Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Sajira BPSDA, Lebak, Banten
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/132

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
24 tahun	**63,90 mm**	**122,00 mm**	**GEV**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 24 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan ketidakindependenan. 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	Sajira BPSDA	**Periode Data**	1998 s.d. 2022
Lokasi	Desa Sajira, Kec. Sajira, Lebak	**Provinsi**	Banten
Wilayah Sungai	CIDANAU-CIUJUNG-CIDURIAN	**Koordinat**	-6.491667, 106.353889
Pengelola	BPSDA Ciujung Cidanau		

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	CIMINYAK - CILAKI	Ciminyak, Muncang, Lebak	7,36	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	24 tahun	**Tahun kosong**	1 tahun
Data HHMT < 50 mm	8 data	**Status uji data**	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

Daftar Tahun Kosong

Daftar berikut dihitung otomatis dari rentang tahun awal sampai tahun akhir data HHMT. Tahun kosong perlu dicatat karena dapat memengaruhi interpretasi panjang data efektif.

No.	Tahun Kosong	Keterangan
1	2020	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.

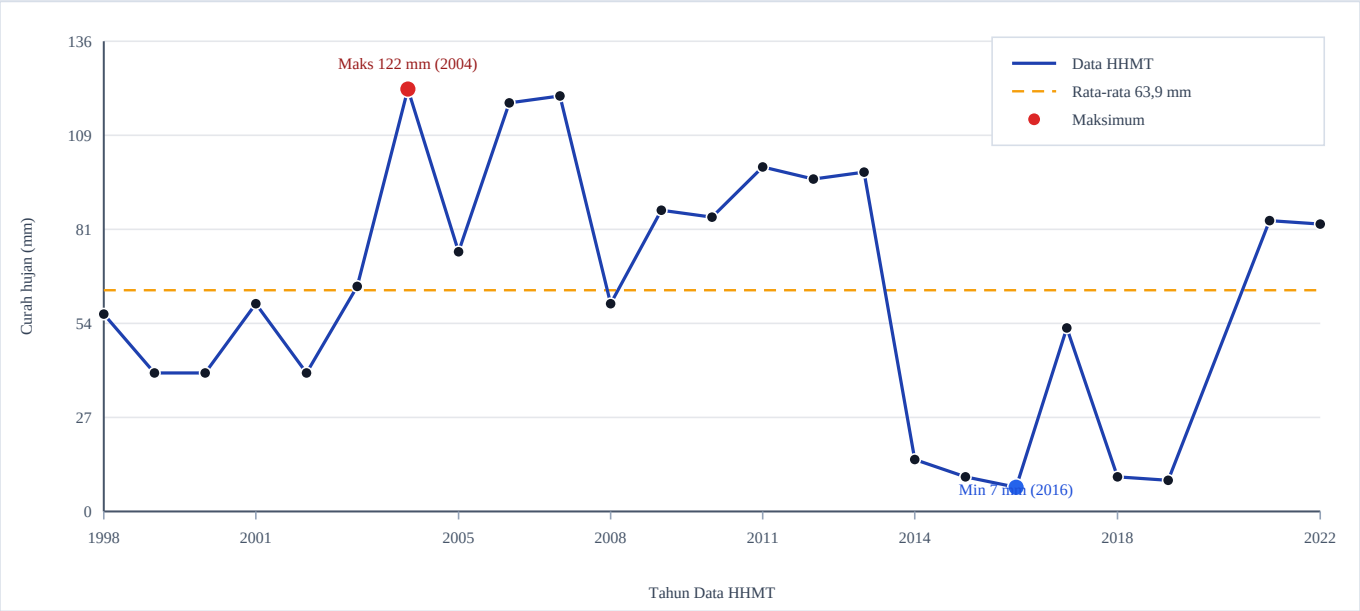
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	1998	57,00	30-01-1998	OK
2	1999	40,00	01-01-1999	Perlu cek
3	2000	40,00	03-01-2000	Perlu cek
4	2001	60,00	07-02-2001	OK
5	2002	40,00	12-02-2002	Perlu cek
6	2003	65,00	26-04-2003	OK
7	2004	122,00	21-04-2004	OK
8	2005	75,00	18-02-2005	OK
9	2006	118,00	30-07-2006	OK
10	2007	120,00	06-02-2007	OK
11	2008	60,00	28-02-2008	OK
12	2009	87,00	13-03-2009	OK
13	2010	85,00	14-02-2010	OK
14	2011	99,50	26-11-2011	OK
15	2012	96,00	17-04-2012	OK
16	2013	98,00	10-01-2013	OK
17	2014	15,00	15-01-2014	Perlu cek
18	2015	10,00	09-02-2015	Perlu cek
19	2016	7,00	23-10-2016	Perlu cek
20	2017	53,00	18-12-2017	OK
21	2018	10,00	24-06-2018	Perlu cek
22	2019	9,00	13-10-2019	Perlu cek
23	2021	84,00	14-09-2021	OK
24	2022	83,00	29-12-2022	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	122,00 mm pada tahun 2004	**Nilai minimum**	7,00 mm pada tahun 2016
Jumlah data > 150 mm	0 data	**Jumlah data < 50 mm**	8 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	8	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	13	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	0	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
1998	57,00	30-01-1998	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1999	40,00	01-01-1999	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2000	40,00	03-01-2000	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2001	60,00	07-02-2001	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2002	40,00	12-02-2002	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2003	65,00	26-04-2003	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2008	60,00	28-02-2008	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2014	15,00	15-01-2014	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2015	10,00	09-02-2015	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2016	7,00	23-10-2016	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2017	53,00	18-12-2017	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2018	10,00	24-06-2018	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2019	9,00	13-10-2019	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
Tidak ada data HHMT di atas ambang tinggi 150 mm.			

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	Tidak Independen	Autokorelasi lag-1 berada di luar batas penerimaan; seri data perlu review independensi.

Status akhir uji data: Perlu Review. Seri data perlu review teknis pada satu atau lebih uji data.

- Uji Independensi: Autokorelasi lag-1 berada di luar batas penerimaan; seri data perlu review independensi.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,4658
Uji Pencilan	Batas bawah	5,25 mm
Uji Pencilan	Batas atas	445,29 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	-0,15934
Uji Tren	t hitung	-0,75704
Uji Tren	t kritis	2,07387
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,68300
Uji Homogenitas	F kritis	3,47370
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	977,69697
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.645,46023
Uji Independensi	r1 lag-1	0,51392
Uji Independensi	Batas bawah	-0,44318
Uji Independensi	Batas atas	0,35622

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.

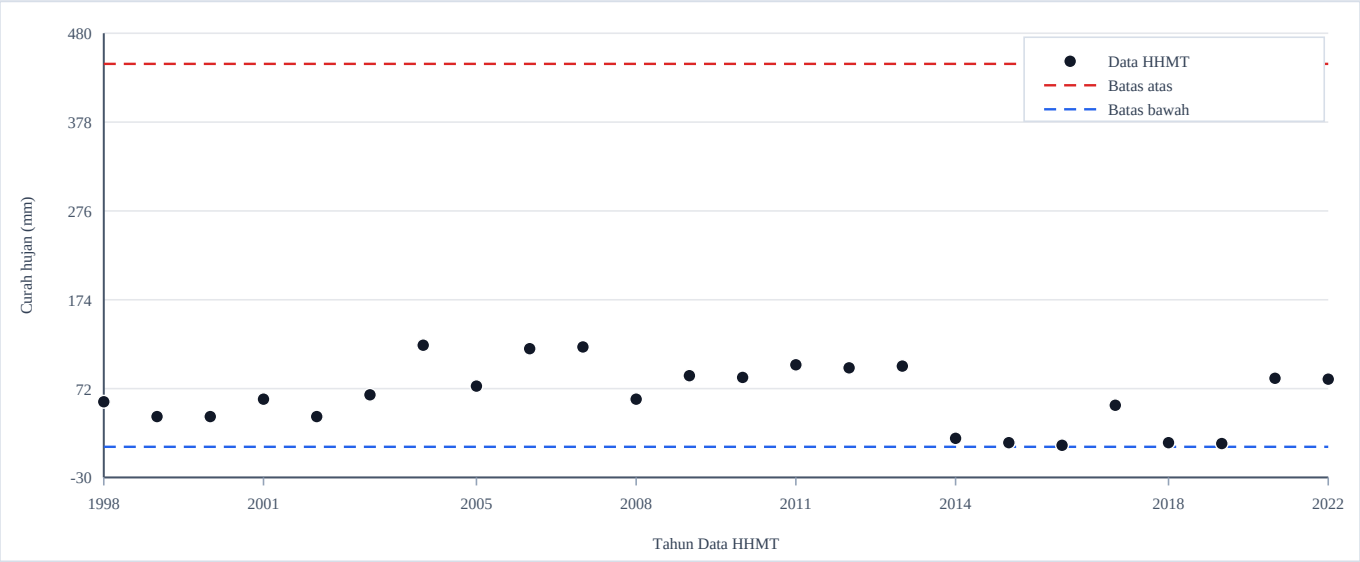
Tabel 5.1. – Uji Pencilan

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	1998	57,00	1,755875	0,07141	0,00510	0,00036	445,29	5,25	Accept
2	1999	40,00	1,602060	-0,08240	0,00679	-0,00056	445,29	5,25	Accept
3	2000	40,00	1,602060	-0,08240	0,00679	-0,00056	445,29	5,25	Accept
4	2001	60,00	1,778151	0,09369	0,00878	0,00082	445,29	5,25	Accept
5	2002	40,00	1,602060	-0,08240	0,00679	-0,00056	445,29	5,25	Accept
6	2003	65,00	1,812913	0,12845	0,01650	0,00212	445,29	5,25	Accept
7	2004	122,00	2,086360	0,40190	0,16152	0,06492	445,29	5,25	Accept
8	2005	75,00	1,875061	0,19060	0,03633	0,00692	445,29	5,25	Accept
9	2006	118,00	2,071882	0,38742	0,15009	0,05815	445,29	5,25	Accept
10	2007	120,00	2,079181	0,39472	0,15580	0,06150	445,29	5,25	Accept
11	2008	60,00	1,778151	0,09369	0,00878	0,00082	445,29	5,25	Accept
12	2009	87,00	1,939519	0,25506	0,06505	0,01659	445,29	5,25	Accept
13	2010	85,00	1,929419	0,24496	0,06000	0,01470	445,29	5,25	Accept
14	2011	99,50	1,997823	0,31336	0,09820	0,03077	445,29	5,25	Accept
15	2012	96,00	1,982271	0,29781	0,08869	0,02641	445,29	5,25	Accept
16	2013	98,00	1,991226	0,30676	0,09410	0,02887	445,29	5,25	Accept
17	2014	15,00	1,176091	-0,50837	0,25844	-0,13138	445,29	5,25	Accept
18	2015	10,00	1,000000	-0,68446	0,46849	-0,32066	445,29	5,25	Accept
19	2016	7,00	0,845098	-0,83936	0,70453	-0,59136	445,29	5,25	Accept
20	2017	53,00	1,724276	0,03981	0,00159	0,00006	445,29	5,25	Accept
21	2018	10,00	1,000000	-0,68446	0,46849	-0,32066	445,29	5,25	Accept
22	2019	9,00	0,954243	-0,73022	0,53322	-0,38937	445,29	5,25	Accept
23	2021	84,00	1,924279	0,23982	0,05751	0,01379	445,29	5,25	Accept
24	2022	83,00	1,919078	0,23462	0,05504	0,01291	445,29	5,25	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	24	**Jumlah hujan**	1.533,5000
Rataan hujan	63,8958	**Rataan log X**	1,684462
S log	0,391021	**CS log**	-1,12289
Kn	2,46580	**n**	24
Log XH	2,64864	**XH / batas atas**	445,287
Log XL	0,72028	**XL / batas bawah**	5,251
X maksimum data	122,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	7,000	**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.

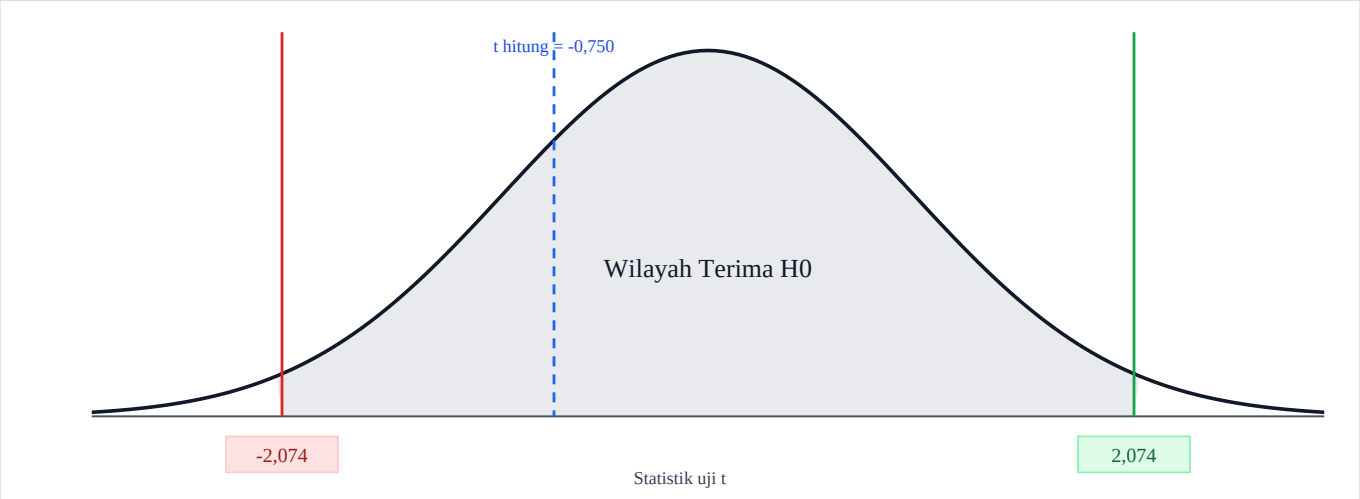
Tabel 5.2 – Uji Tren

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1998	57,00	1	7,00	10,00	1,00	-9,00	81,00
1999	40,00	2	9,00	7,00	2,00	-5,00	25,00
2000	40,00	3	10,00	7,00	3,00	-4,00	16,00
2001	60,00	4	10,00	11,50	4,00	-7,50	56,25
2002	40,00	5	15,00	7,00	5,00	-2,00	4,00
2003	65,00	6	40,00	13,00	6,00	-7,00	49,00
2004	122,00	7	40,00	24,00	7,00	-17,00	289,00
2005	75,00	8	40,00	14,00	8,00	-6,00	36,00
2006	118,00	9	53,00	22,00	9,00	-13,00	169,00
2007	120,00	10	57,00	23,00	10,00	-13,00	169,00
2008	60,00	11	60,00	11,50	11,00	-0,50	0,25
2009	87,00	12	60,00	18,00	12,00	-6,00	36,00
2010	85,00	13	65,00	17,00	13,00	-4,00	16,00
2011	99,50	14	75,00	21,00	14,00	-7,00	49,00
2012	96,00	15	83,00	19,00	15,00	-4,00	16,00
2013	98,00	16	84,00	20,00	16,00	-4,00	16,00
2014	15,00	17	85,00	5,00	17,00	12,00	144,00
2015	10,00	18	87,00	3,50	18,00	14,50	210,25
2016	7,00	19	96,00	1,00	19,00	18,00	324,00
2017	53,00	20	98,00	9,00	20,00	11,00	121,00
2018	10,00	21	99,50	3,50	21,00	17,50	306,25
2019	9,00	22	118,00	2,00	22,00	20,00	400,00
2021	84,00	23	120,00	16,00	23,00	7,00	49,00
2022	83,00	24	122,00	15,00	24,00	9,00	81,00

Parameter Uji Tren			
n	24	**df**	22
Total D²	2.663,0000	**Kp / r Spearman**	-0,15783
t hitung	-0,74967	**t tabel**	2,07387
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.

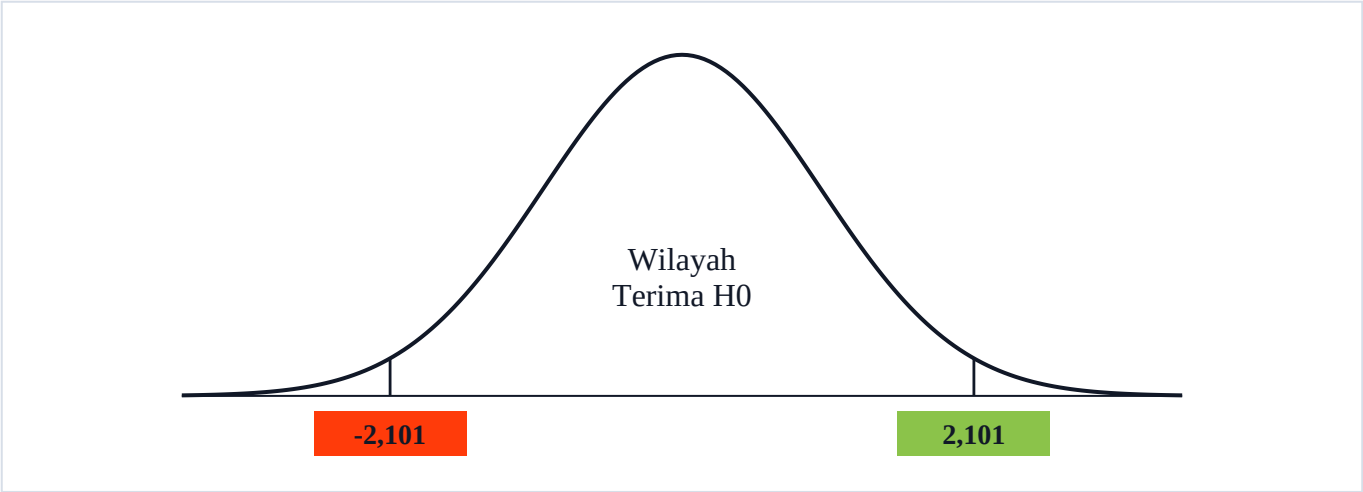
Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	57,00	85,00
2	40,00	99,50
3	40,00	96,00
4	60,00	98,00
5	40,00	15,00
6	65,00	10,00
7	122,00	7,00
8	75,00	53,00
9	118,00	10,00
10	120,00	9,00
11	60,00	84,00
12	87,00	83,00

Uji F			
Varians 1	977,69697	**df 1**	11
Varians 2	1.645,46023	**df 2**	11
F hitung	1,68300	**N1**	12
F tabel atas	3,47370	**N2**	12

Uji F			
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

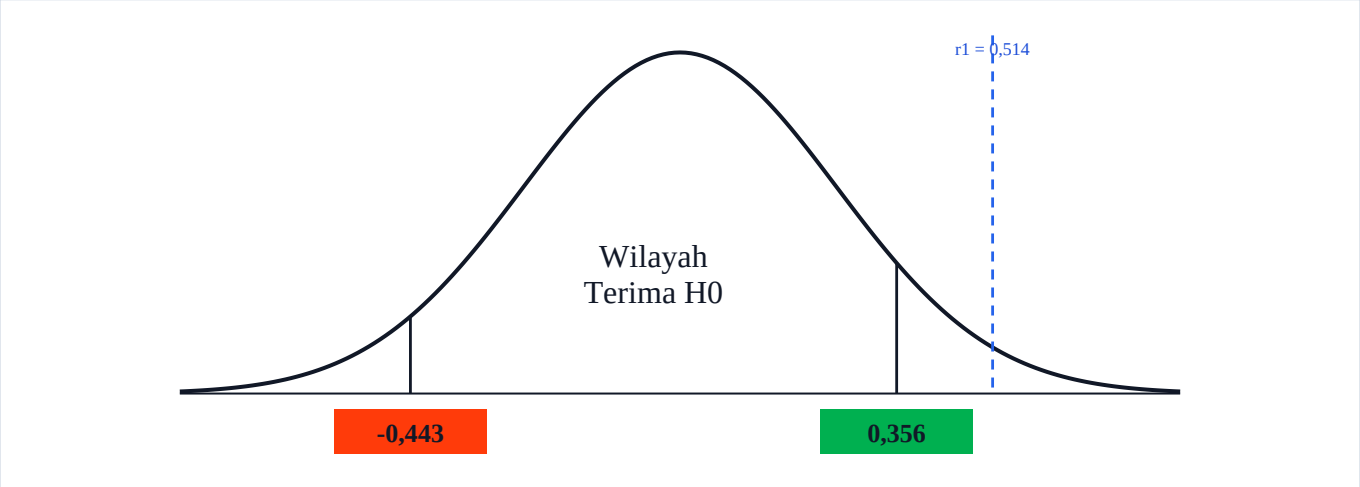
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1998	57,00	-6,90	164,78	47,55
1999	40,00	-23,90	571,01	571,01
2000	40,00	-23,90	93,09	571,01
2001	60,00	-3,90	93,09	15,18
2002	40,00	-23,90	-26,38	571,01
2003	65,00	1,10	64,16	1,22
2004	122,00	58,10	645,20	3.376,09
2005	75,00	11,10	600,78	123,30
2006	118,00	54,10	3.035,47	2.927,26
2007	120,00	56,10	-218,57	3.147,68
2008	60,00	-3,90	-90,01	15,18
2009	87,00	23,10	487,59	533,80
2010	85,00	21,10	751,40	445,39
2011	99,50	35,60	1.143,04	1.267,66
2012	96,00	32,10	1.094,89	1.030,68
2013	98,00	34,10	-1.667,55	1.163,09
2014	15,00	-48,90	2.635,28	2.390,80
2015	10,00	-53,90	3.066,45	2.904,76
2016	7,00	-56,90	619,93	3.237,14
2017	53,00	-10,90	587,24	118,72
2018	10,00	-53,90	2.958,66	2.904,76
2019	9,00	-54,90	-1.103,63	3.013,55

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2021	84,00	20,10	384,07	404,18
2022	83,00	19,10	-131,74	364,97

Parameter Uji Independen			
Jumlah	1.533,5000	**n**	24
Rata-rata	63,8958	**Batas bawah**	-0,44318
r1	0,51392	**Batas atas**	0,35622
Keputusan	Tolak H0	**Artinya**	Tidak 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	24 tahun	Memenuhi	Layak untuk analisis frekuensi awal.
Tahun kosong	1 tahun	Perlu catatan	Perlu dicantumkan dan ditinjau dampaknya terhadap kontinuitas seri.
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	Tidak independen	Perlu review	Hasil hujan rancangan sebaiknya diperlakukan sebagai hasil sementara.
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	24 tahun
Minimum	7,00 mm (2016)
Maksimum	122,00 mm (2004)
Rata-rata	63,90 mm
Median	62,50 mm
Standar deviasi sampel	36,80 mm
Koefisien variasi	0,576
Skewness sampel	-0,129
Excess kurtosis	-1,038

Interpretasi statistik: Data HHMT relatif mendekati simetris berdasarkan nilai skewness. Nilai excess kurtosis negatif menunjukkan distribusi relatif lebih datar dibanding distribusi normal. Interpretasi statistik digunakan sebagai indikator awal. Pemilihan distribusi tetap mengacu pada uji kecocokan distribusi, kualitas data, dan pertimbangan teknis perencana.

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 menunjukkan ketidakindependenan, 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 perencana.

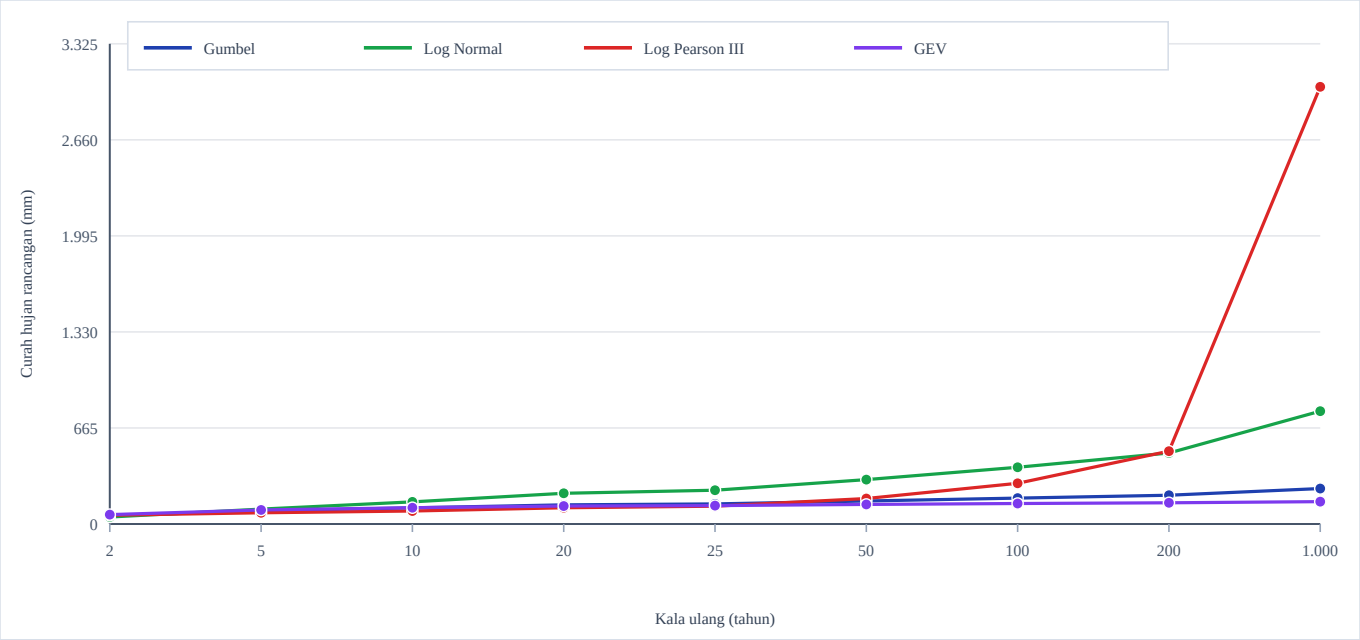
Analisa curah hujan rancangan dihitung dengan distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV

2	57,850	48,357	60,749	65,013
5	90,371	103,170	77,727	97,316
10	111,902	153,311	89,981	112,758
20	132,556	212,634	112,421	124,276
25	139,107	233,892	123,311	127,376
50	159,289	307,270	176,346	135,535
100	179,322	392,746	281,785	141,908
200	199,282	491,659	504,378	146,911
1.000	245,518	781,279	3.027,425	154,803

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 (x̄) 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 = μ + β × Y_T.

Rumus: X_T = μ + β × Y_T; Y_T = -ln[-ln(P)]. Parameter: x̄ = 63,896 mm; S = 36,799 mm; μ = 47,33428; β = 28,69214.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**57,850**

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
5	80,000%	1,49994	0,71945	**90,371**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**111,902**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**132,556**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**139,107**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**159,289**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**179,322**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**199,282**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**245,518**

8.2 Metode Log Normal

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data menjadi Y = log10(X).
2. Hitung rata-rata log (Ybar) 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 = Ybar + K_T × S_Y.
6. Konversi menjadi X_T = 10^Y_T.

Rumus: Y = log10(X); Y_T = Ybar + K_T × S_Y; X_T = 10^Y_T. Parameter: Ybar = 1,68446; S_Y = 0,39102.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,68446	**48,357**
5	80,000%	0,84162	2,01355	**103,170**
10	90,000%	1,28155	2,18557	**153,311**
20	95,000%	1,64485	2,32763	**212,634**
25	96,000%	1,75069	2,36902	**233,892**
50	98,000%	2,05375	2,48752	**307,270**
100	99,000%	2,32635	2,59411	**392,746**
200	99,500%	2,57583	2,69166	**491,659**
1.000	99,900%	3,09023	2,89281	**781,279**

8.3 Metode Log Pearson III

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data HHMT menjadi Y = log10(X).
2. Hitung Ybar, 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 = Ybar + K_T × S_Y.
6. Konversi menjadi X_T = 10^Y_T.

Rumus: Y_T = Ybar + K_T × S_Y; X_T = 10^Y_T. Parameter: Ybar = 1,68446; S_Y = 0,39102; C_s = -1,12289.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,25339	1,78354	**60,749**
5	80,000%	0,84162	0,52710	1,89057	**77,727**
10	90,000%	1,28155	0,68971	1,95415	**89,981**
20	95,000%	1,64485	0,93700	2,05085	**112,421**
25	96,000%	1,75069	1,03969	2,09100	**123,311**
50	98,000%	2,05375	1,43702	2,24637	**176,346**
100	99,000%	2,32635	1,95758	2,44992	**281,785**
200	99,500%	2,57583	2,60420	2,70276	**504,378**
1.000	99,900%	3,09023	4,59467	3,48107	**3.027,425**

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: ξ = 51,58873; α = 38,97087; k = 0,34200. L1 = 63,89583; L2 = 21,45199; t3 = -0,03157.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**65,013**
5	80,000%	**97,316**
10	90,000%	**112,758**
20	95,000%	**124,276**
25	96,000%	**127,376**
50	98,000%	**135,535**
100	99,000%	**141,908**
200	99,500%	**146,911**
1.000	99,900%	**154,803**

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 perencana.

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,15432	0,32000	Diterima	3,79565	5,93687	Diterima	-

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chikritis	Chi	Catatan
Log Normal	0,18055	0,32000	Diterima	9,89907	5,93687	Ditolak	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,25806	0,32000	Diterima	6,41548	3,74676	Ditolak	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	**0,09538**	**0,32000**	**Diterima**	**0,96198**	**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 perencana, 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 = 65,013 mm; rata-rata HHMT = 63,90 mm; rasio R2/rata-rata = 1,02	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 = 65,013 mm; median HHMT = 62,50 mm; rasio R2/median = 1,04	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 141,908 mm; maksimum historis = 122,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 154,803 mm; maksimum historis = 122,00 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	123,311	233,892	110,581	70,9%	Selisih besar
50	135,535	307,270	171,734	88,2%	Selisih besar
100	141,908	392,746	250,837	100,8%	Selisih besar
1000	154,803	3.027,425	2.872,622	273,0%	Selisih besar

Catatan kewajaran:

- Uji independensi tidak terpenuhi; hasil rancangan sebaiknya diperlakukan sebagai hasil sementara sampai review data selesai.
- 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. Hasil uji independensi tidak terpenuhi, sehingga rekomendasi distribusi perlu diperlakukan sebagai rekomendasi sementara.
Analisis desain konservatif	Bandingkan Gumbel, Log Pearson III, dan GEV	Gunakan *sensitivity analysis* 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 = 141,908 mm. R1000 = 154,803 mm. Maksimum historis = 122,00 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 24 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 tidak independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah GEV.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 141,908 mm dibanding maksimum historis 122,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembanding 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 indikasi awal atau pembanding, tetapi belum direkomendasikan sebagai nilai final tunggal karena uji independensi belum terpenuhi 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	Cek kelengkapan data pada tahun kosong dan dokumentasikan penyebab kekosongan data.	Menjaga transparansi seri data dan menghindari bias interpretasi panjang data.	Tinggi
3	Lakukan review independensi dengan pemeriksaan autokorelasi tambahan dan evaluasi periode basah-kering.	Menjelaskan penyebab ketidakindependenan data sebelum hasil digunakan sebagai nilai desain final.	Tinggi

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
4	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 pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
5	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
6	Gunakan distribusi GEV sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
7	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
8	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	$\bar{x}$	63,896	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	36,799	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	47,33428	-
Gumbel	Parameter skala	β	28,69214	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,68446	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,39102	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,68446	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,39102	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-1,12289	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	51,58873	-
GEV	Parameter skala	α	38,97087	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,34200	-

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 menunjukkan ketidakindependenan, 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 perencana.

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.