

BAB IV

PEMBAHASAN

1. PENGISIAN KEMBALI DATA YANG HILANG

Cara rata-rata aritmatik dipakai untuk pengisian kembali data yang hilang. Misalnya untuk mengisi kembali data tahun 1970 yang hilang pada stasiun 82 A (Nongkojajar) dibutuhkan data-data pada tahun yang sama di stasiun sekitarnya. Dalam hal ini stasiun 48, 88 dan 152 adalah stasiun-stasiun terdekat yang memiliki data yang lengkap sepanjang 25 tahun.

$$\begin{aligned}
 R_{82A} &= 1/3 (R_{48} + R_{88} + R_{152}) && (4.1) \\
 &= 1/3 (75 + 166 + 70) \\
 &= 104 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

dimana; R_{82A} = curah hujan yang diisikan untuk melengkapi data stasiun 82A.

R_{48}, R_{88}, R_{152} = curah hujan pada stasiun 48, 88 dan 152

Demikian juga dengan data tahun 1979 dan 1984 untuk stasiun 82A dapat dicari dengan bantuan stasiun 48, 88, 152 pada tahun 1979 dan 1984 (lihat tabel 4.1.).

Tabel 4.1

Pengisian kembali data yang hilang stasiun Nongkojajar- Malang

Tahun	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Stasiun 82A	99	130	180	93	112	99	105	175	135	125		111
Stasiun 48	95	80	99	90	124	118	97	90	165	100	75	133
Stasiun 88	127	88	115	71	72	100	100	80	92	90	70	99
Stasiun 152	87	106	92	71	163	59	78	128	104	74	166	101
Rata-rata	103	91.3	102	77.3	119	92.3	91.7	99.3	120	88	104	111
Stasiun 82A setelah perbaikan	99	130	180	93	112	99	105	175	135	125	104	111

Tahun	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Stasiun 82A	65	70	48	153	97	195	90		89	147	84	94	
Stasiun 48	80	74	87	155	138	73	179	99	127	72	83	98	111
Stasiun 88	65	73	66	78	95	75	92	85	96	98	83	96	90
Stasiun 152	85	109	75	115	174	160	127	77	88	127	69	76	79
Rata-rata	76.7	85.3	76	116	135.	103	132	87	104	99	78.3	90	93.3
Stasiun 82A setelah perbaikan	65	70	48	153	97	195	90	87	89	147	84	94	93.3

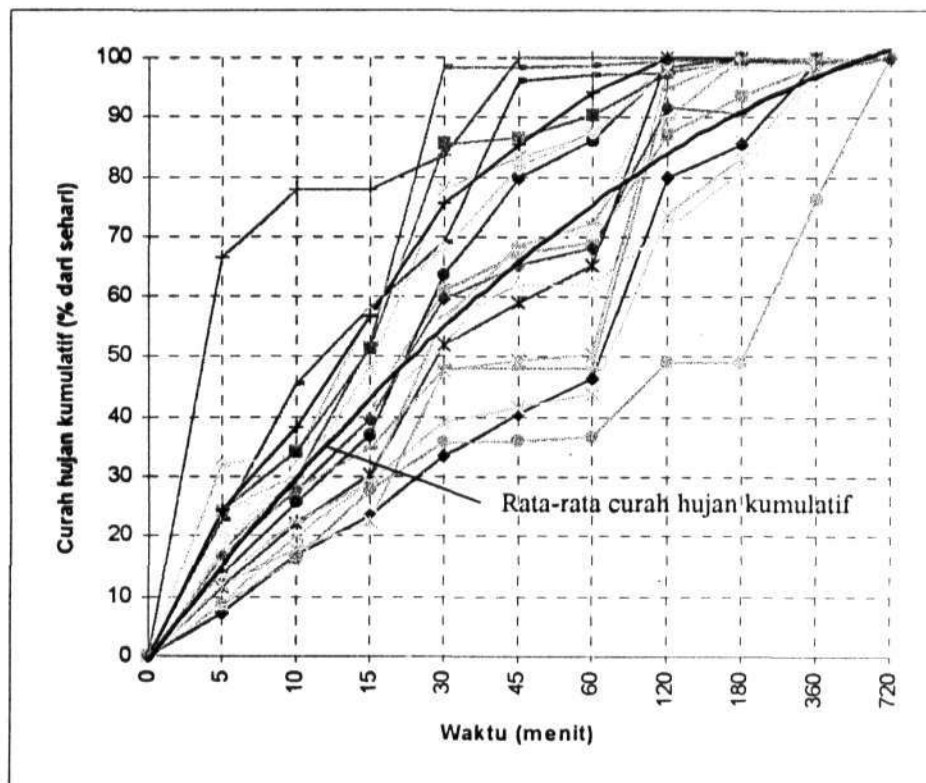
Cara rata-rata aritmatik ini diterapkan untuk mengisi data-data yang hilang untuk semua stasiun yang akan dilengkapi datanya.

Setelah melakukan pengisian kembali data yang hilang, disusun kembali tabel data curah hujan dari stasiun-stasiun yang ada di eks Karesidenan Malang dan eks Karesidenan Surabaya dimana datanya sudah terisi lengkap sepanjang 25 tahun (lihat lampiran B dan D). Pada tabel tersebut sekaligus ditambahkan kolom rata-rata dan kolom standart deviasi (SD) yang sangat diperlukan dalam perhitungan periode ulang dengan metode Gumbel.

2. CURAH HUJAN TERBESAR DARI PENCATAT OTOMATIS

Dari data yang ada pada stasiun otomatis di suatu stasiun diambil beberapa hari hujan yang terbesar untuk mewakili pola hujan dari stasiun yang bersangkutan. Pada tiap bulannya diambil satu hari curah hujan terbesar, sehingga kita dapat menyusun tabel curah hujan terbesar tiap bulannya (lihat tabel 4.2.). Dari tabel 4.2 dibuat tabel persentase kumulatif curah hujan dari satu hari hujan (lihat tabel 4.3.).

Waktu	2-10-96	14-11-96	10-12-96	5-1-97	11-2-97	17-3-97	9-4-97	17-5-97	11-6-97
5 menit	31.85	23.93	18.63	8.805	11.94	8.73	24.22	17.5	17.36
10 menit	33.33	34.19	31.06	20.13	17.91	16.19	38.46	30	27.78
15 menit	57.04	51.28	43.48	28.93	22.39	27.62	56.98	52	34.72
30 menit	68.15	85.47	55.9	38.99	47.76	35.71	75.5	98.25	47.92
45 menit	81.48	86.5	62.11	41.51	49.25	36.19	85.47	98.25	47.92
60 menit	87.41	90.26	62.11	43.9	50.3	36.67	94.02	98.75	47.92
120 menit	97.78	97.26	71.43	73.58	98.06	48.89	100	99.5	94.79
3 jam	98.52	99.83	80.75	83.27	99.1	48.89	100	99.5	100
6 jam	99.26	100	96.89	98.36	99.1	76.35	100	99.5	100
12 jam	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Grafik 4.1

Curah hujan kumulatif dalam satu hari untuk stasiun Perak I-Surabaya

Dari (grafik 4.1.) dapat dilihat prosentase kumulatif curah hujan untuk tiap jam (lihat tabel 4.4.). Dengan membagi persentase kumulatif curah hujan pada durasi t jam dengan waktu yang bersangkutan didapat nilai koefisien intensitas.

Tabel 4.4

Koefisien intensitas curah hujan

Durasi (jam) (1)	Curah hujan Kumulatif (%) (2)	Koefisien intensitas % hujan harian (mm/jam) (3) = (2)/(1)
1	75	75.00
2	85	42.50
3	92	30.67
4	93	23.25
5	97	19.40
6	97.5	16.25
7	98	14.00
8	99	12.38
9	100	11.11
12	100	8.33

3. PERIODE ULANG T TAHUN

$$R_T = \bar{R} + K_T S \quad (4.2)$$

Misalnya untuk stasiun Babat - Surabaya

$$R_T = 95.8 + (-0.15) \cdot 38.45$$

$$= 90.03 \text{ mm}$$

dimana;

R_T = Curah hujan harian untuk periode ulang T tahun

\bar{R} = rata-rata curah hujan harian dalam satu tahun (lihat Lampiran B kolom rata-rata)

S = Standart deviasi (lihat Lampiran B kolom SD)

K_T = Faktor frekwensi (lihat lampiran F)

Tabel 4.5

Interpolasi nilai K untuk periode ulang/frekwensi 25 tahun

Frekwensi (th)	K (20 th)	K (30 th)	K (25 th)
2	-0.147	-0.152	-0.150
5	0.919	0.866	0.893
10	1.62	1.54	1.580
20	2.3	2.19	2.245
50	3.18	3.03	3.105
100	3.84	3.65	3.745

4. VARIABEL K_m UNTUK HUJAN JANGKA PENDEK

$$R_m = K_m \cdot R_{60} \quad (4.3)$$

$$K_m = R_m / R_{60} \quad (4.4)$$

Dimana:

Pada m = 15 menit $R_m = 113.09$ mm/jam

Pada m = 30 menit $R_m = 92.49$ mm/jam

$R_{60} = 65.74$ mm/jam (lihat lampiran J: *Intensitas curah hujan maksimum*

dari data stasiun pencatat otomatis Surabaya pada kolom rata-rata),

sehingga:

$$K_m \text{ pada 15 menit} = 113.09/65.74 = 1.72$$

$$K_m \text{ pada 30 menit} = 92.49/65.74 = 1.41$$

5. INTENSITAS PADA DURASI DAN FREKWENSI TERTENTU.

Tabel 4.6

Intensitas curah hujan pada durasi dan frekwensi tertentu stasiun Babat

Return Period (Th)	Intensitas hujan (mm/jam) untuk bermacam-macam durasi (jam)									
	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	9	12
2 tahun	116	95.2	67.5	38.3	27.6	20.9	17.5	14.6	10.0	7.5
5 tahun	168	138	97.6	55.3	39.9	30.3	25.2	21.1	14.5	10.8
10 tahun	202	166	117.4	66.5	48.0	36.4	30.4	25.4	17.4	13
20 tahun	235	193	136.6	77.4	55.9	42.3	35.3	29.6	20.2	15.2
50 tahun	278	228	161.4	91.5	66.0	50	41.7	35	23.9	17.9
100 tahun	310	254	180.0	102	73.6	55.8	46.6	39	26.7	20

- Intensitas curah hujan dengan durasi 1 jam dan frekwensi 2 tahun
 - = Koefisien intensitas . R_T pada frekwensi 2 tahun
 - = 75% . 90.03
 - = 67.5 mm/jam
- Intensitas curah hujan dengan durasi di atas 2 jam dengan periode ulang 2 tahun
 - = Koefisien intensitas. R_T pada frekwensi 2 tahun
 - = 42.5 % . 90.03
 - = 38.3 mm/jam

Cara yang sama berlaku untuk mencari intensitas curah hujan dengan durasi dan frekwensi yang lainnya.

Pada durasi 0.25 jam, frekwensi 2 tahun, intensitas curah hujan dicari dengan mengalikan K_m pada 0.25 jam dengan intensitas curah hujan dengan durasi 1 jam, frekwensi 2 tahun

$$= 1.72 \cdot 67.5 = 116 \text{ mm/jam}$$

Demikian juga dengan intensitas curah hujan dengan durasi 0.5 jam, frekwensi 2 tahun dicari dengan mengalikan K_m pada 0.5 jam dengan intensitas curah hujan dengan durasi 1 jam, frekwensi 2 tahun.

$$= 1.41 \cdot 67.5$$

$$= 95.2 \text{ mm/jam}$$

6. KURVA INTENSITAS-DURASI-FREKWENSI

Untuk membuat kurva Intensitas-durasi-frekwensi perlu diproses terlebih dahulu supaya kurva yang dihasilkan dapat menjadi kurva yang baik. Dari ke 3 jenis rumus yang ada perlu kita coba terlebih dahulu kemudian melihat jenis yang mana yang paling baik untuk kasus ini.

Tabel 4.7

Contoh pemrosesan: intensitas curah hujan dengan frekwensi 2 tahun

Lamanya ch	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6
I (mm/jam)	116	95.2	67.5	38.3	27.6	20.9	17.5	14.6

Tabel 4.8.

Perhitungan tiga jenis rumus intensitas

No.	t	I	It	I ²	I ² t	log t	log I	log t.log I	(log t) ²	\sqrt{t}	$I\sqrt{t}$	$I^2\sqrt{t}$
1	15	116	1742	13489	202334.2	1.18	2.065	2.42862	4.2642	3.873	449.82	52242.3
2	30	95.2	2856	9064.8	271944.7	1.48	1.979	2.92275	3.9152	5.477	521.48	49650.1
3	60	67.5	4051	4559.5	273572.5	1.78	1.829	3.25306	3.3469	7.746	523.04	35318.1
4	120	38.3	4592	1464.1	175694.3	2.08	1.583	3.2909	2.5052	10.95	419.16	16038.6
5	180	27.6	4970	762.48	137245.7	2.26	1.441	3.2501	2.0768	13.42	370.47	10229.7
6	240	20.9	5024	438.17	105161.3	2.38	1.321	3.14384	1.7446	15.49	324.29	6788.13
7	300	17.5	5240	305.07	91521.54	2.48	1.242	3.07708	1.5431	17.32	302.53	5284
8	360	14.6	5267	214.05	77056.25	2.56	1.165	2.97874	1.3578	18.97	277.59	4061.22
[]		398	33742	30297	1334530	16.2	12.63	24.3451	20.754		3188.4	179612

Tabel 4.9.

Koefisien yang dihasilkan dari ketiga jenis rumus intensitas

Jenis I		Jenis II			Jenis III	
a	b	log a	a	n	a	b
5840.4	32.63	1.37728	22.8	-0.099	298.91	12.94

Tabel 4.10

Perbandingan ketiga rumus intensitas

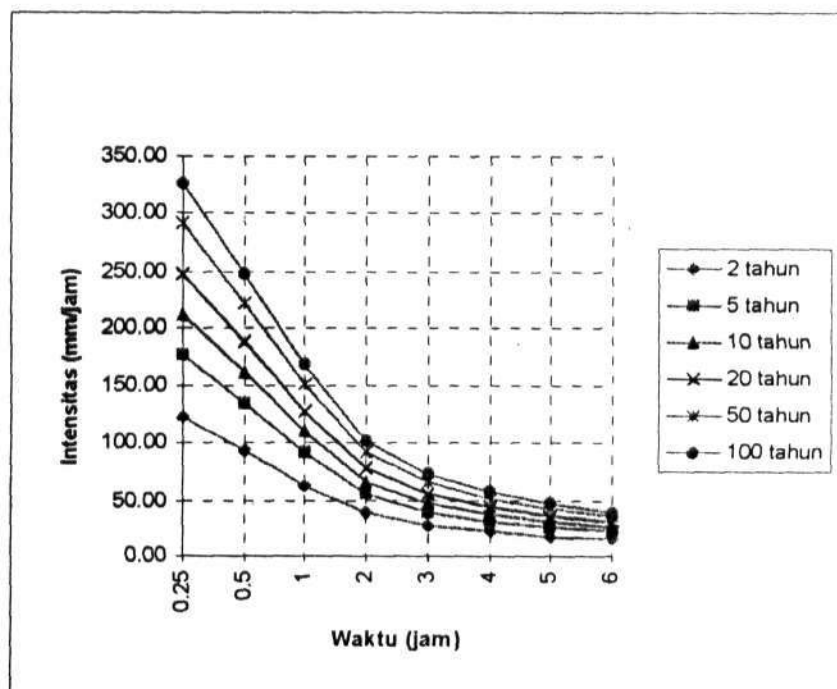
No.	t	I	I(1)	$\alpha(1)$	ABS $\alpha(1)$	I(2)	$\alpha(2)$	ABS $\alpha(2)$	I(3)	$\alpha(3)$	ABS $\alpha(3)$
1	15	116.14	122.6	6.47241	6.4724	29.84	-86.305	86.305	17.78	-98.361	98.361
2	30	95.209	93.25	-1.9605	1.9605	31.96	-63.246	63.246	16.23	-78.978	78.978
3	60	67.5	63.05	-4.4733	4.4733	34.24	-33.283	33.283	14.45	-53.073	53.073
4	120	38.264	38.26	0.0005	0.0005	36.68	-1.5821	1.5821	12.51	-25.753	25.753
5	180	27.6	27.47	-0.146	0.146	38.19	10.5762	10.576	11.34	-16.271	16.271
6	240	20.933	21.42	0.48957	0.4896	39.3	18.3636	18.364	10.51	-10.419	10.419
7	300	17.5	17.56	0.09171	0.0917	40.18	22.7105	22.711	9.879	-7.5878	7.5878
8	360	14.63	14.87	0.24461	0.2446	40.91	26.2807	26.281	9.367	-5.2635	5.2635
				$\Sigma (\alpha)$	13.881		$\Sigma (\alpha)$	262.35		$\Sigma (\alpha)$	295.71
				M (α)	1.7351		M (α)	32.793		M (α)	36.963

Setelah kita lakukan perhitungan, ternyata dari ke tiga jenis rumus yang ada jenis I yang paling baik untuk dipakai sebagai cara untuk memproses data intensitas curah hujan yang telah didapat dengan metode Indirect Frequency Analysis. Kriteria rumus yang terbaik jika total nilai deviasinya menghasilkan angka yang paling kecil. Dengan demikian rumus jenis I digunakan untuk memproses data-data lainnya dalam membuat kurva Intensitas-durasi-frekwensi.

Tabel 4.11

Intensitas curah hujan stasiun Babat

Durasi t (jam)	Intensitas curah hujan (mm/jam) dengan berbagai periode ulang					
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	20 tahun	50 tahun	100 tahun
0.25	122.61	177.23	213.21	248.03	293.06	326.84
0.5	93.25	134.78	162.14	188.63	222.87	248.56
1	63.05	91.13	109.63	127.54	150.69	168.06
2	38.26	55.31	66.54	77.40	91.46	102.00
3	27.47	39.70	47.76	55.56	65.65	73.22
4	21.42	30.96	37.25	43.33	51.20	57.10
5	17.56	25.38	30.53	35.52	41.97	46.80
6	14.87	21.50	25.86	30.09	35.55	39.65



Grafik 4.2

Kurva Intensitas-durasi-frekwensi stasiun Babat

Selanjutnya, hasil perhitungan dengan Indirect Frequency Analysis method yang berupa tabel, kurva Intensitas dan peta yang menunjukkan besarnya intensitas pada durasi dan frekwensi tertentu untuk daerah eks Karesidenan Surabaya dan eks Karesidenan Malang dapat dilihat di Lampiran G, H dan I.