Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun PENATAHAN, Tabanan, Bali
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/635

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
8 tahun	**129,63 mm**	**267,00 mm**	**Gumbel**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 8 tahun dan status panjang data: **Data kurang dari 10 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	PENATAHAN	**Periode Data**	2015 s.d. 2022
Lokasi	Desa Penatahan, Kec. Penebel, Tabanan	**Provinsi**	Bali
Wilayah Sungai	BALI-PENIDA	**Koordinat**	-8.438170, 115.126931
Pengelola	BWS BALI PENIDA		

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	GADUNGAN	Gadungsari, Salamadeg Timur, Tabanan	5,81	0 tahun	-

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

Data kurang dari 10 tahun. Data tidak memadai untuk analisis frekuensi langsung; gunakan pendekatan hujan-limpasan, regional, atau data satelit terkoreksi. Pemeriksaan pencilan, tren, homogenitas, dan independensi ditampilkan pada Bagian 5.

Jumlah data HHMT	8 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 2015–2022.

3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

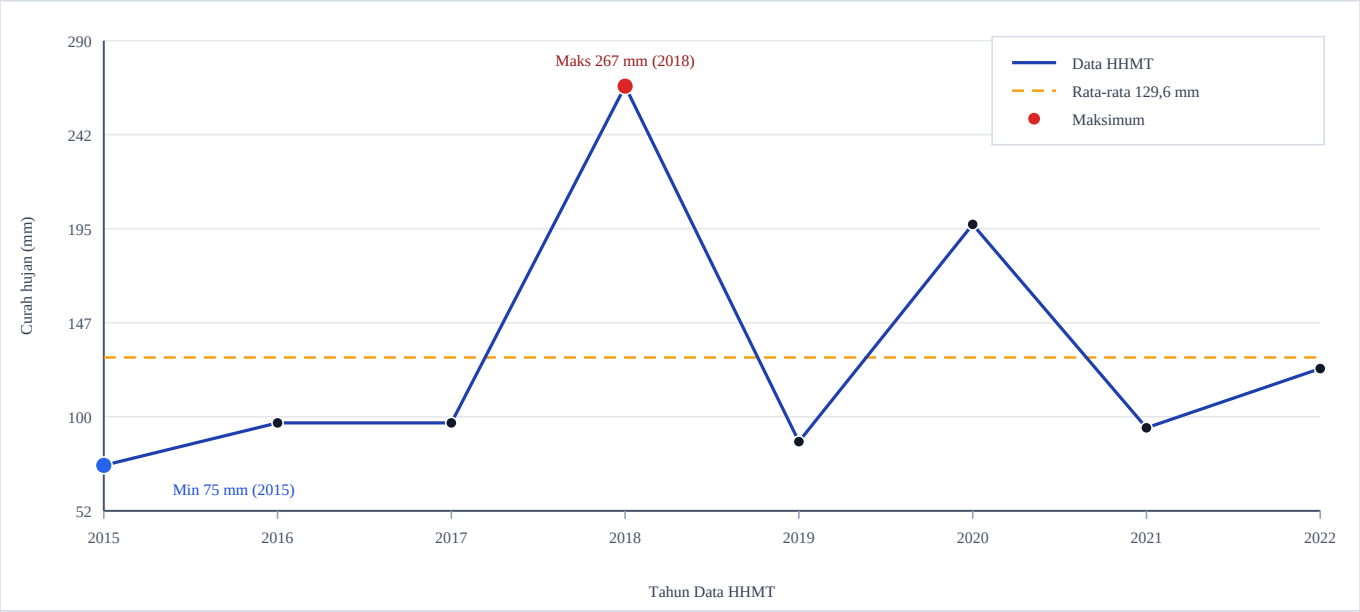
Data berikut adalah seri Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (HHMT) yang menjadi dasar uji data, statistik deskriptif, dan analisa curah hujan rancangan.

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	2015	75,00	03-12-2015	OK
2	2016	96,50	16-11-2016	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	2017	96,50	16-11-2017	OK
4	2018	267,00	06-11-2018	OK
5	2019	87,00	03-11-2019	OK
6	2020	197,00	13-05-2020	OK
7	2021	94,00	02-08-2021	OK
8	2022	124,00	08-10-2022	OK

Gambar 3.1. – Grafik seri waktu Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Grafik ini menunjukkan variasi HHMT dari tahun ke tahun, dilengkapi garis rata-rata serta penanda nilai maksimum dan minimum historis.



4. Ringkasan Nilai Ekstrem dan Pencilan

Nilai maksimum	267,00 mm pada tahun 2018	**Nilai minimum**	75,00 mm pada tahun 2015
Jumlah data > 150 mm	2 data	**Jumlah data < 50 mm**	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	0 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Tidak ada data HHMT yang berada di luar batas pencilan.

Evaluasi Data Rendah dan Data Tinggi

Evaluasi ini merupakan pemeriksaan teknis tambahan di luar uji pencilan. Data yang tidak terdeteksi sebagai pencilan secara statistik tetap perlu ditinjau apabila nilainya sangat rendah atau sangat tinggi dibandingkan pola umum data tahunan.

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data sangat rendah	< 50 mm	0	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	0	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	1	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
Tidak ada data HHMT di bawah ambang rendah 75 mm.			

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2018	267,00	06-11-2018	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2020	197,00	13-05-2020	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	2,1260
Uji Pencilan	Batas bawah	46,13 mm
Uji Pencilan	Batas atas	301,15 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,34731
Uji Tren	t hitung	0,90721
Uji Tren	t kritis	2,44691
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	3,16013
Uji Homogenitas	F kritis	15,43918
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	7.994,08333
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	2.529,66667
Uji Independensi	r1 lag-1	-0,42139
Uji Independensi	Batas bawah	-0,82870
Uji Independensi	Batas atas	0,54299

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	2015	75,00	1,875061	-0,19633	0,03855	-0,00757	301,15	46,13	Accept
2	2016	96,50	1,984527	-0,08687	0,00755	-0,00066	301,15	46,13	Accept
3	2017	96,50	1,984527	-0,08687	0,00755	-0,00066	301,15	46,13	Accept
4	2018	267,00	2,426511	0,35512	0,12611	0,04478	301,15	46,13	Accept
5	2019	87,00	1,939519	-0,13188	0,01739	-0,00229	301,15	46,13	Accept
6	2020	197,00	2,294466	0,22307	0,04976	0,01110	301,15	46,13	Accept
7	2021	94,00	1,973128	-0,09827	0,00966	-0,00095	301,15	46,13	Accept
8	2022	124,00	2,093422	0,02203	0,00049	0,00001	301,15	46,13	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	8	**Jumlah hujan**	1.037,0000
Rataan hujan	129,6250	**Rataan log X**	2,071395
S log	0,191625	**CS log**	1,18490
Kn	2,12600	**n**	8
Log XH	2,47879	**XH / batas atas**	301,154
Log XL	1,66400	**XL / batas bawah**	46,132
X maksimum data	267,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	75,000	**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

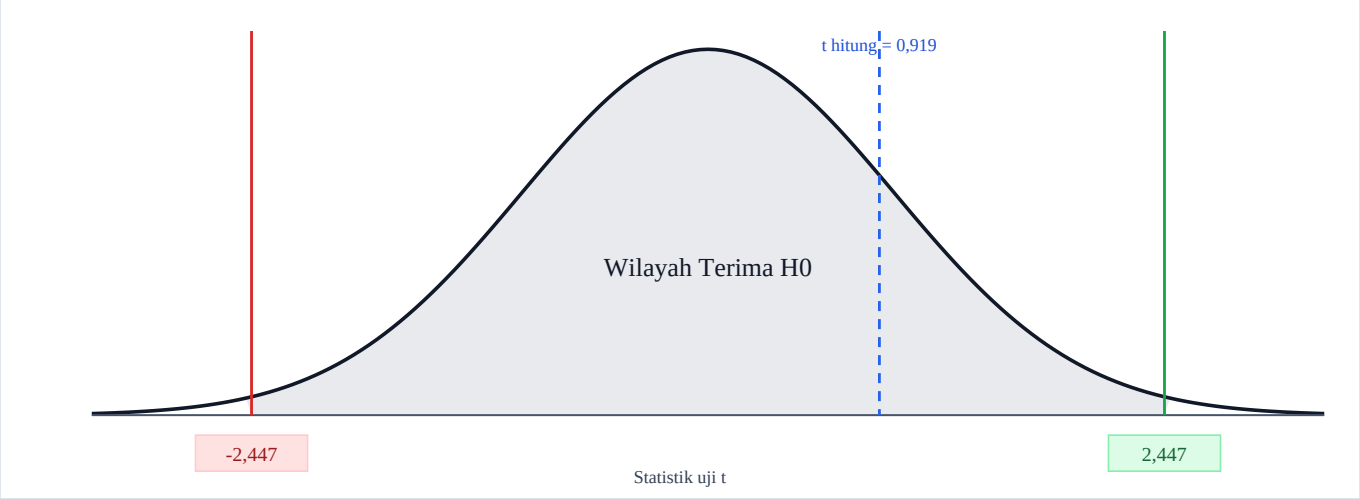
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
2015	75,00	1	75,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2016	96,50	2	87,00	4,50	2,00	-2,50	6,25
2017	96,50	3	94,00	4,50	3,00	-1,50	2,25

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
2018	267,00	4	96,50	8,00	4,00	-4,00	16,00
2019	87,00	5	96,50	2,00	5,00	3,00	9,00
2020	197,00	6	124,00	7,00	6,00	-1,00	1,00
2021	94,00	7	197,00	3,00	7,00	4,00	16,00
2022	124,00	8	267,00	6,00	8,00	2,00	4,00

Parameter Uji Tren			
n	8	**df**	6
Total D²	54,5000	**Kp / r Spearman**	0,35119
t hitung	0,91876	**t tabel**	2,44691
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

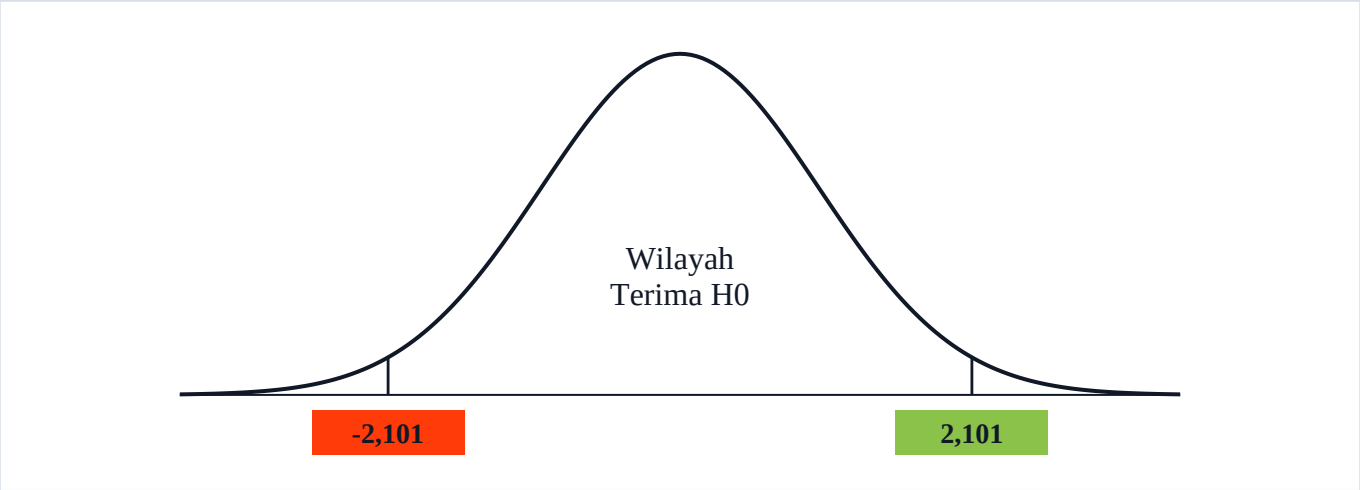
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	75,00	87,00
2	96,50	197,00
3	96,50	94,00
4	267,00	124,00

Uji F			
Varians 1	7.994,08333	**df 1**	3
Varians 2	2.529,66667	**df 2**	3
F hitung	3,16013	**N1**	4
F tabel atas	15,43918	**N2**	4
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.

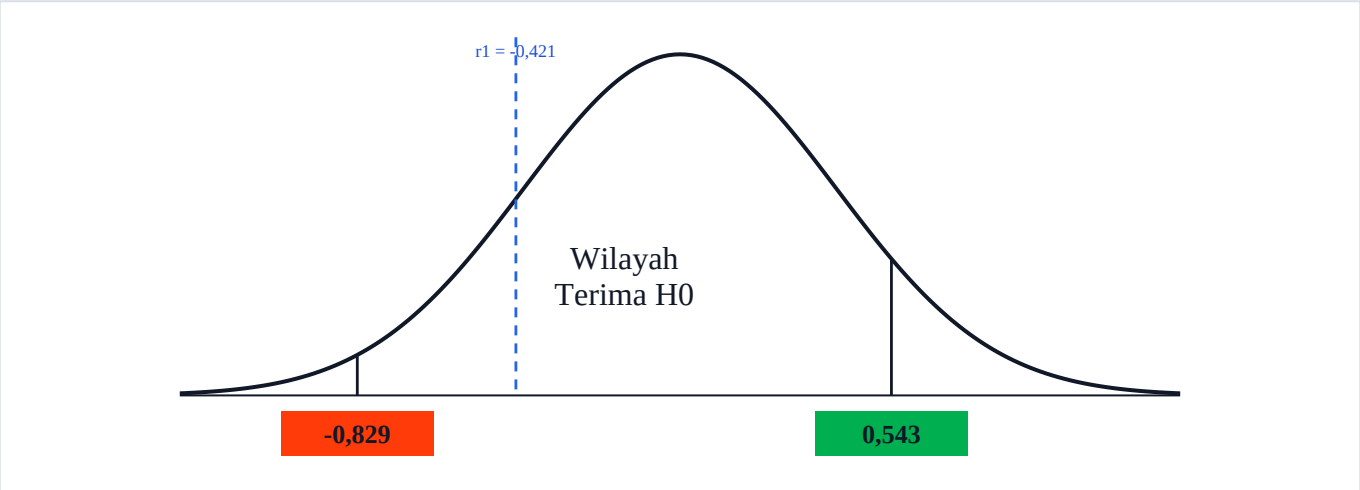
Tabel B.7 – Uji Independen

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2015	75,00	-54,63	1.809,45	2.983,89
2016	96,50	-33,13	1.097,27	1.097,27
2017	96,50	-33,13	-4.550,55	1.097,27
2018	267,00	137,38	-5.855,61	18.871,89
2019	87,00	-42,63	-2.871,86	1.816,89
2020	197,00	67,38	-2.400,23	4.539,39
2021	94,00	-35,63	200,39	1.269,14
2022	124,00	-5,63	307,27	31,64

Parameter Uji Independen			
Jumlah	1.037,0000	**n**	8
Rata-rata	129,6250	**Batas bawah**	-0,82870
r1	-0,42139	**Batas atas**	0,54299
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	8 tahun	Belum memenuhi	Perlu kehati-hatian karena panjang data terbatas.
Tahun kosong	0 tahun	Baik	Tidak ada jeda tahun pada rentang data.
Uji pencilan	Tidak ada pencilan signifikan	Baik	Nilai ekstrem masih dalam batas statistik.
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembanding dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	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	8 tahun
Minimum	75,00 mm (2015)
Maksimum	267,00 mm (2018)
Rata-rata	129,63 mm
Median	96,50 mm
Standar deviasi sampel	67,30 mm
Koefisien variasi	0,519
Skewness sampel	1,587
Excess kurtosis	1,667

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (1,587), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (1,667) 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 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 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 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	118,568	117,868	112,019	102,108
5	178,045	170,872	156,491	146,416
10	217,425	207,478	188,945	192,966
20	255,198	243,551	225,619	257,332
25	267,180	255,194	239,023	283,063
50	304,092	291,705	288,077	383,488
100	340,731	328,989	353,079	524,801
200	377,236	367,272	442,354	724,019
1.000	461,797	460,850	827,586	1.561,723

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: $\bar{x}$ = 129,625 mm; S = 67,302 mm; μ = 99,33530; β = 52,47554.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**118,568**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**178,045**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**217,425**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**255,198**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**267,180**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**304,092**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**340,731**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**377,236**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**461,797**

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 = 2,07140; S_Y = 0,19162.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,07140	**117,868**
5	80,000%	0,84162	2,23267	**170,872**
10	90,000%	1,28155	2,31697	**207,478**
20	95,000%	1,64485	2,38659	**243,551**
25	96,000%	1,75069	2,40687	**255,194**
50	98,000%	2,05375	2,46494	**291,705**
100	99,000%	2,32635	2,51718	**328,989**
200	99,500%	2,57583	2,56499	**367,272**
1.000	99,900%	3,09023	2,66356	**460,850**

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 = 2,07140; S_Y = 0,19162; C_s = 1,18490.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,11535	2,04929	**112,019**
5	80,000%	0,84162	0,64237	2,19449	**156,491**
10	90,000%	1,28155	1,06949	2,27634	**188,945**
20	95,000%	1,64485	1,47152	2,35338	**225,619**
25	96,000%	1,75069	1,60232	2,37844	**239,023**
50	98,000%	2,05375	2,02538	2,45951	**288,077**
100	99,000%	2,32635	2,48651	2,54787	**353,079**
200	99,500%	2,57583	2,99739	2,64577	**442,354**
1.000	99,900%	3,09023	4,41706	2,91781	**827,586**

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 = 92,36193; α = 24,23702; k = -0,49806. L1 = 129,62500; L2 = 35,42857; t3 = 0,53377.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**102,108**
5	80,000%	**146,416**
10	90,000%	**192,966**
20	95,000%	**257,332**
25	96,000%	**283,063**
50	98,000%	**383,488**
100	99,000%	**524,801**
200	99,500%	**724,019**
1.000	99,900%	**1.561,723**

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 perencana.

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	**0,20754**	**0,49000**	**Diterima**	**2,34834**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Normal	0,23040	0,49000	Diterima	2,81697	5,93687	Diterima	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,20838	0,49000	Diterima	3,69979	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,12765	0,49000	Diterima	2,92985	3,74676	Diterima	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 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 Gumbel = 118,568 mm; rata-rata HHMT = 129,63 mm; rasio R2/rata-rata = 0,91	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 = 118,568 mm; median HHMT = 96,50 mm; rasio R2/median = 1,23	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Gumbel = 340,731 mm; maksimum historis = 267,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Gumbel = 461,797 mm; maksimum historis = 267,00 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	239,023	283,063	44,040	16,9%	Selisih kecil-sedang
50	288,077	383,488	95,411	30,1%	Selisih besar
100	328,989	524,801	195,812	50,6%	Selisih besar
1000	460,850	1.561,723	1.100,872	133,0%	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 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 *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 = 340,731 mm. R1000 = 461,797 mm. Maksimum historis = 267,00 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 8 tahun dengan status: Data kurang dari 10 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 340,731 mm dibanding maksimum historis 267,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembanding memadai.
6. Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai indikasi awal atau pembanding, 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	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 Gumbel 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	$\bar{x}$	129,625	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	67,302	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	99,33530	-
Gumbel	Parameter skala	β	52,47554	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,07140	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,19162	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,07140	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,19162	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	1,18490	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	92,36193	-
GEV	Parameter skala	α	24,23702	-
GEV	Parameter bentuk	k	-0,49806	-

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 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.