

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Bojonegoro, BOJONEGORO, JAWA TIMUR

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/65>

Jumlah Data 45 tahun	Rata-rata HHMT 97,34 mm	Hujan Maksimum 173,00 mm	Distribusi Terbaik GEV
--------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------------------------

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 45 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan pencilan. 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	Bojonegoro	Periode Data	1975 s.d. 2019
Lokasi	Desa Kalianyar, Kec. Kapas, BOJONEGORO	Provinsi	JAWA TIMUR
Wilayah Sungai	Bengawan Solo	Koordinat	-7.171266, 111.897587
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	Bojonegoro Kalikethek ARR	Banjarrejo, Bojonegoro, BOJONEGORO	3,92	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	2 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.

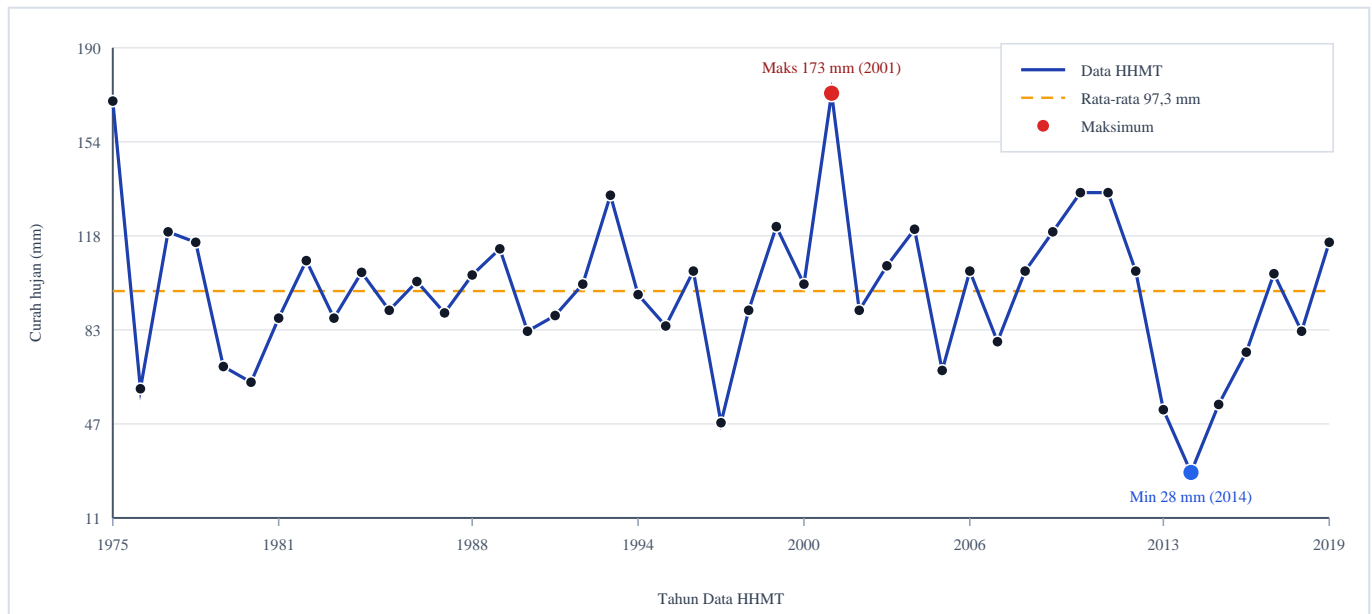
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1975	170,00	28-01-1975	OK
2	1976	60,00	31-12-1976	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1977	120,00	24-01-1977	OK
4	1978	116,00	14-03-1978	OK
5	1979	68,50	10-10-1979	OK
6	1980	62,50	21-03-1980	OK
7	1981	87,00	15-12-1981	OK
8	1982	109,00	30-12-1982	OK
9	1983	87,00	07-02-1983	OK
10	1984	104,50	12-01-1984	OK
11	1985	90,00	22-10-1985	OK
12	1986	101,00	25-03-1986	OK
13	1987	89,00	02-03-1987	OK
14	1988	103,50	21-12-1988	OK
15	1989	113,50	20-02-1989	OK
16	1990	82,00	18-12-1990	OK
17	1991	88,00	03-04-1991	OK
18	1992	100,00	05-04-1992	OK
19	1993	134,00	05-03-1993	OK
20	1994	96,00	06-12-1994	OK
21	1995	84,00	16-11-1995	OK
22	1996	105,00	11-12-1996	OK
23	1997	47,00	12-01-1997	Perlu cek
24	1998	90,00	23-01-1998	OK
25	1999	122,00	23-12-1999	OK
26	2000	100,00	18-11-2000	OK
27	2001	173,00	22-01-2001	OK
28	2002	90,00	25-11-2002	OK
29	2003	107,00	13-11-2003	OK
30	2004	121,00	12-01-2004	OK
31	2005	67,00	05-04-2005	OK
32	2006	105,00	24-01-2006	OK
33	2007	78,00	16-03-2007	OK
34	2008	105,00	24-01-2008	OK
35	2009	120,00	06-03-2009	OK
36	2010	135,00	24-01-2010	OK
37	2011	135,00	09-03-2011	OK
38	2012	105,00	26-03-2012	OK
39	2013	52,00	05-01-2013	OK
40	2014	28,00	20-12-2014	Pencilan bawah

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
41	2015	54,00	16-03-2015	OK
42	2016	74,00	23-11-2016	OK
43	2017	104,00	21-11-2017	OK
44	2018	82,00	24-02-2018	OK
45	2019	116,00	05-03-2019	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	173,00 mm pada tahun 2001	Nilai minimum	28,00 mm pada tahun 2014
Jumlah data > 150 mm	2 data	Jumlah data < 50 mm	2 data
Jumlah pencilan terdeteksi	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
2014	28,00 mm	37,08 mm	231,54 mm	Pencilan bawah

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	2	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	9	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
1976	60,00	31-12-1976	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1979	68,50	10-10-1979	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1980	62,50	21-03-1980	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1997	47,00	12-01-1997	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2005	67,00	05-04-2005	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2013	52,00	05-01-2013	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2014	28,00	20-12-2014	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2015	54,00	16-03-2015	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2016	74,00	23-11-2016	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1975	170,00	28-01-1975	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2001	173,00	22-01-2001	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	Ada Pencilan	Ditemukan data yang berada di luar batas pencilan dan perlu review teknis.
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: Perlu Review. Seri data perlu review teknis pada satu atau lebih uji data.

- Uji Pencilan: Ditemukan data yang berada di luar batas pencilan dan perlu review teknis.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,7270
Uji Pencilan	Batas bawah	37,08 mm
Uji Pencilan	Batas atas	231,54 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1
Uji Tren	r Spearman	-0,02795
Uji Tren	t hitung	-0,18335
Uji Tren	t kritis	2,01669
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan

Uji	Parameter	Nilai
Uji Homogenitas	F hitung	1,88971
Uji Homogenitas	F kritis	2,39378
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	585,31872
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.106,08300
Uji Independensi	r1 lag-1	0,13480
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	170,00	2,230449	0,26358	0,06947	0,01831	231,54	37,08	Accept
2	1976	60,00	1,778151	-0,18872	0,03562	-0,00672	231,54	37,08	Accept
3	1977	120,00	2,079181	0,11231	0,01261	0,00142	231,54	37,08	Accept
4	1978	116,00	2,064458	0,09759	0,00952	0,00093	231,54	37,08	Accept
5	1979	68,50	1,835691	-0,13118	0,01721	-0,00226	231,54	37,08	Accept
6	1980	62,50	1,795880	-0,17099	0,02924	-0,00500	231,54	37,08	Accept
7	1981	87,00	1,939519	-0,02735	0,00075	-0,00002	231,54	37,08	Accept
8	1982	109,00	2,037426	0,07055	0,00498	0,00035	231,54	37,08	Accept
9	1983	87,00	1,939519	-0,02735	0,00075	-0,00002	231,54	37,08	Accept
10	1984	104,50	2,019116	0,05224	0,00273	0,00014	231,54	37,08	Accept
11	1985	90,00	1,954243	-0,01263	0,00016	0,00000	231,54	37,08	Accept
12	1986	101,00	2,004321	0,03745	0,00140	0,00005	231,54	37,08	Accept
13	1987	89,00	1,949390	-0,01748	0,00031	-0,00001	231,54	37,08	Accept
14	1988	103,50	2,014940	0,04807	0,00231	0,00011	231,54	37,08	Accept
15	1989	113,50	2,054996	0,08812	0,00777	0,00068	231,54	37,08	Accept
16	1990	82,00	1,913814	-0,05306	0,00282	-0,00015	231,54	37,08	Accept
17	1991	88,00	1,944483	-0,02239	0,00050	-0,00001	231,54	37,08	Accept
18	1992	100,00	2,000000	0,03313	0,00110	0,00004	231,54	37,08	Accept
19	1993	134,00	2,127105	0,16023	0,02567	0,00411	231,54	37,08	Accept
20	1994	96,00	1,982271	0,01540	0,00024	0,00000	231,54	37,08	Accept
21	1995	84,00	1,924279	-0,04259	0,00181	-0,00008	231,54	37,08	Accept
22	1996	105,00	2,021189	0,05432	0,00295	0,00016	231,54	37,08	Accept
23	1997	47,00	1,672098	-0,29477	0,08689	-0,02561	231,54	37,08	Accept
24	1998	90,00	1,954243	-0,01263	0,00016	0,00000	231,54	37,08	Accept
25	1999	122,00	2,086360	0,11949	0,01428	0,00171	231,54	37,08	Accept
26	2000	100,00	2,000000	0,03313	0,00110	0,00004	231,54	37,08	Accept
27	2001	173,00	2,238046	0,27117	0,07354	0,01994	231,54	37,08	Accept
28	2002	90,00	1,954243	-0,01263	0,00016	0,00000	231,54	37,08	Accept
29	2003	107,00	2,029384	0,06251	0,00391	0,00024	231,54	37,08	Accept
30	2004	121,00	2,082785	0,11591	0,01344	0,00156	231,54	37,08	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
31	2005	67,00	1,826075	-0,14080	0,01982	-0,00279	231,54	37,08	Accept
32	2006	105,00	2,021189	0,05432	0,00295	0,00016	231,54	37,08	Accept
33	2007	78,00	1,892095	-0,07478	0,00559	-0,00042	231,54	37,08	Accept
34	2008	105,00	2,021189	0,05432	0,00295	0,00016	231,54	37,08	Accept
35	2009	120,00	2,079181	0,11231	0,01261	0,00142	231,54	37,08	Accept
36	2010	135,00	2,130334	0,16346	0,02672	0,00437	231,54	37,08	Accept
37	2011	135,00	2,130334	0,16346	0,02672	0,00437	231,54	37,08	Accept
38	2012	105,00	2,021189	0,05432	0,00295	0,00016	231,54	37,08	Accept
39	2013	52,00	1,716003	-0,25087	0,06294	-0,01579	231,54	37,08	Accept
40	2014	28,00	1,447158	-0,51971	0,27010	-0,14038	231,54	37,08	Pencilan bawah
41	2015	54,00	1,732394	-0,23448	0,05498	-0,01289	231,54	37,08	Accept
42	2016	74,00	1,869232	-0,09764	0,00953	-0,00093	231,54	37,08	Accept
43	2017	104,00	2,017033	0,05016	0,00252	0,00013	231,54	37,08	Accept
44	2018	82,00	1,913814	-0,05306	0,00282	-0,00015	231,54	37,08	Accept
45	2019	116,00	2,064458	0,09759	0,00952	0,00093	231,54	37,08	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	45	Jumlah hujan	4.380,5000
Rataan hujan	97,3444	Rataan log X	1,966872
S log	0,145859	CS log	-1,16304
Kn	2,72700	n	45
Log XH	2,36463	XH / batas atas	231,543
Log XL	1,56911	XL / batas bawah	37,078
X maksimum data	173,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	28,000	Keputusan minimum	Detect pencilan Min

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

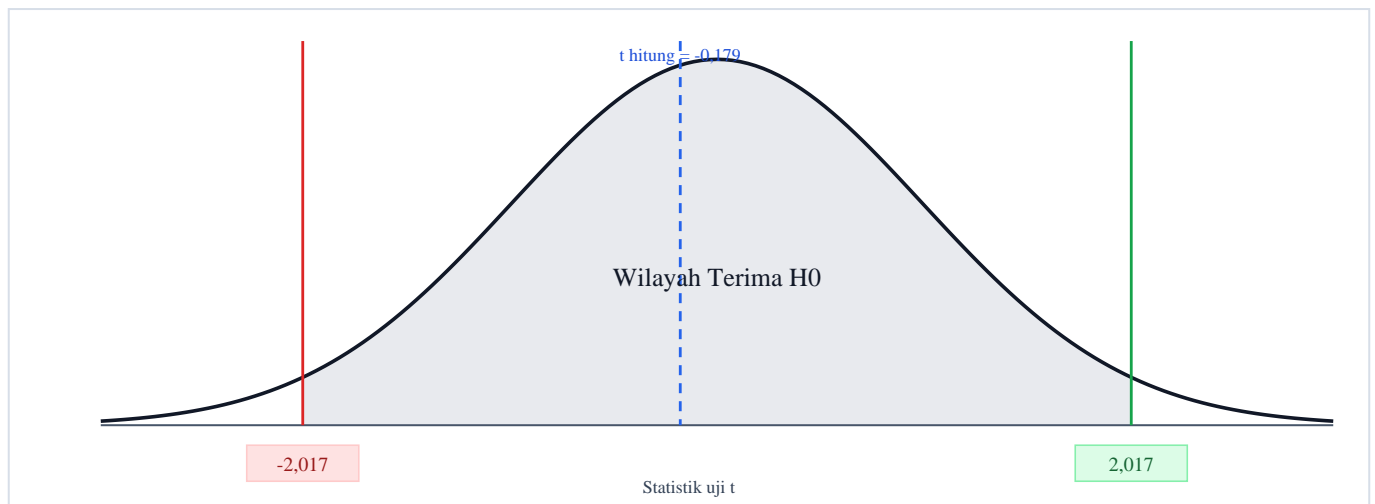
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
1975	170,00	1	28,00	44,00	1,00	-43,00	1.849,00
1976	60,00	2	47,00	5,00	2,00	-3,00	9,00
1977	120,00	3	52,00	37,50	3,00	-34,50	1.190,25
1978	116,00	4	54,00	35,50	4,00	-31,50	992,25
1979	68,50	5	60,00	8,00	5,00	-3,00	9,00
1980	62,50	6	62,50	6,00	6,00	0,00	0,00
1981	87,00	7	67,00	14,50	7,00	-7,50	56,25
1982	109,00	8	68,50	33,00	8,00	-25,00	625,00
1983	87,00	9	74,00	14,50	9,00	-5,50	30,25
1984	104,50	10	78,00	27,00	10,00	-17,00	289,00
1985	90,00	11	82,00	19,00	11,00	-8,00	64,00
1986	101,00	12	82,00	24,00	12,00	-12,00	144,00
1987	89,00	13	84,00	17,00	13,00	-4,00	16,00
1988	103,50	14	87,00	25,00	14,00	-11,00	121,00
1989	113,50	15	87,00	34,00	15,00	-19,00	361,00
1990	82,00	16	88,00	11,50	16,00	4,50	20,25
1991	88,00	17	89,00	16,00	17,00	1,00	1,00
1992	100,00	18	90,00	22,50	18,00	-4,50	20,25
1993	134,00	19	90,00	41,00	19,00	-22,00	484,00
1994	96,00	20	90,00	21,00	20,00	-1,00	1,00
1995	84,00	21	96,00	13,00	21,00	8,00	64,00
1996	105,00	22	100,00	29,50	22,00	-7,50	56,25
1997	47,00	23	100,00	2,00	23,00	21,00	441,00
1998	90,00	24	101,00	19,00	24,00	5,00	25,00
1999	122,00	25	103,50	40,00	25,00	-15,00	225,00
2000	100,00	26	104,00	22,50	26,00	3,50	12,25
2001	173,00	27	104,50	45,00	27,00	-18,00	324,00
2002	90,00	28	105,00	19,00	28,00	9,00	81,00
2003	107,00	29	105,00	32,00	29,00	-3,00	9,00
2004	121,00	30	105,00	39,00	30,00	-9,00	81,00
2005	67,00	31	105,00	7,00	31,00	24,00	576,00
2006	105,00	32	107,00	29,50	32,00	2,50	6,25
2007	78,00	33	109,00	10,00	33,00	23,00	529,00
2008	105,00	34	113,50	29,50	34,00	4,50	20,25
2009	120,00	35	116,00	37,50	35,00	-2,50	6,25
2010	135,00	36	116,00	42,50	36,00	-6,50	42,25
2011	135,00	37	120,00	42,50	37,00	-5,50	30,25
2012	105,00	38	120,00	29,50	38,00	8,50	72,25
2013	52,00	39	121,00	3,00	39,00	36,00	1.296,00
2014	28,00	40	122,00	1,00	40,00	39,00	1.521,00
2015	54,00	41	134,00	4,00	41,00	37,00	1.369,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
2016	74,00	42	135,00	9,00	42,00	33,00	1.089,00
2017	104,00	43	135,00	26,00	43,00	17,00	289,00
2018	82,00	44	170,00	11,50	44,00	32,50	1.056,25
2019	116,00	45	173,00	35,50	45,00	9,50	90,25

Parameter Uji Tren			
n	45	df	43
Total D ²	15.594,0000	Kp / r Spearman	-0,02727
t hitung	-0,17891	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.

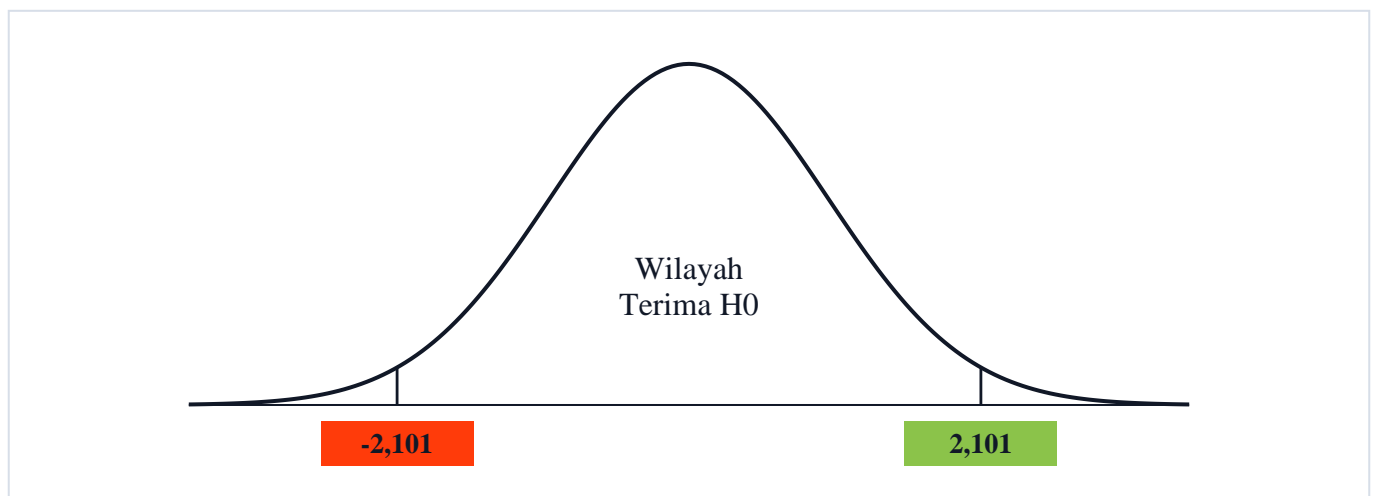
Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	170,00	47,00
2	60,00	90,00
3	120,00	122,00
4	116,00	100,00
5	68,50	173,00
6	62,50	90,00
7	87,00	107,00
8	109,00	121,00
9	87,00	67,00
10	104,50	105,00
11	90,00	78,00
12	101,00	105,00

No.	Variabel 1	Variabel 2
13	89,00	120,00
14	103,50	135,00
15	113,50	135,00
16	82,00	105,00
17	88,00	52,00
18	100,00	28,00
19	134,00	54,00
20	96,00	74,00
21	84,00	104,00
22	105,00	82,00
23	-	116,00

Uji F			
Varians 1	585,31872	df 1	21
Varians 2	1.106,08300	df 2	22
F hitung	1,88971	N1	22
F tabel atas	2,39378	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

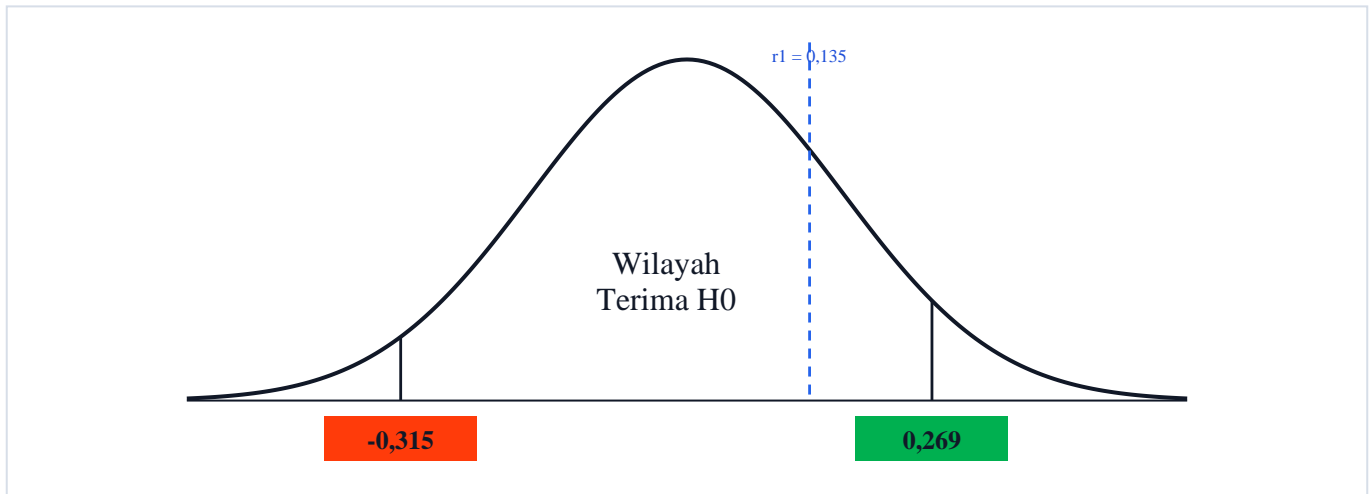
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1975	170,00	72,66	-2.713,28	5.278,83
1976	60,00	-37,34	-846,06	1.394,61
1977	120,00	22,66	422,65	513,27
1978	116,00	18,66	-538,11	348,03
1979	68,50	-28,84	1.005,07	832,00
1980	62,50	-34,84	360,45	1.214,14

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1981	87,00	-10,34	-120,57	107,01
1982	109,00	11,66	-120,57	135,85
1983	87,00	-10,34	-74,02	107,01
1984	104,50	7,16	-52,55	51,20
1985	90,00	-7,34	-26,85	53,94
1986	101,00	3,66	-30,50	13,36
1987	89,00	-8,34	-51,36	69,63
1988	103,50	6,16	99,45	37,89
1989	113,50	16,16	-247,90	261,00
1990	82,00	-15,34	143,39	235,45
1991	88,00	-9,34	-24,81	87,32
1992	100,00	2,66	97,34	7,05
1993	134,00	36,66	-49,28	1.343,63
1994	96,00	-1,34	17,94	1,81
1995	84,00	-13,34	-102,16	178,07
1996	105,00	7,66	-385,41	58,61
1997	47,00	-50,34	369,75	2.534,56
1998	90,00	-7,34	-181,08	53,94
1999	122,00	24,66	65,47	607,90
2000	100,00	2,66	200,91	7,05
2001	173,00	75,66	-555,65	5.723,76
2002	90,00	-7,34	-70,91	53,94
2003	107,00	9,66	228,41	93,23
2004	121,00	23,66	-717,81	559,59
2005	67,00	-30,34	-232,30	920,79
2006	105,00	7,66	-148,09	58,61
2007	78,00	-19,34	-148,09	374,21
2008	105,00	7,66	173,44	58,61
2009	120,00	22,66	853,11	513,27
2010	135,00	37,66	1.417,94	1.417,94
2011	135,00	37,66	288,27	1.417,94
2012	105,00	7,66	-347,14	58,61
2013	52,00	-45,34	3.144,39	2.056,12
2014	28,00	-69,34	3.005,70	4.808,65
2015	54,00	-43,34	1.011,85	1.878,74
2016	74,00	-23,34	-155,37	544,96
2017	104,00	6,66	-102,13	44,30
2018	82,00	-15,34	-286,26	235,45
2019	116,00	18,66	1.355,43	348,03

Parameter Uji Independen			
Jumlah	4.380,5000	n	45
Rata-rata	97,3444	Batas bawah	-0,31483
r1	0,13480	Batas atas	0,26937
Keputusan	Terima H0	Artinya	Independen

Gambar 5.4. - Kurva batas uji independen

Grafik ini menunjukkan posisi koefisien autokorelasi lag-1 (r_1) terhadap batas bawah dan batas atas uji independen. Jika r_1 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	Ada indikasi pencilan	Perlu review	Nilai ekstrem perlu verifikasi lebih lanjut.
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.

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
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	28,00 mm (2014)
Maksimum	173,00 mm (2001)
Rata-rata	97,34 mm
Median	100,00 mm
Standar deviasi sampel	28,88 mm
Koefisien variasi	0,297
Skewness sampel	0,227
Excess kurtosis	0,937

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 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 pencilan, 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	92,600	92,656	101,453	97,072
5	118,122	122,922	109,463	121,813
10	135,021	142,495	114,897	134,439
20	151,230	160,987	124,857	144,338
25	156,372	166,812	129,415	147,091
50	172,211	184,685	149,141	154,566
100	187,933	202,391	180,254	160,690

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
200	203,598	220,080	228,675	165,730
1.000	239,885	261,585	479,221	174,296

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: $\bar{x} = 97,344$ mm; $S = 28,881$ mm; $\mu = 84,34664$; $\beta = 22,51811$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	92,600
5	80,000%	1,49994	0,71945	118,122
10	90,000%	2,25037	1,30455	135,021
20	95,000%	2,97020	1,86580	151,230
25	96,000%	3,19853	2,04383	156,372
50	98,000%	3,90194	2,59228	172,211
100	99,000%	4,60015	3,13667	187,933

T	P	Y _T	K _T	X _T (mm)
200	99,500%	5,29581	3,67907	203,598
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	239,885

8.2 Metode Log Normal

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data menjadi $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung rata-rata log (\bar{Y}) 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: $\bar{Y} = 1,96687$; $S_Y = 0,14586$.

T	P	K _T	log X _T	X _T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,96687	92,656
5	80,000%	0,84162	2,08963	122,922
10	90,000%	1,28155	2,15380	142,495
20	95,000%	1,64485	2,20679	160,987
25	96,000%	1,75069	2,22223	166,812
50	98,000%	2,05375	2,26643	184,685
100	99,000%	2,32635	2,30619	202,391
200	99,500%	2,57583	2,34258	220,080
1.000	99,900%	3,09023	2,41761	261,585

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: $\bar{Y} = 1,96687$; $S_Y = 0,14586$; $C_s = -1,16304$.

T	P	Z	K _T	log X _T	X _T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,27008	2,00627	101,453
5	80,000%	0,84162	0,49635	2,03927	109,463
10	90,000%	1,28155	0,64059	2,06031	114,897
20	95,000%	1,64485	0,88811	2,09641	124,857
25	96,000%	1,75069	0,99489	2,11199	129,415

T	P	Z	K _T	log X _T	X _T (mm)
50	98,000%	2,05375	1,41729	2,17360	149,141
100	99,000%	2,32635	1,98145	2,25589	180,254
200	99,500%	2,57583	2,68990	2,35922	228,675
1.000	99,900%	3,09023	4,89282	2,68054	479,221

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: $\xi = 87,28047$; $\alpha = 28,07904$; $k = 0,27410$. L1 = 97,34444; L2 = 15,98434; t3 = 0,00589.

T	P	X _T (mm)
2	50,000%	97,072
5	80,000%	121,813
10	90,000%	134,439
20	95,000%	144,338
25	96,000%	147,091
50	98,000%	154,566
100	99,000%	160,690
200	99,500%	165,730
1.000	99,900%	174,296

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	0,12888	0,24000	Diterima	8,87825	5,93687	Ditolak	-
Log Normal	0,12127	0,24000	Diterima	6,84524	5,93687	Ditolak	Pembandingan untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,14867	0,24000	Diterima	12,64992	3,74676	Ditolak	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,06778	0,24000	Diterima	2,07621	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 = 97,072 mm; rata-rata HHMT = 97,34 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 = 97,072 mm; median HHMT = 100,00 mm; rasio R2/median = 0,97	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 160,690 mm; maksimum historis = 173,00 mm	Perlu review	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis; hasil ini tidak otomatis salah, tetapi perlu justifikasi teknis dan pembandingan distribusi.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 174,296 mm; maksimum historis = 173,00 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	129,415	166,812	37,396	24,9%	Selisih kecil-sedang
50	149,141	184,685	35,544	21,5%	Selisih kecil-sedang
100	160,690	202,391	41,702	22,8%	Selisih kecil-sedang
1000	174,296	479,221	304,925	105,6%	Selisih besar

Catatan kewajaran:

- Nilai R100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis, sehingga hasil perlu diberi 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. Namun nilai R100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis, sehingga perlu perbandingan dengan distribusi lain sebelum digunakan sebagai angka final desain.
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 = 160,690 mm. R1000 = 174,296 mm. Maksimum historis = 173,00 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 menunjukkan indikasi pencilan yang perlu review, tidak menunjukkan tren signifikan, homogen, dan independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah GEV.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 160,690 mm dibanding maksimum historis 173,00 mm. Nilai ini perlu diberi catatan kewajaran karena lebih kecil dari maksimum historis.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan perbandingan 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 perbandingan 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

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
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}	97,344	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	28,881	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	84,34664	-
Gumbel	Parameter skala	β	22,51811	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,96687	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,14586	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,96687	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,14586	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-1,16304	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	87,28047	-
GEV	Parameter skala	α	28,07904	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,27410	-

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 pencilan, 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.