Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Ngawi, NGAWI, JAWA TIMUR
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/40

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
45 tahun	**108,69 mm**	**150,00 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 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	Ngawi	**Periode Data**	1975 s.d. 2019
Lokasi	Desa Karangasri, Kec. Ngawi, NGAWI	**Provinsi**	JAWA TIMUR
Wilayah Sungai	Bengawan Solo	**Koordinat**	-7.407830, 111.456925
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	Jururejo	Jururejo, Ngawi, NGAWI	6,11	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.

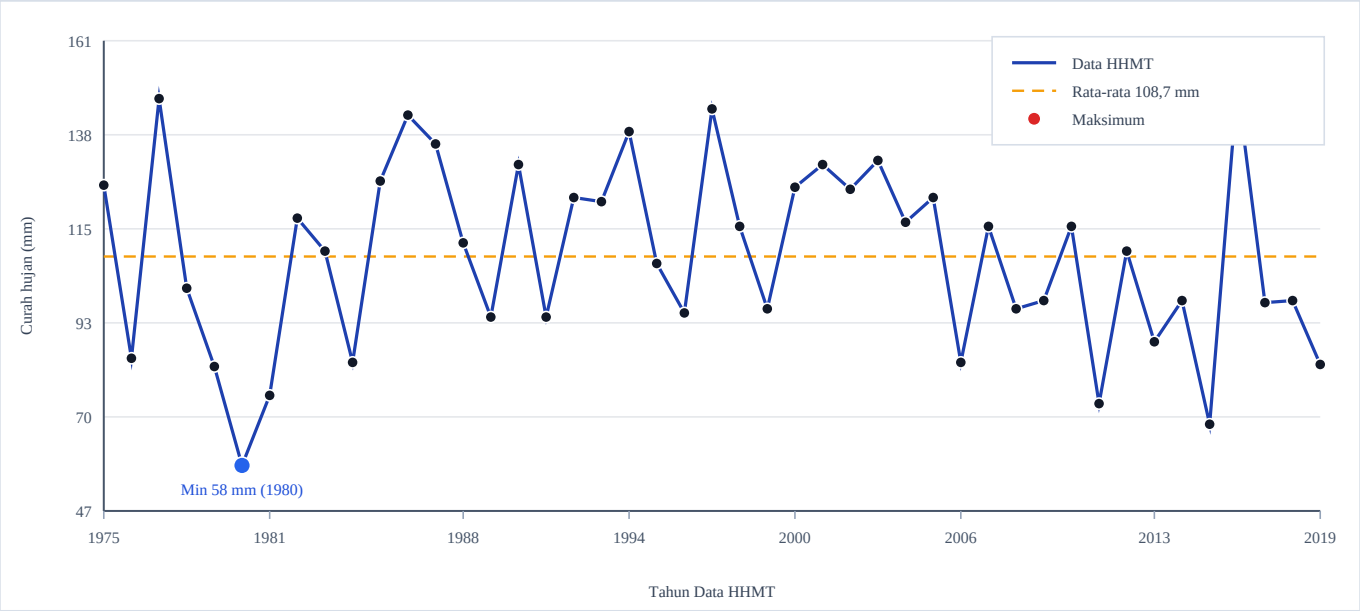
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1975	126,00	05-05-1975	OK
2	1976	84,00	14-11-1976	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1977	147,00	25-05-1977	OK
4	1978	101,00	05-06-1978	OK
5	1979	82,00	25-01-1979	OK
6	1980	58,00	15-07-1980	Pencilan bawah
7	1981	75,00	02-05-1981	OK
8	1982	118,00	10-03-1982	OK
9	1983	110,00	14-04-1983	OK
10	1984	83,00	16-04-1984	OK
11	1985	127,00	07-05-1985	OK
12	1986	143,00	02-02-1986	OK
13	1987	136,00	16-02-1987	OK
14	1988	112,00	22-01-1988	OK
15	1989	94,00	12-01-1989	OK
16	1990	131,00	17-04-1990	OK
17	1991	94,00	02-01-1991	OK
18	1992	123,00	21-02-1992	OK
19	1993	122,00	01-01-1993	OK
20	1994	139,00	28-01-1994	OK
21	1995	107,00	12-12-1995	OK
22	1996	95,00	15-03-1996	OK
23	1997	144,50	22-02-1997	OK
24	1998	116,00	01-11-1998	OK
25	1999	96,00	26-01-1999	OK
26	2000	125,50	14-11-2000	OK
27	2001	131,00	26-03-2001	OK
28	2002	125,00	28-12-2002	OK
29	2003	132,00	18-02-2003	OK
30	2004	117,00	17-05-2004	OK
31	2005	123,00	15-02-2005	OK
32	2006	83,00	17-02-2006	OK
33	2007	116,00	02-11-2007	OK
34	2008	96,00	09-10-2008	OK
35	2009	98,00	20-04-2009	OK
36	2010	116,00	24-12-2010	OK
37	2011	73,00	14-05-2011	OK
38	2012	110,00	18-04-2012	OK
39	2013	88,00	26-01-2013	OK
40	2014	98,00	17-12-2014	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
41	2015	68,00	15-04-2015	OK
42	2016	150,00	09-10-2016	OK
43	2017	97,50	06-12-2017	OK
44	2018	98,00	04-03-2018	OK
45	2019	82,50	15-02-2019	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	150,00 mm pada tahun 2016	**Nilai minimum**	58,00 mm pada tahun 1980
Jumlah data > 150 mm	0 data	**Jumlah data < 50 mm**	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
1980	58,00 mm	58,01 mm	194,48 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	0	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	3	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
1980	58,00	15-07-1980	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2011	73,00	14-05-2011	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2015	68,00	15-04-2015	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

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	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	58,01 mm
Uji Pencilan	Batas atas	194,48 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1
Uji Tren	r Spearman	-0,11402
Uji Tren	t hitung	-0,75258
Uji Tren	t kritis	2,01669
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,22550
Uji Homogenitas	F kritis	2,37277
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	584,72944
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	477,13636
Uji Independensi	r1 lag-1	0,04460
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

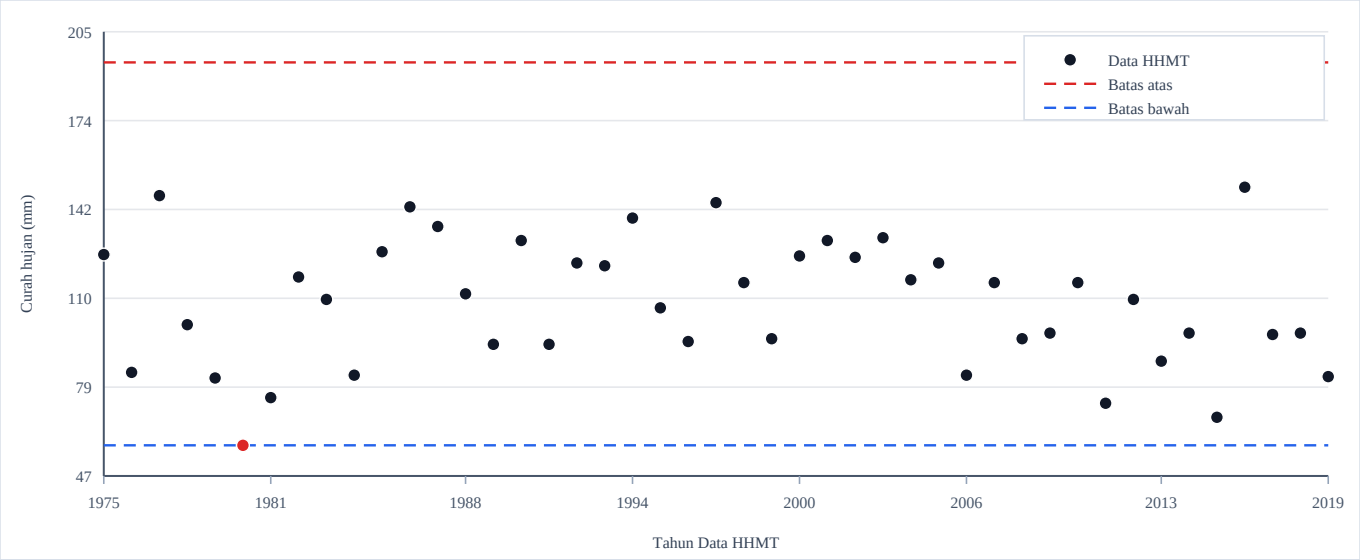
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1975	126,00	2,100371	0,07419	0,00550	0,00041	194,48	58,01	Accept
2	1976	84,00	1,924279	-0,10190	0,01038	-0,00106	194,48	58,01	Accept
3	1977	147,00	2,167317	0,14114	0,01992	0,00281	194,48	58,01	Accept
4	1978	101,00	2,004321	-0,02186	0,00048	-0,00001	194,48	58,01	Accept
5	1979	82,00	1,913814	-0,11236	0,01263	-0,00142	194,48	58,01	Accept
6	1980	58,00	1,763428	-0,26275	0,06904	-0,01814	194,48	58,01	Pencilan bawah
7	1981	75,00	1,875061	-0,15112	0,02284	-0,00345	194,48	58,01	Accept
8	1982	118,00	2,071882	0,04570	0,00209	0,00010	194,48	58,01	Accept
9	1983	110,00	2,041393	0,01521	0,00023	0,00000	194,48	58,01	Accept
10	1984	83,00	1,919078	-0,10710	0,01147	-0,00123	194,48	58,01	Accept
11	1985	127,00	2,103804	0,07762	0,00603	0,00047	194,48	58,01	Accept
12	1986	143,00	2,155336	0,12916	0,01668	0,00215	194,48	58,01	Accept
13	1987	136,00	2,133539	0,10736	0,01153	0,00124	194,48	58,01	Accept
14	1988	112,00	2,049218	0,02304	0,00053	0,00001	194,48	58,01	Accept
15	1989	94,00	1,973128	-0,05305	0,00281	-0,00015	194,48	58,01	Accept
16	1990	131,00	2,117271	0,09109	0,00830	0,00076	194,48	58,01	Accept
17	1991	94,00	1,973128	-0,05305	0,00281	-0,00015	194,48	58,01	Accept
18	1992	123,00	2,089905	0,06373	0,00406	0,00026	194,48	58,01	Accept
19	1993	122,00	2,086360	0,06018	0,00362	0,00022	194,48	58,01	Accept
20	1994	139,00	2,143015	0,11684	0,01365	0,00159	194,48	58,01	Accept
21	1995	107,00	2,029384	0,00321	0,00001	0,00000	194,48	58,01	Accept
22	1996	95,00	1,977724	-0,04846	0,00235	-0,00011	194,48	58,01	Accept
23	1997	144,50	2,159868	0,13369	0,01787	0,00239	194,48	58,01	Accept
24	1998	116,00	2,064458	0,03828	0,00147	0,00006	194,48	58,01	Accept
25	1999	96,00	1,982271	-0,04391	0,00193	-0,00008	194,48	58,01	Accept
26	2000	125,50	2,098644	0,07246	0,00525	0,00038	194,48	58,01	Accept
27	2001	131,00	2,117271	0,09109	0,00830	0,00076	194,48	58,01	Accept
28	2002	125,00	2,096910	0,07073	0,00500	0,00035	194,48	58,01	Accept
29	2003	132,00	2,120574	0,09440	0,00891	0,00084	194,48	58,01	Accept
30	2004	117,00	2,068186	0,04201	0,00176	0,00007	194,48	58,01	Accept
31	2005	123,00	2,089905	0,06373	0,00406	0,00026	194,48	58,01	Accept
32	2006	83,00	1,919078	-0,10710	0,01147	-0,00123	194,48	58,01	Accept
33	2007	116,00	2,064458	0,03828	0,00147	0,00006	194,48	58,01	Accept
34	2008	96,00	1,982271	-0,04391	0,00193	-0,00008	194,48	58,01	Accept
35	2009	98,00	1,991226	-0,03495	0,00122	-0,00004	194,48	58,01	Accept
36	2010	116,00	2,064458	0,03828	0,00147	0,00006	194,48	58,01	Accept
37	2011	73,00	1,863323	-0,16286	0,02652	-0,00432	194,48	58,01	Accept
38	2012	110,00	2,041393	0,01521	0,00023	0,00000	194,48	58,01	Accept
39	2013	88,00	1,944483	-0,08170	0,00667	-0,00055	194,48	58,01	Accept
40	2014	98,00	1,991226	-0,03495	0,00122	-0,00004	194,48	58,01	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
41	2015	68,00	1,832509	-0,19367	0,03751	-0,00726	194,48	58,01	Accept
42	2016	150,00	2,176091	0,14991	0,02247	0,00337	194,48	58,01	Accept
43	2017	97,50	1,989005	-0,03717	0,00138	-0,00005	194,48	58,01	Accept
44	2018	98,00	1,991226	-0,03495	0,00122	-0,00004	194,48	58,01	Accept
45	2019	82,50	1,916454	-0,10972	0,01204	-0,00132	194,48	58,01	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	45	**Jumlah hujan**	4.891,0000
Rataan hujan	108,6889	**Rataan log X**	2,026179
S log	0,096335	**CS log**	-0,58881
Kn	2,72700	**n**	45
Log XH	2,28888	**XH / batas atas**	194,484
Log XL	1,76347	**XL / batas bawah**	58,006
X maksimum data	150,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	58,000	**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	D²
1975	126,00	1	58,00	35,00	1,00	-34,00	1.156,00
1976	84,00	2	68,00	9,00	2,00	-7,00	49,00
1977	147,00	3	73,00	44,00	3,00	-41,00	1.681,00
1978	101,00	4	75,00	20,00	4,00	-16,00	256,00
1979	82,00	5	82,00	5,00	5,00	0,00	0,00

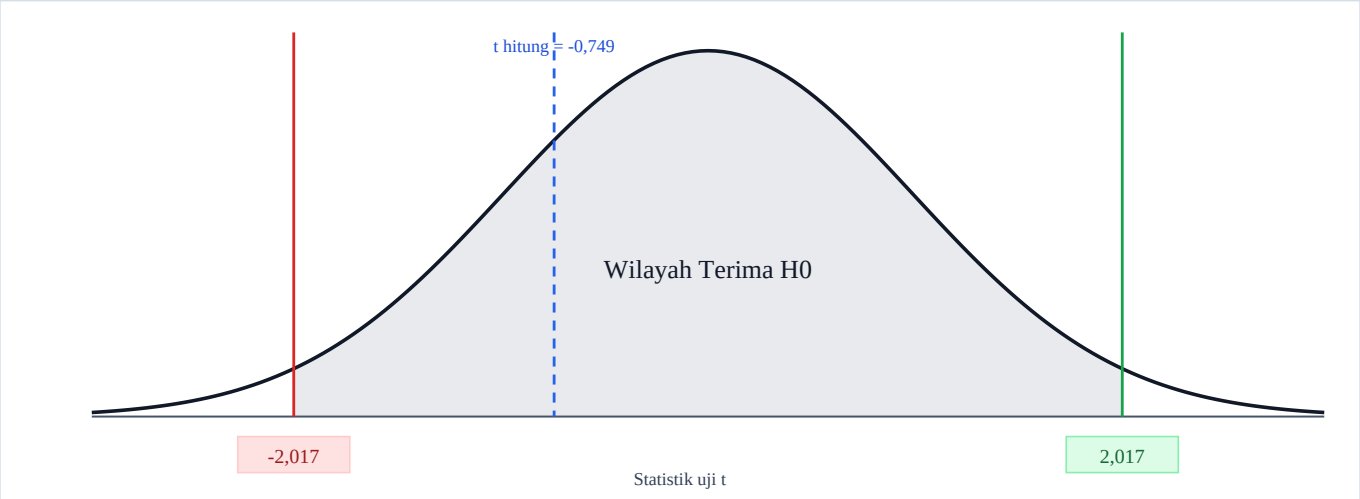
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1980	58,00	6	82,50	1,00	6,00	5,00	25,00
1981	75,00	7	83,00	4,00	7,00	3,00	9,00
1982	118,00	8	83,00	29,00	8,00	-21,00	441,00
1983	110,00	9	84,00	22,50	9,00	-13,50	182,25
1984	83,00	10	88,00	7,50	10,00	2,50	6,25
1985	127,00	11	94,00	36,00	11,00	-25,00	625,00
1986	143,00	12	94,00	42,00	12,00	-30,00	900,00
1987	136,00	13	95,00	40,00	13,00	-27,00	729,00
1988	112,00	14	96,00	24,00	14,00	-10,00	100,00
1989	94,00	15	96,00	11,50	15,00	3,50	12,25
1990	131,00	16	97,50	37,50	16,00	-21,50	462,25
1991	94,00	17	98,00	11,50	17,00	5,50	30,25
1992	123,00	18	98,00	31,50	18,00	-13,50	182,25
1993	122,00	19	98,00	30,00	19,00	-11,00	121,00
1994	139,00	20	101,00	41,00	20,00	-21,00	441,00
1995	107,00	21	107,00	21,00	21,00	0,00	0,00
1996	95,00	22	110,00	13,00	22,00	9,00	81,00
1997	144,50	23	110,00	43,00	23,00	-20,00	400,00
1998	116,00	24	112,00	26,00	24,00	-2,00	4,00
1999	96,00	25	116,00	14,50	25,00	10,50	110,25
2000	125,50	26	116,00	34,00	26,00	-8,00	64,00
2001	131,00	27	116,00	37,50	27,00	-10,50	110,25
2002	125,00	28	117,00	33,00	28,00	-5,00	25,00
2003	132,00	29	118,00	39,00	29,00	-10,00	100,00
2004	117,00	30	122,00	28,00	30,00	2,00	4,00
2005	123,00	31	123,00	31,50	31,00	-0,50	0,25
2006	83,00	32	123,00	7,50	32,00	24,50	600,25
2007	116,00	33	125,00	26,00	33,00	7,00	49,00
2008	96,00	34	125,50	14,50	34,00	19,50	380,25
2009	98,00	35	126,00	18,00	35,00	17,00	289,00
2010	116,00	36	127,00	26,00	36,00	10,00	100,00
2011	73,00	37	131,00	3,00	37,00	34,00	1.156,00
2012	110,00	38	131,00	22,50	38,00	15,50	240,25
2013	88,00	39	132,00	10,00	39,00	29,00	841,00
2014	98,00	40	136,00	18,00	40,00	22,00	484,00
2015	68,00	41	139,00	2,00	41,00	39,00	1.521,00
2016	150,00	42	143,00	45,00	42,00	-3,00	9,00
2017	97,50	43	144,50	16,00	43,00	27,00	729,00
2018	98,00	44	147,00	18,00	44,00	26,00	676,00
2019	82,50	45	150,00	6,00	45,00	39,00	1.521,00

Parameter Uji Tren			
n	45	**df**	43
Total D²	16.903,0000	**Kp / r Spearman**	-0,11350
t hitung	-0,74914	**t tabel**	2,01669

Parameter Uji Tren			
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.

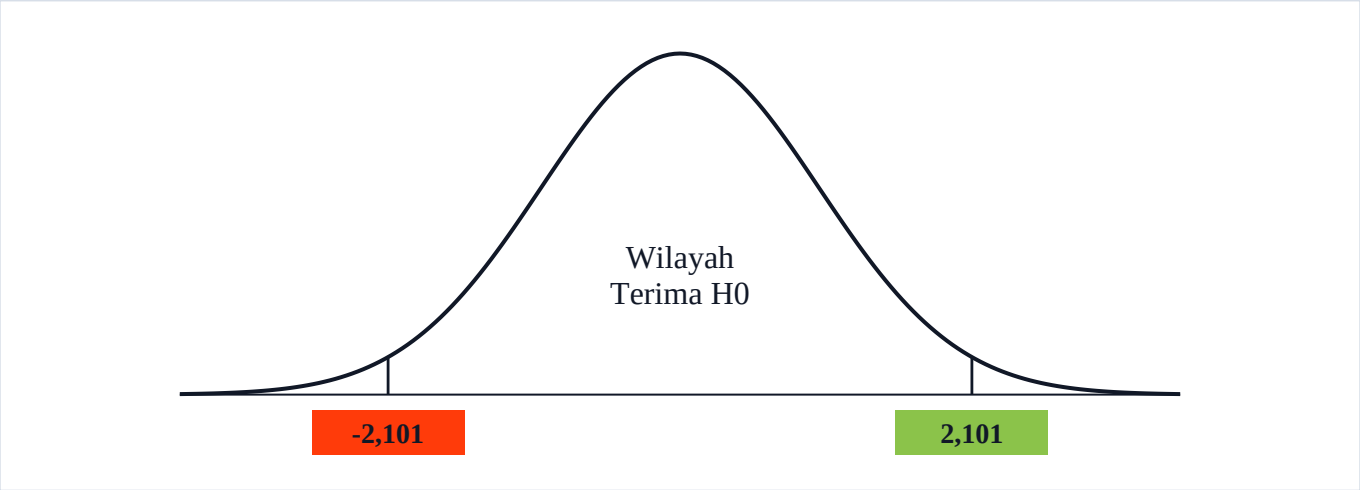
Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	126,00	144,50
2	84,00	116,00
3	147,00	96,00
4	101,00	125,50
5	82,00	131,00
6	58,00	125,00
7	75,00	132,00
8	118,00	117,00
9	110,00	123,00
10	83,00	83,00
11	127,00	116,00
12	143,00	96,00
13	136,00	98,00
14	112,00	116,00
15	94,00	73,00
16	131,00	110,00
17	94,00	88,00
18	123,00	98,00
19	122,00	68,00
20	139,00	150,00
21	107,00	97,50

No.	Variabel 1	Variabel 2
22	95,00	98,00
23	-	82,50

Uji F			
Varians 1	584,72944	**df 1**	21
Varians 2	477,13636	**df 2**	22
F hitung	1,22550	**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

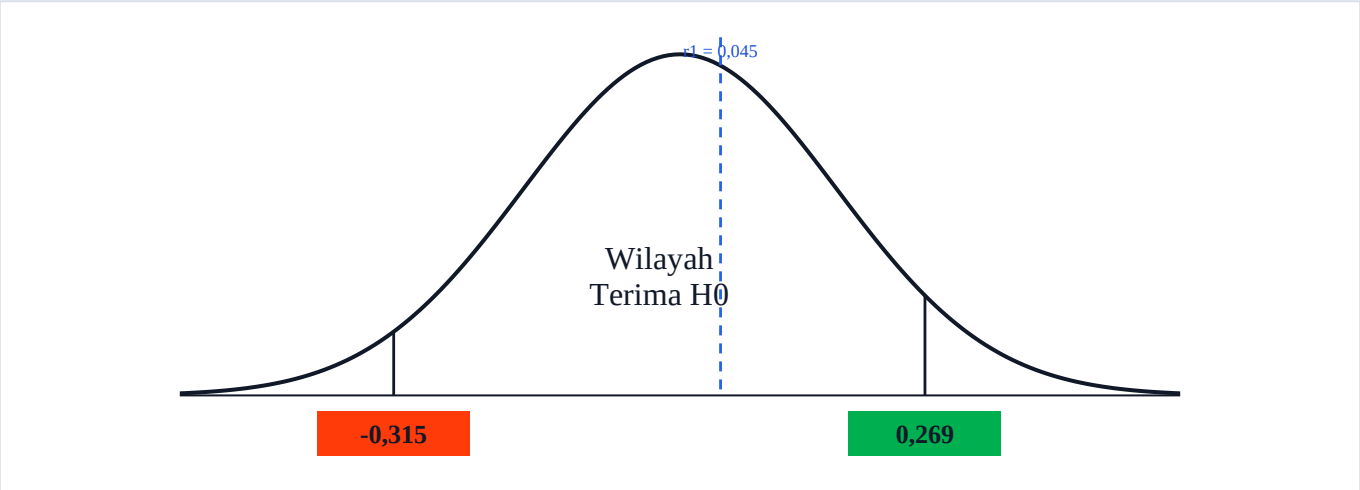
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1975	126,00	17,31	-427,39	299,67
1976	84,00	-24,69	-945,86	609,54
1977	147,00	38,31	-294,57	1.467,74
1978	101,00	-7,69	205,21	59,12
1979	82,00	-26,69	1.352,83	712,30
1980	58,00	-50,69	1.707,65	2.569,36
1981	75,00	-33,69	-313,68	1.134,94
1982	118,00	9,31	12,21	86,70
1983	110,00	1,31	-33,68	1,72
1984	83,00	-25,69	-470,39	659,92
1985	127,00	18,31	628,27	335,30
1986	143,00	34,31	937,07	1.177,25
1987	136,00	27,31	90,43	745,90
1988	112,00	3,31	-48,64	10,96
1989	94,00	-14,69	-327,73	215,76

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1990	131,00	22,31	-327,73	497,79
1991	94,00	-14,69	-210,21	215,76
1992	123,00	14,31	190,50	204,81
1993	122,00	13,31	403,47	177,19
1994	139,00	30,31	-51,19	918,76
1995	107,00	-1,69	23,12	2,85
1996	95,00	-13,69	-490,21	187,39
1997	144,50	35,81	261,82	1.282,44
1998	116,00	7,31	-92,77	53,45
1999	96,00	-12,69	-213,31	161,01
2000	125,50	16,81	375,07	282,61
2001	131,00	22,31	363,92	497,79
2002	125,00	16,31	380,23	266,05
2003	132,00	23,31	193,74	543,41
2004	117,00	8,31	118,94	69,07
2005	123,00	14,31	-367,64	204,81
2006	83,00	-25,69	-187,81	659,92
2007	116,00	7,31	-92,77	53,45
2008	96,00	-12,69	135,63	161,01
2009	98,00	-10,69	-78,15	114,25
2010	116,00	7,31	-260,93	53,45
2011	73,00	-35,69	-46,79	1.273,70
2012	110,00	1,31	-27,13	1,72
2013	88,00	-20,69	221,14	428,03
2014	98,00	-10,69	434,92	114,25
2015	68,00	-40,69	-1.680,90	1.655,59
2016	150,00	41,31	-462,23	1.706,61
2017	97,50	-11,19	119,60	125,19
2018	98,00	-10,69	279,93	114,25
2019	82,50	-26,19	-453,36	685,86

Parameter Uji Independen			
Jumlah	4.891,0000	**n**	45
Rata-rata	108,6889	**Batas bawah**	-0,31483
r1	0,04460	**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	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.
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	58,00 mm (1980)
Maksimum	150,00 mm (2016)
Rata-rata	108,69 mm
Median	110,00 mm
Standar deviasi sampel	22,76 mm
Koefisien variasi	0,209
Skewness sampel	-0,136
Excess kurtosis	-0,725

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	104,949	106,213	108,671	109,252
5	125,066	128,014	126,488	129,139
10	138,384	141,136	136,120	138,731
20	151,160	152,980	144,673	145,934
25	155,213	156,614	147,324	147,881
50	167,697	167,505	155,468	153,028
100	180,089	177,946	163,699	157,075
200	192,435	188,071	172,235	160,272
1.000	221,036	210,803	194,111	165,366

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 = μ + β × Y_T.

Rumus: X_T = μ + β × Y_T; Y_T = -ln[-ln(P)]. Parameter: $\bar{x}$ = 108,689 mm; S = 22,763 mm; μ = 98,44436; β = 17,74818.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**104,949**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**125,066**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**138,384**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**151,160**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**155,213**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**167,697**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**180,089**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**192,435**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**221,036**

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 = 2,02618; S_Y = 0,09633.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,02618	**106,213**
5	80,000%	0,84162	2,10726	**128,014**
10	90,000%	1,28155	2,14964	**141,136**
20	95,000%	1,64485	2,18464	**152,980**
25	96,000%	1,75069	2,19483	**156,614**
50	98,000%	2,05375	2,22403	**167,505**
100	99,000%	2,32635	2,25029	**177,946**
200	99,500%	2,57583	2,27432	**188,071**
1.000	99,900%	3,09023	2,32388	**210,803**

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 = 2,02618; S_Y = 0,09633; C_s = -0,58881.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,10314	2,03612	**108,671**
5	80,000%	0,84162	0,78756	2,10205	**126,488**
10	90,000%	1,28155	1,11843	2,13392	**136,120**
20	95,000%	1,64485	1,39316	2,16039	**144,673**
25	96,000%	1,75069	1,47502	2,16827	**147,324**
50	98,000%	2,05375	1,71756	2,19164	**155,468**
100	99,000%	2,32635	1,95014	2,21405	**163,699**
200	99,500%	2,57583	2,17930	2,23612	**172,235**
1.000	99,900%	3,09023	2,71834	2,28805	**194,111**

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 = 101,04119; α = 23,79503; k = 0,33278. L1 = 108,68889; L2 = 13,15404; t3 = -0,02655.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**109,252**
5	80,000%	**129,139**
10	90,000%	**138,731**
20	95,000%	**145,934**
25	96,000%	**147,881**
50	98,000%	**153,028**
100	99,000%	**157,075**
200	99,500%	**160,272**
1.000	99,900%	**165,366**

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	0,14595	0,24000	Diterima	9,17583	5,93687	Ditolak	-
Log Normal	0,11097	0,24000	Diterima	2,89360	5,93687	Diterima	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,10218	0,24000	Diterima	0,91296	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	**0,09109**	**0,24000**	**Diterima**	**0,53648**	**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 = 109,252 mm; rata-rata HHMT = 108,69 mm; rasio R2/rata-rata = 1,01	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 = 109,252 mm; median HHMT = 110,00 mm; rasio R2/median = 0,99	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 157,075 mm; maksimum historis = 150,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 165,366 mm; maksimum historis = 150,00 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	147,324	156,614	9,290	6,1%	Selisih kecil-sedang
50	153,028	167,697	14,668	9,1%	Selisih kecil-sedang
100	157,075	180,089	23,014	13,6%	Selisih kecil-sedang
1000	165,366	221,036	55,670	28,1%	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 *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 = 157,075 mm. R1000 = 165,366 mm. Maksimum historis = 150,00 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 157,075 mm dibanding maksimum historis 150,00 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 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 pembanding 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	$\bar{x}$	108,689	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	22,763	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	98,44436	-
Gumbel	Parameter skala	β	17,74818	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,02618	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,09633	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,02618	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,09633	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,58881	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	101,04119	-
GEV	Parameter skala	α	23,79503	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,33278	-

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 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.