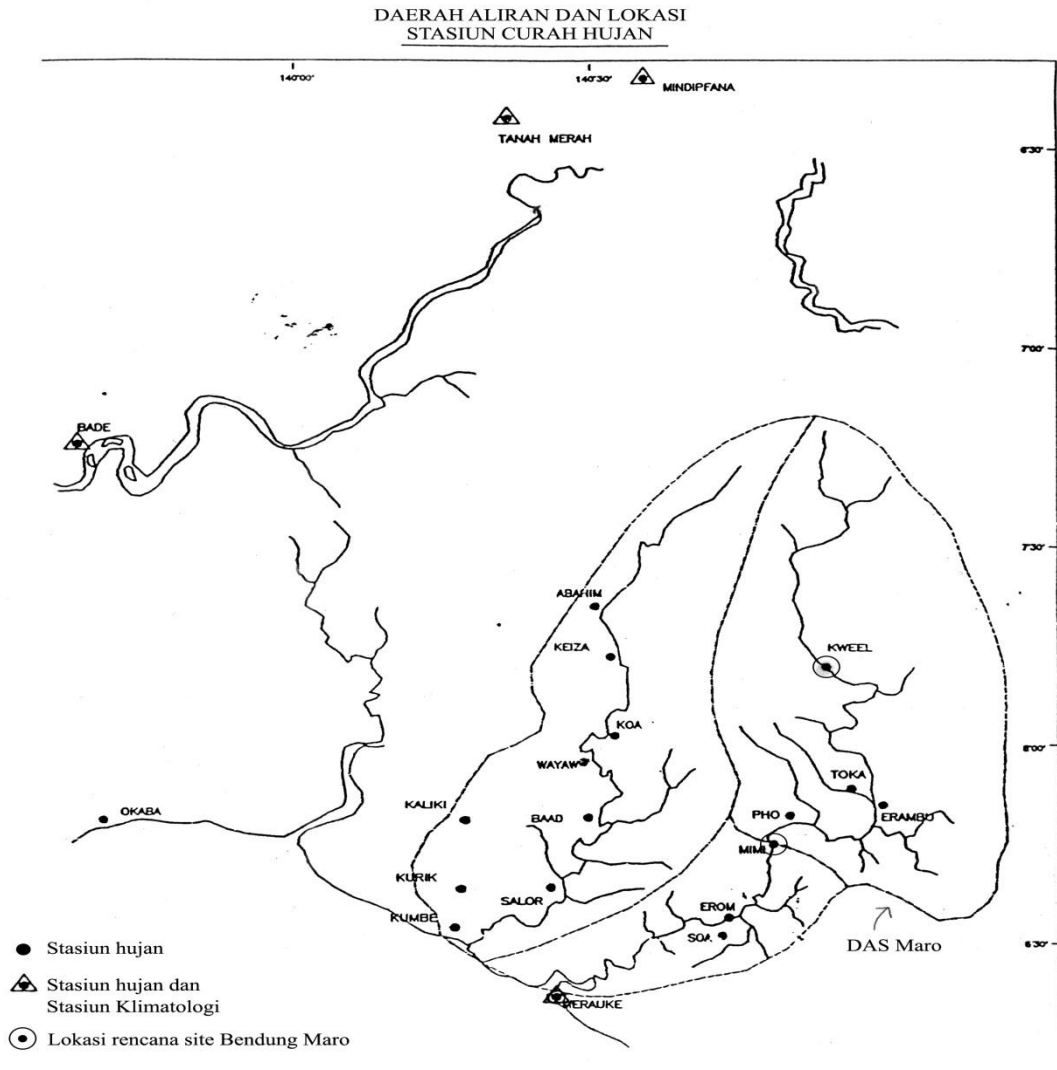
Persamaan umum yang digunakan dalam analisa evapotranspirasi potensial bulanan dengan metoda Penmann Modifikasi adalah sebagai berikut :

$$Et = C \times (W.R_n + (1+W) \times f(U) \times (e_a - e_d))$$

- dimana :
- Et = evapotranspirasi potensial bulanan (mm/bulan)
 - C = faktor koreksi iklim akibat perbedaan siang malam
 - W = faktor bobot tergantung temperatur dan ketinggian
 - R_n = radiasi netto = R_n – R_{n1} (mm/hari)
 - R_{ns} = (1-a) x (0,25 + 0,5 x n/N) x R_a
 - a = albedo, diambil 0,25 untuk rerumputan pendek
 - R_a = radiasi matahari ekstra terestrial
 - R_{n1} = f(T) x f(ed) x f(n/N)
 - f(T) = efek temperatur pada gelombang panjang radiasi
 - f(ed) = efek tekanan uap pada gelombang panjang radiasi
 - f(n/N) = efek penyinaran matahari pada gelombang panjang radiasi
 - N = lama penyinaran matahari
 - f(U) = 0,27 x (1 + U/100)
 - e_d = e_a x RH/100

RH = kelembaban relatif (%)

ea = tekanan uap jenuh, tergantung temperatur



Gambar : V - I Peta Daerah Aliran Sungai Maro berikut lokasi Stasiun Hujan dan Stasiun Klimatologi.

No	Uraian	Satuan	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nop	Des
1	Temperatur Udara	(C)	26,84	26,61	26,68	26,65	27,13	26,87	26,71	26,96	27,14	27,15	27,11	26,96
2	Penyinaran Matahari	(%)	52,14	48,11	49,69	53,69	63,77	59,66	63,26	64,37	64,34	62,37	58,74	47,26
3	Kelembaban Udara	(%)	83,77	83,57	84,00	84,71	83,51	83,91	82,86	82,80	82,26	82,86	83,34	84,66
4	Kecepatan Angin	(Knots)	5,83	5,97	5,97	5,57	5,40	5,49	5,57	5,60	5,83	5,74	5,34	5,34
5	Curah Hujan	(mm)	273,58	295,17	354,34	316,71	194,5	151,26	125,92	143,63	130,92	108,25	165,38	325,29
6	Jumlah Hari Hujan	(Hari)	15,71	15,92	17,91	16,83	13,46	12,48	11,29	11,21	10,71	11,83	11,92	17,96

Tabel 5.1 Rekapitulasi Data Hidroklimatologi Rata-Rata Bulanan Stasiun Merak

Temperatur (C)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ea (mbar)	23,4	24,9	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1	42,4	44,9	47,6	50,3	53,2	56,2	29,4	62,8	66,3	69,9

Tabel 5.2 Tekanan Uap Jenuh (ea) Dalam (mbar) Sebagai Fungsi Dari Temperatur Udara rata-rata (T)

Temperatur °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
(1-W) at altitude m	0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,86
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,87
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89	0,89
4000	0,55	0,59	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,90

Tabel 5.3 Nilai Faktor Bobot (W) Sebagai Pengaruh Radiasi ET Pada Temperatur dan Ketinggian

Temperatur (C)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
f(T) - cTa4	11,0	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1

Tabel 5.4 Efek Temperatur f(T) Pada Radiasi G elombang Panjang

Rs mm/day Uday mm/sec	R.H max = 30 %				R.H max = 60 %				R.H max = 90 %			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
	Uday / Unight = 4,0											
0	0,86	0,9	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,79	0,84	0,97	0,97	0,92	1	1,11	1,19	0,99	1,1	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,93	0,93	0,58	0,96	1,11	1,19	0,94	1,1	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,9	0,9	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,16	1,27
	Uday / Unight = 3,0											
0	0,86	0,9	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,87	0,96	1,06	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,1	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
	Uday / Unight = 2,0											
0	0,86	0,9	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,83	0,91	0,99	1,05	0,89	0,98	1,1	1,14
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,7	0,8	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,7	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
	Uday / Unight = 1,0											
0	0,86	0,9	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94	0,99	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,7	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1
9	0,27	0,41	0,59	0,7	0,5	0,6	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96

Table 5.5 Adjustment factor (C) in Presented Penman Equation

Northern Hemisphere													Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Lat	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
3,8	6,8	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2	50	17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2
4,3	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5,0	3,7	48	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2
4,9	7,1	10,2	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3	46	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6,0	4,7	44	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
5,9	8,1	11,0	14,0	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2	42	17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7	40	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3
6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10,0	7,5	6,1	38	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6	36	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2	34	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8	32	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
8,8	10,7	13,1	15,2	15,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8	28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3	26	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24	17,5	16,4	14,6	12,3,0	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2	22	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7	20	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1	18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	159,0	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6	16	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	128,0	12,0	14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,3	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9	10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3	8	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7	6	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
14,3	15,0	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1	4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4	2	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5,0	15,2	15,5	15,3	15,1
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,1	15,4	15,1	14,8

Table 5.6 Extra Terrestrial Radiation (Ra) expressed in equivalent evaporation in mm/day

Besaran	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Temperatur, t (°C)	26,84	26,61	26,68	26,65	27,13	26,87	26,71	26,96	27,14	27,15	27,11	26,96
Kec. Angin, U (knots)	5,83	5,97	5,97	5,57	5,40	5,49	5,57	5,60	5,83	5,74	5,34	5,34
Kec. Angin, U (km/hr)	259,44	265,67	265,67	247,87	240,30	244,31	247,87	249,20	259,44	255,43	237,63	237,63
f(U) = 0.27(1+U/100)	0,97	0,99	0,99	0,94	0,92	0,93	0,94	0,94	0,97	0,96	0,91	0,91
Sunshine, n/N (%)	52,14	48,11	49,69	53,69	63,77	59,66	63,26	64,37	64,34	62,37	58,74	47,26
RH (%)	83,77	83,57	84,00	84,71	83,51	83,91	82,86	82,80	82,26	82,86	83,34	84,66
ea (mbar) (Tabel)	35,36	34,88	35,03	34,97	35,97	35,43	35,09	35,62	35,99	36,02	35,93	35,62
ed = ea x RH/100	29,62	29,15	29,43	29,62	30,04	29,73	29,08	29,49	29,61	29,85	29,94	30,16
ea - ed	5,74	5,73	5,60	5,35	5,93	5,70	6,01	6,13	6,38	6,17	5,99	5,46
W (Tabel)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
1 - W	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Ra (Tabel)	15,10	15,57	15,70	15,23	14,30	13,77	13,97	14,70	15,27	15,43	15,17	14,90
Rs = (0.25 + 0.5 n/N) Ra	7,71	7,64	7,83	7,90	8,13	7,55	7,91	8,41	8,73	8,67	8,25	7,25
Rns = (1 - a) Rs ; a = 0.25	5,78	5,73	5,87	5,92	6,10	5,66	5,93	6,30	6,55	6,50	6,19	5,43
f(T) (Tabel)	16,07	16,02	16,04	16,03	16,13	16,07	16,04	16,09	16,13	16,13	16,12	16,09
f(ed) = 0.34 - 0.044 T ed	0,101	0,102	0,101	0,101	0,099	0,100	0,103	0,101	0,101	0,100	0,099	0,098
f(n/N) = 0.1 + 0.9 n/N	0,57	0,53	0,55	0,58	0,67	0,64	0,67	0,68	0,68	0,66	0,63	0,53
Rnl = f(T) f(ed) f(n/N)	0,92	0,87	0,89	0,94	1,07	1,02	1,10	1,10	1,10	1,06	1,01	0,83
Rn = Rns - Rnl	4,86	4,85	4,98	4,98	5,03	4,64	4,83	5,20	5,45	5,44	5,18	4,60
U (m/det)	3,00	3,07	3,07	2,87	2,78	2,83	2,87	2,88	3,00	2,96	2,75	2,75
U siang/U malam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C (konstanta)	0,97	0,97	0,97	0,98	0,99	0,97	0,98	1,00	0,94	1,00	1,00	0,97
ET = C(WRn + (1 - W)(ea - ed) f(U))	4,88	4,90	4,96	4,89	5,08	4,65	4,93	5,34	5,29	5,56	5,25	4,55
ET (mm/bulan)	151,36	141,96	153,71	146,78	157,37	139,58	152,69	165,51	158,62	172,21	157,42	141,11

Tabel 5.7 Evapotranspirasi Potensial D.I. Maro, Dengan Metode Penmann Modifikasi - Stasiun Merauke

5.2 Curah Hujan Efektif

Pada tabel 5.8 dan tabel 5.9 disajikan data curah hujan tengah bulanan Stasiun Merauke kemudian diurutkan (diranking) dengan ranking dari harga terkecil setelah dirata-ratakan ke terbesar.

1. Penetapan R_{80}

R_{80} merupakan data urutan ke-n dengan harga,

$$n = (N/5) + 1 = (24/5) + 1 = 5,8 \approx 6$$

Kemudian data-data tersebut direkap dalam tabel 5.9 untuk dihitung harga curah hujan efektif untuk padi.

2. Penetapan R_{50}

R_{50} merupakan data urutan ke-n pada tabel 5.9 dengan harga,

$$n = N/2 = 24/2 = 12$$

Hasil penetapan R_{80} dan R_{50} serta curah hujan efektif untuk padi dan palawija, disajikan pada tabel 5.9 sampai tabel 5.12. Sehubungan data yang tersedia adalah data tengah bulanan atau dua mingguan, maka untuk menetapkan curah hujan efektif harian diambil asumsi :

1) Untuk padi :

$$Re = 70\% \times R_{80} \times 1/15 \text{ mm/hari}$$

2) Untuk palawija :

$$Re = \text{Koefisien tanaman} \times R_{50} \times 1/15 \text{ mm/hari}$$

Selanjutnya hasil perhitungan curah hujan efektif akan digunakan dalam analisa kebutuhan air irigasi. Data hasil perhitungan curah hujan efektif untuk padi akan digunakan langsung dalam analisa tersebut, sedangkan untuk palawija akan dikoreksi lebih lanjut dengan data rata-rata bulanan evapotranspirasi tanaman dan curah hujan bulanan.

No.	Tahun	Jan		Peb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agt		Sept		Okt		Nop		Des	
		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	1980	95	116	401	286	109	105	196	150	117	87	140	96	35	36	48	85	60	6	79	36	40	95	218	199
2	1981	87	361	188	71	161	101	153	487	21	78	44	96	102	50	32	70	62	85	40	35	112	69	192	43
3	1982	264	97	266	71	189	312	246	96	84	109	52	67	0	0	79	4	0	153	9	65	115	32	35	281
4	1983	99	437	171	148	113	262	173	279	138	166	4	184	57	116	209	196	32	241	107	25	58	78	196	82
5	1984	9	101	68	74	57	31	87	128	96	39	75	77	37	113	78	23	105	36	116	10	37	80	166	185
6	1985	425	79	35	140	167	198	77	148	76	49	91	43	171	30	21	103	232	40	48	61	125	83	109	64
7	1986	82	130	138	116	29	200	353	406	24	3	48	28	114	118	44	148	52	27	110	74	183	58	110	312
8	1987	164	128	129	300	119	193	319	67	226	35	10	9	32	112	55	88	3	93	12	36	116	14	50	346
9	1988	264	225	351	37	149	167	181	86	26	42	77	87	137	27	77	42	39	157	56	125	80	70	293	84
10	1989	144	237	83	78	291	90	187	118	65	118	111	56	119	12	22	97	69	55	38	41	137	100	106	296
11	1990	144	143	194	100	58	357	159	42	53	54	244	13	26	96	44	8	2	66	56	20	16	25	50	179
12	1991	47	137	105	219	357	329	101	119	35	89	44	12	109	69	19	57	19	57	83	9	14	206	138	279
13	1992	69	40	146	135	189	226	154	352	86	422	17	68	38	33	25	166	19	25	21	34	81	44	190	186
14	1993	252	35	176	112	163	272	145	49	44	136	75	3	99	47	42	15	81	55	29	24	153	47	153	191
15	1994	25	199	148	239	118	89	62	192	151	15	129	11	18	16	68	144	29	16	82	55	149	32	308	229
16	1995	109	161	161	12	171	186	337	254	55	39	36	78	110	23	25	24	59	203	30	84	141	34	180	206
17	1996	26	81	162	96	193	261	130	30	89	53	124	75	37	15	160	63	110	98	99	79	45	94	113	18
18	1997	93	330	95	31	49	78	74	31	78	176	75,9	75,3	172	31	12	10	65	37	88	2	76	91	82	133
19	1998	90	108	237	42	168	195	200	231	139	129	104	137	106	35	189	170	27	88	35	114	159	122	105	122
20	1999	6	109	157	151	217	232	43	66	208	382	97	105	194	49	96	146	53	77	82	94	137	293	291	83
21	2000	68	147	157	179	103	233	53	138	75	117	55	244	80	56	58	124	33	17	77	95	26	96	50	151
22	2001	149	80	198	301	292	293	122	82	209	63	49	57	0	69	52	7	59	142	38	45	59	46	133	384
23	2002	13	35	64	73	537	184	66	61	74	25	112	146	1	2	80	4	110	22	3	27	18	37	177	62
24	2003	192	134	117	126	42	88	124	47	58	15	8	41	38	35	11	107	6	20	38	32	14	32	61	186

Tabel 5.8 Data Curah Hujan Setengah Bulanan (mm) setelah dilengkapi Stasiun Merauke

No.	Tahun	Jan		Peb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agt		Sept		Okt		Nop		Des	
		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	1980	6	35	35	12	29	31	43	30	21	3	4	3	0	0	11	4	0	6	3	2	14	14	35	18
2	1981	9	35	64	31	42	78	53	31	24	15	8	9	0	2	12	4	2	16	9	9	14	25	50	43
3	1982	13	40	68	37	49	88	62	42	26	15	10	11	1	12	19	7	3	17	12	10	16	32	50	62
4	1983	25	79	83	42	57	89	66	47	35	25	17	12	18	15	21	8	6	20	21	20	18	32	50	64
5	1984	26	80	95	71	58	90	74	49	44	35	36	13	26	16	22	10	19	22	29	24	26	32	61	82
6	1985	47	81	105	71	103	101	77	61	53	39	44	28	32	23	25	15	19	25	30	25	37	34	82	83
7	1986	68	97	117	73	109	105	87	66	55	39	44	41	35	27	25	23	27	27	35	27	40	37	105	84
8	1987	69	101	129	74	113	167	101	67	58	42	48	43	37	30	32	24	29	36	38	32	45	44	106	122
9	1988	82	108	138	78	118	184	122	82	65	49	49	56	37	31	42	42	32	37	38	34	58	46	109	133
10	1989	87	109	146	96	119	186	124	86	74	53	52	57	38	33	44	57	33	40	38	35	59	47	110	151
11	1990	90	116	148	100	149	193	130	96	75	54	55	67	38	35	44	63	39	55	40	36	76	58	113	179
12	1991	93	128	157	112	161	195	145	118	76	63	75	68	57	35	48	70	52	55	48	36	80	69	133	185
13	1992	95	130	157	116	163	198	153	119	78	78	75	75	80	36	52	85	53	57	56	41	81	70	138	186
14	1993	99	134	161	126	167	200	154	128	84	87	75,9	75,3	99	47	55	88	59	66	56	45	112	78	153	186
15	1994	109	137	162	135	168	226	159	138	86	89	77	77	102	49	58	97	59	77	77	55	115	80	166	191
16	1995	144	143	171	140	171	232	173	148	89	109	91	78	106	50	68	103	60	85	79	61	116	83	177	199
17	1996	144	147	176	148	189	233	181	150	96	117	97	87	109	56	77	107	62	88	82	65	125	91	180	206
18	1997	149	161	188	151	189	261	187	192	117	118	104	96	110	69	78	124	65	93	82	74	137	94	190	229
19	1998	164	199	194	179	193	262	196	231	138	129	111	96	114	69	79	144	69	98	83	79	137	95	192	279
20	1999	192	225	198	219	217	272	200	254	139	136	112	105	119	96	80	146	81	142	88	84	141	96	196	281
21	2000	252	237	237	239	291	293	246	279	151	166	124	137	137	112	96	148	105	153	99	94	149	100	218	296
22	2001	264	330	266	286	292	312	319	352	208	176	129	146	171	113	160	166	110	157	107	95	153	122	291	312
23	2002	264	361	351	300	357	329	337	406	209	382	140	184	172	116	189	170	110	203	110	114	159	206	293	346
24	2003	425	437	401	301	537	357	353	487	226	422	244	244	194	118	209	196	232	241	116	125	183	293	308	384

Tabel 5.9 Data Curah Hujan Setengah Bulanan (mm) setelah diurut dari kecil ke besar Stasiun Merauke

No	Bulan	Ke	R80	Re eff 70% x R80 (mm/1/2 bulan)	Re eff (mm/hari)
1	Januari	1	47,00	32,90	2,19
		2	81,00	56,70	3,54
2	Februari	1	105,00	73,50	4,90
		2	71,00	49,70	3,55
3	Maret	1	103,00	72,10	4,81
		2	101,00	70,70	4,42
4	April	1	77,00	53,90	3,59
		2	61,00	42,70	2,85
5	Mei	1	53,00	37,10	2,47
		2	39,00	27,30	1,71
6	Juni	1	44,00	30,80	2,05
		2	28,00	19,60	1,31
7	Juli	1	32,00	22,40	1,49
		2	23,00	16,10	1,01
8	Agustus	1	25,00	17,50	1,17
		2	15,00	10,50	0,66
9	September	1	19,00	13,30	0,89
		2	25,00	17,50	1,17
10	Oktober	1	30,00	21,00	1,40
		2	25,00	17,50	1,09
11	Nopember	1	37,00	25,90	1,73
		2	34,00	23,80	1,59
12	Desember	1	82,00	57,40	3,83
		2	83,00	58,10	3,63

Tabel 5.10 Harga Curah Hujan Effektif Untuk Tanaman Padi, D.I Maro

Curah Hujan Bulanan	Rata-rata (mm)	12,5	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0	87,5	100,0	112,5	125,0	137,5	150,0	162,5	175,0	187,5	200,0
ET tanaman	25	8	16	24	32	39	46	56	62	69	80	87	94	100	116	120	
Rata-rata	50	8	17	25	34	41	48	59	66	73	85	92	98	107	119	127	133
Bulanan/mm	75	9	18	27	35	43	52	62	70	81	89	97	104	112	126	134	141
	100	9	19	28	37	46	54	66	74	86	95	103	111	118	126	134	141
	125	10	20	30	39	49	57	69	78	86	100	109	117	125	134	142	150
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	100	109	117	125	134	142	150
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	106	115	124	132	141	150	159
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	106	115	124	132	141	150	159
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	112	121	132	140	150	158	167
	250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167
Tampungan Efektif	20,00	20,00	25,00	37,50	50,00	62,50	75,00	100,00	125,00	150,00	175,00	200,00					
Faktor Tampungan	0,73	0,77	0,86	0,93	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08						

Keterangan : Apabila kedalaman bersih air yang dapat ditampung dalam tanah pada waktu irigasi lebih besar atau lebih kecil dari 75 mm, harga-harga faktor koreksi yang akan dipakai adalah sesuai dengan tabel untuk tampungan efektif dan faktor tampungan.

Tabel 5.11 Penetapan Koefisien Tanaman Palawija

No	Bulan	Ke	R50	Eto (mm/bulan)	Re Palawija (mm/1/2 bulan)	Re eff (mm/hari)
1	Januari	1	93,00	151,350	69,710	4,65
		2	128,00		91,240	5,70
2	Februari	1	157,00	141,960	97,550	6,50
		2	112,00		79,120	5,65
3	Maret	1	161,00	153,740	111,960	7,46
		2	195,00		131,740	8,23
4	April	1	145,00	146,760	100,470	6,70
		2	118,00		90,370	6,02
5	Mei	1	76,00	157,380	58,880	3,93
		2	63,00		50,220	3,14
6	Juni	1	75,00	139,590	55,750	3,72
		2	68,00		51,270	3,42
7	Juli	1	57,00	152,710	44,930	3,00
		2	35,00		29,130	1,82
8	Agustus	1	48,00	165,490	39,480	2,63
		2	70,00		56,030	3,50
9	September	1	52,00	158,650	41,640	2,78
		2	55,00		44,040	2,94
10	Oktober	1	48,00	172,230	40,100	2,67
		2	36,00		30,800	1,93
11	Nopember	1	80,00	157,400	61,670	4,11
		2	69,00		54,200	3,61
12	Desember	1	133,00	141,140	92,480	6,17
		2	185,00		123,740	7,73

Tabel 5.12 Harga Curah Hujan Effektif Untuk Tanaman Palawija, D.I Maro

5.3 Curah Hujan Rencana

1) Metode Gumbell

Persamaan umum yang digunakan dalam analisa frekuensi dengan Metode Gumbel adalah :

$$R_t = \bar{R} + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \times S$$

dimana : R_T = Curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun, mm

\bar{R} = Curah hujan harian rata-rata, mm

S = Standar deviasi

S_n = *Reduced standar deviation*

Y_t = *Reduced variate*

Y_n = *Reduced mean*

Untuk standar deviasi (S) dipakai persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{(R - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

dimana : R = Data curah hujan harian maksimum, mm

\bar{R} = Curah hujan harian rata-rata, mm

n = Jumlah data

Tabel perhitungan untuk curah hujan n harian (1 harian dan 3 harian) maksimum dengan Metoda Gumbell, untuk evaluasi kinerja bendung dan jaringan irigasi D.I. Maro, seperti disajikan pada tabel 5.13 dan tabel 5.14, dengan tinjauan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	$(X - X \text{ rata-rata})^2$	$(X - X \text{ rata-rata})^3$	T (tahun)	Yt	Yn	Sn	K _T	Curah Hujan Rencana (R _t)
1	2003	122	199,52	-2818,16	2	0,3665	0,5296	1,0864	-0,150129	129,810
2	2002	133	9,77	-30,52	5	1,4999	0,5296	1,0864	0,893133	173,696
3	2001	123	172,27	-2260,99	10	2,2502	0,5296	1,0864	1,583763	202,748
4	2000	142	34,52	202,78	25	3,1985	0,5296	1,0864	2,456646	239,468
5	1999	108	791,02	-22247,31	50	3,9019	0,5296	1,0864	3,104105	266,704
6	1998	261	15593,77	1947271,48	100	4,6001	0,5296	1,0864	3,746778	293,739
7	1997	201	4208,77	273043,67						
8	1996	117	365,77	-6995,27						
9	1995	161	618,77	15391,79						
10	1994	71	4241,27	-276212,42						
11	1993	113	594,77	-12366,46						
12	1992	183	2197,27	102996,83						
13	1991	136	0,02	0,00						
14	1990	95	1691,27	-69553,30						
15	1989	124	147,02	-1782,56						
16	1988	182	2104,52	96544,65						
17	1987	153	284,77	4805,42						
18	1986	185	2388,77	116750,92						
19	1985	90	2127,52	-98131,66						
20	1984	116	405,02	-8150,94						
21	1983	112	582,02	-14041,13						
22	1982	100	1305,02	-47143,69						
23	1981	128	66,02	-536,38						
24	1980	111	631,27	-15860,55						
Jumlah		3267	40700,63	1978876,22						
X rata-rata		136,125								
Standar Deviasi			42,07							
Koefisien Asimetri (Skewness Coefficients)				0,052536151						

Tabel 5.13 Perhitungan Curah Hujan 1 Harian dengan Metode Gumbell

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	Periode Ulang (T)	Yt	Yn	Sn	Kr	Curah Hujan Rencana (Rt)
1	2003	188	2691,02	-791,45	2	0,3665	0,5296	1,0864	-0,150129	184,954
2	2002	264	16352,02	297408,80	5	1,4999	0,5296	1,0864	0,893133	270,399
3	2001	227	8258,27	26330,61	10	2,2502	0,5296	1,0864	1,583763	326,963
4	2000	268	17391,02	354143,55	25	3,1985	0,5296	1,0864	2,456646	398,433
5	1999	120	260,02	-460994,20	50	3,9019	0,5296	1,0864	3,104105	451,481
6	1998	313	31284,77	1550825,73	100	4,6001	0,5296	1,0864	3,746778	504,117
7	1997	255	14131,27	192599,86						
8	1996	217	6540,77	7703,73						
9	1995	231	9001,27	38443,36						
10	1994	130	37,52	-304142,33						
11	1993	267	17128,27	339338,11						
12	1992	194	3349,52	-34,33						
13	1991	218	6703,52	8934,17						
14	1990	132	17,02	-277805,95						
15	1989	190	2902,52	-381,08						
16	1988	162	669,52	-43800,33						
17	1987	167	953,27	-27680,64						
18	1986	224	7722,02	19141,30						
19	1985	164	777,02	-36759,95						
20	1984	157	435,77	-65207,52						
21	1983	136	0,02	-229783,20						
22	1982	170	1147,52	-20234,83						
23	1981	216	6380,02	6591,80						
24	1980	124	147,02	-393027,45						
Jumlah		4734	154280,88	980817,75						
X rata-rata		197,25								
Standar Deviasi			81,90							
Koefisien Asimetri (Skewness Coefficients)				0,003528267						

Tabel 5.14 Perhitungan Curah Hujan 3 Hari dengan Metode Gumbell

2) Metode Log Pearson Type III

Persamaan umum yang digunakan dalam analisa frekuensi dengan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut :

$$\text{Log Rt} = \text{Log R} + K\text{Tr}(\text{Slog R})$$

dimana :

Log Rt = Harga logaritma curah hujan rencana dengan kala ulang T tahun

Log R = Harga rata-rata curah hujan maksimum (mm)

$$\text{Log Rt} = \sum_{n-1}^n \text{Log}(\text{LogRi} - \text{LogR})^2 / (n - 1)$$

Tabel perhitungan untuk curah hujan n harian (1 harian dan 3 harian) maksimum dengan Metoda Log Pearson Type III, untuk evaluasi kinerja bendung dan jaringan irigasi D.I. Maro, seperti disajikan pada tabel 5.15 dan tabel 5.16, dengan tinjauan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	Log X	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^2$	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^3$	T (tahun)	Probabilitas	K_T	Log Rt	Rt (mm)
1	2003	122	2,0864	0,0009	0,0000	2	50	-0,0027	2,1157	130,5221
2	2002	133	2,1239	0,0001	0,0000	5	20	0,8411	2,2214	166,5097
3	2001	123	2,0899	0,0007	0,0000	10	10	1,2836	2,2769	189,1905
4	2000	142	2,1523	0,0013	0,0000	25	4	1,7563	2,3361	216,8424
5	1999	108	2,0334	0,0068	-0,0006	50	2	2,0623	2,3745	236,8623
6	1998	261	2,4166	0,0904	0,0272	100	1	2,3376	2,4090	256,4484
7	1997	201	2,3032	0,0350	0,0066					
8	1996	117	2,0682	0,0023	-0,0001					
9	1995	161	2,2068	0,0082	0,0007					
10	1994	71	1,8513	0,0701	-0,0186					
11	1993	113	2,0531	0,0040	-0,0002					
12	1992	183	2,2625	0,0214	0,0031					
13	1991	136	2,1335	0,0003	0,0000					
14	1990	95	1,9777	0,0191	-0,0026					
15	1989	124	2,0934	0,0005	0,0000					
16	1988	182	2,2601	0,0208	0,0030					
17	1987	153	2,1847	0,0047	0,0003					
18	1986	185	2,2672	0,0228	0,0035					
19	1985	90	1,9542	0,0262	-0,0042					
20	1984	116	2,0645	0,0027	-0,0001					
21	1983	112	2,0492	0,0045	-0,0003					
22	1982	100	2,0000	0,0135	-0,0016					
23	1981	128	2,1072	0,0001	0,0000					
24	1980	111	2,0453	0,0050	-0,0004					
Jumlah		3267	50,7845	0,3613	0,0157					
Log X rata-rata			2,1160							
Standar Deviasi										
Koefisien Asimetri (Skewness Coefficients)				0,1253						0,0157

$x_1 = 0,1 \text{ y}^0,4$
 $x_2 = 0,2 \text{ y}^0,4$
 $x_3 = 0,0157 \text{ y}^0,4$

Tabel 5.15 Perhitungan Curah Hujan 1 Hari dengan Metode Log Pearson III

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	Log X	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^2$	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^3$	T (tahun)	Probabilitas	K_T	Log Rt	Rt (mm)
1	2003	188	2,2742	0,0000	0,0000	2	50	-0,0027	2,2794	190,2663
2	2002	264	2,4216	0,0201	0,0029	5	20	0,8411	2,3797	239,6908
3	2001	227	2,3560	0,0038	0,0004	10	10	1,2836	2,4322	270,5482
4	2000	268	2,4281	0,0220	0,0033	25	4	1,7563	2,4884	307,9124
5	1999	120	2,0792	0,0402	-0,0081	50	2	2,0623	2,5248	334,8087
6	1998	313	2,4955	0,0466	0,0101	100	1	2,3376	2,5575	361,0085
7	1997	255	2,4065	0,0161	0,0020					
8	1996	217	2,3365	0,0032	0,0002					
9	1995	231	2,3636	0,0070	0,0006					
10	1994	130	2,1139	0,0275	-0,0046					
11	1993	267	2,4265	0,0216	0,0032					
12	1992	194	2,2878	0,0001	0,0000					
13	1991	218	2,3385	0,0035	0,0002					
14	1990	132	2,1206	0,0253	-0,0040					
15	1989	190	2,2788	0,0000	0,0000					
16	1988	162	2,2095	0,0049	-0,0003					
17	1987	167	2,2227	0,0032	-0,0002					
18	1986	224	2,3502	0,0050	0,0004					
19	1985	164	2,2148	0,0042	-0,0003					
20	1984	157	2,1959	0,0070	-0,0006					
21	1983	136	2,1335	0,0214	-0,0031					
22	1982	170	2,2304	0,0024	-0,0001					
23	1981	216	2,3345	0,0030	0,0002					
24	1980	124	2,0934	0,0347	-0,0065					
Jumlah		4734	54,7124	0,3249	-0,0044					
Log X rata-rata			2,2797							
Standar Deviasi										
Koefisien Asimetri (Skewness Coefficients)				0,1189						

Tabel 5.16 Perhitungan Curah Hujan 3 Harian dengan Metode Log Pearson III

3) Distribusi Log Normal

Pada peramalan nilai dengan menggunakan distribusi log normal, setiap rangkaian data dikonversikan menjadi bentuk logaritma : $y = \log x$, sehingga parameter statistik yang digunakan akan menjadi sebagai berikut:

Besaran rata-rata

$$\bar{y} = \overline{\log x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log x$$

Standar deviasi logaritma

$$S_y = S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log x_i - \overline{\log x})^2}{N - 1}}$$

Koefisien asimetri (*Skewness Coefficients*)

$$C_{xy} = C_{S-\log x} = \frac{\sum (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(N - 1)(N - 2)(S_{\log x})^3}$$

Dengan demikian untuk distribusi log normal persamaan peramalan harga ekstrim dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\log X_T = \overline{\log x} + K_T S_{\log x}$$

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	Log X	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^2$	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^3$	T (tahun)	Probabilitas	K_T	Log Rt	Rt (mm)
1	2003	122	2,0864	0,0009	0,0000	2	50	0,00314	2,1164	130,7422
2	2002	133	2,1239	0,0001	0,0000	5	20	0,84	2,2213	166,4569
3	2001	123	2,0899	0,0007	0,0000	100	1	2,34099	2,4094	256,6995
4	2000	142	2,1523	0,0013	0,0000					
5	1999	108	2,0334	0,0068	-0,0006					
6	1998	261	2,4166	0,0904	0,0272					
7	1997	201	2,3032	0,0350	0,0066					
8	1996	117	2,0682	0,0023	-0,0001					
9	1995	161	2,2068	0,0082	0,0007					
10	1994	71	1,8513	0,0701	-0,0186					
11	1993	113	2,0531	0,0040	-0,0002					
12	1992	183	2,2625	0,0214	0,0031					
13	1991	136	2,1335	0,0003	0,0000					
14	1990	95	1,9777	0,0191	-0,0026					
15	1989	124	2,0934	0,0005	0,0000					
16	1988	182	2,2601	0,0208	0,0030					
17	1987	153	2,1847	0,0047	0,0003					
18	1986	185	2,2672	0,0228	0,0035					
19	1985	90	1,9542	0,0262	-0,0042					
20	1984	116	2,0645	0,0027	-0,0001					
21	1983	112	2,0492	0,0045	-0,0003					
22	1982	100	2,0000	0,0135	-0,0016					
23	1981	128	2,1072	0,0001	0,0000					
24	1980	111	2,0453	0,0050	-0,0004					
Jumlah		3267	50,7845	0,3613	0,0157					
Log X rata-rata			2,1160							
Standar Deviasi				0,1253						
Koefisien Asimetri (Skewness Coefficients)					0,0157					

$z_k = \frac{K_T}{0,7} = \frac{2,34}{0,7} = 3,34$
 $z_k = \frac{K_T}{0,1} = \frac{2,34}{0,1} = 23,4$
 $z_k = \frac{K_T}{0,0157} = \frac{2,34}{0,0157} = 148,99$

Tabel 5.17 Perhitungan Curah Hujan 1 Hari dengan Metode Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	Log X	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^2$	$(\text{Log X} - \text{Log X rata-rata})^3$	T (tahun)	Probabilitas	K_T	Log Rt	Rt (mm)
1	2003	188	2,2742	0,0000	0,0000	2	50	0,00314	2,2801	190,5706
2	2002	264	2,4216	0,0201	0,0029	5	20	0,84	2,3795	239,6187
3	2001	227	2,3560	0,0058	0,0004	100	1	2,34099	2,5579	361,3436
4	2000	268	2,4281	0,0220	0,0033					
5	1999	120	2,0792	0,0402	-0,0081					
6	1998	313	2,4955	0,0466	0,0101					
7	1997	255	2,4065	0,0161	0,0020					
8	1996	217	2,3365	0,0032	0,0002					
9	1995	231	2,3636	0,0070	0,0006					
10	1994	130	2,1139	0,0275	-0,0046					
11	1993	267	2,4265	0,0216	0,0032					
12	1992	194	2,2878	0,0001	0,0000					
13	1991	218	2,3385	0,0035	0,0002					
14	1990	132	2,1206	0,0253	-0,0040					
15	1989	190	2,2788	0,0000	0,0000					
16	1988	162	2,2095	0,0049	-0,0003					
17	1987	167	2,2227	0,0032	-0,0002					
18	1986	224	2,3502	0,0050	0,0004					
19	1985	164	2,2148	0,0042	-0,0003					
20	1984	157	2,1959	0,0070	-0,0006					
21	1983	136	2,1335	0,0214	-0,0031					
22	1982	170	2,2304	0,0024	-0,0001					
23	1981	216	2,3345	0,0030	0,0002					
24	1980	124	2,0934	0,0347	-0,0065					
Jumlah		4734	54,7124	0,3249	-0,0044					
Log X rata-rata			2,2797							
Standar Deviasi				0,1189						
Koefisien Asimetri (Skewness Coefficients)					-0,0052					

Tabel 5.18 Perhitungan Curah Hujan 3 Harian dengan Metode Log Normal

4) Metode Haspers

Metoda Haspers dikembangkan oleh ilmuan Belanda. Metode ini dikembangkan berdasarkan distribusi yang telah dinormalisir dan banyak dipakai di Indonesia.

$$X_T = \bar{X} + S \mu_T$$

Dimana:

$$S = \text{Standar deviasi} = \frac{X_i - \bar{X}}{\mu_i}$$

X_T = Curah hujan rencana yang terjadi 1 kali dalam periode T

\bar{X} = Nilai rata-rata dari curah hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	(X - X rata-rata) ²	Periode Ulang (T)	μ_t	Curah Hujan Rencana (Rt)
1	2003	122	199,52	1	-1,8	60,405
2	2002	133	9,77	2	-0,13	130,656
3	2001	123	172,27	5	0,64	163,048
4	2000	142	34,52	10	1,26	189,129
5	1999	108	791,02	25	2,1	224,465
6	1998	261	15593,77	50	2,75	251,808
7	1997	201	4208,77	100	3,43	280,413
8	1996	117	365,77			
9	1995	161	618,77			
10	1994	71	4241,27			
11	1993	113	534,77			
12	1992	183	2197,27			
13	1991	136	0,02			
14	1990	95	1691,27			
15	1989	124	147,02			
16	1988	182	2104,52			
17	1987	153	284,77			
18	1986	185	2388,77			
19	1985	90	2127,52			
20	1984	116	405,02			
21	1983	112	582,02			
22	1982	100	1305,02			
23	1981	128	66,02			
24	1980	111	631,27			
Jumlah		3267	40700,63			
X rata-rata		136,125				
Standar Deviasi			42,07			

Tabel 5.19 Perhitungan Curah Hujan 1 Harian dengan Metode Haspers

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	$(X - \bar{X} \text{ rata-rata})^2$	Periode Ulang (T)	μ_t	Curah Hujan Rencana (Rt)
1	2003	188	2691,02	1	-1,8	49,827
2	2002	264	16352,02	2	-0,13	186,603
3	2001	227	8258,27	5	0,64	249,667
4	2000	268	17391,02	10	1,26	300,446
5	1999	120	260,02	25	2,1	369,243
6	1998	313	31284,77	50	2,75	422,479
7	1997	255	14131,27	100	3,43	478,172
8	1996	217	6540,77			
9	1995	231	9001,27			
10	1994	130	37,52			
11	1993	267	17128,27			
12	1992	194	3349,52			
13	1991	218	6703,52			
14	1990	132	17,02			
15	1989	190	2902,52			
16	1988	162	669,52			
17	1987	167	953,27			
18	1986	224	7722,02			
19	1985	164	777,02			
20	1984	157	435,77			
21	1983	136	0,02			
22	1982	170	1147,52			
23	1981	216	6380,02			
24	1980	124	147,02			
Jumlah		4734	154280,88			
X rata-rata		197,25				
Standar Deviasi			81,90			

Tabel 5.20 Perhitungan Curah Hujan 3 Harian dengan Metode Haspers

n	Satuan								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4843
10	0,4952	0,4496	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5185	0,5202
20	0,5235	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565
80	0,5568	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598
100	0,5600	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 5.21 Hubungan Reduced Mean (Y_n) dengan Jumlah Sampel (n)

n	Satuan								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9043
10	0,9497	0,9676	0,9833	0,9972	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493
20	1,0629	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0914	1,0961	1,1004	1,1047
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1490	1,1518	1,1538	1,1557	1,1574
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1653	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721
60	1,1747	1,1759	1,7770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1889	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923
80	1,1934	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994
90	1,2007	1,2013	1,2013	1,2020	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055
100	1,2065	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 5.22 Hubungan Reduced Standard Deviation (S_n) dengan Jumlah Sampel (n)

T (th) Cs; P (z)	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	-2,400	-1,673	-1,292	-0,836	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	-2,472	-1,700	-1,301	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,308	2,810
-0,3	-2,544	-1,726	-1,309	-0,824	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,670
-0,4	-2,615	-1,750	-1,317	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,530
-0,5	-2,686	-1,774	-1,323	-0,808	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	-2,755	-1,797	-1,320	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,270
-0,7	-2,824	-1,819	-1,333	-0,790	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,140
-0,8	-2,891	-1,839	-1,336	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,440	1,606	1,733	1,837	2,020
-0,9	-2,957	-1,850	-1,449	-0,769	0,140	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,900
-1,0	-3,022	-1,877	-1,340	-0,758	0,164	0,852	1,120	1,366	1,492	1,588	1,664	1,790
-1,1	-3,007	-1,894	-1,341	-0,745	0,180	0,840	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581	1,680
-1,2	-3,149	-1,910	-1,340	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,580
-1,3	-3,211	-1,925	-1,339	-0,719	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424	1,480
-1,4	-3,271	-1,938	-1,337	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,170	1,270	1,318	1,351	1,390
-1,5	-3,330	-1,951	-1,333	-0,690	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282	1,310
-1,6	-3,308	-1,962	-1,329	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,240
-1,7	-3,444	-1,972	-1,324	-0,660	0,260	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155	1,170
-1,8	-3,499	-1,981	-1,310	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,110
-1,9	-3,553	-1,989	-1,310	-0,627	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044	1,050
-2,0	-3,605	-1,996	-1,302	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,1	-3,656	-2,001	-1,294	-0,592	0,319	0,765	0,849	0,923	0,939	0,946	0,949	0,950
-2,2	-3,705	-2,006	-1,204	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,3	-3,753	-2,009	-1,274	-0,555	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869	0,870
-2,4	-3,800	-2,011	-1,262	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833	0,833
-2,5	-3,845	-2,012	-1,250	-0,518	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,800
-2,6	-3,889	-2,013	-1,238	-0,499	0,360	0,696	0,747	0,764	0,760	0,769	0,769	0,770
-2,7	-3,932	-2,012	-1,224	-0,479	0,376	0,681	0,724	0,730	0,740	0,740	0,741	0,740
-2,8	-3,973	-2,010	-1,210	-0,460	0,304	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714	0,714
-2,9	-4,013	-2,007	-2,007	-0,440	0,390	0,651	0,601	0,683	0,689	0,690	0,690	0,690
-3,0	-4,051	-2,003	-2,003	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,670

Tabel 5.23 Faktor Frekuensi K Untuk Distribusi Log Pearson Type III
Koefisien Asimetri, Cs Negatif

T (th)	1,0101		1,0526		1,1111		1,25		2		5		10		25		50		100		200		1000	
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	1000
3	-0,667	-0,665	-0,660	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,150	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,9	-0,690	-0,688	-0,681	-0,651	-0,390	0,440	1,195	2,227	3,134	4,013	4,909	7,030	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,8	-0,714	-0,711	-0,702	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,017	6,920	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,7	-0,740	-0,736	-0,724	-0,681	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,093	3,932	4,703	6,790	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,6	-0,769	-0,762	-0,747	-0,696	-0,368	0,499	1,230	2,267	3,071	3,809	4,710	6,670	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,5	-0,799	-0,790	-0,771	-0,711	-0,360	0,510	1,250	2,262	3,040	3,045	4,652	6,550	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,4	-0,832	-0,819	-0,795	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,504	6,420	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,3	-0,867	-0,850	-0,819	-0,739	-0,410	0,555	1,274	2,240	2,997	3,753	4,515	6,300	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,2	-0,905	-0,882	-0,844	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,170	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,1	-0,940	-0,914	-0,869	-0,765	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372	6,040	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
2,0	-0,990	-0,949	-0,895	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,290	5,910	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,9	-1,037	-0,981	-0,920	-0,788	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223	5,780	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,8	-1,087	-1,020	-0,945	-0,799	-0,202	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,640	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,7	-1,140	-1,056	-0,970	-0,808	-0,260	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069	5,510	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,6	-1,197	-1,093	-0,994	-0,817	-0,234	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,370	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,5	-1,256	-1,131	-1,010	-0,825	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910	5,230	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,4	-1,310	-1,160	-1,041	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,120	2,706	3,271	3,820	5,100	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,3	-1,303	-1,206	-1,064	-0,830	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745	4,960	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,2	-1,449	-1,243	-1,086	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,810	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,1	-1,510	-1,280	-1,107	-0,848	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575	4,670	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
1,0	-1,588	-1,317	-1,128	-0,852	-0,164	0,750	1,340	2,043	2,542	3,022	3,409	4,530	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,9	-1,660	-1,353	-1,147	-0,854	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,390	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,8	-1,733	-1,38	-1,166	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312	4,240	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,7	-1,806	-1,423	-1,183	-0,857	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,100	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,6	-1,800	-1,458	-1,200	-0,857	-0,099	0,800	1,320	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,5	-1,955	-1,491	-1,216	-0,856	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,810	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,4	-2,027	-1,524	-1,231	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,3	-2,104	-1,555	-1,245	-0,853	-0,050	0,824	1,309	1,847	2,211	2,544	2,856	3,520	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,2	-2,170	-1,586	-1,258	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,810	2,159	2,472	2,763	3,380	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,1	-2,252	-1,616	-1,270	-0,846	-0,017	0,836	1,272	1,705	2,107	2,400	2,670	3,230	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	
0,0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,202	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090	10	4	2	1	0,5	0,1	100	200	1000	1000	1000	

Tabel 5.24 Faktor Frekuensi K Untuk Distribusi Log Pearson Type III
Koefisien Asimetri, Cs Positif

5.4 Uji Kecocokan Distribusi

Analisis Statistik Data Terhadap Waktu (Uji Kecocokan)

Untuk pengujian antara data hasil analisis dengan data hasil pengamatan dilakukan uji kecocokan, yang bertujuan:

- a) untuk memberikan informasi kedekatan suatu distribusi data analisis dengan data hasil pengamatan.
- b) untuk menguji kelayakan suatu fungsi distribusi.

Terdapat empat metode yang digunakan untuk pengujian, yaitu:

- 1) Rata-rata persentase error, untuk menguji fungsi kerapatan probabilitas (PDF) dan fungsi kerapatan kumulatif (CDF);
- 2) Deviasi, untuk menguji fungsi kerapatan probabilitas (PDF) dan fungsi kerapatan kumulatif (CDF)
- 3) Chi-kuadrat, untuk menguji fungsi kerapatan probabilitas (PDF).
- 4) Kolmogorov-Smirnov, untuk menguji fungsi kerapatan kumulatif (CDF).
- 5) Uji kecocokan yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah Kolmogorov-Smirnov.

Kolmogorov-Smirnov

Prosedur dasar metode ini berupa perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif yang ditinjau. Sampel dengan ukuran N , diatur dengan urutan yang meningkat. Dari sini akan terbentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga sbb:

$$\hat{G}(x) = \begin{cases} 0 & x < x_1 \\ k/N & x_k \leq x \leq x_{k+1} \\ 1 & x \geq x_N \end{cases}$$

dimana:

x_i = nilai data ke k

k = nomor urut data (1, 2, 3, ..., N)

$\hat{G}(x)$ = CDF data aktual

$G(x)$ = CDF data teoritis

Selisih maksimum antara $\hat{G}(x)$ dan $G(x)$ untuk seluruh rentang x merupakan ukuran penyimpangan dari model teoritis terhadap data aktual. Selisih maksimum dinyatakan dengan:

$$D_N = \max | \hat{G}(x) - G(x) |$$

Secara teoritis, D_N merupakan suatu variabel acak yang distribusinya bergantung pada N . Untuk suatu taraf nyata α tertentu, pengujian K-S membandingkan selisih maksimum pengamatan dalam persamaan diatas dengan nilai kritis D_N^α , yang didefinisikan

$$P(D_N \leq D_N^\alpha) = 1 - \alpha$$

Jika D_N yang diamati kurang dari nilai kritis D_N^α , maka suatu fungsi distribusi dapat diterima pada taraf nyata α yang ditentukan, jika tidak distribusi tersebut akan ditolak.

Keuntungan dari pengujian Kosmolgorov-Smirnov dibanding Chi-Kuadrat adalah tidak memerlukan pembagian data atas selang-selang. Hubungan antara taraf nyata (α), jumlah data (N) dan D_N^α , diberikan pada tabel “Nilai kritis D_N^α dalam uji Kolmogorov-Smirnov (Ang & Tang 1992)”.

Nilai Kritis D_n^α dalam Uji Kolmogorov – Smirnov (Ang & Tang 1992)

$n \backslash \alpha$	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
>50	$1.07/\sqrt{n}$	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

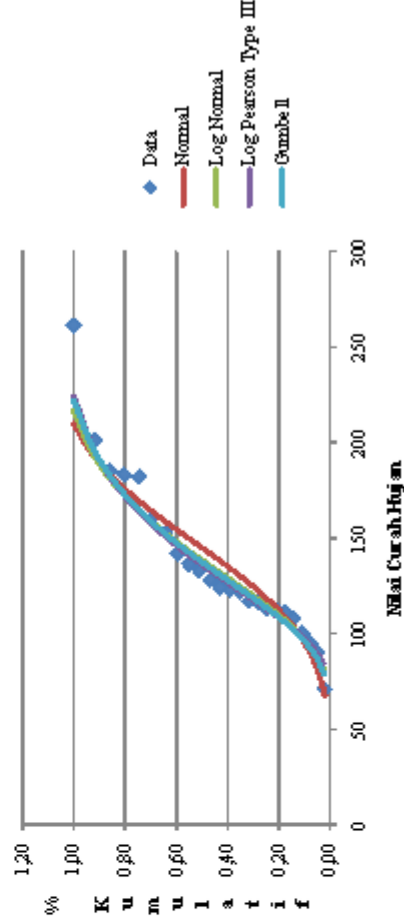
Tabel 5.25 Analisis Harga Ekstrem dan Uji Kecocokan (Data Curah Hujan 1 Harian)

No	F _{empiris} (f _{rel})	G(F _{empiris})			R _{Smirnov}			G(F _{teoritis})			[G(F _{empiris} - F _{teoritis})]		
		Normal	Log Normal	Gumbell	Normal	Log Normal	Gumbell	Normal	Log Normal	Gumbell	Normal	Log Normal	Gumbell
1	71	67,682	81,342	84,045	78,847	0,020	0,025	0,024	0,001	0,003	0,004	0,004	
2	90	79,277	88,440	89,963	86,801	0,045	0,052	0,054	0,005	0,005	0,005	0,002	
3	95	88,018	93,906	94,623	92,541	0,072	0,081	0,083	0,080	0,003	0,005	0,002	
4	100	95,123	98,597	98,692	97,324	0,101	0,112	0,114	0,110	0,008	0,005	0,001	
5	108	101,263	102,838	102,429	101,583	0,131	0,143	0,145	0,142	0,011	0,003	0,000	
6	111	106,771	106,799	105,526	105,526	0,164	0,176	0,178	0,174	0,012	0,002	0,002	
7	112	111,843	110,580	109,391	109,276	0,198	0,210	0,212	0,208	0,012	0,002	0,002	
8	113	116,603	114,251	112,756	112,911	0,234	0,246	0,247	0,243	0,011	0,002	0,002	
9	116	121,140	117,863	116,109	116,490	0,271	0,282	0,283	0,279	0,010	0,002	0,001	
10	117	125,522	121,459	119,488	120,060	0,309	0,319	0,320	0,316	0,007	0,003	0,000	
11	122	129,800	125,077	122,929	123,662	0,349	0,358	0,358	0,355	0,005	0,004	0,001	
12	123	134,022	128,753	126,466	127,337	0,389	0,398	0,397	0,394	0,002	0,006	0,003	
13	124	138,229	132,523	130,140	131,125	0,432	0,438	0,437	0,435	0,003	0,009	0,005	
14	128	142,462	136,428	133,993	135,070	0,475	0,480	0,479	0,476	0,007	0,010	0,008	
15	133	146,765	140,515	138,078	139,226	0,520	0,524	0,521	0,520	0,011	0,015	0,010	
16	136	151,185	144,842	142,463	143,656	0,566	0,568	0,565	0,564	0,015	0,015	0,013	
17	142	155,782	149,481	147,233	148,445	0,614	0,614	0,611	0,610	0,019	0,020	0,017	
18	153	160,628	154,535	152,508	153,707	0,665	0,662	0,658	0,658	0,022	0,021	0,017	
19	161	165,825	160,144	158,465	159,605	0,713	0,711	0,707	0,707	0,023	0,021	0,017	
20	182	171,522	166,527	165,370	166,392	0,766	0,763	0,758	0,758	0,020	0,017	0,013	
21	183	177,957	174,043	173,679	174,485	0,820	0,816	0,812	0,813	0,018	0,014	0,011	
22	185	185,557	183,358	184,245	184,665	0,876	0,873	0,869	0,870	0,018	0,014	0,011	
23	201	195,242	195,954	199,011	198,681	0,931	0,933	0,931	0,931	0,016	0,013	0,011	
24	261	209,787	216,516	224,320	222,107	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	
Σ	3267	3277,407	3244,771	3232,363	3229,520	D _n				0,023	0,021	0,017	

Nilai Kritis D_n dalam Uji Kolmogorov – Smirnov (Ang & Tang 1992)

n	α	0.20	0.10	0.05	0.01
5		0.45	0.51	0.56	0.67
10		0.32	0.37	0.41	0.49
15		0.27	0.30	0.34	0.40
20		0.23	0.26	0.29	0.36
25		0.21	0.24	0.27	0.32
30		0.19	0.22	0.24	0.29
35		0.18	0.20	0.23	0.27
40		0.17	0.19	0.21	0.25
45		0.16	0.18	0.20	0.24
50		0.15	0.17	0.19	0.23
>50		1.07/√n	1.22/√n	1.36/√n	1.63/√n

Frekuensi Kumulatif Empiris vs Fungsi Distribusi Teoritis



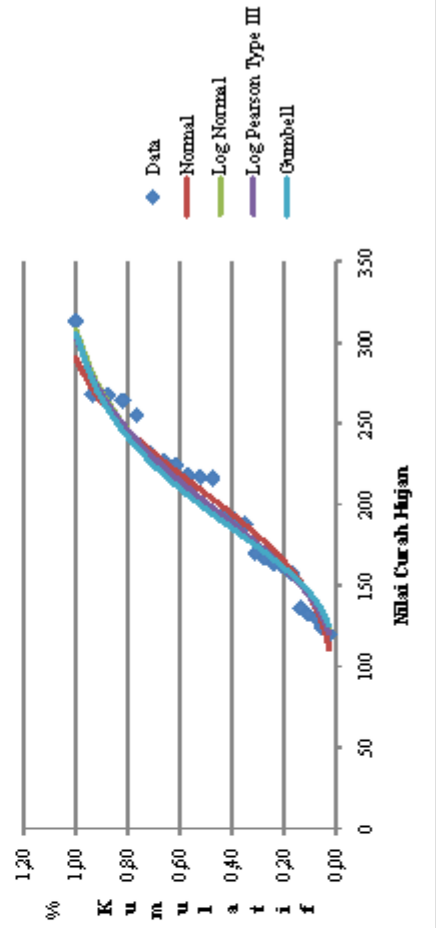
Tabel 5.26 Analisis Harga Ekstrim dan Uji Kecocokan (Data Curah Hujan 3 Hari)

No (k)	R _{max} (data) (mm)	G(R _{max} (data))		R _{max} (teori)		G(R _{max} (teori))		[G(R _{max} (data)-R _{max} (teori))]					
		Normal	Log Normal	Log Pearson	Gumbell	Normal	Log Normal	Log Pearson	Gumbell	Normal	Log Normal	Log Pearson	Gumbell
1	120	0.025	110.260	121.509	120.374	123.083	0.023	0.026	0.026	0.002	0.000	0.000	0.001
2	124	0.052	125.624	131.542	130.956	135.105	0.050	0.054	0.053	0.002	0.002	0.002	0.004
3	130	0.079	136.638	139.240	139.026	142.337	0.078	0.083	0.083	0.086	0.001	0.004	0.007
4	132	0.107	145.590	145.827	145.896	148.363	0.109	0.114	0.114	0.118	0.002	0.007	0.011
5	136	0.136	153.226	151.769	152.065	155.729	0.141	0.146	0.146	0.150	0.006	0.011	0.015
6	157	0.169	160.266	157.307	157.789	158.697	0.175	0.180	0.179	0.184	0.006	0.011	0.015
7	162	0.203	166.656	162.583	163.220	165.421	0.210	0.214	0.214	0.219	0.007	0.011	0.016
8	164	0.238	172.653	167.697	168.462	168.001	0.247	0.250	0.250	0.255	0.009	0.012	0.017
9	167	0.273	178.370	172.721	173.592	172.311	0.284	0.286	0.286	0.292	0.011	0.013	0.019
10	170	0.309	183.891	177.715	178.672	177.009	0.323	0.324	0.324	0.329	0.014	0.015	0.021
11	188	0.349	189.281	182.731	183.753	181.548	0.363	0.363	0.363	0.368	0.014	0.015	0.020
12	190	0.389	194.601	187.820	188.887	186.178	0.404	0.403	0.403	0.408	0.015	0.014	0.019
13	194	0.430	199.901	193.031	194.124	190.950	0.446	0.444	0.444	0.449	0.016	0.014	0.019
14	216	0.475	205.235	198.421	199.517	195.921	0.489	0.486	0.486	0.490	0.014	0.010	0.015
15	217	0.521	210.656	204.054	205.127	201.157	0.534	0.529	0.530	0.530	0.012	0.008	0.009
16	218	0.567	216.225	210.007	211.030	206.738	0.579	0.574	0.575	0.578	0.012	0.006	0.010
17	224	0.614	222.016	216.382	217.320	212.772	0.626	0.619	0.621	0.623	0.011	0.005	0.006
18	227	0.662	228.122	223.312	224.121	219.402	0.674	0.667	0.668	0.670	0.012	0.004	0.006
19	231	0.711	234.670	230.992	231.615	226.834	0.723	0.716	0.717	0.718	0.012	0.005	0.007
20	255	0.765	241.848	239.714	240.069	235.384	0.774	0.767	0.768	0.768	0.009	0.002	0.003
21	264	0.821	249.956	249.962	249.929	245.581	0.827	0.820	0.821	0.821	0.006	0.001	0.000
22	267	0.877	259.532	262.632	262.010	258.407	0.882	0.875	0.877	0.876	0.004	0.002	0.001
23	268	0.934	271.734	279.712	278.109	276.067	0.939	0.936	0.936	0.935	0.005	0.001	0.002
24	313	1.000	290.060	307.473	303.831	302.583	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Σ	4734		4747.112	4714.155	4719.495	4686.777				0.016	0.015	0.015	0.021

Nilai Kritis D_n dalam Uji Kolmogorov - Smirnov (Ang & Tang 1992)

n \ α	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
>50	1.071/√n	1.22/√n	1.36/√n	1.63/√n

Frekuensi Kumulatif Empiris vs Fungsi Distribusi Teoritis



5.5 Kebutuhan Air Untuk Irigasi

1) Untuk Padi (WRD)

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

dimana : NFR = Kebutuhan air irigasi di sawah, mm/hari

Etc = Penggunaan konsumtif, mm/hari

P = Kehilangan air akibat perkolasi, mm/hari

Re = Curah hujan efektif, mm/hari

WLR = Penggantian lapisan air, mm/hari

2) Untuk Palawija (WRP)

Kebutuhan air irigasi untuk palawija (WRP) ditetapkan dengan persamaan :

$$WRP (IR) \text{ palawija} = (Etc - Re)/e$$

dimana : e = efisiensi irigasi secara keseluruhan

Sistem		Okt		Nop		Des		Jan		Peb		Mar		April		Mei		Juni		Juli		Agt		Sept	
Golongan		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Golongan A	Pola Tanam	Palawija 85 hari						Padi - 90 hari setelah transplantasi								Padi - 90 hari setelah transplantasi						Palawija 85 hari			
	WLR 1 (mm/hr)								3,3		3,3							3,3							
	WLR 2 (mm/hr)								3,3		3,3							3,3							
	WLR 3 (mm/hr)						3,3		3,3							3,3			3,3						
	WLR (mm/hr)						1,1		1,1	2,2	1,1	1,1				1,1		1,1	2,2	1,1	1,1				
Golongan B	Pola Tanam	Palawija 85 hari						Padi - 90 hari setelah transplantasi										Padi - 90 hari setelah transplantasi							
	WLR 1 (mm/hr)										3,3								3,3						
	WLR 2 (mm/hr)								3,3		3,3								3,3						
	WLR 3 (mm/hr)							3,3		3,3									3,3						
	WLR (mm/hr)								1,1	1,1	2,2	1,1	1,1					1,1	1,1	2,2	1,1	1,1			
Golongan C	Pola Tanam	Palawija 85 hari						Padi - 90 hari setelah transplantasi										Padi - 90 hari setelah transplantasi							
	WLR 1 (mm/hr)										3,3								3,3						
	WLR 2 (mm/hr)									3,3									3,3						
	WLR 3 (mm/hr)								3,3		3,3								3,3						
	WLR (mm/hr)									1,1	1,1	2,2	1,1	1,1					1,1	1,1	2,2	1,1	1,1		

Tabel 5.27 Skema Pola Tanam dan Perhitungan Kebutuhan Penggantian Lapisan Air

Bulan	Eto	$\frac{0.01}{100} \times \frac{1}{100} = \frac{0.01}{100}$	P	$M + \frac{0.01}{100} = M$	K = MT/S						LP = $(M \cdot e^{\frac{K \cdot S}{T}}) / (e^{\frac{K \cdot S}{T}} - 1)$ (mm/hari)					
					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	4,88	5,37	3,00	8,37	1,00	0,84	1,51	1,26	13,21	14,76	10,75	11,70				
Feb	4,90	5,39	3,00	8,39	1,01	0,84	1,51	1,26	13,22	14,77	10,77	11,72				
Mar	4,96	5,46	3,00	8,46	1,01	0,85	1,52	1,27	13,26	14,82	10,82	11,77				
Apr	4,89	5,38	3,00	8,38	1,01	0,84	1,51	1,26	13,21	14,77	10,76	11,71				
Mei	5,08	5,59	3,00	8,59	1,03	0,86	1,55	1,29	13,35	14,90	10,91	11,86				
Jun	4,65	5,12	3,00	8,12	0,97	0,81	1,46	1,22	13,04	14,60	10,57	11,53				
Jul	4,93	5,42	3,00	8,42	1,01	0,84	1,52	1,26	13,24	14,80	10,79	11,74				
Agust	5,34	5,87	3,00	8,87	1,06	0,89	1,60	1,33	13,54	15,08	11,13	12,06				
Sep	5,29	5,82	3,00	8,82	1,06	0,88	1,59	1,32	13,51	15,05	11,09	12,02				
Okt	5,56	6,12	3,00	9,12	1,09	0,91	1,64	1,37	13,71	15,24	11,31	12,23				
Nop	5,25	5,78	3,00	8,78	1,05	0,88	1,58	1,32	13,48	15,02	11,05	11,99				
Des	4,55	5,01	3,00	8,01	0,96	0,80	1,44	1,20	12,97	14,53	10,49	11,45				

Tabel 5.28 Perhitungan Konsumsi Tanaman (Etc) D. IMaro
Stasiun Merauke - Kabupaten Merauke

Tabel 5.29 Analisis Kebutuhan Air Alternatif Golongan A

Periode	ET _o mm/yr	P mm/yr	R _e mm/yr	WLR mm/yr	Koefisien Tanaman				ET _c mm/yr	NFR mm/yr	DR l/d/ha		
					C1	C2	C3	C			Tersier	Sekunder	Primer
Nov	5,25	3,00	4,11				0,45	0,15	0,79	-0,32			
	5,25	3,00	1,59		LP	LP	LP	LP	11,99	10,40	1,50	1,67	1,85
Dec	4,55	3,00	3,83		1,10	LP	LP	LP	11,45	7,62	1,10	1,22	1,36
	4,55	3,00	3,63		1,10	1,10	LP	LP	11,45	7,82	1,13	1,26	1,39
Jan	4,88	3,00	2,19	1,10	1,05	1,10	1,10	1,08	5,29	7,19	1,04	1,16	1,28
	4,88	3,00	3,54	1,10	1,05	1,05	1,10	1,07	5,21	5,76	0,83	0,93	1,08
Feb	4,90	3,00	4,90	2,20	0,95	1,05	1,05	1,02	4,98	5,28	0,76	0,85	0,94
	4,90	3,00	3,55	1,10		0,95	1,05	0,67	3,27	3,82	0,55	0,61	0,68
Mar	4,96	3,00	4,81	1,10			0,95	0,32	1,57	0,86	0,13	0,14	0,15
	4,96	3,00	4,42							-1,42			
Apr	4,89	3,00	3,59		LP	LP	LP	LP	11,71	8,12	1,17	1,30	1,45
	4,89	3,00	2,85		1,10	LP	LP	LP	11,71	8,86	1,28	1,42	1,58
May	5,08	3,00	2,47		1,10	1,10	LP	LP	11,86	9,39	1,36	1,51	1,67
	5,08	3,00	1,71	1,10	1,05	1,10	1,10	1,08	5,50	7,90	1,14	1,27	1,41
Jun	4,65	3,00	2,05	1,10	1,05	1,05	1,10	1,07	4,96	7,01	1,01	1,13	1,25
	4,65	3,00	1,31	2,20	0,95	1,05	1,05	1,02	4,73	8,62	1,25	1,39	1,54
Jul	4,93	3,00	1,49	1,10		0,95	1,05	0,67	3,29	5,89	0,85	0,95	1,05
	4,93	3,00	1,82	1,10	0,50		0,95	0,48	2,38	4,66	0,67	0,75	0,83
Aug	5,34	3,00	2,63		0,75	0,50		0,42	2,23	2,59	0,38	0,42	0,46
	5,34	3,00	3,50		1,00	0,75	0,50	0,75	4,01	3,50	0,51	0,56	0,62
Sep	5,29	3,00	2,78		1,00	1,00	0,75	0,92	4,85	5,07	0,73	0,82	0,90
	5,29	3,00	2,94		0,82	1,00	1,00	0,94	4,97	5,04	0,73	0,81	0,90
Oct	5,56	3,00	2,67		0,45	0,82	1,00	0,76	4,21	4,53	0,66	0,73	0,81
	5,56	3,00	1,93			0,45	0,82	0,42	2,35	3,43	0,50	0,55	0,61

Ket :

Curah hujan efektif (R_e) untuk PadiCurah hujan efektif (R_e) untuk Palawia

$$\begin{aligned}
 C &= (C1 + C2 + C3) \cdot C_c \\
 ET_c &= C \times ET_o \\
 NFR &= ET_c + P + WLR - R_e \\
 (DR)_{tersier} &= NFR \cdot (3,64 \times C_{ct}) \\
 (DR)_{sekunder} &= NFR \cdot (3,64 \times C_{ct}^2) \\
 (DR)_{primer} &= NFR \cdot (3,64 \times C_{ct}^3) \\
 C_{ct} &= 0,8 \\
 C_{ct}^2 &= 0,8 \times 0,9 = 0,72 \\
 C_{ct}^3 &= 0,8 \times 0,9 \times 0,9 = 0,65
 \end{aligned}$$

Tabel 5.30 Analisis Kebutuhan Air Alternatif Golongan B

Periode	ET _o mm/hr	P mm/hr	Re mm/hr	WLR mm/hr	Koefisien Tanaman				ET _c mm/hr	NFR mm/hr	DR l/d/ha		
					C1	C2	C3	C			Tersier	Sekunder	Primer
Nov	5,25	4,00	4,11			0,45	0,82	0,42	2,22	211	0,31	0,34	0,38
	5,25	4,00	3,61					0,15	0,79	118	0,17	0,19	0,21
Dec	4,55	4,00	3,83		LP	LP	LP	LP	11,45	7,62	1,10	1,22	1,36
	4,55	4,00	3,63		1,10	LP	LP	LP	11,45	7,82	1,13	1,26	1,39
Jan	4,88	4,00	2,19		1,10	1,10	LP	LP	11,70	9,51	1,38	1,53	1,69
	4,88	4,00	3,54	1,10	1,05	1,10	1,10	1,08	5,29	6,84	0,99	1,10	1,22
Feb	4,90	4,00	4,90	1,10	1,05	1,05	1,10	1,07	5,23	5,43	0,79	0,87	0,97
	4,90	4,00	3,55	2,20	0,95	1,05	1,05	1,02	4,98	7,63	1,10	1,23	1,36
Mar	4,96	4,00	4,81	1,10		0,95	1,05	0,67	3,31	3,60	0,52	0,58	0,64
	4,96	4,00	4,42	1,10			0,95	0,32	1,57	2,25	0,33	0,36	0,40
Apr	4,89	4,00	3,59							0,41	0,06	0,07	0,07
	4,89	4,00	2,85		LP	LP	LP	LP	11,71	8,86	1,28	1,42	1,58
May	5,08	4,00	2,47		1,10	LP	LP	LP	11,86	9,39	1,36	1,51	1,67
	5,08	4,00	1,71		1,10	1,10	LP	LP	11,86	10,15	1,47	1,63	1,81
Jun	4,65	4,00	2,05	1,10	1,05	1,10	1,10	1,08	5,04	8,08	1,17	1,30	1,44
	4,65	4,00	1,31	1,10	1,05	1,05	1,10	1,07	4,96	8,75	1,27	1,41	1,56
Jul	4,93	4,00	1,49	2,20	0,95	1,05	1,05	1,02	5,01	9,72	1,41	1,56	1,73
	4,93	4,00	1,01	1,10		0,95	1,05	0,67	3,29	7,38	1,07	1,19	1,31
Aug	5,34	4,00	2,63	1,10	0,50		0,95	0,48	2,58	5,05	0,73	0,81	0,90
	5,34	4,00	3,50		0,75	0,50		0,42	2,23	2,72	0,39	0,44	0,48
Sep	5,29	4,00	2,78		1,00	0,75	0,50	0,75	3,97	5,19	0,75	0,83	0,92
	5,29	4,00	2,94		1,00	1,00	0,75	0,92	4,85	5,91	0,86	0,95	1,05
Oct	5,56	4,00	2,67		0,82	1,00	1,00	0,94	5,23	6,55	0,95	1,05	1,17
	5,56	4,00	1,93		0,45	0,82	1,00	0,76	4,21	6,28	0,91	1,01	1,12

Ket :

Curah hujan efektif (Re) untuk Padi

Curah hujan efektif (Re) untuk Palawia

$$\begin{aligned}
 C &= (C1 + C2 + C3) / 3 \\
 ET_c &= C \times ET_o \\
 NFR &= ET_c + P - WLR - Re \\
 (DR)_{tersier} &= NFR / (3,64 \times C_{ter}) \\
 (DR)_{sekunder} &= NFR / (3,64 \times C_{sek}) \\
 (DR)_{primer} &= NFR / (3,64 \times C_{prim}) \\
 C_{ter} &= 0,8 &= 0,8 \\
 C_{sek} &= 0,8 \times 0,9 &= 0,72 \\
 C_{prim} &= 0,8 \times 0,9 \times 0,9 &= 0,65
 \end{aligned}$$

Tabel 5.31 Analisis Kebutuhan Air Alternatif Golongan C

Periode	ETo	P	Re	WLR	Koefisien Tanaman				ETc	NFR	DR		
	mm/hr	mm/hr	mm/hr	mm/hr	C1	C2	C3	C	mm/hr	mm/hr	Tersier	Sekunder	Primer
Nov	5.25	4.00	4.11			0.45	0.82	0.42	2.22	2.11	0.31	0.34	0.38
	5.25	4.00	3.61						0.79	1.18	0.17	0.19	0.21
Dec	4.55	4.00	6.17						-2.17				
	4.55	4.00	3.63						11.45	7.82	1.13	1.26	1.39
Jan	4.88	4.00	2.19						11.70	9.51	1.38	1.53	1.69
	4.88	4.00	3.54						11.70	8.16	1.18	1.31	1.45
Feb	4.90	4.00	4.90	1.10	1.05	1.10	1.10	1.08	5.31	5.51	0.80	0.89	0.98
	4.90	4.00	3.55	1.10	1.05	1.05	1.10	1.07	5.23	6.78	0.98	1.09	1.21
Mar	4.96	4.00	4.81	2.20	0.95	1.05	1.05	1.02	5.04	6.44	0.93	1.03	1.15
	4.96	4.00	4.42	1.10		0.95	1.05	0.67	3.31	3.99	0.58	0.64	0.71
Apr	4.89	4.00	3.59	1.10			0.95	0.32	1.55	3.06	0.44	0.49	0.54
	4.89	4.00	2.85							1.15	0.17	0.19	0.21
May	5.08	4.00	2.47		LP	LP	LP	LP	11.86	9.39	1.36	1.51	1.67
	5.08	4.00	1.71		1.10	LP	LP	LP	11.86	10.15	1.47	1.63	1.81
Jun	4.65	4.00	2.05		1.10	1.10	LP	LP	11.53	9.48	1.37	1.52	1.69
	4.65	4.00	1.31	1.10	1.05	1.10	1.10	1.08	5.04	8.83	1.28	1.42	1.57
Jul	4.93	4.00	1.49	1.10	1.05	1.05	1.10	1.07	5.26	8.87	1.28	1.43	1.58
	4.93	4.00	1.01	2.20	0.95	1.05	1.05	1.02	5.01	10.20	1.48	1.64	1.82
Aug	5.34	4.00	1.17	1.10		0.95	1.05	0.67	3.56	7.49	1.08	1.20	1.33
	5.34	4.00	3.50	1.10	0.50		0.95	0.48	2.58	4.18	0.60	0.67	0.74
Sep	5.29	4.00	2.78		0.75	0.50		0.42	2.20	3.43	0.50	0.55	0.61
	5.29	4.00	2.94		1.00	0.75	0.50	0.75	3.97	5.03	0.73	0.81	0.90
Oct	5.56	4.00	2.67		1.00	1.00	0.75	0.92	5.10	6.42	0.93	1.03	1.14
	5.56	4.00	1.93		0.82	1.00	1.00	0.94	5.23	7.30	1.06	1.17	1.30

Kat:

Curah hujan efektif (Re) untuk Padi
 Curah hujan efektif (Re) untuk Pelawija

- C = (C1 + C2 + C3)/3
- ETc = C x ETo
- NFR = ETc + P + WLR - Re
- (DR)_{tersier} = NFR / (3,64 x C_{ter})
- (DR)_{sekunder} = NFR / (3,64 x C_{sek})
- (DR)_{primer} = NFR / (3,64 x C_{prim})
- C_{ter} = 0,8 = 0,8
- C_{sek} = 0,8 x 0,9 = 0,72
- C_{prim} = 0,8 x 0,9 x 0,9 = 0,65

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.2	12	1.1	1.1
1	1.2	1.27	1.1	1.1
1.5	1.32	1.33	1.1	1.05
2	1.4	1.3	1.1	1.05
2.5	1.35	1.3	1.1	0.95
3	1.24	0	1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4	0		0	

Tabel 5.32 Harga Koefisien Tanaman Padi

Tabel 5.33 Rekapitulasi Alternatif Kebutuhan Air Irigasi (l/dt/ha)

No.	Periode		Alternatif						Ket
			I	II	III	IV	V	VI	
1	Oktober	1	0,81	1,17	1,14	0,99	1,16	1,04	
		2	0,61	1,12	1,30	0,86	1,21	1,01	
2	Nopember	1	0,00	0,38	0,38	0,19	0,38	0,25	
		2	1,85	0,21	0,21	1,03	0,21	0,76	
3	Desember	1	1,36	1,36	0,00	1,36	0,68	0,90	
		2	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	
4	Januari	1	1,28	1,69	1,69	1,49	1,69	1,56	
		2	1,03	1,22	1,45	1,12	1,34	1,23	
5	Februari	1	0,94	0,97	0,98	0,95	0,97	0,96	
		2	0,68	1,36	1,21	1,02	1,28	1,08	
6	Maret	1	0,15	0,64	1,15	0,40	0,89	0,65	
		2	0,00	0,40	0,71	0,20	0,56	0,37	
7	April	1	1,45	0,07	0,54	0,76	0,31	0,69	
		2	1,58	1,58	0,21	1,58	0,89	1,12	
8	Mei	1	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
		2	1,41	1,81	1,81	1,61	1,81	1,67	
9	Juni	1	1,25	1,44	1,69	1,34	1,56	1,46	
		2	1,54	1,56	1,57	1,55	1,57	1,56	
10	Juli	1	1,05	1,73	1,58	1,39	1,65	1,45	
		2	0,83	1,31	1,82	1,07	1,57	1,32	
11	Agustus	1	0,46	0,90	1,33	0,68	1,12	0,90	
		2	0,62	0,48	0,74	0,55	0,61	0,62	
12	September	1	0,90	0,92	0,61	0,91	0,77	0,81	
		2	0,90	1,05	0,90	0,97	0,97	0,95	

Keterangan :

- Alternatif I = Gol. A
- Alternatif II = Gol. B
- Alternatif III = Gol. C
- Alternatif IV = Gol. A + Gol. B
- Alternatif V = Gol. B + Gol. C
- Alternatif VI = Gol. A + Gol. B + Gol. C

5.6 Ketersediaan Air

1) Metode Neraca Air (*Water Balance*)

Perhitungan ketersediaan air (*dependable flow*) dengan metode neraca air dikembangkan oleh Dr. F. J. Mock. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan metode neraca air F. J. Mock antara lain :

- a. Hujan bulanan rata-rata, mm
- b. Jumlah hari hujan bulanan rata-rata, hari
- c. Evapotranspirasi potensial bulanan, mm
- d. Limpasan permukaan (*run off*), $\text{m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$
- e. Tampung air tanah (*ground water storage*), mm
- f. Aliran dasar (*base flow*), $\text{m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$

Neraca air metode F.J. Mock dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = (D_{ro} + B_f)F$$

$$D_{ro} = W_s - I$$

$$B_f = I - V_n$$

$$W_s = R - E_t$$

dimana : Q = debit andalan, m^3/dt

D_{ro} = *direct run off*, $\text{m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$

B_f = *base flow*, $\text{m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$

W_s = *water surplus*, mm

I = infiltrasi, mm

V_n = *storage volume*, mm

R = curah hujan, mm

E_t = evapotranspirasi Penmann Modifikasi, mm

E = catchment area, km^2

Luas DAS S. Waranoi = 197 km²

No.	Besaran Perencanaan	Sat	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
I	Data Meteorologi													
1	Hujan Bulanan Rata-Rata (R)	run	273,88	295,17	354,34	316,71	194,50	151,26	125,92	143,63	130,92	108,25	165,38	325,29
2	Hari Hujan Rata-Rata (N)	hari	15,71	15,92	17,91	16,83	13,46	12,48	11,29	11,21	10,71	11,83	11,92	17,96
III	Evapotranspirasi Potensial (ET)	numbl	151,36	141,96	153,71	146,78	157,37	139,58	152,69	165,51	158,62	172,21	157,42	141,11
III	Liruit Evapotranspirasi	%	20,00	20,00	20,00	20,00	25,00	30,00	30,00	30,00	20,00	20,00	20,00	20,00
3	Exposed Surface (M)	%	2,29	2,08	0,09	1,17	5,68	8,28	10,07	10,19	7,29	6,17	6,08	0,04
4	E/ET = (M/20) x (18-N)	run	3,47	2,95	0,14	1,72	8,93	11,56	15,37	16,86	11,56	10,63	9,57	0,06
5	E = Et (M/20) x (18-N)	run	147,89	139,01	153,57	145,06	148,44	128,03	137,32	148,66	147,06	161,58	147,85	141,06
6	EL = ET-E	run												
IV	Water Balance													
7	Water Surplus (R-EL)	run	125,69	156,16	200,77	171,65	46,06	23,23					17,53	184,23
V	Run Off/Ground Water Storage													
8	Infiltrasi (i)	run	50,27	62,47	80,31	68,66	18,42	9,29					7,01	73,69
9	$0,5(1+K)I ; K = 0,6$	run	40,22	49,97	64,25	54,93	14,74	7,43					5,61	58,95
10	K(V n-1)	run	40,22	24,13	44,46	65,22	72,09	52,10	35,72	21,43	12,86	7,72	4,63	6,14
11	V n lanjutan	run	40,22	74,10	108,71	120,15	86,83	59,53	35,72	21,43	12,86	7,72	10,24	65,10
12	K(V n-1) lanjutan	run	39,06	47,57	73,00	109,03	137,51	134,60	116,48	91,32	67,65	48,31	33,61	26,31
13	V n lanjutan	run	79,28	121,67	181,71	229,18	224,34	194,14	152,20	112,75	80,51	56,02	43,85	91,41
14	K(V n-1) lanjutan	run	54,84	57,04	78,69	112,44	139,55	135,83	117,22	91,76	67,92	48,47	33,71	26,37
15	V a lanjutan	run	95,06	131,14	187,39	232,59	226,38	195,36	152,94	113,19	80,78	56,18	43,95	91,46
16	K(V n-1) lanjutan	run	54,88	57,06	78,70	112,44	139,56	135,83	117,22	91,76	67,92	48,47	33,71	26,37
17	V n lanjutan	run	95,10	131,16	187,41	232,60	226,39	195,37	152,94	113,20	80,78	56,18	43,95	91,46
18	K(V n-1) lanjutan	run	54,88	57,06	78,70	112,44	139,56	135,83	117,22	91,76	67,92	48,47	33,71	26,37
19	V n lanjutan	run	95,10	131,16	187,41	232,60	226,39	195,37	152,94	113,20	80,78	56,18	43,95	91,46
20	$V a = V n - (V_{n-1})$	run	3,63	36,06	56,24	45,19	-6,21	-31,02	-42,43	-39,74	-32,42	-24,60	-12,23	47,52
21	Base Flow = i - V a	run	46,64	26,40	24,06	23,47	24,63	40,32	42,43	39,74	32,42	24,60	19,25	26,17
22	Direct Run Off (Water Surplus - i)	run	75,41	93,70	120,46	102,99	27,64	13,94						
23	Run Off	run	122,05	120,10	144,52	126,46	52,27	54,26	42,43	39,74	32,42	24,60	29,76	136,71
	Debit Bulanan Rata-Rata	m ³ /dt	8,977	8,833	10,630	9,301	3,844	3,991	3,121	2,923	2,384	1,809	2,189	10,056

Tabel 5.34 Analisis Ketersediaan Air Sungai Maro - Kabupaten Merauke
Metode F.J. Mock

1) Metode SMEC

Perhitungan ketersediaan air metode SMEC dikembangkan berdasarkan hasil analisa. Hasil analisa dibagi menjadi dua tipe berdasarkan pada jenis tanah di daerah tangkapan hujan (catchment area).

Tipe 1 = untuk jenis tanah yang tidak porous

$$Q_2 = A (0,210 \text{ MMR} - 8,5) \times 10^{-3}, \text{ untuk MMR} < 250 \text{ mm}$$

$$Q_2 = A (0,366 \text{ MMR} - 47,5) \times 10^{-3}, \text{ untuk MMR} < 300 \text{ mm}$$

Tipe 2 = untuk jenis tanah yang porous

$$Q_2 = 0,20 \times A \times \text{PI} \times 10^{-3}, \text{ untuk PI} < 300 \text{ mm}$$

$$Q_2 = A (0,32 \times \text{PI} - 36,50) \times 10^{-3}, \text{ untuk PI} > 300 \text{ mm}$$

$$Q_5 = 0,75 Q_2$$

dimana :

$$Q_2 = \text{debit andalan rata-rata bulanan periode ulang 2 tahunan, m}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = \text{debit andalan rata-rata bulanan periode ulang 5 tahunan, m}^3/\text{dt}$$

$$A = \text{daerah aliran sungai, km}^2$$

$$\text{MMR} = \text{hujan bulanan rata-rata, mm}$$

$$\text{PI} = \text{indeks presipitasi} = 1/3 \text{ MMR} + 1/3 \text{ previous MMR}$$

Karena daerah aliran sungai (DAS) dari sungai tersebut mempunyai jenis tanah yang tidak porous, maka dalam perhitungan tersebut digunakan metode SMEC dengan tipe I. Namun metode ini tidak dipergunakan untuk melakukan perhitungan, hanya sebagai teori pembanding saja.

No.	Bulan	Hujan Rata-Rata (mm)	PI	Q2 (m ³ /dt)	Q5 (m ³ /dt)	Keterangan
1	Januari	273,58	199,623	10,368	7,776	A = 197 km ²
2	Februari	295,17	189,583	11,925	8,944	
3	Maret	354,34	216,503	16,191	12,143	
4	April	316,71	223,683	13,478	10,108	
5	Mei	194,5	170,403	6,372	4,779	
6	Juni	151,26	115,253	4,583	3,437	
7	Juli	125,92	92,393	3,535	2,651	
8	Agustus	143,63	89,850	4,267	3,201	
9	September	130,92	91,517	3,742	2,806	
10	Oktober	108,25	79,723	2,804	2,103	
11	Nopember	165,38	91,210	5,167	3,875	
12	Desember	325,29	163,557	14,097	10,572	

Tabel 5.35 Perhitungan Ketersediaan Air dengan Metode SMEC

No.	Bulan	Metode SMEC (m ³ /dt)	Metode F.J. Mock (m ³ /dt)	Rata-Rata (m ³ /dt)	Keterangan
1	Januari	7,776	8,977	8,377	
2	Februari	8,944	8,833	8,889	
3	Maret	12,143	10,630	11,387	Maximum
4	April	10,108	9,301	9,705	
5	Mei	4,779	3,844	4,312	
6	Juni	3,437	3,991	3,714	
7	Juli	2,651	3,121	2,886	
8	Agustus	3,201	2,923	3,062	
9	September	2,806	2,384	2,595	
10	Oktober	2,103	1,809	1,956	Minimum
11	Nopember	3,875	2,189	3,032	
12	Desember	10,572	10,056	10,314	

Tabel 5.36 Analisis Ketersediaan Air Sungai Maro – Kabupaten Merauke

5.7 Penentuan Alternatif Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan kebutuhan air untuk setiap alternatif disusun dalam bentuk tabel seperti disajikan dalam bentuk tabel 5.35 dengan mempertimbangkan ketersediaan debit andalan dalam setiap bulannya.

Berdasarkan kajian dari beberapa alternatif kebutuhan air serta luasan maksimum, diperoleh luasan maksimum pada alternatif VI, yaitu :

Minimum Padi I = 5.385

Minimum Padi II = 1.986

Minimum Palawija = 1.882 +

Jumlah = 9.253 ha

Pada alternatif VI perhitungan kebutuhan air dapat diketahui nilai maksimum dari kebutuhan air di saluran Primer yaitu = 1,67 lt/dt/ha

Dengan demikian dapat diambil sebagai dasar besaran perencanaan bahwa :

Kebutuhan air di primer : 1,67 lt/dt/ha

Kebutuhan air di sekunder : 1,51 lt/dt/ha

Kebutuhan air di tersier : 1,36 lt/dt/ha

Kebutuhan air di kuartier : 1,10 lt/dt/ha

No.	Periode		Q _{andalan} (lt/dt)	Alternatif					
				I	II	III	IV	V	VI
1	Oktober	1	1,956	2.423	1.676	1.710	1.982	1.693	1.882
		2		3.204	1.749	1.504	2.262	1.617	1.937
2	Nopember	1	3,032	MAX	8.061	8.061	16.122	8.061	12.092
		2		1.637	14.462	14.462	2.942	14.462	4.005
3	Desember	1	10,314	7.601	7.601	MAX	7.601	15.203	11.402
		2		7.407	7.407	7.407	7.407	7.407	7.407
4	Januari	1	8,377	6.540	4.948	4.948	5.634	4.948	5.385
		2		8.165	6.875	5.768	7.465	6.273	6.798
5	Februari	1	8,889	9.451	9.199	9.062	9.323	9.130	9.235
		2		13.079	6.541	7.366	8.721	6.929	8.217
6	Maret	1	11,387	74.013	17.763	9.936	28.650	12.744	17.600
		2		MAX	28.397	16.035	56.794	20.496	30.745
7	April	1	9,705	6.715	134.023	17.839	12.789	31.488	14.122
		2		6.149	6.149	47.257	6.149	10.882	8.660
8	Mei	1	4,312	2.580	2.580	2.580	2.580	2.580	2.580
		2		3.066	2.385	2.385	2.683	2.385	2.576
9	Juni	1	3,714	2.977	2.580	2.201	2.764	2.375	2.547
		2		2.419	2.383	2.362	2.401	2.372	2.388
10	Juli	1	2,886	2.750	1.668	1.828	2.076	1.744	1.986
		2		3.476	2.197	1.589	2.692	1.844	2.186
11	Agustus	1	3,062	6.632	3.406	2.296	4.500	2.743	3.409
		2		4.909	6.315	4.115	5.524	4.983	4.958
12	September	1	2,595	2.873	2.808	4.252	2.840	3.382	3.193
		2		2.894	2.465	2.897	2.662	2.663	2.736
Minimum Padi 1				1.637	4.948	4.948	2.942	4.948	5.385
Minimum Padi II				2.419	1.668	1.589	2.076	1.744	1.986
Minimum Palawija				2.423	1.676	1.504	1.982	1.617	1.882
Total				6.480	8.292	8.041	6.999	8.310	9.254

Tabel 5.37 Analisis Luas Areal Potesial Untuk Pemilihan Alternatif I - VI
Daerah Irigasi Maro - Kabupaten Merauke

5.8 Neraca Air (Water Balance)

1) Neraca Air

Neraca air daerah pengembangan pengairan ditinjau secara menyeluruh, meliputi sumber-sumber daerah pengembangan (*in flow*) dan air yang keluar dari daerah pengembangan (*outflow*).

a. Sumber-sumber air masuk (*in flow*)

Ada 4 (empat) sumber air yang masuk daerah pengembangan yang dapat diidentifikasi.

Yaitu hujan, air buangan atau drainase, daerah drainase di atasnya, aliran sungai yang melalui daerah pengembangan dan suplai irigasi untuk daerah pengembangan.

b. Air keluar daerah pengembangan (out flow)

Ada 2 (dua) proses, pembuangan air keluar daerah pengembangan dan pembuangan air ke laut melalui drainase - drainase alam yang ada.

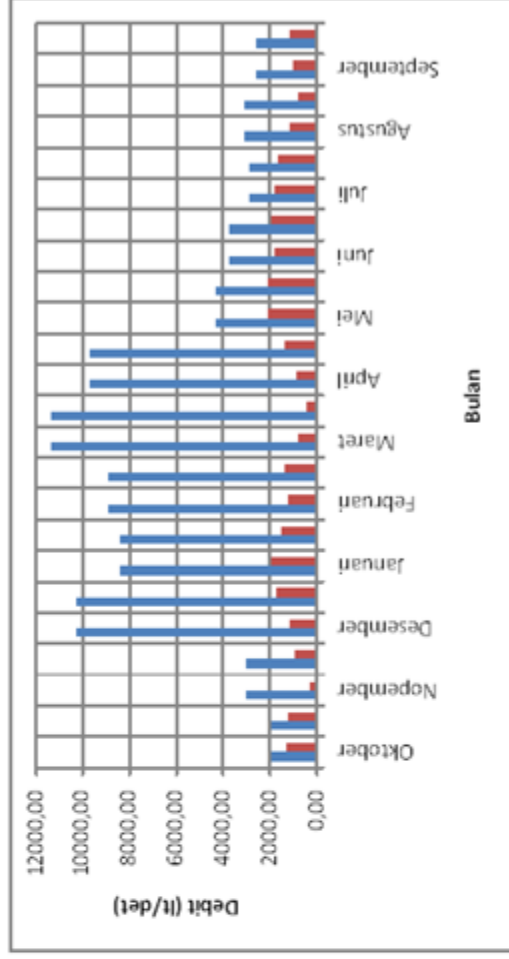
2) Neraca air irigasi menyatakan hubungan antara kebutuhan air di pintu pengambilan dengan debit andalan Sungai Prafi. Neraca air di Daerah Irigasi dapat dihitung dengan pola tanam alternatif A, B, C atau gabungannya dan debit andalan Metode F.J Mock dan SMEC.

No.	Periode		Kebutuhan Air (l/dt)	Ketersediaan Air (l/dt)	Water Balance (l/dt)	Ket
1	Oktober	1	1299,13	1955,93	656,80	Padi Rendeng
		2	1262,18		693,75	
2	Nopember	1	313,46	3032,22	2718,75	
		2	946,33		2085,89	
3	Desember	1	1130,70	10313,96	9183,26	
		2	1740,56		8573,40	
4	Januari	1	1944,35	8376,63	6432,29	
		2	1540,30		6836,34	
5	Februari	1	1203,16	8888,52	7685,36	
		2	1352,16		7536,36	
6	Maret	1	808,70	11386,63	10577,93	
		2	462,95		10923,68	
7	April	1	859,04	9704,87	8845,83	Padi Gadu
		2	1400,76		8304,11	
8	Mei	1	2089,27	4311,64	2222,38	
		2	2092,58		2219,07	
9	Juni	1	1822,73	3713,97	1891,24	
		2	1944,22		1769,75	
10	Juli	1	1816,05	2885,82	1069,76	
		2	1650,12		1235,69	
11	Agustus	1	1122,69	3061,91	1939,22	Palawija
		2	772,00		2289,91	
12	September	1	1015,91	2595,36	1579,45	
		2	1185,69		1409,66	

Tabel 5.38 Analisis Neraca Air (Water Balance) untuk Areal 8000 Ha Sungai Maro, Kabupaten Merauke

Gambar 5.1 Neraca Air (Water Balance) Sungai Maro - Kabupaten Merauke

No.	Periode		Kebutuhan Air (l/dt)	Debit Andalan (l/dt)	
	1	2		1	2
1	Oktober		1299,13	1955,93	
	1	2	1262,18	1955,93	
2	Nopember		313,46	3032,22	
	1	2	946,33	3032,22	
3	Desember		1130,70	10313,96	
	1	2	1740,56	10313,96	
4	Januari		1944,35	8376,63	
	1	2	1540,30	8376,63	
5	Februari		1203,16	8888,52	
	1	2	1352,16	8888,52	
6	Maret		808,70	11386,63	
	1	2	462,95	11386,63	
7	April		859,04	9704,87	
	1	2	1400,76	9704,87	
8	Mei		2089,27	4311,64	
	1	2	2092,58	4311,64	
9	Juni		1822,73	3713,97	
	1	2	1944,22	3713,97	
10	Juli		1816,05	2885,82	
	1	2	1650,12	2885,82	
11	Agustus		1122,69	3061,91	
	1	2	772,00	3061,91	
12	September		1015,91	2595,36	
	1	2	1185,69	2595,36	



5.9 Modul Pembuang

1) Kriteria Perhitungan modul pembuang

Penentuan debit buangan rencana didasarkan pada kriteria berikut :

a. *Low land*

Dihitung didasarkan hujan rencana 3 harian dengan periode ulang 5 tahun.

Lama waktu pembuangan 3 hari.

Tinggi genangan maksimum disawah yang diijinkan 20 mm.

Pada saat mulai turun hujan diasumsikan ke dalam air sawah yang ada 150 mm.

b. *Up land*

Dihitung berdasarkan hujan rencana 1 harian dengan periode ulang 5 tahun.

Lama (waktu) pembuangan 1 hari.

Tidak diijinkan adanya genangan air dan terbuang habis dalam 1 hari.

2) Hujan Rencana

a. *Low land*

Untuk perhitungan hujan rencana 3 harian maksimum pada daerah *low land*, digunakan data hujan Stasiun Kweel. Data hujan harian yang ada selama 24 tahun (tahun 1980-2003).

Langkah-langkah perhitungan hujan rencana:

Menentukan hujan 3 harian maksimum.

Menghitung hujan 3 harian rencana dengan metode Gumbell dan Log Pearson Type III.

b. *Up land*

Untuk perhitungan hujan rencana 1 harian maksimum pada daerah *up land*, digunakan data hujan Stasiun Merauke. Data hujan harian yang ada selama 24 tahun (tahun 1980-2003).

Menentukan hujan 1 harian maksimum.

Menghitung hujan 1 harian rencana dengan metode Gumbell dan Log Pearson Type III.

3) Debit Pembuang

a. *Low land*

Kapasitas rencana jaringan pembuang intern (*low land*) untuk sawah dihitung dengan rumus sebagai berikut: (KP. 03, hal : 64)

$$Q_d = 1,62 \cdot D_m \cdot A^{0,92}$$

$$D_m = \frac{Dn}{n \times 8,64}$$

$$Dn = R(n)T + n (IR - ET - P) - \Delta S$$

dimana :

Q_d = Debit rencana pembuang, lt/dt.

D_m = Modulus Pembuang, lt/dt/ha.

A = Luas daerah yang akan dibuang airnya, ha.

n = Jumlah hari berturut-turut.

Dn = Limpasan hujan n hari berturut-turut dengan periode ulang T tahun, mm.

IR = Pemberian air irigasi, mm/hari.

ET = Evapotranspirasi, mm/hari.

P = Perkolasi.

ΔS = Tampungan Tambahan, mm.

Untuk perhitungan modulus pembuang komponen-komponen diambil sebagai berikut :

Pemberian irigasi dihentikan, sehingga IR sama dengan nol.

Tampungan di sawah maksimum 150 mm, tampungan tambahan di akhir hari ke 3 berturut-turut maksimum 50 mm.

Perkolasi sama dengan nol.

Evapotranspirasi tahunan rata-rata sama dengan 5 mm/hari.

b. *Up land*

Debit banjir rencana *up land* didefinisikan sebagai volume limpasan air hujan dalam waktu sehari dari suatu daerah yang akan dibuang airnya yang disebabkan oleh curah hujan sehari di daerah tersebut, air hujan yang tidak tertahan atau merembes dalam waktu satu hari itu juga. Hal ini merupakan debit rencana yang konstan.

Debit rencana dirumuskan :

$$Q_d = 1,62 \cdot D_m \cdot A^{0,22}$$

$$D_m = \frac{a \cdot R(1)_5}{n \times 8,64}$$

Dimana :

Q_d = Debit rencana, lt/dt.

D_m = Modulus Pembuang, lt/dt/ha.

A = *Catchment area* (Luas daerah yang akan dibuang airnya), ha.

$R(1)_5$ = Jumlah hari berturut-turut.

a = Koefisien limpasan air hujan.

Untuk perhitungan modulus pembuang *up land*, diambil komponen-komponen sebagai berikut :

Tidak diijinkan adanya tampungan di *up land*.

Hujan rencana dibuang dalam sehari.

Perkolasi sama dengan nol.

Daerah upland merupakan tanah ladang a diambil 0,75.

Periode Ulang	Curah Hujan Rencana		IR mm/hari	ET mm/hari	P mm/hari	DS mm/hari	Dn (T)		DM (T)	
	Metode Gumbell	Metode L. Pearson					Metode Gumbell	Metode L. Pearson	Meode Gumbell	Metode L. Pearson
2	184,95	190,27	0	5,02	0	50	120	125	4,63	4,83
5	270,40	239,69	0	5,02	0	50	205	175	7,92	6,74
10	326,96	270,55	0	5,02	0	50	262	205	10,10	7,93
25	398,45	307,91	0	5,02	0	50	333	243	12,86	9,37
50	451,48	334,81	0	5,02	0	50	386	270	14,91	10,41
100	504,12	361,01	0	5,02	0	50	439	296	16,94	11,42

Tabel 5.39 Analisis Modulus Drainase Low Land - Daerah Irigasi Maro, Kabupaten Merauke

Periode Ulang	Curah Hujan Rencana		DM (T)	
	Metode Gumbell	Metode L. Pearson	Metode Gumbell	Metode L. Pearson
2	129,81	130,52	11,26819449	11,33003934
5	173,70	166,51	15,07777884	14,45397077
10	202,75	189,19	17,59968737	16,42278864
25	239,47	216,84	20,78711355	18,82312313
50	266,70	236,86	23,1513818	20,56096517
100	293,74	256,45	25,4981718	22,26115005

Drainase Modulus Low Land :

$$D_{(t)} = 7,92 \text{ lt/dt/ha} \quad (\text{0m Low Land})$$

$$Q_d = D_m \times A$$

Drainase Modulus Up Land

$$D_{(t)} = 15,07777884 \text{ (lt/dt/ha)} \quad (\text{0m Up Land})$$

$$Q_d = D_m \times A$$

Tabel 5.40 Analisis Modulus Drainase Up Land - Daerah Irigasi Maro, Kabupaten Merauke

5.10 Debit Banjir Rencana

1) Metode Haspers

Analisis Perhitungan :

Luas catchment area $F = 197 \text{ km}^2$

Panjang sungai efektif $L = 29,00 \text{ km} = 29000 \text{ m}$

$L_{\text{eff}} = 0,9 \times L = 0,9 \times 29000 = 26100 \text{ m}$

$\Delta H = 750 \text{ m}$

Kemiringan sungai rata-rata $I = 0,028736$

$$\begin{aligned}t &= 0,10 \times L^{0,8} \times I^{-0,3} \\ &= 0,10 \times 26,10^{0,8} \times 0,028736^{-0,3} \\ &= 3,943 \text{ jam}\end{aligned}$$

Jadi t terletak : $2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam}$, maka

$$r = \frac{t \cdot R_t}{t + 1}$$

$$r_2 = \frac{3,943 \times 129,81}{3,943 + 1} = 103,546 \text{ mm/jam}$$

$$r_5 = \frac{3,943 \times 173,696}{3,943 + 1} = 138,553 \text{ mm/jam}$$

$$r_{10} = \frac{3,943 \times 202,748}{3,943 + 1} = 161,728 \text{ mm/jam}$$

$$r_{25} = \frac{3,943 \times 239,468}{3,943 + 1} = 191,018 \text{ mm/jam}$$

$$r_{50} = \frac{3,943 \times 266,704}{3,943 + 1} = 212,744 \text{ mm/jam}$$

$$r_{100} = \frac{3,943 \times 293,739}{3,943 + 1} = 234,309 \text{ mm/jam}$$

$q = \text{Hujan Maksimum}$

$$q_t = \frac{r_t}{3,6 + t}$$

$$q_2 = \frac{129,81}{3,6 + 3,943} = 7,295 \text{ m}^2/\text{dt}/\text{km}^2$$

$$q_5 = \frac{173,696}{3,6 + 3,943} = 9,762 \text{ m}^2/\text{dt}/\text{km}^2$$

$$q_{10} = \frac{202,748}{3,6 + 3,943} = 11,395 \text{ m}^2/\text{dt}/\text{km}^2$$

$$q_{25} = \frac{239,468}{3,6 + 3,943} = 13,458 \text{ m}^2/\text{dt}/\text{km}^2$$

$$q_{50} = \frac{266,704}{3,6 + 3,943} = 14,989 \text{ m}^2/\text{dt}/\text{km}^2$$

$$q_{100} = \frac{293,739}{3,6 + 3,943} = 16,508 \text{ m}^2/\text{dt}/\text{km}^2$$

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times F^{0,7}}{1 + 0,075 \times F^{0,7}}$$

$$= \frac{1 + 0,012 \times 197,00^{0,7}}{1 + 0,075 \times 197,00^{0,7}}$$

$$= 0,369$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,7 \times 10^{-0,4 \times t}}{t^2 + 1,5} \times \frac{F^{0,75}}{12}$$

$$= 1 + \frac{3,943 + (3,7 \times 10^{-0,4 \times 3,943})}{3,943^2 + 1,5} \times \frac{197^{0,75}}{12}$$

$$\beta = 0,490$$

$$Q = \alpha \times \beta \times q \times F$$

$$Q_2 = 0,369 \times 0,49 \times 7,295 \times 197$$

$$Q_2 = 259,781 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Data:

Luas Catchment Area F	=	197	km ²
Panjang Sungai efektif L	=	29	km = 29000 m
L efektif	=	26100	m = 26,1 km
ΔH	=	750	m
Kemiringan Sungai Rata-Rata I	=	0,0287	
t	=	3,9426	jam
t terletak	:	2 jam < t < 19 jam	

Tabel 5.41 Perhitungan Debit Rencana Metode Haspers Dengan Curah Hujan Metode Gumbell

No.	Periode Ulang (T)	R _g (mm)	τ _g (mm/jam)	α	β	q _g	Q (m ³ /dt)	Keterangan
1	2	129,810	103,546	0,369	0,490	7,295	259,781	
2	5	173,696	138,553	0,369	0,490	9,762	347,609	
3	10	202,748	161,728	0,369	0,490	11,395	405,750	
4	25	239,468	191,018	0,369	0,490	13,458	479,234	
5	50	266,704	212,744	0,369	0,490	14,989	533,741	
6	100	293,739	234,309	0,369	0,490	16,508	587,845	

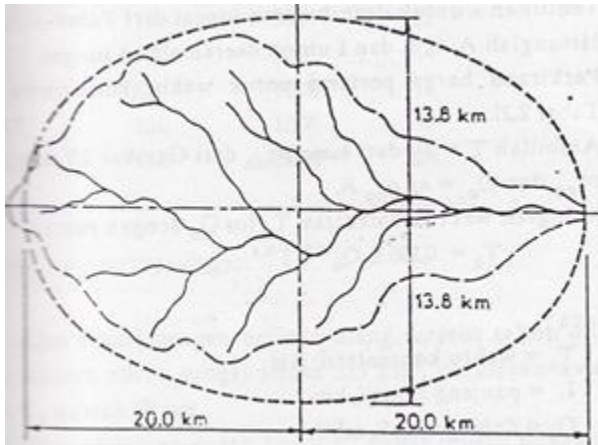
Tabel 5.42 Perhitungan Debit Rencana Metode Haspers Dengan Curah Hujan Metode Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang (T)	R _g (mm)	τ _g (mm/jam)	α	β	q _g	Q (m ³ /dt)	Keterangan
1	2	130,522	104,115	0,369	0,490	7,335	261,207	
2	5	166,510	132,821	0,369	0,490	9,358	333,227	
3	10	189,191	150,913	0,369	0,490	10,633	378,617	
4	25	216,842	172,970	0,369	0,490	12,187	433,955	
5	50	236,862	188,940	0,369	0,490	13,312	474,020	
6	100	256,448	204,563	0,369	0,490	14,413	513,217	

2) Metode Melchior

Analisis Perhitungan :

Luas Catchment Area A	=	197,00	km ²
Panjang Sungai efektif L	=	29,00	km = 29000 m
L efektif = 0,9 x L	=	26100	m = 26,10 km
ΔH	=	750,00	m
Kemiringan Sungai Rata-Rata I	=	0,028736	
Koefisien Run Off (α)	=	0,70	
Panjang Bidang Ellips (L1)	=	25,00	km
Lebar Bidang Ellips (L2)	=	12,50	km
Luas Ellips F = (π/4) x L1 x L2	=	245,31	km ²

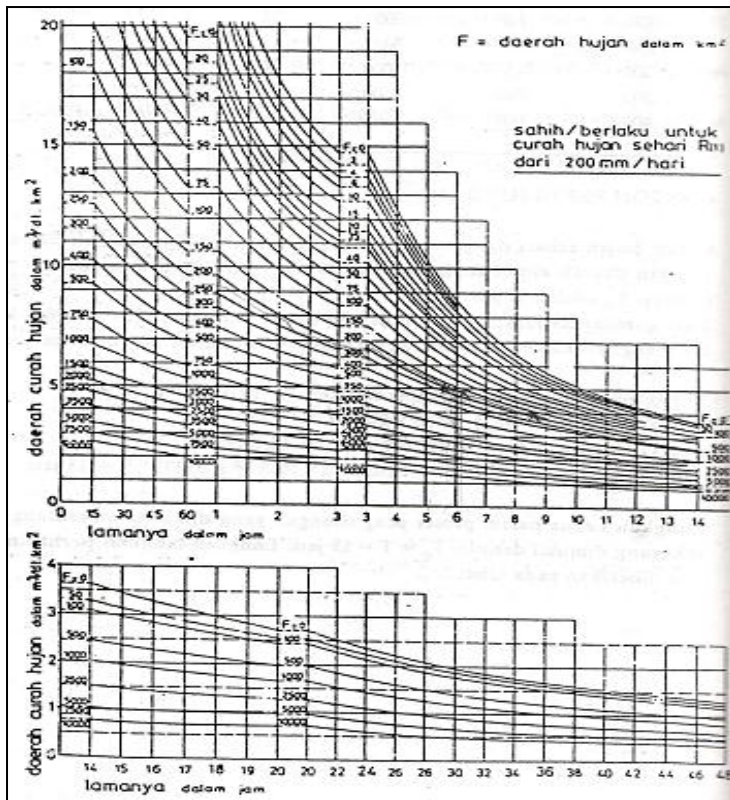


Gambar Bidang Ellipse

Ambil perkiraan pertama untuk nilai T_o dari tabel berikut :

A (km^2)	T_o (jam)	A (km^2)	T_o (jam)
100	7	500	12
150	7,5	700	14
200	8,5	1000	16
300	10	1500	18
400	11	3000	24

Dari table di atas untuk $A = 197 \text{ km}^2$ didapat nilai awal $T_o = 8,5$. Dari Grafik Luasan Curah Hujan Metode Melchior di buku KP. Penunjang didapat nilai $\beta q = 5,87$.



Gambar Grafik Luasan Curah Hujan Melchior.

Debit banjir rencana yang akan dihitung adalah untuk nilai $R_t = 293,739$ (Metode Gumbell dengan periode ulang 100 tahun). Maka didapat :

$$\beta q_{no\ awal} = \beta q \times \frac{R_t}{200} = 5,87 \times \frac{293,739}{200} = 5,87$$

$$Q = \alpha \times \beta q_{no\ awal} \times A$$

$$= 0,7 \times 5,87 \times 197 = 810,13$$

$$T_C = 0,186 \times L_{eff} \times Q^{-0,20} \times I^{-0,4}$$

$$T_C = 0,186 \times 26,1 \times 810,13^{-0,20} \times 0,028736^{-0,4}$$

$$= 5,26$$

Kemudian nilai T_C ini dipakai sebagai T_o untuk iterasi berikutnya hingga Nilai $T_o = T_C$. Akhirnya didapat $T_o = T_C = 4,99$, dengan nilai $Q = 1073,42 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Data:

Luas Catchment Area A = 197,00 km²
 Panjang Sungai efektif L = 26,00 km = 29000 m
 L efektif = 0,9 x L = 26,10 km
 ΔH = 750,00 m
 Koefisien Swazi Rata-Rata I = 0,03
 Koefisien Run Off (α) = 0,70
 Panjang Bidang Ellips (L1) = 25,00 km
 Lebar Bidang Ellips (L2) = 12,50 km
 Luas Ellips F = (π/4) x L1 x L2 = 245,31 km²

Tabel 5.43 Perhitungan Debit Rencana Metode Malchior Dengan Curah Hujan Metode Gumbel!

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	2	129,81	8,50	197,00	4,00	2,60	358,02	6,19
2			6,19	197,00	4,80	3,12	428,62	5,97
3			5,97	197,00	4,90	3,18	438,57	5,97

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	5	173,696	8,50	197,00	4,00	3,47	479,05	5,84
2			5,84	197,00	5,00	4,34	593,82	5,59
3			5,59	197,00	5,10	4,43	610,79	5,59

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	10	202,748	8,50	197,00	4,00	4,05	558,18	5,67
2			5,67	197,00	5,00	5,07	693,98	5,42
3			5,42	197,00	5,10	5,17	712,95	5,42

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	25	239,468	8,50	197,00	4,00	4,79	660,45	5,48
2			5,48	197,00	5,00	5,69	805,56	5,24
3			5,24	197,00	5,20	6,23	858,59	5,24

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	50	264,704	8,50	197,00	4,00	5,33	735,57	5,36
2			5,36	197,00	5,10	6,80	937,85	5,11
3			5,11	197,00	5,20	6,93	956,24	5,09
4			5,09	197,00	5,30	7,07	974,63	5,09

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	100	292,739	8,50	197,00	4,00	5,87	810,13	5,26
2			5,26	197,00	5,20	7,64	1053,17	4,99
3			4,99	197,00	5,30	7,78	1073,42	4,99

Tabel 5.44 Perhitungan Debit Rencana Metode Malchior Dengan Curah Hujan Metode Log Pearson Type III

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	2	130,5221	8,50	197,00	4,00	2,61	359,98	6,19
2			6,19	197,00	4,80	3,13	431,98	5,95
3			5,95	197,00	4,90	3,20	440,98	5,95

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	5	166,5097	8,50	197,00	4,00	3,33	499,25	5,89
2			5,89	197,00	5,00	4,16	574,04	5,64
3			5,64	197,00	5,10	4,25	585,52	5,64

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	10	189,1905	8,50	197,00	4,00	3,78	521,79	5,74
2			5,74	197,00	5,00	4,73	632,23	5,49
3			5,49	197,00	5,10	4,82	645,28	5,49

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	25	216,9424	8,50	197,00	4,00	4,34	598,05	5,39
2			5,39	197,00	5,10	5,53	762,52	5,33
3			5,33	197,00	5,20	5,64	777,47	5,33

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	50	236,8623	8,50	197,00	4,00	4,74	633,27	5,49
2			5,49	197,00	5,00	5,92	816,58	5,25
3			5,25	197,00	5,20	6,16	849,25	5,21
4			5,21	197,00	5,30	6,28	865,58	5,19

No Iterasi	Periode Ulang (T)	R _s (mm)	To	A	β _q	β _{qno}	Q (m ³ /dt)	Tc
1	100	256,4484	8,50	197,00	4,00	5,13	707,28	5,41
2			5,41	197,00	5,10	6,54	901,79	5,15
3			5,15	197,00	5,20	6,67	919,47	5,13
4			5,13	197,00	5,30	6,80	937,15	5,13

3) Metode Rational

Analisis Perhitungan :

Luas Catchment Area F	=	197	km ²	
Panjang Sungai efektif L	=	29	km	= 29000 m
L efektif	=	26100	m	= 26,1 km
Kemiringan Sungai Rata-Rata I	=	0,028736		

Menghitung Q_{100} (debit dengan periode ulang 100 tahun) dari Metode Gumbell dengan $R_t = 293,79$ mm.

$$\begin{aligned}V &= 72 \cdot (I)^{0,6} \\ &= 72 \times (0,028736)^{0,6} \\ &= 8,558 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

$$t = \frac{L_{eff}}{V} = \frac{26,1}{8,558} = 3,05 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}r &= \frac{R_t}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{293,79}{24} \times \left(\frac{24}{3,05}\right)^{\frac{2}{3}} = 48,424 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

$$\alpha = 0,75$$

$$Q_{100} = \frac{\alpha \cdot r \cdot F}{3,6}$$

$$= \frac{0,75 \times 48,424 \times 197}{3,6} = 1987,382 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Data:

Luas Catchment Area F = 197 km²
 Panjang Sungai efektif L = 29 km = 29000 m
 L efektif = 26100 m = 26,1 km
 Kemiringan Sungai Rata-Rata I = 0,028736

Tabel 5.45 Perhitungan Debit Rencana Metode Rational Dengan Curah Hujan Metode Gumbell

No.	Periode Ulang (T)	R _t (mm)	V (km/jam)	t	r (mm/jam)	α	Q (m ³ /dt)	Keterangan
1	2	129,810	8,558	3,050	21,399	0,750	878,267	
2	5	173,696	8,558	3,050	28,634	0,750	1175,194	
3	10	202,748	8,558	3,050	33,424	0,750	1371,757	
4	25	239,468	8,558	3,050	39,477	0,750	1620,192	
5	50	266,704	8,558	3,050	43,967	0,750	1804,468	
6	100	293,739	8,558	3,050	48,424	0,750	1987,382	

Tabel 5.46 Perhitungan Debit Rencana Metode Rational Dengan Curah Hujan Metode Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang (T)	R _t (mm)	V (km/jam)	t	r (mm/jam)	α	Q (m ³ /dt)	Keterangan
1	2	130,522	8,558	3,050	21,517	0,750	883,087	
2	5	166,510	8,558	3,050	27,449	0,750	1126,573	
3	10	189,191	8,558	3,050	31,188	0,750	1280,027	
4	25	216,842	8,558	3,050	35,747	0,750	1467,114	
5	50	236,862	8,558	3,050	39,047	0,750	1602,565	
6	100	256,448	8,558	3,050	42,276	0,750	1735,081	

4) Metode Bankfull Capacity

Debit sungai bankfull capacity

Jam	Elevasi	Kecepatan	Debit (m ³ /det)
5.30	1,340	0,102	20,29
6	1,220	0,309	58,360
6.30	1,180	0,460	85,790
7	1,050	0,664	118,69
7.30	0,980	0,640	120,46
8	0,910	0,740	126,110
8.30	0,850	0,773	128,970
9	0,790	0,864	141,08
9.30	0,730	0,900	143,75
10	0,690	0,995	156,56
10.30	0,630	0,945	145,32
11.00	0,580	0,94	141,76
11.30	0,530	0,895	132,33
12.00	0,480	0,790	114,46
12.30	0,430	0,661	93,810

Debit hasil pengukuran diatas menunjukkan debit terbesar saat pengukuran adalah $156,56 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan kecepatan $0,995 \text{ m/det}$ pada elevasi $-0,690 \text{ m}$.

Hidraulika Sungai

Setelah pembendungan, maka pengaruh pasang surut akan terhenti sampai di kolam peredam energy saja. Aliran di udik bending selanjutnya adalah *gradually varied flow*.

Dari pengukuran di Mimi, Erom, Buana dan Sermayam diperoleh kemiringan sungai rata-rata $0,00002$. Sedangkan kemiringan di lokasi Mimi Baru sendiri $S = 0,0006$. Di bagian udik tanpa ada pengaruh pasang surut (jika bending telah dibangun) besarnya debit dapat dihitung. Kondisi sungai dengan talud kurang teratur, namun daerahnya datar, terdiri dari Silt dan Clay, maka berdasarkan V.T.Chow diperoleh $n = 0,0350$.

Dari pengukuran lapangan di lokasi calon bending diperoleh data sebagai berikut :

Saat elevasi $-0,69 \text{ m}$ kecepatan maksimum terjadi $= 0,995 \text{ m/det}$ dengan luas basah $157,34 \text{ m}^2$ dan keliling basah 90 m . Kemiringannya sungai rata-rata lokasi tersebut $= 0,0006$, maka :

$$n = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{V}$$
$$= \frac{\left(\frac{157,34}{90}\right)^{2/3} (0,0006)^{1/2}}{0,995}$$

$$n = 0,0357$$

Untuk perencanaan selanjutnya digunakan $n = 0,0357$

Luas penampang saat bankfull sebagai berikut :

Lebar bankfull = 70 m

Luas penampang bankfull = $(2 + 0,69) \times 90 + 157,34 = 345,64 \text{ m}^2$

Keliling basah bankfull = 99 m

Kecepatan pada saat bankfull capacity = $\left(\frac{345,64/99}{(157,34/70)}\right)^{2/3} \times 0,995 = 1,334 \text{ m/det}$

Debit saat bankfull = luas basah x kecepatan = $345,64 \times 1,334 = 461,3 \text{ m}^3/\text{det}$.

Untuk debit banjir rencana diambil elevasi muka air mencapai bankfull + $1,0 \text{ m}$ diatasnya

Kecepatan saat banjir rencana menjadi 1,65 m/det.

Luas penampang basah total 415,64 m².

Jadi besarnya debit banjir rencana = 415,64 x 1,65 = 686,8 m³/det ≈ m³/det

Tabel 5.47 Rekapitulasi Debit Banjir Sungai Maro

Metode Gumbell	Q₅₀ (m³/dt)	Q₁₀₀ (m³/dt)
Haspers	533,74	587,84
Melchior	974,63	1073,42
Rational	1804,468	1987,38
Bankfull Capacity	-	687

Metode Log Pearson Type III	Q₅₀ (m³/dt)	Q₁₀₀ (m³/dt)
Haspers	474,02	513,22
Melchior	865,58	937,15
Rational	1602,57	1735,08
Bankfull Capacity	-	687

Dari hasil perhitungan Debit Banjir dengan menggunakan beberapa pendekatan yaitu berdasarkan Hubungan hujan – Aliran Banjir dengan menerapkan metode Rational Empiris dibandingkan dengan pendekatan Palung penuh (Bankfull capacity) terdapat nilai Banjir yg berbeda. Pendekatan Rational Mononobe lebih besar hampir dua kali lipat dari pendekatan dengan memakai rumus Haspers. Untuk maksud perancangan Bendung Maro penulis mengambil harga yang lebih masuk akal yaitu Debit Banjir berdasarkan pendekatan Bankfull capacity (Debit Palung Penuh) yaitu untuk banjir dengan Periode ulang $T_r = 100$ thn adalah $Q_{100} = 687$ m³/det.