

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun CILIMAN, Pandeglang, Banten
<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/142>

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
19 tahun	90,58 mm	178,00 mm	Gumbel

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 19 tahun dan status panjang data: **Data terbatas 10-20 tahun**. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **Gumbel**. 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	CILIMAN	Periode Data	1998 s.d. 2025
Lokasi	Desa Pasanggrahan, Kec. Munjul, Pandeglang	Provinsi	Banten
Wilayah Sungai	CILIMAN-CIBUNGUR	Koordinat	-6.609543, 105.902795
Pengelola	BBWS CIDANAU CIUJUNG CIDURIAN		

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
Belum ada stasiun hujan lain yang teridentifikasi dalam radius 10 km berdasarkan data koordinat dan data hujan yang tersedia.					

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

Data terbatas 10-20 tahun. Panjang data terbatas; hasil analisis frekuensi perlu kehati-hatian dan dapat didukung data regional atau data satelit terkoreksi. Pemeriksaan pencilan, tren, homogenitas, dan independensi ditampilkan pada Bagian 5.

Jumlah data HHMT	19 tahun	Tahun kosong	9 tahun
Data HHMT < 50 mm	1 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	2007	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
2	2012	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
3	2013	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
4	2014	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
5	2015	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
6	2016	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.

No.	Tahun Kosong	Keterangan
7	2018	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
8	2019	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
9	2021	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.

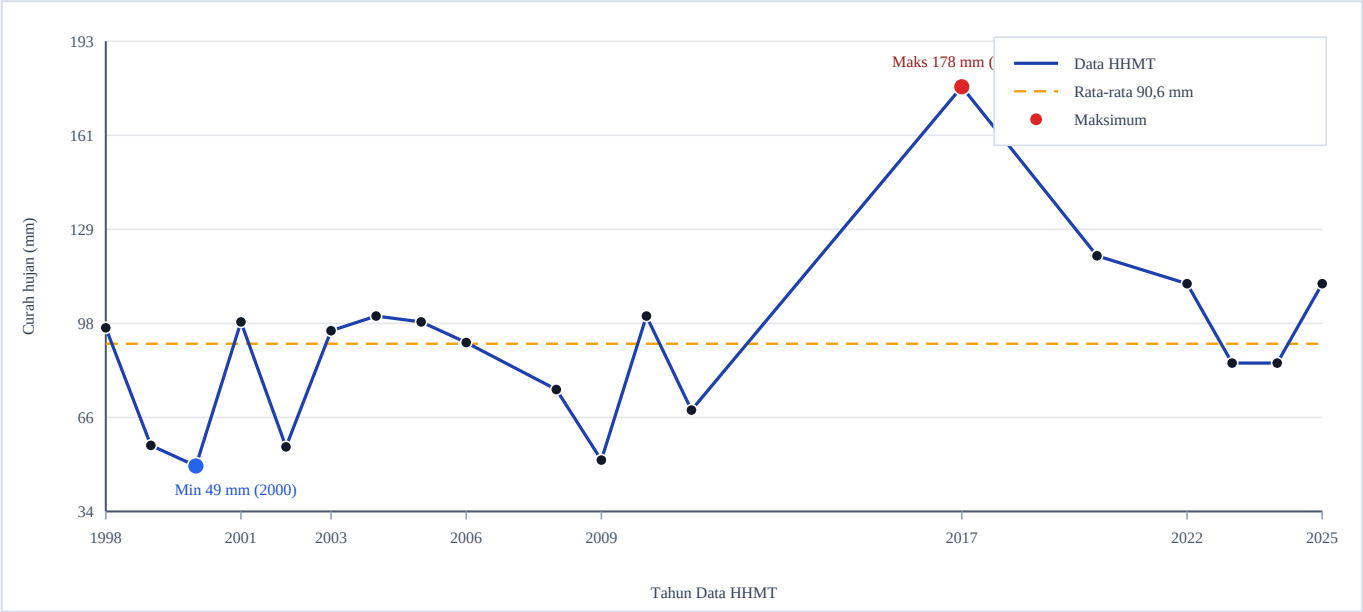
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	96,00	21-02-1998	OK
2	1999	56,00	10-01-1999	OK
3	2000	49,00	19-11-2000	Perlu cek
4	2001	98,00	09-02-2001	OK
5	2002	55,50	26-11-2002	OK
6	2003	95,00	01-01-2003	OK
7	2004	100,00	01-04-2004	OK
8	2005	98,00	24-03-2005	OK
9	2006	91,00	13-01-2006	OK
10	2008	75,00	22-11-2008	OK
11	2009	51,00	14-01-2009	OK
12	2010	100,00	18-12-2010	OK
13	2011	68,00	13-10-2011	OK
14	2017	178,00	11-06-2017	OK
15	2020	120,50	07-12-2020	OK
16	2022	111,00	26-10-2022	OK
17	2023	84,00	25-02-2023	OK
18	2024	84,00	02-12-2024	OK
19	2025	111,00	17-11-2025	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	178,00 mm pada tahun 2017	Nilai minimum	49,00 mm pada tahun 2000
Jumlah data > 150 mm	1 data	Jumlah data < 50 mm	1 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	1	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	5	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	1	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
1999	56,00	10-01-1999	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2000	49,00	19-11-2000	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2002	55,50	26-11-2002	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2009	51,00	14-01-2009	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2011	68,00	13-10-2011	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2017	178,00	11-06-2017	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

5. Uji Data HHMT

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

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

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,3610
Uji Pencilan	Batas bawah	39,86 mm
Uji Pencilan	Batas atas	186,20 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,39807
Uji Tren	t hitung	1,78913
Uji Tren	t kritis	2,10982
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	2,67377
Uji Homogenitas	F kritis	4,35723
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	468,65278
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.253,06944
Uji Independensi	r1 lag-1	0,10521
Uji Independensi	Batas bawah	-0,50451
Uji Independensi	Batas atas	0,39340

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

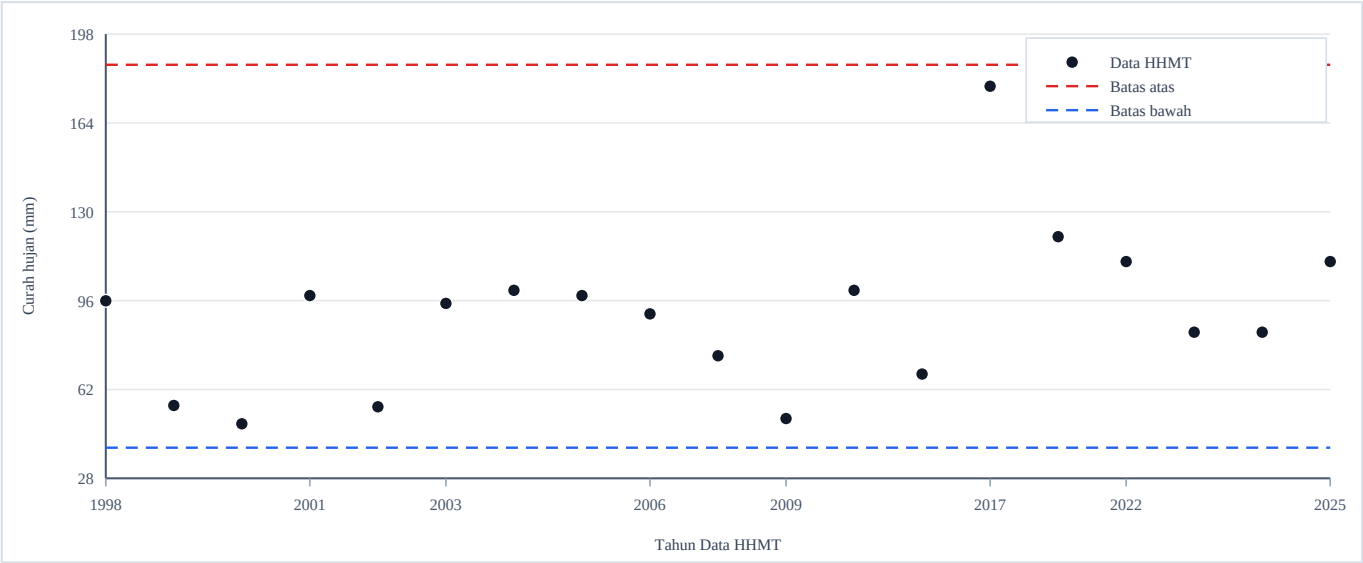
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1998	96,00	1,982271	0,04701	0,00221	0,00010	186,20	39,86	Accept
2	1999	56,00	1,748188	-0,18707	0,03500	-0,00655	186,20	39,86	Accept
3	2000	49,00	1,690196	-0,24506	0,06006	-0,01472	186,20	39,86	Accept
4	2001	98,00	1,991226	0,05597	0,00313	0,00018	186,20	39,86	Accept
5	2002	55,50	1,744293	-0,19097	0,03647	-0,00696	186,20	39,86	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
6	2003	95,00	1,977724	0,04246	0,00180	0,00008	186,20	39,86	Accept
7	2004	100,00	2,000000	0,06474	0,00419	0,00027	186,20	39,86	Accept
8	2005	98,00	1,991226	0,05597	0,00313	0,00018	186,20	39,86	Accept
9	2006	91,00	1,959041	0,02378	0,00057	0,00001	186,20	39,86	Accept
10	2008	75,00	1,875061	-0,06020	0,00362	-0,00022	186,20	39,86	Accept
11	2009	51,00	1,707570	-0,22769	0,05184	-0,01180	186,20	39,86	Accept
12	2010	100,00	2,000000	0,06474	0,00419	0,00027	186,20	39,86	Accept
13	2011	68,00	1,832509	-0,10275	0,01056	-0,00108	186,20	39,86	Accept
14	2017	178,00	2,250420	0,31516	0,09933	0,03130	186,20	39,86	Accept
15	2020	120,50	2,080987	0,14573	0,02124	0,00309	186,20	39,86	Accept
16	2022	111,00	2,045323	0,11006	0,01211	0,00133	186,20	39,86	Accept
17	2023	84,00	1,924279	-0,01098	0,00012	0,00000	186,20	39,86	Accept
18	2024	84,00	1,924279	-0,01098	0,00012	0,00000	186,20	39,86	Accept
19	2025	111,00	2,045323	0,11006	0,01211	0,00133	186,20	39,86	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	19	Jumlah hujan	1.721,0000
Rataan hujan	90,5789	Rataan log X	1,935259
S log	0,141775	CS log	-0,06940
Kn	2,36100	n	19
Log XH	2,26999	XH / batas atas	186,204
Log XL	1,60053	XL / batas bawah	39,859
X maksimum data	178,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	49,000	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.

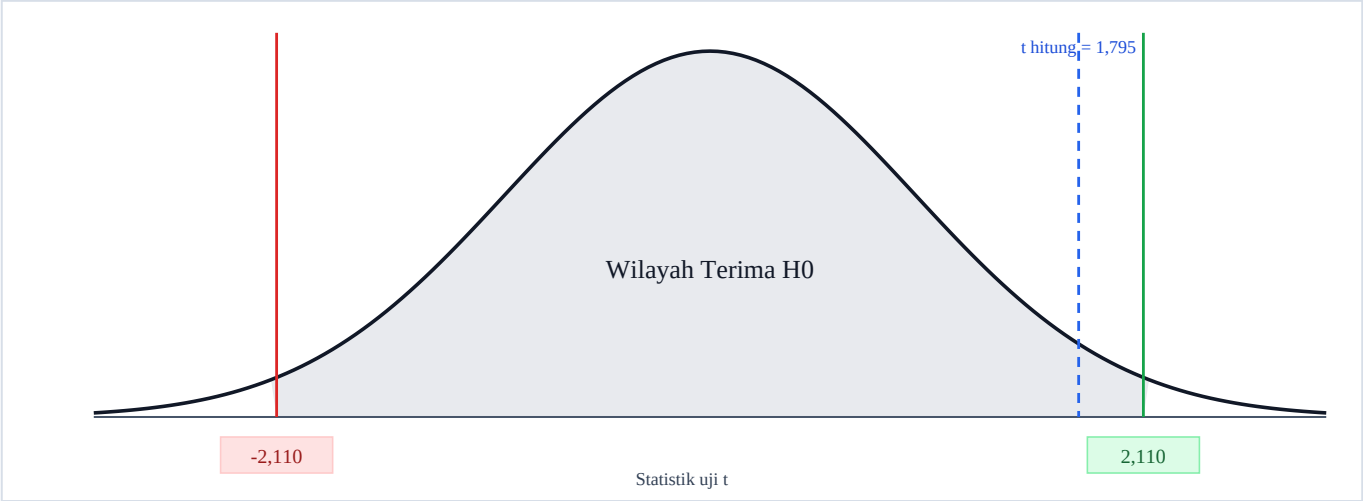
Tabel 5.2 - Uji Tren

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1998	96,00	1	49,00	11,00	1,00	-10,00	100,00
1999	56,00	2	51,00	4,00	2,00	-2,00	4,00
2000	49,00	3	55,50	1,00	3,00	2,00	4,00
2001	98,00	4	56,00	12,50	4,00	-8,50	72,25
2002	55,50	5	68,00	3,00	5,00	2,00	4,00
2003	95,00	6	75,00	10,00	6,00	-4,00	16,00
2004	100,00	7	84,00	14,50	7,00	-7,50	56,25
2005	98,00	8	84,00	12,50	8,00	-4,50	20,25
2006	91,00	9	91,00	9,00	9,00	0,00	0,00
2008	75,00	10	95,00	6,00	10,00	4,00	16,00
2009	51,00	11	96,00	2,00	11,00	9,00	81,00
2010	100,00	12	98,00	14,50	12,00	-2,50	6,25
2011	68,00	13	98,00	5,00	13,00	8,00	64,00
2017	178,00	14	100,00	19,00	14,00	-5,00	25,00
2020	120,50	15	100,00	18,00	15,00	-3,00	9,00
2022	111,00	16	111,00	16,50	16,00	-0,50	0,25
2023	84,00	17	111,00	7,50	17,00	9,50	90,25
2024	84,00	18	120,50	7,50	18,00	10,50	110,25
2025	111,00	19	178,00	16,50	19,00	2,50	6,25

Parameter Uji Tren			
n	19	df	17
Total D²	685,0000	Kp / r Spearman	0,39912
t hitung	1,79478	t tabel	2,10982
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

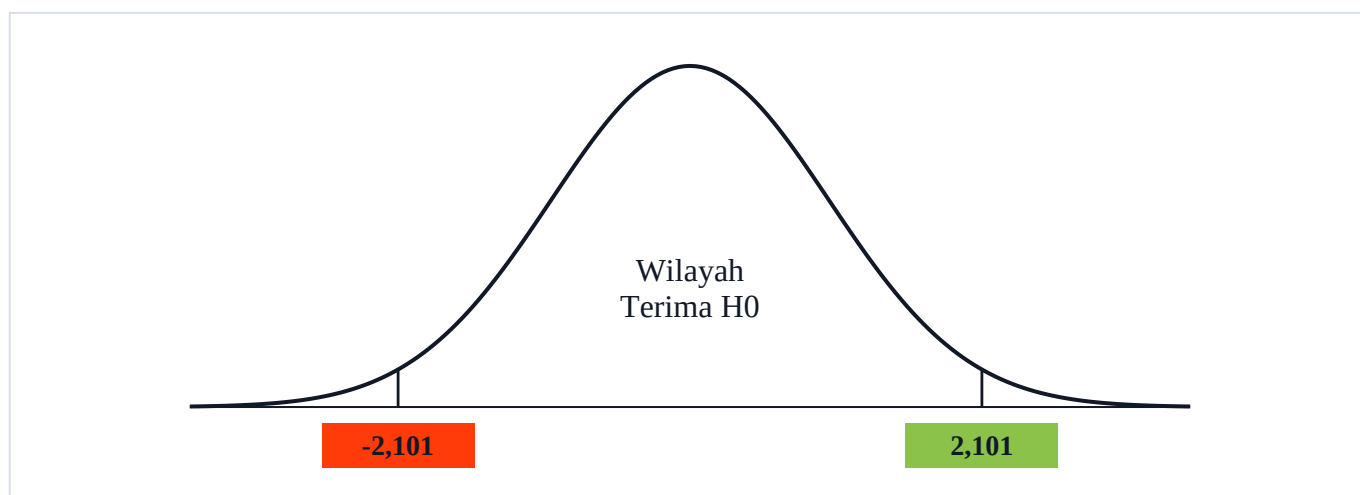
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	96,00	75,00
2	56,00	51,00
3	49,00	100,00
4	98,00	68,00
5	55,50	178,00
6	95,00	120,50
7	100,00	111,00
8	98,00	84,00
9	91,00	84,00
10	-	111,00

Uji F			
Varians 1	468,65278	df 1	8
Varians 2	1.253,06944	df 2	9
F hitung	2,67377	N1	9
F tabel atas	4,35723	N2	10
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

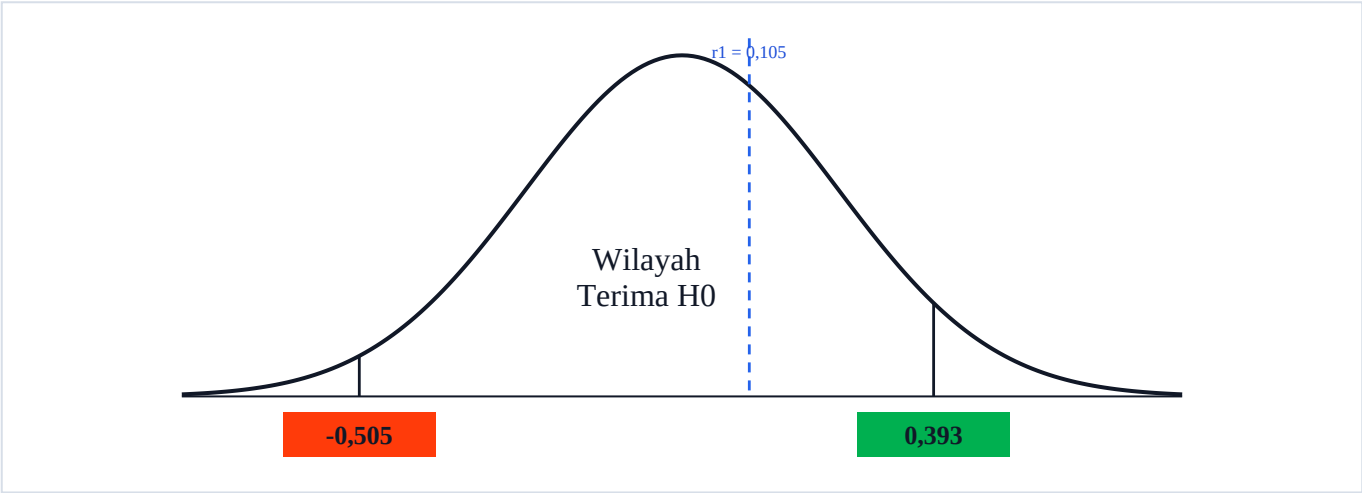
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1998	96,00	5,42	-187,45	29,39

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1999	56,00	-34,58	1.437,76	1.195,70
2000	49,00	-41,58	-308,56	1.728,81
2001	98,00	7,42	-260,32	55,07
2002	55,50	-35,08	-155,09	1.230,53
2003	95,00	4,42	41,65	19,55
2004	100,00	9,42	69,91	88,76
2005	98,00	7,42	3,12	55,07
2006	91,00	0,42	-6,56	0,18
2008	75,00	-15,58	616,60	242,70
2009	51,00	-39,58	-372,88	1.566,49
2010	100,00	9,42	-212,72	88,76
2011	68,00	-22,58	-1.973,88	509,81
2017	178,00	87,42	2.615,73	7.642,44
2020	120,50	29,92	611,02	895,27
2022	111,00	20,42	-134,35	417,02
2023	84,00	-6,58	43,28	43,28
2024	84,00	-6,58	-134,35	43,28
2025	111,00	20,42	110,70	417,02

Parameter Uji Independen			
Jumlah	1.721,0000	n	19
Rata-rata	90,5789	Batas bawah	-0,50451
r1	0,10521	Batas atas	0,39340
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	19 tahun	Belum memenuhi	Perlu kehati-hatian karena panjang data terbatas.
Tahun kosong	9 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	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembanding dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	Gumbel	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	19 tahun
Minimum	49,00 mm (2000)
Maksimum	178,00 mm (2017)
Rata-rata	90,58 mm
Median	95,00 mm
Standar deviasi sampel	30,06 mm
Koefisien variasi	0,332

Skewness sampel	1,098
Excess kurtosis	2,914

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (1,098), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (2,914) menunjukkan distribusi relatif runcing/ber-ekor berat, sehingga indikasi nilai ekstrem perlu ditinjau. Interpretasi statistik digunakan sebagai indikator awal. Pemilihan distribusi tetap mengacu pada uji kecocokan distribusi, kualitas data, dan pertimbangan teknis perencanaan.

7. Ringkasan Analisa Curah Hujan Rancangan

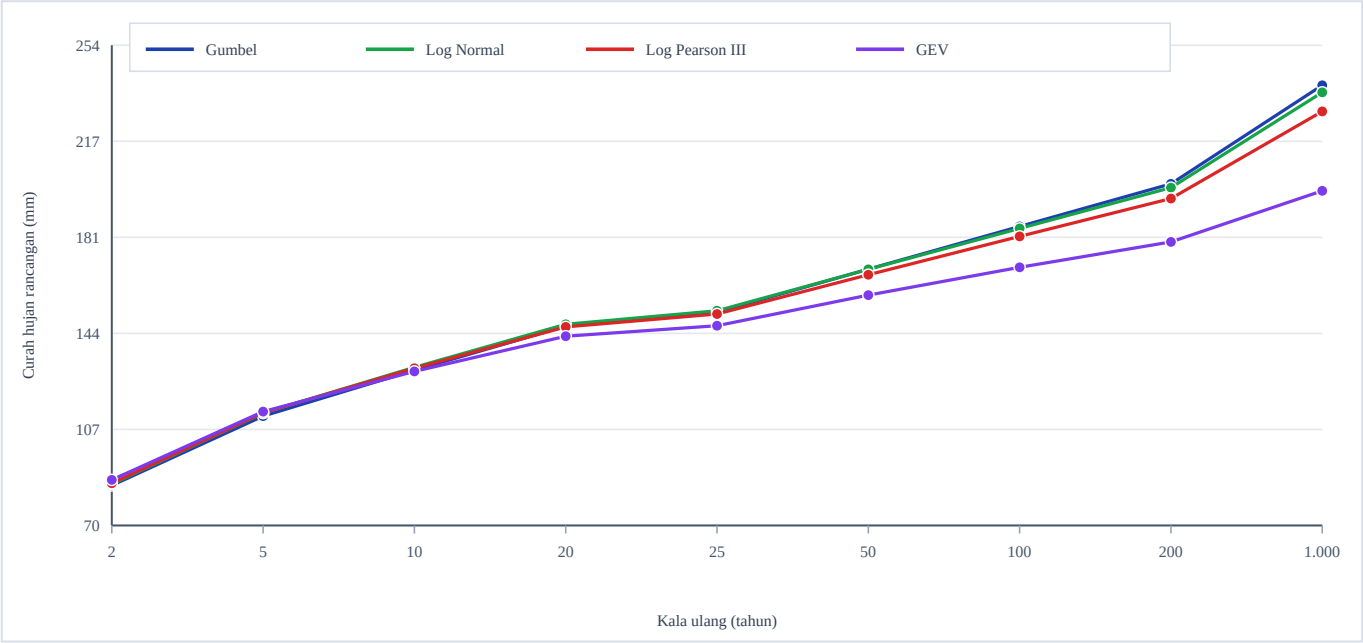
Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi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

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

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
2	85,640	86,151	86,477	87,776
5	112,208	113,391	113,482	113,935
10	129,799	130,903	130,537	129,332
20	146,672	147,386	146,389	142,810
25	152,025	152,567	151,332	146,839
50	168,513	168,434	166,363	158,556
100	184,880	184,110	181,059	169,214
200	201,186	199,731	195,561	178,952
1.000	238,960	236,252	228,943	198,520

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: $\bar{x} = 90,579$ mm; $S = 30,064$ mm; $\mu = 77,04857$; $\beta = 23,44076$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	85,640
5	80,000%	1,49994	0,71945	112,208
10	90,000%	2,25037	1,30455	129,799
20	95,000%	2,97020	1,86580	146,672
25	96,000%	3,19853	2,04383	152,025
50	98,000%	3,90194	2,59228	168,513
100	99,000%	4,60015	3,13667	184,880
200	99,500%	5,29581	3,67907	201,186
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	238,960

8.2 Metode Log Normal

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

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

Rumus: $Y = \log_{10}(X)$; $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $\bar{Y} = 1,93526$; $S_Y = 0,14177$.

T	P	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,93526	86,151
5	80,000%	0,84162	2,05458	113,391
10	90,000%	1,28155	2,11695	130,903
20	95,000%	1,64485	2,16846	147,386
25	96,000%	1,75069	2,18346	152,567
50	98,000%	2,05375	2,22643	168,434
100	99,000%	2,32635	2,26508	184,110
200	99,500%	2,57583	2,30045	199,731
1.000	99,900%	3,09023	2,37338	236,252

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: $\bar{Y} = 1,93526$; $S_Y = 0,14177$; $C_s = -0,06940$.

T	P	Z	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,01157	1,93690	86,477
5	80,000%	0,84162	0,84407	2,05493	113,482
10	90,000%	1,28155	1,27298	2,11574	130,537
20	95,000%	1,64485	1,62404	2,16551	146,389
25	96,000%	1,75069	1,72579	2,17993	151,332
50	98,000%	2,05375	2,01586	2,22106	166,363
100	99,000%	2,32635	2,27517	2,25782	181,059
200	99,500%	2,57583	2,51118	2,29128	195,561
1.000	99,900%	3,09023	2,99396	2,35973	228,943

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: $\xi = 78,49607$; $\alpha = 25,90003$; $k = 0,12442$. $L1 = 90,57895$; $L2 = 16,20175$; $t3 = 0,09277$.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	87,776
5	80,000%	113,935
10	90,000%	129,332
20	95,000%	142,810
25	96,000%	146,839
50	98,000%	158,556
100	99,000%	169,214
200	99,500%	178,952
1.000	99,900%	198,520

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

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

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,12817	0,36000	Diterima	3,33836	5,93687	Diterima	Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.
Log Normal	0,11914	0,36000	Diterima	3,68968	5,93687	Diterima	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,11453	0,36000	Diterima	3,73373	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,09785	0,36000	Diterima	4,13958	3,74676	Ditolak	Distribusi ekstrem utama; hasil perlu dilihat bersama uji Chi-Square.

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

10. Evaluasi Kewajaran Hujan Rancangan

10.1. Pemeriksaan Kewajaran Dasar

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

Aspek Evaluasi	Hasil Pemeriksaan	Status	Catatan Teknis
R2 terhadap rata-rata HHMT	R2 Gumbel = 85,640 mm; rata-rata HHMT = 90,58 mm; rasio R2/rata-rata = 0,95	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 Gumbel = 85,640 mm; median HHMT = 95,00 mm; rasio R2/median = 0,90	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Gumbel = 184,880 mm; maksimum historis = 178,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Gumbel = 238,960 mm; maksimum historis = 178,00 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	146,839	152,567	5,728	3,8%	Selisih kecil-sedang
50	158,556	168,513	9,957	6,0%	Selisih kecil-sedang
100	169,214	184,880	15,665	8,7%	Selisih kecil-sedang
1000	198,520	238,960	40,440	17,9%	Selisih kecil-sedang

Catatan kewajaran:

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

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

Nilai kunci distribusi terpilih: R100 = 184,880 mm. R1000 = 238,960 mm. Maksimum historis = 178,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi Gumbel 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 19 tahun dengan status: Data terbatas 10–20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data tidak menunjukkan pencilan signifikan, tidak menunjukkan tren signifikan, homogen, dan independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Gumbel.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 184,880 mm dibanding maksimum historis 178,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembandingan memadai.
6. Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai indikasi awal atau pembandingan, namun belum direkomendasikan sebagai nilai final desain tanpa dukungan data regional, validasi antarstasiun, dan/atau perpanjangan data 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	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembandingan lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
4	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
5	Gunakan distribusi Gumbel sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
6	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
7	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	$\bar{x}$	90,579	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	30,064	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	77,04857	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Parameter skala	β	23,44076	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,93526	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,14177	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,93526	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,14177	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,06940	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	78,49607	-
GEV	Parameter skala	α	25,90003	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,12442	-

15. Catatan Kelayakan dan Penggunaan Hasil

Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Gumbel 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.