

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Pabelan, SUKOHARJO, JAWA TENGAH

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/66>

Jumlah Data 45 tahun	Rata-rata HHMT 113,94 mm	Hujan Maksimum 191,00 mm	Distribusi Terbaik Log Normal
--------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 45 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **Log Normal**. Karena status uji data masih perlu review teknis, hasil curah hujan rancangan perlu digunakan sebagai hasil sementara sampai verifikasi data selesai.

1. Informasi Stasiun Hujan

Nama Stasiun	Pabelan	Periode Data	1975 s.d. 2019
Lokasi	Desa Pabelan, Kec. Kartasura, SUKOHARJO	Provinsi	JAWA TENGAH
Wilayah Sungai	Bengawan Solo	Koordinat	-7.561318, 110.768720
Pengelola	BBWS Bengawan Solo		

Stasiun Hujan Terdekat dalam Radius 10 km

Daftar berikut menampilkan stasiun hujan lain di sekitar stasiun aktif berdasarkan koordinat latitude/longitude. Panjang data dihitung dari jumlah tahun unik yang memiliki data hujan valid.

No.	Stasiun Hujan Terdekat	Lokasi	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data
1	Tritis	Bolon, Colomadu, KARANGANYAR	5,86	0 tahun	-

2. Status Panjang Data dan Catatan Validasi SNI 2415:2026

Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun. Panjang data memenuhi acuan minimal untuk analisis frekuensi. Validasi statistik tetap perlu dilakukan. Pemeriksaan pencilan, tren, homogenitas, dan independensi ditampilkan pada Bagian 5.

Jumlah data HHMT	45 tahun	Tahun kosong	0 tahun
Data HHMT < 50 mm	0 data	Status uji data	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

Daftar Tahun Kosong

Tidak ada tahun kosong. Data HHMT tersedia lengkap untuk setiap tahun dalam periode 1975–2019.

3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Data berikut adalah seri Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (HHMT) yang menjadi dasar uji data, statistik deskriptif, dan analisa curah hujan rancangan.

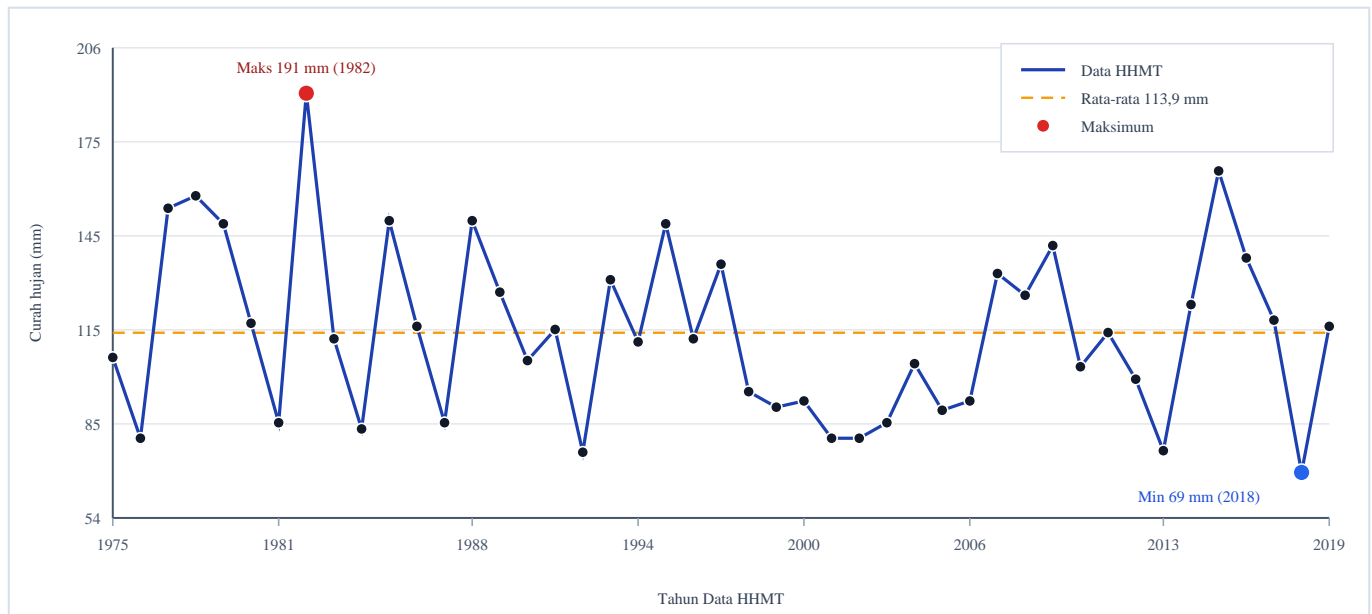
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1975	106,00	10-03-1975	OK
2	1976	80,00	28-12-1976	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1977	154,00	22-04-1977	OK
4	1978	158,00	21-02-1978	OK
5	1979	149,00	05-05-1979	OK
6	1980	117,00	07-03-1980	OK
7	1981	85,00	26-12-1981	OK
8	1982	191,00	24-01-1982	OK
9	1983	112,00	25-12-1983	OK
10	1984	83,00	27-09-1984	OK
11	1985	150,00	25-01-1985	OK
12	1986	116,00	06-02-1986	OK
13	1987	85,00	21-03-1987	OK
14	1988	150,00	28-01-1988	OK
15	1989	127,00	13-02-1989	OK
16	1990	105,00	14-12-1990	OK
17	1991	115,00	08-04-1991	OK
18	1992	75,50	08-06-1992	OK
19	1993	131,00	04-02-1993	OK
20	1994	111,00	16-03-1994	OK
21	1995	149,00	01-05-1995	OK
22	1996	112,00	05-03-1996	OK
23	1997	136,00	15-12-1997	OK
24	1998	95,00	17-01-1998	OK
25	1999	90,00	09-12-1999	OK
26	2000	92,00	11-12-2000	OK
27	2001	80,00	22-01-2001	OK
28	2002	80,00	18-11-2002	OK
29	2003	85,00	17-11-2003	OK
30	2004	104,00	30-03-2004	OK
31	2005	89,00	21-06-2005	OK
32	2006	92,00	27-02-2006	OK
33	2007	133,00	26-12-2007	OK
34	2008	126,00	31-12-2008	OK
35	2009	142,00	31-01-2009	OK
36	2010	103,00	28-04-2010	OK
37	2011	114,00	04-12-2011	OK
38	2012	99,00	22-01-2012	OK
39	2013	76,00	18-04-2013	OK
40	2014	123,00	18-06-2014	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
41	2015	166,00	20-03-2015	OK
42	2016	138,00	15-07-2016	OK
43	2017	118,00	21-12-2017	OK
44	2018	69,00	07-03-2018	OK
45	2019	116,00	26-03-2019	OK

Gambar 3.1. - Grafik seri waktu Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Grafik ini menunjukkan variasi HHMT dari tahun ke tahun, dilengkapi garis rata-rata serta penanda nilai maksimum dan minimum historis.



4. Ringkasan Nilai Ekstrem dan Pencilan

Nilai maksimum	191,00 mm pada tahun 1982	Nilai minimum	69,00 mm pada tahun 2018
Jumlah data > 150 mm	4 data	Jumlah data < 50 mm	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	0 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Tidak ada data HHMT yang berada di luar batas pencilan.

Evaluasi Data Rendah dan Data Tinggi

Evaluasi ini merupakan pemeriksaan teknis tambahan di luar uji pencilan. Data yang tidak terdeteksi sebagai pencilan secara statistik tetap perlu ditinjau apabila nilainya sangat rendah atau sangat tinggi dibandingkan pola umum data tahunan.

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data sangat rendah	< 50 mm	0	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	1	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	4	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	0	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2018	69,00	07-03-2018	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1977	154,00	22-04-1977	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
1978	158,00	21-02-1978	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
1982	191,00	24-01-1982	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2015	166,00	20-03-2015	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	Tidak Ada Pencilan	Tidak ditemukan data di luar batas pencilan.
Uji Tren	Tidak Ada Tren	Tidak terdapat indikasi tren signifikan pada tingkat kepercayaan yang digunakan.
Uji Homogenitas	Homogen	Varians dua kelompok data tidak berbeda signifikan; seri data dapat dianggap homogen berdasarkan uji ini.
Uji Independensi	Independen	Autokorelasi lag-1 berada dalam batas penerimaan; seri data dapat dianggap independen berdasarkan uji ini.

Status akhir uji data: Memenuhi Pemeriksaan Awal. Seri data memenuhi pemeriksaan awal pencilan, tren, homogenitas, dan independensi.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,7270
Uji Pencilan	Batas bawah	56,56 mm
Uji Pencilan	Batas atas	216,36 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	-0,13412
Uji Tren	t hitung	-0,88747
Uji Tren	t kritis	2,01669
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,48042
Uji Homogenitas	F kritis	2,37277
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	921,48755
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	622,45059
Uji Independensi	r1 lag-1	0,09370
Uji Independensi	Batas bawah	-0,31483
Uji Independensi	Batas atas	0,26937

5.1. Uji Pencilan

Uji Pencilan adalah pemeriksaan statistik untuk mendeteksi apakah ada data hujan yang terlalu besar atau terlalu kecil dibandingkan pola umum seri data. Dalam SNI 2415:2026, pencilan/outlier didefinisikan sebagai data yang keluar dari populasinya, jarang terjadi, dan nilainya jauh dari data lainnya—bisa sangat besar atau sangat kecil.

Tabel 5.1. - Uji Pencilan

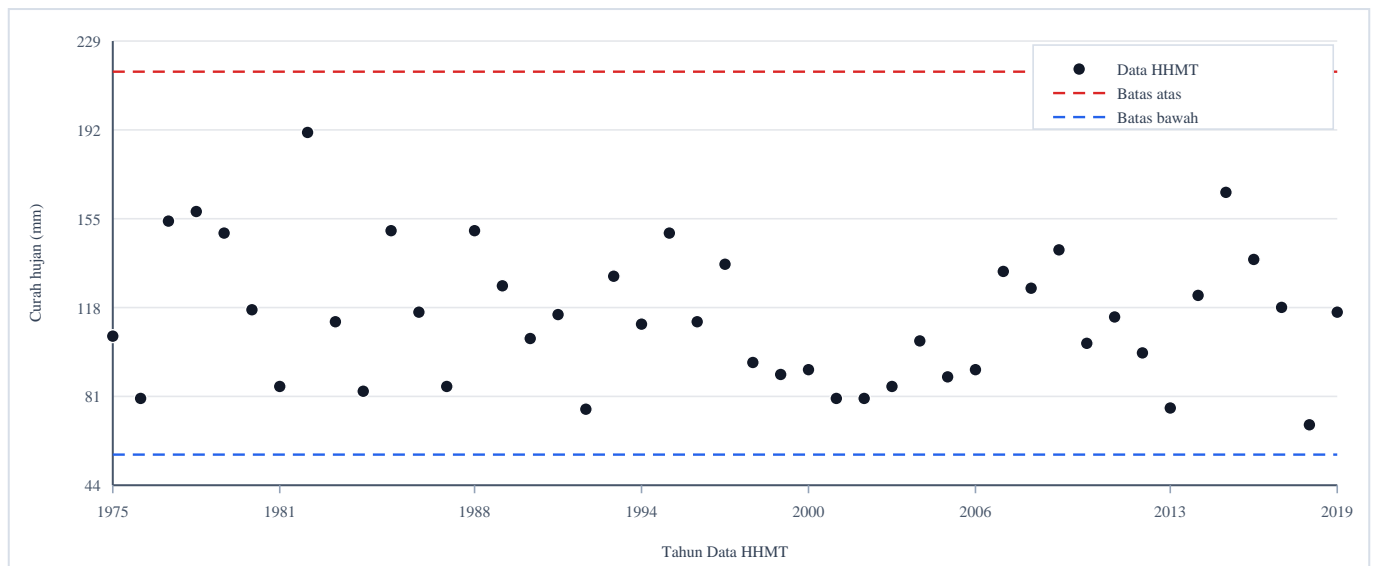
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X) ²	(log Xi - log X) ³	X max	X min	Status
1	1975	106,00	2,025306	-0,01852	0,00034	-0,00001	216,36	56,56	Accept
2	1976	80,00	1,903090	-0,14074	0,01981	-0,00279	216,36	56,56	Accept
3	1977	154,00	2,187521	0,14369	0,02065	0,00297	216,36	56,56	Accept
4	1978	158,00	2,198657	0,15483	0,02397	0,00371	216,36	56,56	Accept
5	1979	149,00	2,173186	0,12936	0,01673	0,00216	216,36	56,56	Accept
6	1980	117,00	2,068186	0,02436	0,00059	0,00001	216,36	56,56	Accept
7	1981	85,00	1,929419	-0,11441	0,01309	-0,00150	216,36	56,56	Accept
8	1982	191,00	2,281033	0,23721	0,05627	0,01335	216,36	56,56	Accept
9	1983	112,00	2,049218	0,00539	0,00003	0,00000	216,36	56,56	Accept
10	1984	83,00	1,919078	-0,12475	0,01556	-0,00194	216,36	56,56	Accept
11	1985	150,00	2,176091	0,13226	0,01749	0,00231	216,36	56,56	Accept
12	1986	116,00	2,064458	0,02063	0,00043	0,00001	216,36	56,56	Accept
13	1987	85,00	1,929419	-0,11441	0,01309	-0,00150	216,36	56,56	Accept
14	1988	150,00	2,176091	0,13226	0,01749	0,00231	216,36	56,56	Accept
15	1989	127,00	2,103804	0,05998	0,00360	0,00022	216,36	56,56	Accept
16	1990	105,00	2,021189	-0,02264	0,00051	-0,00001	216,36	56,56	Accept
17	1991	115,00	2,060698	0,01687	0,00028	0,00000	216,36	56,56	Accept
18	1992	75,50	1,877947	-0,16588	0,02752	-0,00456	216,36	56,56	Accept
19	1993	131,00	2,117271	0,07344	0,00539	0,00040	216,36	56,56	Accept
20	1994	111,00	2,045323	0,00149	0,00000	0,00000	216,36	56,56	Accept
21	1995	149,00	2,173186	0,12936	0,01673	0,00216	216,36	56,56	Accept
22	1996	112,00	2,049218	0,00539	0,00003	0,00000	216,36	56,56	Accept
23	1997	136,00	2,133539	0,08971	0,00805	0,00072	216,36	56,56	Accept
24	1998	95,00	1,977724	-0,06610	0,00437	-0,00029	216,36	56,56	Accept
25	1999	90,00	1,954243	-0,08959	0,00803	-0,00072	216,36	56,56	Accept
26	2000	92,00	1,963788	-0,08004	0,00641	-0,00051	216,36	56,56	Accept
27	2001	80,00	1,903090	-0,14074	0,01981	-0,00279	216,36	56,56	Accept
28	2002	80,00	1,903090	-0,14074	0,01981	-0,00279	216,36	56,56	Accept
29	2003	85,00	1,929419	-0,11441	0,01309	-0,00150	216,36	56,56	Accept
30	2004	104,00	2,017033	-0,02680	0,00072	-0,00002	216,36	56,56	Accept
31	2005	89,00	1,949390	-0,09444	0,00892	-0,00084	216,36	56,56	Accept
32	2006	92,00	1,963788	-0,08004	0,00641	-0,00051	216,36	56,56	Accept
33	2007	133,00	2,123852	0,08002	0,00640	0,00051	216,36	56,56	Accept
34	2008	126,00	2,100371	0,05654	0,00320	0,00018	216,36	56,56	Accept
35	2009	142,00	2,152288	0,10846	0,01176	0,00128	216,36	56,56	Accept
36	2010	103,00	2,012837	-0,03099	0,00096	-0,00003	216,36	56,56	Accept
37	2011	114,00	2,056905	0,01308	0,00017	0,00000	216,36	56,56	Accept
38	2012	99,00	1,995635	-0,04819	0,00232	-0,00011	216,36	56,56	Accept
39	2013	76,00	1,880814	-0,16301	0,02657	-0,00433	216,36	56,56	Accept
40	2014	123,00	2,089905	0,04608	0,00212	0,00010	216,36	56,56	Accept
41	2015	166,00	2,220108	0,17628	0,03107	0,00548	216,36	56,56	Accept
42	2016	138,00	2,139879	0,09605	0,00923	0,00089	216,36	56,56	Accept
43	2017	118,00	2,071882	0,02805	0,00079	0,00002	216,36	56,56	Accept
44	2018	69,00	1,838849	-0,20498	0,04202	-0,00861	216,36	56,56	Accept

No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
45	2019	116,00	2,064458	0,02063	0,00043	0,00001	216,36	56,56	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	45	Jumlah hujan	5.127,5000
Rataan hujan	113,9444	Rataan log X	2,043828
S log	0,106841	CS log	0,06723
Kn	2,72700	n	45
Log XH	2,33518	XH / batas atas	216,363
Log XL	1,75247	XL / batas bawah	56,555
X maksimum data	191,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	69,000	Keputusan minimum	Accept

Gambar 5.1. - Kurva batas uji pencilan

Kurva ini menunjukkan posisi data HHMT terhadap batas pencilan atas dan bawah. Titik berwarna merah menunjukkan data di luar batas pencilan.



5.2. Uji Tren

Uji tren dilakukan untuk mengetahui apakah seri data curah hujan harian maksimum tahunan menunjukkan kecenderungan naik atau turun secara signifikan terhadap waktu. Dalam analisa hidrologi, data yang digunakan untuk analisis frekuensi sebaiknya tidak memiliki tren signifikan, karena adanya tren dapat menunjukkan bahwa seri data tidak stasioner. Pada Lampiran B SNI 2415:2026, uji tren dilakukan dengan membandingkan peringkat waktu terhadap peringkat data hujan, kemudian dihitung koefisien korelasi peringkat dan nilai statistik uji untuk menentukan apakah tren signifikan atau tidak.

Tabel 5.2 - Uji Tren

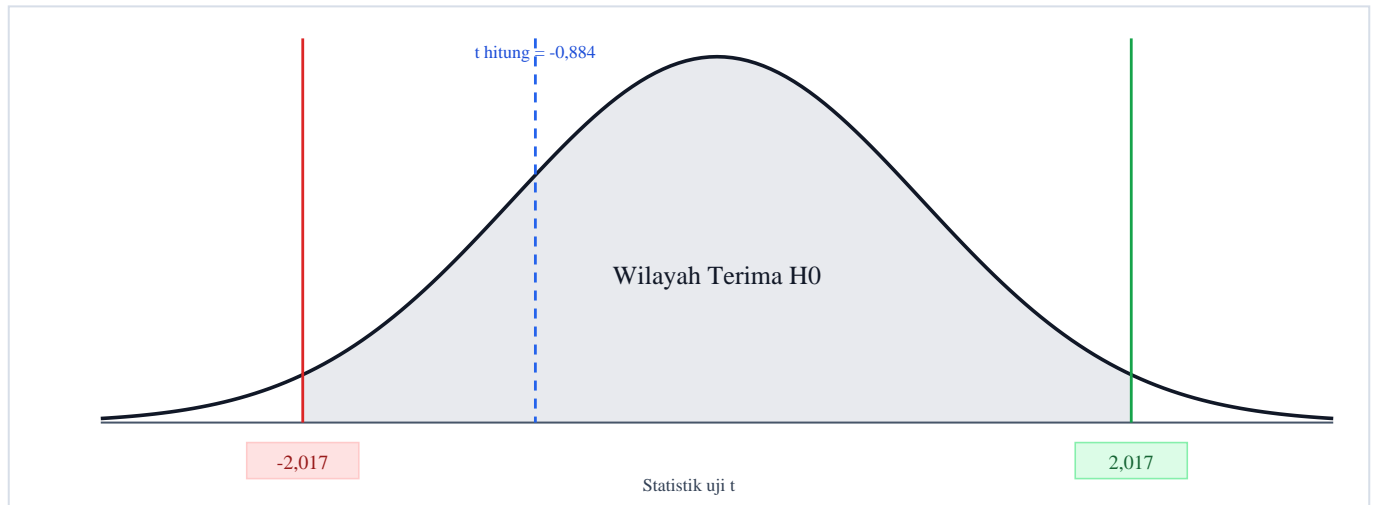
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
1975	106,00	1	69,00	20,00	1,00	-19,00	361,00
1976	80,00	2	75,50	5,00	2,00	-3,00	9,00
1977	154,00	3	76,00	42,00	3,00	-39,00	1.521,00
1978	158,00	4	80,00	43,00	4,00	-39,00	1.521,00
1979	149,00	5	80,00	38,50	5,00	-33,50	1.122,25
1980	117,00	6	80,00	28,00	6,00	-22,00	484,00
1981	85,00	7	83,00	9,00	7,00	-2,00	4,00
1982	191,00	8	85,00	45,00	8,00	-37,00	1.369,00
1983	112,00	9	85,00	22,50	9,00	-13,50	182,25

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
1984	83,00	10	85,00	7,00	10,00	3,00	9,00
1985	150,00	11	89,00	40,50	11,00	-29,50	870,25
1986	116,00	12	90,00	26,50	12,00	-14,50	210,25
1987	85,00	13	92,00	9,00	13,00	4,00	16,00
1988	150,00	14	92,00	40,50	14,00	-26,50	702,25
1989	127,00	15	95,00	32,00	15,00	-17,00	289,00
1990	105,00	16	99,00	19,00	16,00	-3,00	9,00
1991	115,00	17	103,00	25,00	17,00	-8,00	64,00
1992	75,50	18	104,00	2,00	18,00	16,00	256,00
1993	131,00	19	105,00	33,00	19,00	-14,00	196,00
1994	111,00	20	106,00	21,00	20,00	-1,00	1,00
1995	149,00	21	111,00	38,50	21,00	-17,50	306,25
1996	112,00	22	112,00	22,50	22,00	-0,50	0,25
1997	136,00	23	112,00	35,00	23,00	-12,00	144,00
1998	95,00	24	114,00	15,00	24,00	9,00	81,00
1999	90,00	25	115,00	12,00	25,00	13,00	169,00
2000	92,00	26	116,00	13,50	26,00	12,50	156,25
2001	80,00	27	116,00	5,00	27,00	22,00	484,00
2002	80,00	28	117,00	5,00	28,00	23,00	529,00
2003	85,00	29	118,00	9,00	29,00	20,00	400,00
2004	104,00	30	123,00	18,00	30,00	12,00	144,00
2005	89,00	31	126,00	11,00	31,00	20,00	400,00
2006	92,00	32	127,00	13,50	32,00	18,50	342,25
2007	133,00	33	131,00	34,00	33,00	-1,00	1,00
2008	126,00	34	133,00	31,00	34,00	3,00	9,00
2009	142,00	35	136,00	37,00	35,00	-2,00	4,00
2010	103,00	36	138,00	17,00	36,00	19,00	361,00
2011	114,00	37	142,00	24,00	37,00	13,00	169,00
2012	99,00	38	149,00	16,00	38,00	22,00	484,00
2013	76,00	39	149,00	3,00	39,00	36,00	1.296,00
2014	123,00	40	150,00	30,00	40,00	10,00	100,00
2015	166,00	41	150,00	44,00	41,00	-3,00	9,00
2016	138,00	42	154,00	36,00	42,00	6,00	36,00
2017	118,00	43	158,00	29,00	43,00	14,00	196,00
2018	69,00	44	166,00	1,00	44,00	43,00	1.849,00
2019	116,00	45	191,00	26,50	45,00	18,50	342,25

Parameter Uji Tren			
n	45	df	43
Total D²	17.208,5000	Kp / r Spearman	-0,13363
t hitung	-0,88420	t tabel	2,01669
Keputusan	Terima H0	Artinya	Tidak Ada Tren
Signifikansi	0,05	Keterangan	Uji dua sisi

Gambar 5.2. - Kurva batas uji tren

Kurva ini menunjukkan batas penerimaan H0 pada uji tren. Jika nilai t hitung berada di antara -t tabel dan +t tabel, maka tidak terdapat indikasi tren signifikan.



5.3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

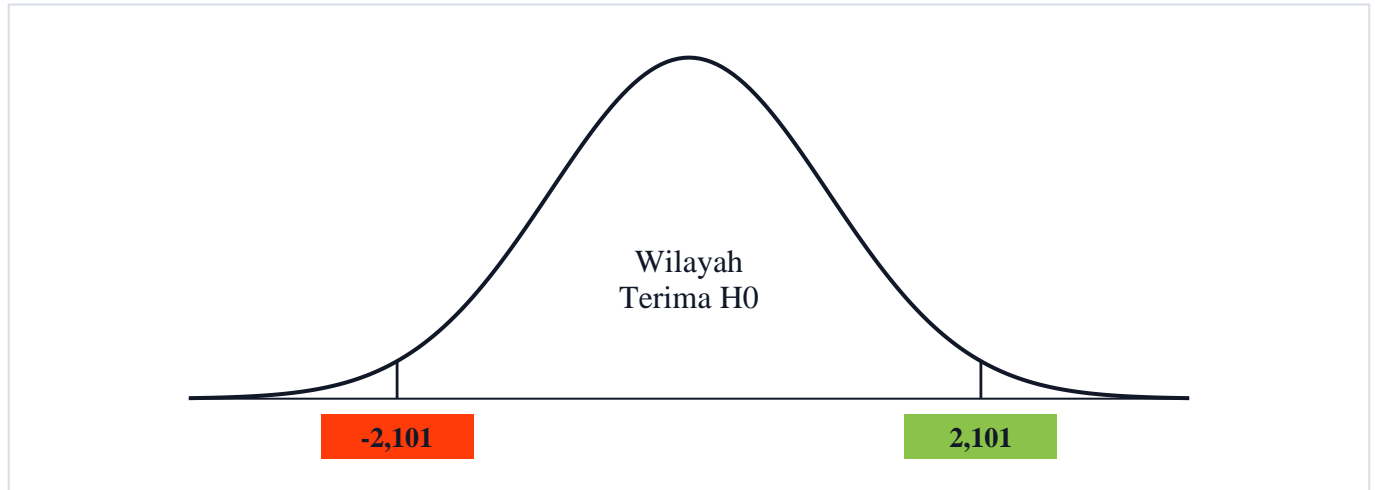
Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	106,00	136,00
2	80,00	95,00
3	154,00	90,00
4	158,00	92,00
5	149,00	80,00
6	117,00	80,00
7	85,00	85,00
8	191,00	104,00
9	112,00	89,00
10	83,00	92,00
11	150,00	133,00
12	116,00	126,00
13	85,00	142,00
14	150,00	103,00
15	127,00	114,00
16	105,00	99,00
17	115,00	76,00
18	75,50	123,00
19	131,00	166,00
20	111,00	138,00
21	149,00	118,00
22	112,00	69,00
23	-	116,00

Uji F

Varians 1	921,48755	df 1	21
Varians 2	622,45059	df 2	22
F hitung	1,48042	N1	22
F tabel atas	2,37277	N2	23
Keterangan	Equal Variance	Keputusan	Terima H0
Artinya	Varian Seragam		

Gambar 5.3. - Kurva batas uji homogenitas



5.4. Uji Independen

Uji independen dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam seri curah hujan tahunan saling bebas atau masih memiliki ketergantungan antar tahun. Data hidrologi yang digunakan untuk analisis frekuensi idealnya bersifat independen, sehingga nilai pada suatu tahun tidak dipengaruhi secara signifikan oleh nilai tahun sebelumnya.

Tabel B.7 - Uji Independen

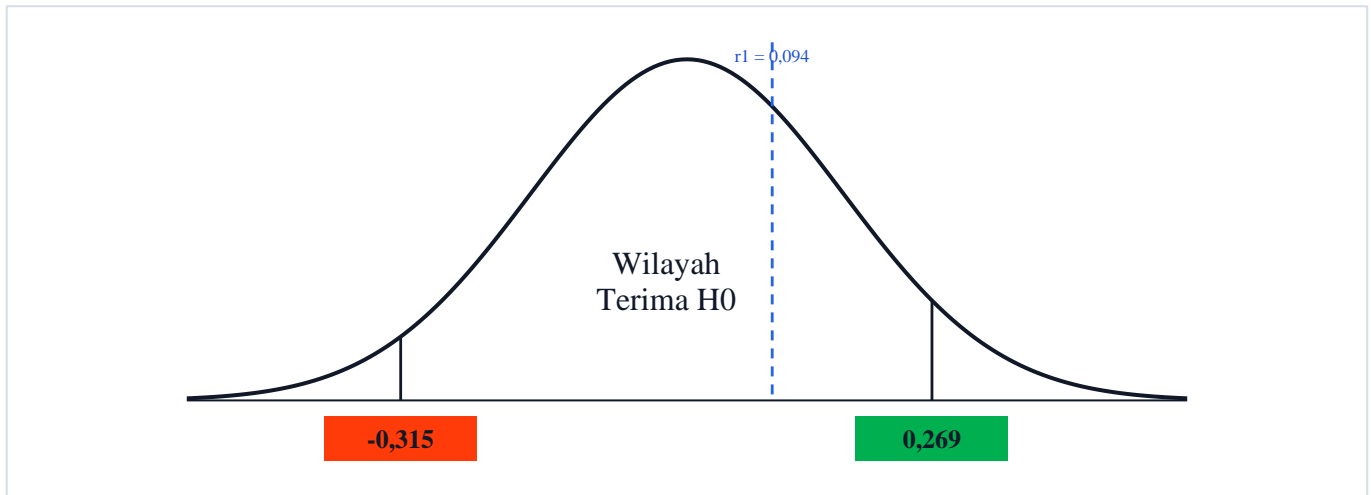
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1975	106,00	-7,94	269,67	63,11
1976	80,00	-33,94	-1.359,66	1.152,23
1977	154,00	40,06	1.764,67	1.604,45
1978	158,00	44,06	1.544,39	1.940,89
1979	149,00	35,06	107,11	1.228,89
1980	117,00	3,06	-88,44	9,34
1981	85,00	-28,94	-2.230,33	837,78
1982	191,00	77,06	-149,83	5.937,56
1983	112,00	-1,94	60,17	3,78
1984	83,00	-30,94	-1.115,72	957,56
1985	150,00	36,06	74,11	1.300,00
1986	116,00	2,06	-59,50	4,23
1987	85,00	-28,94	-1.043,61	837,78
1988	150,00	36,06	470,73	1.300,00
1989	127,00	13,06	-116,77	170,45
1990	105,00	-8,94	-9,44	80,00
1991	115,00	1,06	-40,58	1,11
1992	75,50	-38,44	-655,69	1.477,98
1993	131,00	17,06	-50,22	290,89

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1994	111,00	-2,94	-103,22	8,67
1995	149,00	35,06	-68,16	1.228,89
1996	112,00	-1,94	-42,89	3,78
1997	136,00	22,06	-417,83	486,45
1998	95,00	-18,94	453,61	358,89
1999	90,00	-23,94	525,45	573,34
2000	92,00	-21,94	744,89	481,56
2001	80,00	-33,94	1.152,23	1.152,23
2002	80,00	-33,94	982,50	1.152,23
2003	85,00	-28,94	287,84	837,78
2004	104,00	-9,94	248,06	98,89
2005	89,00	-24,94	547,39	622,23
2006	92,00	-21,94	-418,16	481,56
2007	133,00	19,06	229,73	363,11
2008	126,00	12,06	338,23	145,34
2009	142,00	28,06	-307,05	787,11
2010	103,00	-10,94	-0,61	119,78
2011	114,00	0,06	-0,83	0,00
2012	99,00	-14,94	567,06	223,34
2013	76,00	-37,94	-343,61	1.439,78
2014	123,00	9,06	471,39	82,00
2015	166,00	52,06	1.252,23	2.709,78
2016	138,00	24,06	97,56	578,67
2017	118,00	4,06	-182,27	16,45
2018	69,00	-44,94	-92,39	2.020,00
2019	116,00	2,06	-16,33	4,23

Parameter Uji Independen			
Jumlah	5.127,5000	n	45
Rata-rata	113,9444	Batas bawah	-0,31483
r1	0,09370	Batas atas	0,26937
Keputusan	Terima H0	Artinya	Independen

Gambar 5.4. - Kurva batas uji independen

Grafik ini menunjukkan posisi koefisien autokorelasi lag-1 (r1) terhadap batas bawah dan batas atas uji independen. Jika r1 berada di antara kedua batas, maka seri data dinyatakan independen berdasarkan uji ini.



5.5. Uji Konsistensi Antarstasiun

Uji konsistensi antarstasiun dilakukan sebagai validasi silang awal dengan membandingkan seri HHMT stasiun utama terhadap stasiun hujan terdekat. Parameter yang dihitung meliputi jumlah tahun overlap, korelasi Pearson, rasio rata-rata, MAE, dan RMSE. Hasil ini digunakan sebagai indikasi awal dan tidak menggantikan pemeriksaan data harian, kondisi topografi, serta karakter orografis setempat.

Uji konsistensi antarstasiun belum dapat dihitung. Tidak tersedia stasiun pembanding dengan data HHMT yang memadai pada radius pencarian.

5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

Grafik scatter belum dapat ditampilkan. Jumlah data overlap antara stasiun utama dan stasiun pembanding kurang dari 3 tahun.

5.7. Double Mass Curve

Double mass curve belum dapat ditampilkan. Jumlah data overlap antara stasiun utama dan stasiun pembanding kurang dari 3 tahun.

5.8. Matriks Kelayakan Data

Matriks berikut merangkum hasil pemeriksaan kualitas data, uji statistik, dan pembandingan antarstasiun sebagai dasar awal untuk menilai kelayakan penggunaan data pada analisis frekuensi hujan rancangan.

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Panjang data	45 tahun	Memenuhi	Layak untuk analisis frekuensi awal.
Tahun kosong	0 tahun	Baik	Tidak ada jeda tahun pada rentang data.
Uji pencilan	Tidak ada pencilan signifikan	Baik	Nilai ekstrem masih dalam batas statistik.
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembanding dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	Log Normal	Sementara	Perlu dibaca bersama evaluasi kewajaran hujan rancangan dan sensitivity analysis antar distribusi.

Catatan homogenitas: Hasil uji homogenitas menunjukkan seri data dapat dianggap homogen berdasarkan kriteria uji yang digunakan.

6. Statistik Deskriptif Curah Hujan

Jumlah data	45 tahun
Minimum	69,00 mm (2018)
Maksimum	191,00 mm (1982)
Rata-rata	113,94 mm
Median	112,00 mm
Standar deviasi sampel	28,27 mm
Koefisien variasi	0,248
Skewness sampel	0,532
Excess kurtosis	-0,218

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif sedang (0,532), sehingga distribusi yang memperhitungkan kemencengan perlu diperhatikan. Nilai excess kurtosis relatif dekat dengan nol sehingga bentuk distribusi tidak terlalu jauh dari distribusi normal. Interpretasi statistik digunakan sebagai indikator awal. Pemilihan distribusi tetap mengacu pada uji kecocokan distribusi, kualitas data, dan pertimbangan teknis perencanaan.

7. Ringkasan Analisa Curah Hujan Rancangan

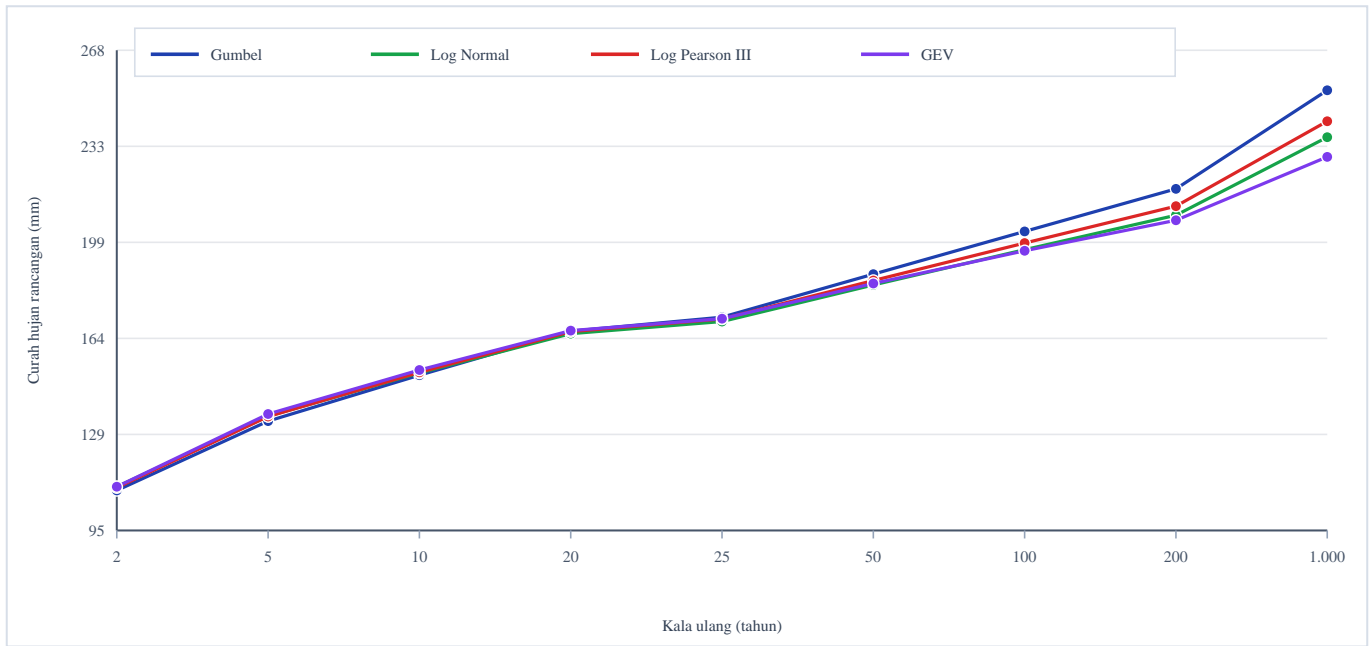
Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Normal dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencanaan.

Analisa curah hujan rancangan dihitung dengan distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
2	109,299	110,619	110,314	110,646
5	134,286	136,065	135,929	136,840
10	150,829	151,618	151,848	152,699
20	166,698	165,793	166,532	166,888
25	171,732	170,166	171,096	171,190
50	187,238	183,338	184,937	183,875
100	202,630	196,055	198,435	195,658
200	217,966	208,464	211,734	206,647
1.000	253,490	236,587	242,331	229,488

Gambar 7.1. - Grafik perbandingan curah hujan rancangan beberapa distribusi

Grafik ini memperlihatkan perbedaan hasil curah hujan rancangan antar distribusi pada setiap kala ulang. Perbedaan yang semakin besar pada kala ulang tinggi perlu menjadi bahan pertimbangan teknis dalam pemilihan nilai desain.



8. Detail Perhitungan Curah Hujan Rancangan

8.1 Metode Gumbel

Langkah perhitungan:

1. Hitung rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi sampel (S) dari data HHMT.
2. Estimasi parameter lokasi (μ) dan skala (β).
3. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$.
4. Hitung $Y_T = -\ln[-\ln(P)]$.
5. Hitung $X_T = \mu + \beta \times Y_T$.

Rumus: $X_T = \mu + \beta \times Y_T$; $Y_T = -\ln[-\ln(P)]$. Parameter: $\bar{x} = 113,944$ mm; $S = 28,274$ mm; $\mu = 101,21970$; $\beta = 22,04504$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	109,299
5	80,000%	1,49994	0,71945	134,286
10	90,000%	2,25037	1,30455	150,829
20	95,000%	2,97020	1,86580	166,698
25	96,000%	3,19853	2,04383	171,732
50	98,000%	3,90194	2,59228	187,238
100	99,000%	4,60015	3,13667	202,630
200	99,500%	5,29581	3,67907	217,966
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	253,490

8.2 Metode Log Normal

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data menjadi $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung rata-rata log (Y_{bar}) dan standar deviasi log (S_Y).

3. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$.
4. Ambil K_T dari invers distribusi normal standar.
5. Hitung $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$.
6. Konversi menjadi $X_T = 10^{Y_T}$.

Rumus: $Y = \log_{10}(X)$; $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $\bar{Y} = 2,04383$; $S_Y = 0,10684$.

T	P	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,04383	110,619
5	80,000%	0,84162	2,13375	136,065
10	90,000%	1,28155	2,18075	151,618
20	95,000%	1,64485	2,21957	165,793
25	96,000%	1,75069	2,23087	170,166
50	98,000%	2,05375	2,26325	183,338
100	99,000%	2,32635	2,29238	196,055
200	99,500%	2,57583	2,31903	208,464
1.000	99,900%	3,09023	2,37399	236,587

8.3 Metode Log Pearson III

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data HHMT menjadi $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung \bar{Y} , S_Y , dan koefisien kemencengan log (C_s).
3. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$ dan nilai Z.
4. Hitung faktor frekuensi K_T yang dipengaruhi C_s .
5. Hitung $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$.
6. Konversi menjadi $X_T = 10^{Y_T}$.

Rumus: $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $\bar{Y} = 2,04383$; $S_Y = 0,10684$; $C_s = 0,06723$.

T	P	Z	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,01120	2,04263	110,314
5	80,000%	0,84162	0,83754	2,13331	135,929
10	90,000%	1,28155	1,28772	2,18141	151,848
20	95,000%	1,64485	1,66294	2,22150	166,532
25	96,000%	1,75069	1,77284	2,23324	171,096
50	98,000%	2,05375	2,08906	2,26702	184,937
100	99,000%	2,32635	2,37541	2,29762	198,435
200	99,500%	2,57583	2,63910	2,32579	211,734
1.000	99,900%	3,09023	3,18774	2,38441	242,331

8.4 Metode GEV

Langkah perhitungan:

1. Urutkan data HHMT dan hitung probability weighted moments.
2. Turunkan L-moments: L1, L2, dan L-skewness t3.
3. Estimasi parameter GEV: lokasi (ξ), skala (α), dan bentuk (k).
4. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$.
5. Hitung kuantil GEV sebagai X_T .
6. Bandingkan hasil dengan distribusi lain melalui uji kecocokan.

Rumus: Kuantil GEV dihitung dari parameter ξ , α , dan k . Parameter: $\xi = 101,55629$; $\alpha = 25,23333$; $k = 0,09468$. $L1 = 113,94444$; $L2 = 16,14192$; $t3 = 0,11079$.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	110,646
5	80,000%	136,840
10	90,000%	152,699
20	95,000%	166,888
25	96,000%	171,190
50	98,000%	183,875
100	99,000%	195,658
200	99,500%	206,647
1.000	99,900%	229,488

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

Distribusi terbaik sementara: Log Normal. Pemilihan distribusi terbaik bersifat sementara dan perlu ditinjau bersama kualitas data, uji data awal, serta pertimbangan teknis perencanaan.

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,09334	0,24000	Diterima	4,26112	5,93687	Diterima	-
Log Normal	0,07747	0,24000	Diterima	3,08791	5,93687	Diterima	Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.
Log Pearson III	0,07618	0,24000	Diterima	3,18226	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,06995	0,24000	Diterima	2,69743	3,74676	Diterima	Distribusi ekstrem utama; hasil perlu dilihat bersama uji Chi-Square.

Catatan: Untuk data kurang dari 50 tahun, uji Chi-Square dipakai sebagai indikator pendukung bersama uji Kolmogorov-Smirnov, kualitas data, dan pertimbangan teknis.

10. Evaluasi Kewajaran Hujan Rancangan

10.1. Pemeriksaan Kewajaran Dasar

Evaluasi kewajaran hidrologis dilakukan untuk menilai apakah nilai hujan rancangan masih konsisten terhadap statistik data historis dan perbedaan antar distribusi. Evaluasi ini tidak menggantikan keputusan teknis perencanaan, tetapi menjadi alat kontrol sebelum hasil digunakan untuk debit banjir rencana.

Aspek Evaluasi	Hasil Pemeriksaan	Status	Catatan Teknis
----------------	-------------------	--------	----------------

R2 terhadap rata-rata HHMT	R2 Log Normal = 110,619 mm; rata-rata HHMT = 113,94 mm; rasio R2/rata-rata = 0,97	Wajar	Hujan rancangan T=2 umumnya berada di sekitar nilai pusat data. Selisih besar dapat menunjukkan pengaruh bentuk distribusi atau karakter data.
R2 terhadap median HHMT	R2 Log Normal = 110,619 mm; median HHMT = 112,00 mm; rasio R2/median = 0,99	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 196,055 mm; maksimum historis = 191,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 236,587 mm; maksimum historis = 191,00 mm	Wajar	Untuk kala ulang besar, nilai rancangan seharusnya dievaluasi terhadap maksimum historis dan kewajaran regional.

10.2. Selisih Antar Distribusi pada Kala Ulang Terpilih

Kala Ulang	Minimum	Maksimum	Rentang	Rentang/Mean	Interpretasi
25	170,166	171,732	1,565	0,9%	Selisih kecil-sedang
50	183,338	187,238	3,900	2,1%	Selisih kecil-sedang
100	195,658	202,630	6,973	3,5%	Selisih kecil-sedang
1000	229,488	253,490	24,002	10,0%	Selisih kecil-sedang

Catatan kewajaran:

- Jumlah data kurang dari 50 tahun; uji kecocokan dan ekstrapolasi kala ulang tinggi perlu dibaca sebagai indikasi, bukan keputusan tunggal.

Rekomendasi penggunaan: Hasil distribusi Log Normal dapat digunakan sebagai hasil statistik terpilih sementara. Untuk kebutuhan desain, terutama kala ulang menengah-besar, disarankan tetap melakukan *sensitivity analysis* terhadap Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV; memeriksa konsistensi dengan stasiun hujan terdekat; serta mempertimbangkan kewajaran regional sebelum menetapkan hujan rancangan final.

11. Rekomendasi Distribusi untuk Desain

Rekomendasi distribusi untuk desain disusun dengan mempertimbangkan distribusi terbaik sementara, kualitas data, hasil evaluasi kewajaran, dan kebutuhan penggunaan desain.

Tujuan Penggunaan	Distribusi/Strategi Disarankan	Catatan Teknis
Analisis statistik awal	Log Normal	Distribusi Log Normal merupakan distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan statistik yang tersedia.
Analisis desain konservatif	Bandingkan Gumbel, Log Pearson III, dan GEV	Gunakan <i>sensitivity analysis</i> untuk menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap hujan rancangan kala ulang menengah-besar.
Debit banjir rencana	Distribusi final setelah validasi data	Nilai hujan rancangan perlu dikaitkan dengan hujan wilayah, distribusi hujan, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.
Jika data masih perlu review	Jangan gunakan satu distribusi sebagai angka tunggal final	Gunakan hasil sebagai nilai sementara dan lakukan verifikasi data, uji konsistensi antarstasiun, dan evaluasi kewajaran hidrologis.

Nilai kunci distribusi terpilih: R100 = 196,055 mm. R1000 = 236,587 mm. Maksimum historis = 191,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi Log Normal dapat digunakan sebagai acuan statistik awal. Untuk nilai desain final, terutama apabila bangunan memiliki risiko tinggi atau kala ulang besar, disarankan membandingkan hasilnya dengan Gumbel dan Log Pearson III serta mempertimbangkan keputusan teknis perencana.

12. Kesimpulan Teknis

1. Data HHMT memiliki panjang data 45 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data tidak menunjukkan pencilan signifikan, tidak menunjukkan tren signifikan, homogen, dan independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Log Normal.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 196,055 mm dibanding maksimum historis 191,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembandingan memadai.
6. Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai dasar awal analisis frekuensi sebelum digunakan pada perhitungan debit banjir rencana final.

13. Rekomendasi Tindak Lanjut

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
1	Verifikasi ulang data harian pada tahun maksimum dan minimum HHMT.	Memastikan nilai ekstrem dan nilai rendah berasal dari pencatatan data yang valid.	Tinggi
2	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembandingan lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
3	Lakukan sensitivity analysis terhadap distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.	Menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap curah hujan rancangan kala ulang menengah-besar.	Tinggi
4	Gunakan distribusi Log Normal sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
5	Untuk analisis debit banjir rencana, lanjutkan ke hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.	Menghubungkan hasil HHMT dengan proses perhitungan debit banjir rencana.	Tinggi
6	Apabila data debit observasi tersedia, lakukan kalibrasi atau validasi hasil debit banjir terhadap kejadian historis.	Meningkatkan keandalan hasil analisis hidrologi desain.	Sedang

14. Detail Parameter Distribusi

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Rata-rata	\bar{x}	113,944	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	28,274	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	101,21970	-
Gumbel	Parameter skala	β	22,04504	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,04383	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,10684	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,04383	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,10684	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	0,06723	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	101,55629	-
GEV	Parameter skala	α	25,23333	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,09468	-

15. Catatan Kelayakan dan Penggunaan Hasil

Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Normal dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencanaan.

Hasil curah hujan rancangan pada laporan ini digunakan sebagai dasar awal untuk analisa lanjutan. Untuk debit banjir rencana, tahapan berikutnya adalah hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, transformasi hujan-limpasan dengan HSS/metode lain, serta kalibrasi dan validasi apabila data observasi tersedia.