

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Nepen, BOYOLALI, JAWA TENGAH

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/14>

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
45 tahun	103,94 mm	158,00 mm	GEV

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 **GEV**. 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	Nepen	Periode Data	1975 s.d. 2019
Lokasi	Desa Nepen, Kec. Teras, BOYOLALI	Provinsi	JAWA TENGAH
Wilayah Sungai	Bengawan Solo	Koordinat	-7.566850, 110.640867
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	Kiringan	Kiringan, Boyolali, BOYOLALI	8,34	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.

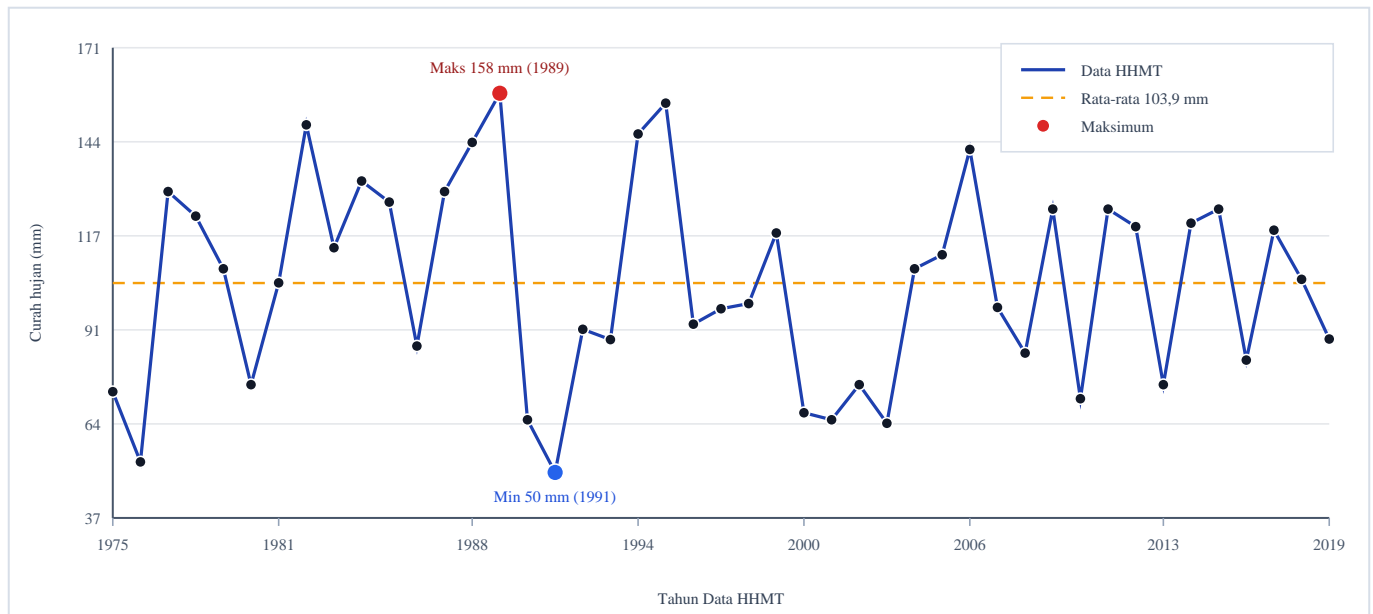
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1975	73,00	16-04-1975	OK
2	1976	53,00	14-01-1976	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1977	130,00	18-01-1977	OK
4	1978	123,00	23-01-1978	OK
5	1979	108,00	03-03-1979	OK
6	1980	75,00	29-03-1980	OK
7	1981	104,00	10-12-1981	OK
8	1982	149,00	24-01-1982	OK
9	1983	114,00	29-12-1983	OK
10	1984	133,00	13-12-1984	OK
11	1985	127,00	29-12-1985	OK
12	1986	86,00	13-10-1986	OK
13	1987	130,00	05-11-1987	OK
14	1988	144,00	05-02-1988	OK
15	1989	158,00	07-07-1989	OK
16	1990	65,00	22-04-1990	OK
17	1991	50,00	21-01-1991	OK
18	1992	90,77	05-12-1992	OK
19	1993	87,84	04-02-1993	OK
20	1994	146,40	17-11-1994	OK
21	1995	155,18	03-02-1995	OK
22	1996	92,23	07-03-1996	OK
23	1997	96,62	14-01-1997	OK
24	1998	98,09	26-12-1998	OK
25	1999	118,20	08-01-1999	OK
26	2000	67,00	27-02-2000	OK
27	2001	65,00	31-12-2001	OK
28	2002	75,00	22-01-2002	OK
29	2003	64,00	09-02-2003	OK
30	2004	108,00	06-01-2004	OK
31	2005	112,00	26-12-2005	OK
32	2006	142,00	22-01-2006	OK
33	2007	97,00	21-04-2007	OK
34	2008	84,00	30-01-2008	OK
35	2009	125,00	01-01-2009	OK
36	2010	71,00	17-02-2010	OK
37	2011	125,00	10-01-2011	OK
38	2012	120,00	07-03-2012	OK
39	2013	75,00	12-11-2013	OK
40	2014	121,00	30-03-2014	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
41	2015	125,00	01-02-2015	OK
42	2016	82,00	05-02-2016	OK
43	2017	119,00	29-12-2017	OK
44	2018	105,00	03-01-2018	OK
45	2019	88,00	17-04-2019	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	158,00 mm pada tahun 1989	Nilai minimum	50,00 mm pada tahun 1991
Jumlah data > 150 mm	2 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	8	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	2	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
1975	73,00	16-04-1975	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1976	53,00	14-01-1976	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1990	65,00	22-04-1990	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1991	50,00	21-01-1991	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2000	67,00	27-02-2000	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2001	65,00	31-12-2001	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2003	64,00	09-02-2003	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2010	71,00	17-02-2010	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1989	158,00	07-07-1989	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
1995	155,18	03-02-1995	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	44,66 mm
Uji Pencilan	Batas atas	223,10 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	-0,07157
Uji Tren	t hitung	-0,47051
Uji Tren	t kritis	2,01669
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	2,06851
Uji Homogenitas	F kritis	2,37277
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	1.113,38482
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	538,25518
Uji Independensi	r1 lag-1	0,18742

Uji	Parameter	Nilai
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

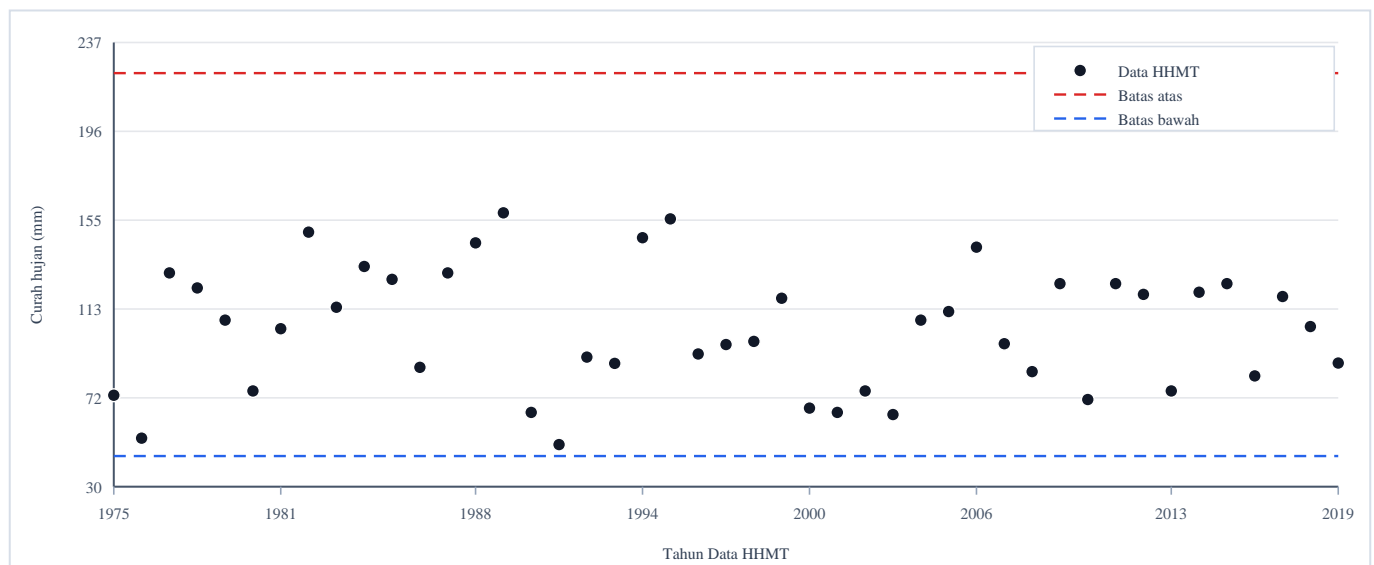
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X) ²	(log Xi - log X) ³	X max	X min	Status
1	1975	73,00	1,863323	-0,13589	0,01847	-0,00251	223,10	44,66	Accept
2	1976	53,00	1,724276	-0,27494	0,07559	-0,02078	223,10	44,66	Accept
3	1977	130,00	2,113943	0,11473	0,01316	0,00151	223,10	44,66	Accept
4	1978	123,00	2,089905	0,09069	0,00823	0,00075	223,10	44,66	Accept
5	1979	108,00	2,033424	0,03421	0,00117	0,00004	223,10	44,66	Accept
6	1980	75,00	1,875061	-0,12415	0,01541	-0,00191	223,10	44,66	Accept
7	1981	104,00	2,017033	0,01782	0,00032	0,00001	223,10	44,66	Accept
8	1982	149,00	2,173186	0,17397	0,03027	0,00527	223,10	44,66	Accept
9	1983	114,00	2,056905	0,05769	0,00333	0,00019	223,10	44,66	Accept
10	1984	133,00	2,123852	0,12464	0,01554	0,00194	223,10	44,66	Accept
11	1985	127,00	2,103804	0,10459	0,01094	0,00114	223,10	44,66	Accept
12	1986	86,00	1,934498	-0,06471	0,00419	-0,00027	223,10	44,66	Accept
13	1987	130,00	2,113943	0,11473	0,01316	0,00151	223,10	44,66	Accept
14	1988	144,00	2,158362	0,15915	0,02533	0,00403	223,10	44,66	Accept
15	1989	158,00	2,198657	0,19945	0,03978	0,00793	223,10	44,66	Accept
16	1990	65,00	1,812913	-0,18630	0,03471	-0,00647	223,10	44,66	Accept
17	1991	50,00	1,698970	-0,30024	0,09014	-0,02707	223,10	44,66	Accept
18	1992	90,77	1,957942	-0,04127	0,00170	-0,00007	223,10	44,66	Accept
19	1993	87,84	1,943692	-0,05552	0,00308	-0,00017	223,10	44,66	Accept
20	1994	146,40	2,165541	0,16633	0,02767	0,00460	223,10	44,66	Accept
21	1995	155,18	2,190836	0,19162	0,03672	0,00704	223,10	44,66	Accept
22	1996	92,23	1,964872	-0,03434	0,00118	-0,00004	223,10	44,66	Accept
23	1997	96,62	1,985067	-0,01414	0,00020	0,00000	223,10	44,66	Accept
24	1998	98,09	1,991625	-0,00759	0,00006	0,00000	223,10	44,66	Accept
25	1999	118,20	2,072617	0,07341	0,00539	0,00040	223,10	44,66	Accept
26	2000	67,00	1,826075	-0,17314	0,02998	-0,00519	223,10	44,66	Accept
27	2001	65,00	1,812913	-0,18630	0,03471	-0,00647	223,10	44,66	Accept
28	2002	75,00	1,875061	-0,12415	0,01541	-0,00191	223,10	44,66	Accept
29	2003	64,00	1,806180	-0,19303	0,03726	-0,00719	223,10	44,66	Accept
30	2004	108,00	2,033424	0,03421	0,00117	0,00004	223,10	44,66	Accept
31	2005	112,00	2,049218	0,05001	0,00250	0,00013	223,10	44,66	Accept
32	2006	142,00	2,152288	0,15308	0,02343	0,00359	223,10	44,66	Accept
33	2007	97,00	1,986772	-0,01244	0,00015	0,00000	223,10	44,66	Accept
34	2008	84,00	1,924279	-0,07493	0,00561	-0,00042	223,10	44,66	Accept
35	2009	125,00	2,096910	0,09770	0,00955	0,00093	223,10	44,66	Accept
36	2010	71,00	1,851258	-0,14795	0,02189	-0,00324	223,10	44,66	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
37	2011	125,00	2,096910	0,09770	0,00955	0,00093	223,10	44,66	Accept
38	2012	120,00	2,079181	0,07997	0,00640	0,00051	223,10	44,66	Accept
39	2013	75,00	1,875061	-0,12415	0,01541	-0,00191	223,10	44,66	Accept
40	2014	121,00	2,082785	0,08357	0,00698	0,00058	223,10	44,66	Accept
41	2015	125,00	2,096910	0,09770	0,00955	0,00093	223,10	44,66	Accept
42	2016	82,00	1,913814	-0,08540	0,00729	-0,00062	223,10	44,66	Accept
43	2017	119,00	2,075547	0,07634	0,00583	0,00044	223,10	44,66	Accept
44	2018	105,00	2,021189	0,02198	0,00048	0,00001	223,10	44,66	Accept
45	2019	88,00	1,944483	-0,05473	0,00300	-0,00016	223,10	44,66	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	45	Jumlah hujan	4.677,3300
Rataan hujan	103,9407	Rataan log X	1,999211
S log	0,128086	CS log	-0,47499
Kn	2,72700	n	45
Log XH	2,34850	XH / batas atas	223,102
Log XL	1,64992	XL / batas bawah	44,660
X maksimum data	158,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	50,000	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

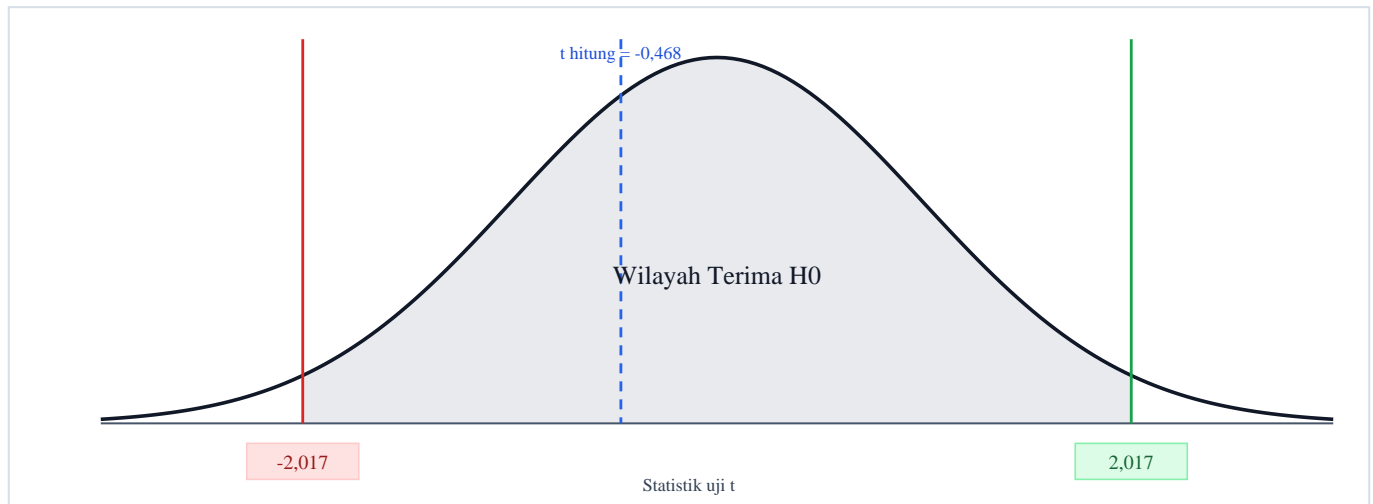
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1975	73,00	1	50,00	8,00	1,00	-7,00	49,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
1976	53,00	2	53,00	2,00	2,00	0,00	0,00
1977	130,00	3	64,00	37,50	3,00	-34,50	1.190,25
1978	123,00	4	65,00	32,00	4,00	-28,00	784,00
1979	108,00	5	65,00	24,50	5,00	-19,50	380,25
1980	75,00	6	67,00	10,00	6,00	-4,00	16,00
1981	104,00	7	71,00	22,00	7,00	-15,00	225,00
1982	149,00	8	73,00	43,00	8,00	-35,00	1.225,00
1983	114,00	9	75,00	27,00	9,00	-18,00	324,00
1984	133,00	10	75,00	39,00	10,00	-29,00	841,00
1985	127,00	11	75,00	36,00	11,00	-25,00	625,00
1986	86,00	12	82,00	14,00	12,00	-2,00	4,00
1987	130,00	13	84,00	37,50	13,00	-24,50	600,25
1988	144,00	14	86,00	41,00	14,00	-27,00	729,00
1989	158,00	15	87,84	45,00	15,00	-30,00	900,00
1990	65,00	16	88,00	4,50	16,00	11,50	132,25
1991	50,00	17	90,77	1,00	17,00	16,00	256,00
1992	90,77	18	92,23	17,00	18,00	1,00	1,00
1993	87,84	19	96,62	15,00	19,00	4,00	16,00
1994	146,40	20	97,00	42,00	20,00	-22,00	484,00
1995	155,18	21	98,09	44,00	21,00	-23,00	529,00
1996	92,23	22	104,00	18,00	22,00	4,00	16,00
1997	96,62	23	105,00	19,00	23,00	4,00	16,00
1998	98,09	24	108,00	21,00	24,00	3,00	9,00
1999	118,20	25	108,00	28,00	25,00	-3,00	9,00
2000	67,00	26	112,00	6,00	26,00	20,00	400,00
2001	65,00	27	114,00	4,50	27,00	22,50	506,25
2002	75,00	28	118,20	10,00	28,00	18,00	324,00
2003	64,00	29	119,00	3,00	29,00	26,00	676,00
2004	108,00	30	120,00	24,50	30,00	5,50	30,25
2005	112,00	31	121,00	26,00	31,00	5,00	25,00
2006	142,00	32	123,00	40,00	32,00	-8,00	64,00
2007	97,00	33	125,00	20,00	33,00	13,00	169,00
2008	84,00	34	125,00	13,00	34,00	21,00	441,00
2009	125,00	35	125,00	34,00	35,00	1,00	1,00
2010	71,00	36	127,00	7,00	36,00	29,00	841,00
2011	125,00	37	130,00	34,00	37,00	3,00	9,00
2012	120,00	38	130,00	30,00	38,00	8,00	64,00
2013	75,00	39	133,00	10,00	39,00	29,00	841,00
2014	121,00	40	142,00	31,00	40,00	9,00	81,00
2015	125,00	41	144,00	34,00	41,00	7,00	49,00
2016	82,00	42	146,40	12,00	42,00	30,00	900,00
2017	119,00	43	149,00	29,00	43,00	14,00	196,00
2018	105,00	44	155,18	23,00	44,00	21,00	441,00
2019	88,00	45	158,00	16,00	45,00	29,00	841,00

Parameter Uji Tren			
n	45	df	43
Total D²	16.260,5000	Kp / r Spearman	-0,07118
t hitung	-0,46794	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.

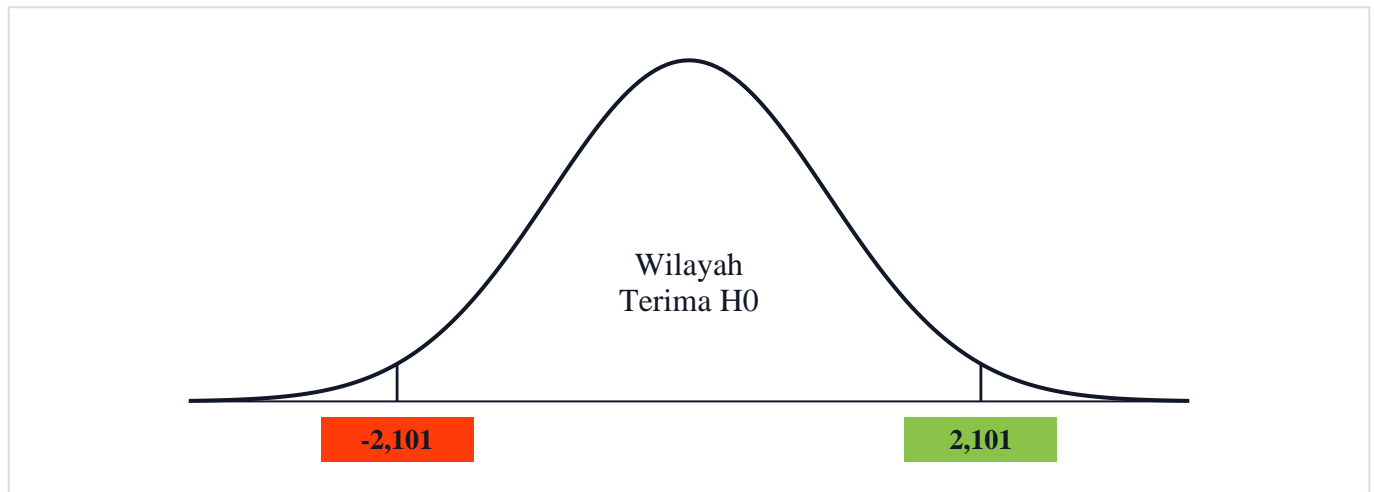
Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	73,00	96,62
2	53,00	98,09
3	130,00	118,20
4	123,00	67,00
5	108,00	65,00
6	75,00	75,00
7	104,00	64,00
8	149,00	108,00
9	114,00	112,00
10	133,00	142,00
11	127,00	97,00
12	86,00	84,00
13	130,00	125,00
14	144,00	71,00
15	158,00	125,00
16	65,00	120,00
17	50,00	75,00
18	90,77	121,00

No.	Variabel 1	Variabel 2
19	87,84	125,00
20	146,40	82,00
21	155,18	119,00
22	92,23	105,00
23	-	88,00

Uji F			
Varians 1	1.113,38482	df 1	21
Varians 2	538,25518	df 2	22
F hitung	2,06851	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

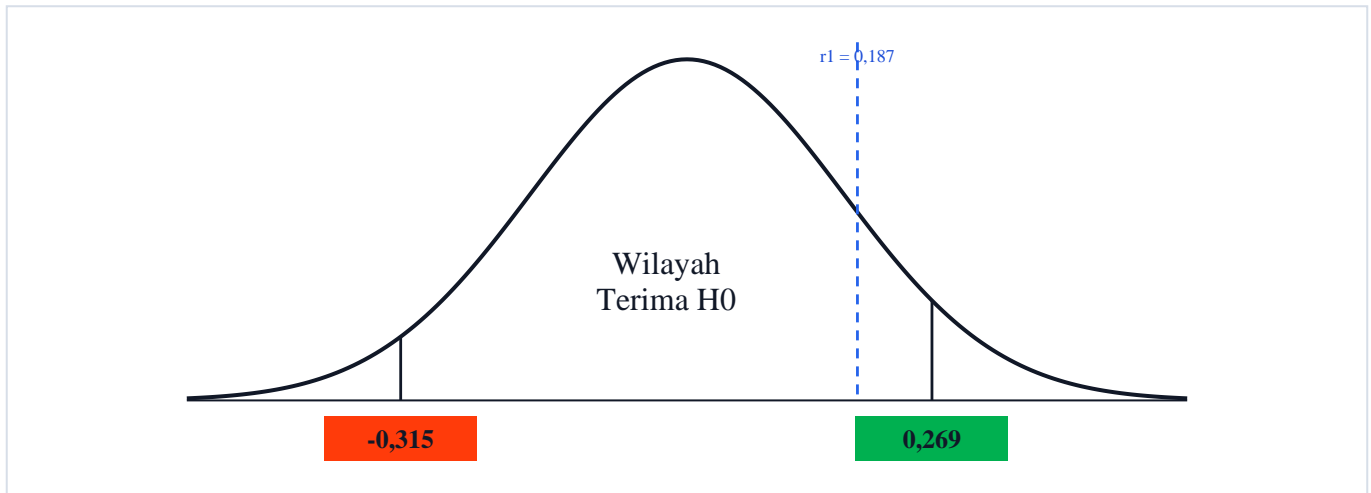
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1975	73,00	-30,94	1.576,14	957,32
1976	53,00	-50,94	-1.327,48	2.594,95
1977	130,00	26,06	496,67	679,09
1978	123,00	19,06	77,37	363,26
1979	108,00	4,06	-117,48	16,48
1980	75,00	-28,94	-1,72	837,56
1981	104,00	0,06	2,67	0,00
1982	149,00	45,06	453,27	2.030,34
1983	114,00	10,06	292,32	101,19
1984	133,00	29,06	670,09	844,44
1985	127,00	23,06	-413,70	531,73
1986	86,00	-17,94	-467,52	321,87

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1987	130,00	26,06	1.043,92	679,09
1988	144,00	40,06	2.165,58	1.604,75
1989	158,00	54,06	-2.105,11	2.922,41
1990	65,00	-38,94	2.100,49	1.516,38
1991	50,00	-53,94	710,43	2.909,60
1992	90,77	-13,17	212,06	173,47
1993	87,84	-16,10	-683,62	259,23
1994	146,40	42,46	2.175,59	1.802,79
1995	155,18	51,24	-600,05	2.625,47
1996	92,23	-11,71	85,73	137,14
1997	96,62	-7,32	42,83	53,59
1998	98,09	-5,85	-83,43	34,23
1999	118,20	14,26	-526,75	203,33
2000	67,00	-36,94	1.438,49	1.364,61
2001	65,00	-38,94	1.126,97	1.516,38
2002	75,00	-28,94	1.155,91	837,56
2003	64,00	-39,94	-162,13	1.595,26
2004	108,00	4,06	32,72	16,48
2005	112,00	8,06	306,73	64,95
2006	142,00	38,06	-264,16	1.448,51
2007	97,00	-6,94	138,40	48,17
2008	84,00	-19,94	-419,94	397,63
2009	125,00	21,06	-693,71	443,50
2010	71,00	-32,94	-693,71	1.085,09
2011	125,00	21,06	338,20	443,50
2012	120,00	16,06	-464,77	257,90
2013	75,00	-28,94	-493,71	837,56
2014	121,00	17,06	359,26	291,02
2015	125,00	21,06	-462,06	443,50
2016	82,00	-21,94	-330,41	481,39
2017	119,00	15,06	15,95	226,78
2018	105,00	1,06	-16,89	1,12
2019	88,00	-15,94	493,21	254,10

Parameter Uji Independen			
Jumlah	4.677,3300	n	45
Rata-rata	103,9407	Batas bawah	-0,31483
r1	0,18742	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	GEV	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	50,00 mm (1991)
Maksimum	158,00 mm (1989)
Rata-rata	103,94 mm
Median	105,00 mm
Standar deviasi sampel	28,70 mm
Koefisien variasi	0,276
Skewness sampel	0,007
Excess kurtosis	-0,934

Interpretasi statistik: Data HHMT relatif mendekati simetris berdasarkan nilai skewness. 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 GEV 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	99,225	99,819	102,241	103,868
5	124,592	127,942	126,879	129,548
10	141,388	145,667	140,899	142,497
20	157,498	162,142	153,390	152,557
25	162,609	167,282	157,230	155,339
50	178,352	182,923	168,855	162,848
100	193,978	198,237	180,281	168,946
200	209,548	213,373	191,755	173,922
1.000	245,614	248,329	219,532	182,264

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: $\bar{x} = 103,941$ mm; $S = 28,705$ mm; $\mu = 91,02193$; $\beta = 22,38112$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	99,225
5	80,000%	1,49994	0,71945	124,592
10	90,000%	2,25037	1,30455	141,388
20	95,000%	2,97020	1,86580	157,498
25	96,000%	3,19853	2,04383	162,609
50	98,000%	3,90194	2,59228	178,352
100	99,000%	4,60015	3,13667	193,978
200	99,500%	5,29581	3,67907	209,548
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	245,614

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: $\bar{Y} = 1,99921$; $S_Y = 0,12809$.

T	P	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,99921	99,819
5	80,000%	0,84162	2,10701	127,942
10	90,000%	1,28155	2,16336	145,667
20	95,000%	1,64485	2,20989	162,142
25	96,000%	1,75069	2,22345	167,282
50	98,000%	2,05375	2,26227	182,923
100	99,000%	2,32635	2,29718	198,237
200	99,500%	2,57583	2,32914	213,373
1.000	99,900%	3,09023	2,39503	248,329

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: $\bar{Y} = 1,99921$; $S_Y = 0,12809$; $C_s = -0,47499$.

T	P	Z	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,08129	2,00962	102,241
5	80,000%	0,84162	0,81334	2,10339	126,879
10	90,000%	1,28155	1,16872	2,14891	140,899
20	95,000%	1,64485	1,45672	2,18580	153,390
25	96,000%	1,75069	1,54056	2,19654	157,230
50	98,000%	2,05375	1,78241	2,22751	168,855
100	99,000%	2,32635	2,00442	2,25595	180,281
200	99,500%	2,57583	2,21363	2,28275	191,755
1.000	99,900%	3,09023	2,67231	2,34150	219,532

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: $\xi = 93,61444$; $\alpha = 29,47197$; $k = 0,28651$. $L1 = 103,94067$; $L2 = 16,66791$; $t3 = -0,00105$.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	103,868
5	80,000%	129,548
10	90,000%	142,497
20	95,000%	152,557
25	96,000%	155,339
50	98,000%	162,848
100	99,000%	168,946
200	99,500%	173,922
1.000	99,900%	182,264

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

Distribusi terbaik sementara: GEV. 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	0,13442	0,24000	Diterima	6,77821	5,93687	Ditolak	-
Log Normal	0,10802	0,24000	Diterima	3,64884	5,93687	Diterima	Pembandingan untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,10161	0,24000	Diterima	2,70392	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,07167	0,24000	Diterima	1,62996	3,74676	Diterima	Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.

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 GEV = 103,868 mm; rata-rata HHMT = 103,94 mm; rasio R2/rata-rata = 1,00	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 GEV = 103,868 mm; median HHMT = 105,00 mm; rasio R2/median = 0,99	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 168,946 mm; maksimum historis = 158,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 182,264 mm; maksimum historis = 158,00 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	155,339	167,282	11,944	7,4%	Selisih kecil-sedang
50	162,848	182,923	20,075	11,6%	Selisih kecil-sedang
100	168,946	198,237	29,291	15,8%	Selisih kecil-sedang
1000	182,264	248,329	66,066	29,5%	Selisih besar

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 GEV 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	GEV	Distribusi GEV 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 = 168,946 mm. R1000 = 182,264 mm. Maksimum historis = 158,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi GEV 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 GEV.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 168,946 mm dibanding maksimum historis 158,00 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 GEV 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}	103,941	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	28,705	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	91,02193	-
Gumbel	Parameter skala	β	22,38112	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,99921	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,12809	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,99921	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,12809	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,47499	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	93,61444	-
GEV	Parameter skala	α	29,47197	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,28651	-

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 GEV 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.