Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun PCH SAMBOJA, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/795

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
10 tahun	**157,37 mm**	**237,00 mm**	**GEV**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 10 tahun dan status panjang data: **Data terbatas 10–20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan tren, ketidakindependenan. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **GEV**. Karena status uji data masih perlu review teknis, hasil curah hujan rancangan perlu digunakan sebagai hasil sementara sampai verifikasi data selesai.

1. Informasi Stasiun Hujan

Nama Stasiun	PCH SAMBOJA	**Periode Data**	2008 s.d. 2019
Lokasi	Desa Karya Jaya, Kec. Samboja, Kutai Kartanegara	**Provinsi**	Kalimantan Timur
Wilayah Sungai	MAHAKAM	**Koordinat**	-1.041890, 117.050985
Pengelola	BWS KALIMANTAN IV		

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	10 tahun	**Tahun kosong**	2 tahun
Data HHMT < 50 mm	0 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	2015	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.
2	2016	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.

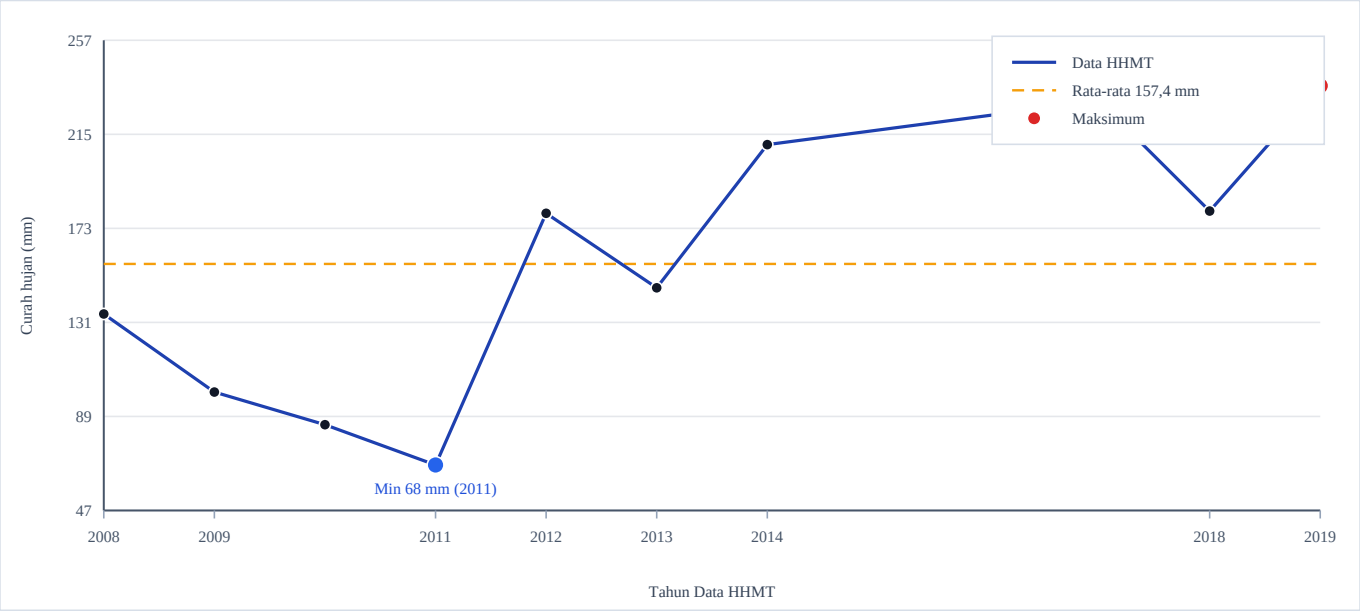
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	2008	135,00	06-10-2008	OK
2	2009	100,10	19-01-2009	OK
3	2010	85,50	07-04-2010	OK
4	2011	67,50	28-06-2011	OK
5	2012	180,00	19-11-2012	OK
6	2013	146,70	03-05-2013	OK
7	2014	210,70	11-05-2014	OK
8	2017	230,20	12-12-2017	OK
9	2018	181,00	17-12-2018	OK
10	2019	237,00	05-02-2019	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	237,00 mm pada tahun 2019	**Nilai minimum**	67,50 mm pada tahun 2011
Jumlah data > 150 mm	5 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	1	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	5	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data sangat tinggi	> 200 mm	3	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2011	67,50	28-06-2011	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2012	180,00	19-11-2012	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2014	210,70	11-05-2014	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2017	230,20	12-12-2017	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2018	181,00	17-12-2018	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2019	237,00	05-02-2019	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.

5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	Tidak Ada Pencilan	Tidak ditemukan data di luar batas pencilan.
Uji Tren	Ada Tren	Terdapat indikasi tren signifikan pada seri data; data perlu review stasioneritas.
Uji Homogenitas	Homogen	Varians dua kelompok data tidak berbeda signifikan; seri data dapat dianggap homogen berdasarkan uji ini.
Uji Independensi	Tidak Independen	Autokorelasi lag-1 berada di luar batas penerimaan; seri data perlu review independensi.

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

- Uji Tren: Terdapat indikasi tren signifikan pada seri data; data perlu review stasioneritas.
- Uji Independensi: Autokorelasi lag-1 berada di luar batas penerimaan; seri data perlu review independensi.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,0360
Uji Pencilan	Batas bawah	60,16 mm
Uji Pencilan	Batas atas	352,46 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,83030
Uji Tren	t hitung	4,21389
Uji Tren	t kritis	2,30600
Uji Tren	Arah	naik
Uji Homogenitas	F hitung	1,42439
Uji Homogenitas	F kritis	9,60453
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	1.990,99700

Uji	Parameter	Nilai
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.397,78700
Uji Independensi	r1 lag-1	0,58151
Uji Independensi	Batas bawah	-0,72707
Uji Independensi	Batas atas	0,50485

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.

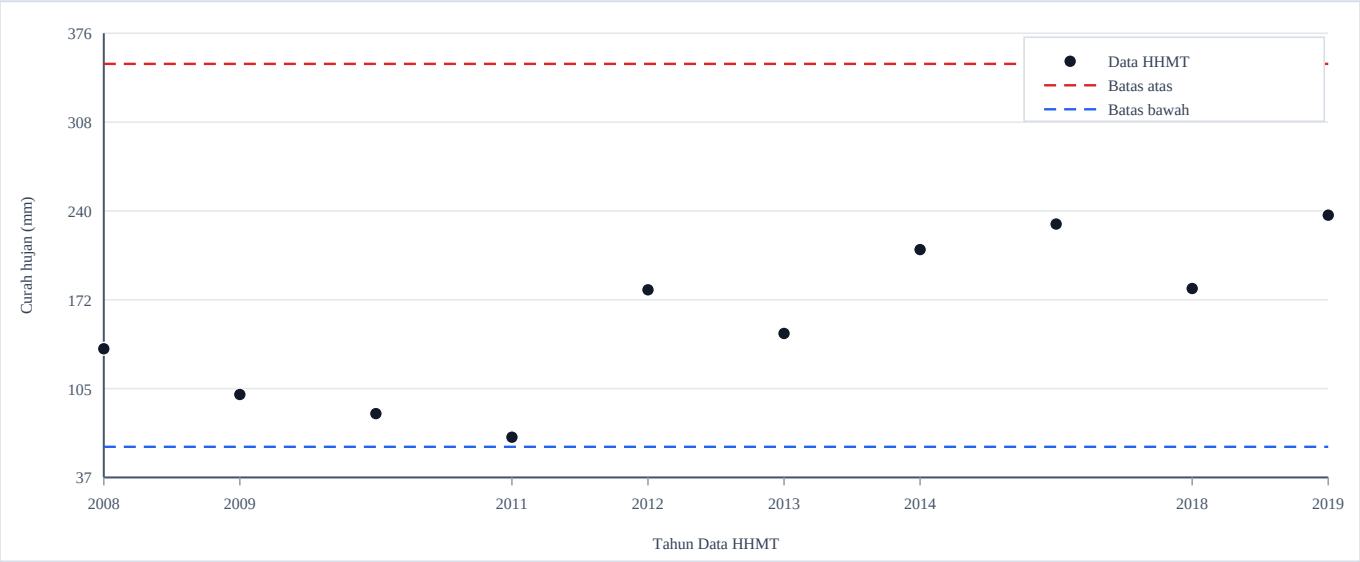
Tabel 5.1. – Uji Pencilan

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	2008	135,00	2,130334	-0,03286	0,00108	-0,00004	352,46	60,16	Accept
2	2009	100,10	2,000434	-0,16276	0,02649	-0,00431	352,46	60,16	Accept
3	2010	85,50	1,931966	-0,23123	0,05347	-0,01236	352,46	60,16	Accept
4	2011	67,50	1,829304	-0,33389	0,11148	-0,03722	352,46	60,16	Accept
5	2012	180,00	2,255273	0,09208	0,00848	0,00078	352,46	60,16	Accept
6	2013	146,70	2,166430	0,00324	0,00001	0,00000	352,46	60,16	Accept
7	2014	210,70	2,323665	0,16047	0,02575	0,00413	352,46	60,16	Accept
8	2017	230,20	2,362105	0,19891	0,03957	0,00787	352,46	60,16	Accept
9	2018	181,00	2,257679	0,09448	0,00893	0,00084	352,46	60,16	Accept
10	2019	237,00	2,374748	0,21155	0,04476	0,00947	352,46	60,16	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	10	**Jumlah hujan**	1.573,7000
Rataan hujan	157,3700	**Rataan log X**	2,163194
S log	0,188564	**CS log**	-0,63882
Kn	2,03600	**n**	10
Log XH	2,54711	**XH / batas atas**	352,460
Log XL	1,77928	**XL / batas bawah**	60,156
X maksimum data	237,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	67,500	**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.

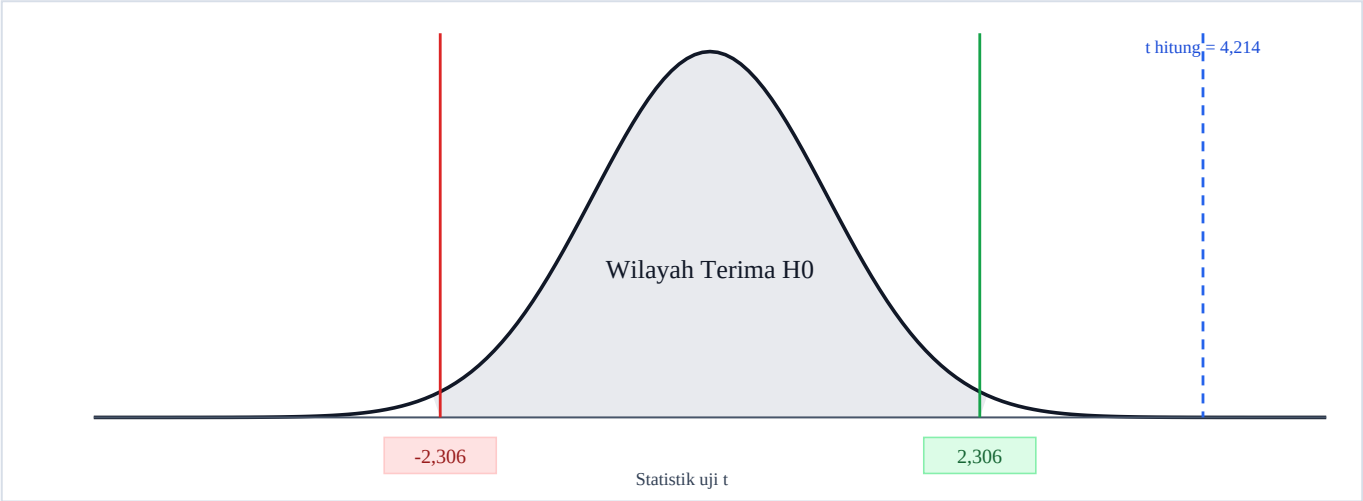
Tabel 5.2 – Uji Tren

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
2008	135,00	1	67,50	4,00	1,00	-3,00	9,00
2009	100,10	2	85,50	3,00	2,00	-1,00	1,00
2010	85,50	3	100,10	2,00	3,00	1,00	1,00
2011	67,50	4	135,00	1,00	4,00	3,00	9,00
2012	180,00	5	146,70	6,00	5,00	-1,00	1,00
2013	146,70	6	180,00	5,00	6,00	1,00	1,00
2014	210,70	7	181,00	8,00	7,00	-1,00	1,00
2017	230,20	8	210,70	9,00	8,00	-1,00	1,00
2018	181,00	9	230,20	7,00	9,00	2,00	4,00
2019	237,00	10	237,00	10,00	10,00	0,00	0,00

Parameter Uji Tren			
n	10	**df**	8
Total D²	28,0000	**Kp / r Spearman**	0,83030
t hitung	4,21389	**t tabel**	2,30600
Keputusan	Tolak H0	**Artinya**	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

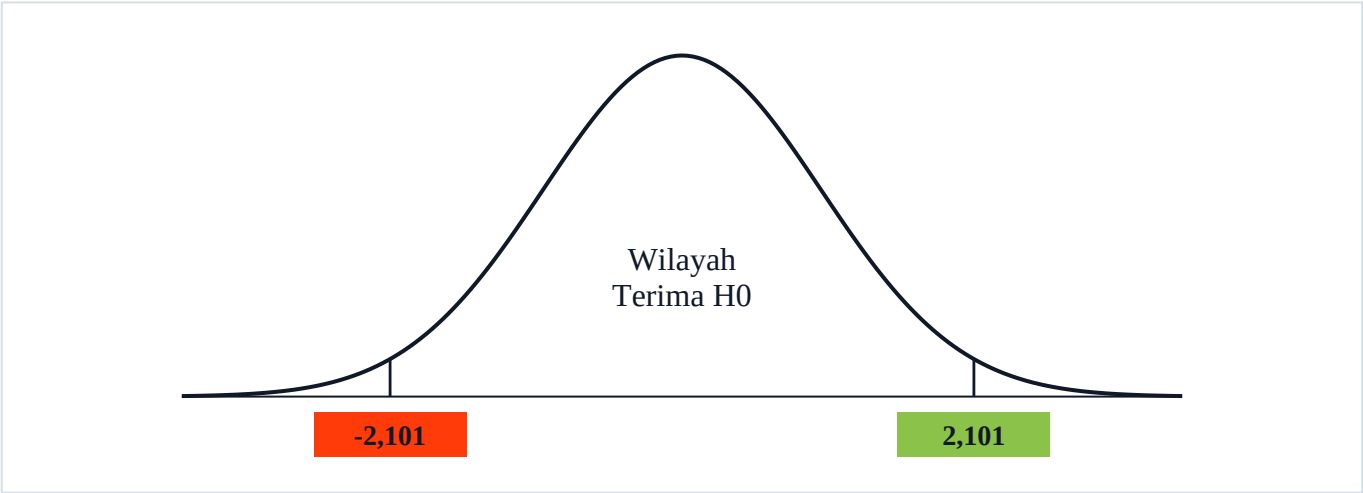
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	135,00	146,70
2	100,10	210,70
3	85,50	230,20
4	67,50	181,00
5	180,00	237,00

Uji F			
Varians 1	1.990,99700	**df 1**	4
Varians 2	1.397,78700	**df 2**	4
F hitung	1,42439	**N1**	5
F tabel atas	9,60453	**N2**	5
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.

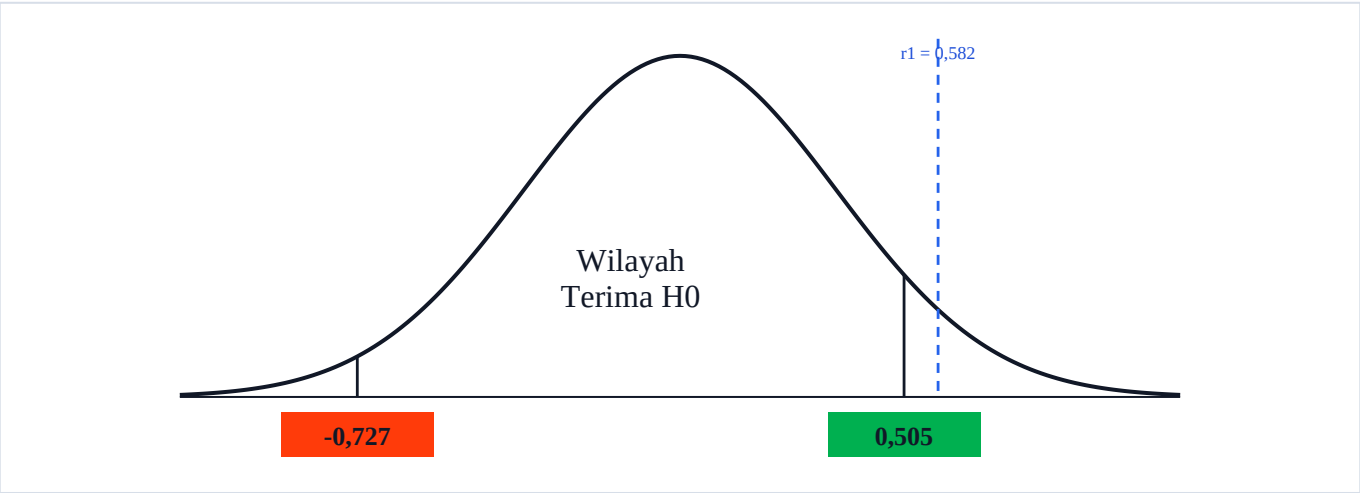
Tabel B.7 – Uji Independen

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2008	135,00	-22,37	1.281,13	500,42
2009	100,10	-57,27	4.115,99	3.279,85
2010	85,50	-71,87	6.458,96	5.165,30
2011	67,50	-89,87	-2.033,76	8.076,62
2012	180,00	22,63	-241,46	512,12
2013	146,70	-10,67	-569,03	113,85
2014	210,70	53,33	3.884,02	2.844,09
2017	230,20	72,83	1.720,97	5.304,21
2018	181,00	23,63	1.881,66	558,38
2019	237,00	79,63	-1.781,32	6.340,94

Parameter Uji Independen			
Jumlah	1.573,7000	**n**	10
Rata-rata	157,3700	**Batas bawah**	-0,72707
r1	0,58151	**Batas atas**	0,50485
Keputusan	Tolak H0	**Artinya**	Tidak Independen

Gambar 5.4. – Kurva batas uji independen

Grafik ini menunjukkan posisi koefisien autokorelasi lag-1 (r1) terhadap batas bawah dan batas atas uji independen. Jika r1 berada di antara kedua batas, maka seri data dinyatakan independen berdasarkan uji ini.



5.5. Uji Konsistensi Antarstasiun

Uji konsistensi antarstasiun dilakukan sebagai validasi silang awal dengan membandingkan seri HHMT stasiun utama terhadap stasiun hujan terdekat. Parameter yang dihitung meliputi jumlah tahun overlap, korelasi Pearson, rasio rata-rata, MAE, dan RMSE. Hasil ini digunakan sebagai indikasi awal dan tidak menggantikan pemeriksaan data harian, kondisi topografi, serta karakter orografis setempat.

Uji konsistensi antarstasiun belum dapat dihitung. Tidak tersedia stasiun pembanding dengan data HHMT yang memadai pada radius pencarian.

5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

Grafik scatter belum dapat ditampilkan. Jumlah data overlap antara stasiun utama dan stasiun pembanding kurang dari 3 tahun.

5.7. Double Mass Curve

Double mass curve belum dapat ditampilkan. Jumlah data overlap antara stasiun utama dan stasiun pembanding kurang dari 3 tahun.

5.8. Matriks Kelayakan Data

Matriks berikut merangkum hasil pemeriksaan kualitas data, uji statistik, dan pembandingan antarstasiun sebagai dasar awal untuk menilai kelayakan penggunaan data pada analisis frekuensi hujan rancangan.

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Panjang data	10 tahun	Belum memenuhi	Perlu kehati-hatian karena panjang data terbatas.
Tahun kosong	2 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	Ada indikasi tren	Perlu review	Ada indikasi perubahan pola jangka panjang.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Tidak independen	Perlu review	Hasil hujan rancangan sebaiknya diperlakukan sebagai hasil sementara.
Konsistensi antarstasiun	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembanding dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	GEV	Sementara	Perlu dibaca bersama evaluasi kewajaran hujan rancangan dan sensitivity analysis antar distribusi.

Catatan homogenitas: Hasil uji homogenitas menunjukkan seri data dapat dianggap homogen berdasarkan kriteria uji yang digunakan.

6. Statistik Deskriptif Curah Hujan

Jumlah data	10 tahun
Minimum	67,50 mm (2011)
Maksimum	237,00 mm (2019)
Rata-rata	157,37 mm
Median	163,35 mm
Standar deviasi sampel	60,27 mm
Koefisien variasi	0,383
Skewness sampel	-0,146
Excess kurtosis	-1,364

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

7. Ringkasan Analisa Curah Hujan Rancangan

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

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

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
2	147,468	145,611	152,960	160,452
5	200,733	209,842	203,716	214,226
10	236,000	254,009	234,008	239,133
20	269,828	297,409	263,077	257,265
25	280,558	311,394	272,562	262,067
50	313,615	355,187	303,238	274,521
100	346,427	399,815	336,758	284,027
200	379,120	445,556	374,327	291,321
1.000	454,849	557,058	484,186	302,421

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: $\bar{x}$ = 157,370 mm; S = 60,273 mm; μ = 130,24384; β = 46,99485.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**147,468**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**200,733**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**236,000**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**269,828**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**280,558**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**313,615**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**346,427**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**379,120**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**454,849**

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 = 2,16319; S_Y = 0,18856.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,16319	**145,611**
5	80,000%	0,84162	2,32189	**209,842**
10	90,000%	1,28155	2,40485	**254,009**
20	95,000%	1,64485	2,47335	**297,409**
25	96,000%	1,75069	2,49331	**311,394**
50	98,000%	2,05375	2,55046	**355,187**
100	99,000%	2,32635	2,60186	**399,815**

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
200	99,500%	2,57583	2,64890	**445,556**
1.000	99,900%	3,09023	2,74590	**557,058**

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 = 2,16319; S_Y = 0,18856; C_s = -0,63882.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,11341	2,18458	**152,960**
5	80,000%	0,84162	0,77338	2,30903	**203,716**
10	90,000%	1,28155	1,09267	2,36923	**234,008**
20	95,000%	1,64485	1,36234	2,42008	**263,077**
25	96,000%	1,75069	1,44392	2,43546	**272,562**
50	98,000%	2,05375	1,68956	2,48178	**303,238**
100	99,000%	2,32635	1,93104	2,52732	**336,758**
200	99,500%	2,57583	2,17463	2,57325	**374,327**
1.000	99,900%	3,09023	2,76733	2,68501	**484,186**

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 = 137,57319; α = 66,81058; k = 0,37486. L1 = 157,37000; L2 = 36,25222; t3 = -0,04928.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**160,452**
5	80,000%	**214,226**
10	90,000%	**239,133**
20	95,000%	**257,265**

T	P	X_T (mm)
25	96,000%	**262,067**
50	98,000%	**274,521**
100	99,000%	**284,027**
200	99,500%	**291,321**
1.000	99,900%	**302,421**

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	0,16143	0,49000	Diterima	3,69647	5,93687	Diterima	-
Log Normal	0,14188	0,49000	Diterima	2,23254	5,93687	Diterima	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,13215	0,49000	Diterima	2,71955	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	**0,08330**	**0,49000**	**Diterima**	**1,35996**	**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 = 160,452 mm; rata-rata HHMT = 157,37 mm; rasio R2/rata-rata = 1,02	Wajar	Hujan rancangan T=2 umumnya berada di sekitar nilai pusat data. Selisih besar dapat menunjukkan pengaruh bentuk distribusi atau karakter data.
R2 terhadap median HHMT	R2 GEV = 160,452 mm; median HHMT = 163,35 mm; rasio R2/median = 0,98	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 284,027 mm; maksimum historis = 237,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 302,421 mm; maksimum historis = 237,00 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	262,067	311,394	49,327	17,5%	Selisih kecil-sedang

Kala Ulang	Minimum	Maksimum	Rentang	Rentang/Mean	Interpretasi
50	274,521	355,187	80,666	25,9%	Selisih besar
100	284,027	399,815	115,788	33,9%	Selisih besar
1000	302,421	557,058	254,637	56,6%	Selisih besar

Catatan kewajaran:

- Uji independensi tidak terpenuhi; hasil rancangan sebaiknya diperlakukan sebagai hasil sementara sampai review data selesai.
- Jumlah data kurang dari 50 tahun; uji kecocokan dan ekstrapolasi kala ulang tinggi perlu dibaca sebagai indikasi, bukan keputusan tunggal.

Rekomendasi penggunaan: Hasil distribusi GEV dapat digunakan sebagai hasil statistik terpilih sementara. Untuk kebutuhan desain, terutama kala ulang menengah-besar, disarankan tetap melakukan *sensitivity analysis* terhadap Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV; memeriksa konsistensi dengan stasiun hujan terdekat; serta mempertimbangkan kewajaran regional sebelum menetapkan hujan rancangan final.

11. Rekomendasi Distribusi untuk Desain

Rekomendasi distribusi untuk desain disusun dengan mempertimbangkan distribusi terbaik sementara, kualitas data, hasil evaluasi kewajaran, dan kebutuhan penggunaan desain.

Tujuan Penggunaan	Distribusi/Strategi Disarankan	Catatan Teknis
Analisis statistik awal	GEV	Distribusi GEV merupakan distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan statistik yang tersedia. Hasil uji independensi tidak terpenuhi, sehingga rekomendasi distribusi perlu diperlakukan sebagai rekomendasi sementara.
Analisis desain konservatif	Bandingkan Gumbel, Log Pearson III, dan GEV	Gunakan *sensitivity analysis* untuk menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap hujan rancangan kala ulang menengah-besar.
Debit banjir rencana	Distribusi final setelah validasi data	Nilai hujan rancangan perlu dikaitkan dengan hujan wilayah, distribusi hujan, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.
Jika data masih perlu review	Jangan gunakan satu distribusi sebagai angka tunggal final	Gunakan hasil sebagai nilai sementara dan lakukan verifikasi data, uji konsistensi antarstasiun, dan evaluasi kewajaran hidrologis.

Nilai kunci distribusi terpilih: R100 = 284,027 mm. R1000 = 302,421 mm. Maksimum historis = 237,00 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 10 tahun dengan status: Data terbatas 10–20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data tidak menunjukkan pencilan signifikan, menunjukkan indikasi tren, homogen, dan tidak independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah GEV.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 284,027 mm dibanding maksimum historis 237,00 mm.

5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembanding memadai.
6. Karena seri data menunjukkan tren signifikan, analisis frekuensi berbasis asumsi stasioner perlu diperlakukan hati-hati dan perlu review penyebab tren sebelum penetapan nilai desain final.
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	Cek kelengkapan data pada tahun kosong dan dokumentasikan penyebab kekosongan data.	Menjaga transparansi seri data dan menghindari bias interpretasi panjang data.	Tinggi
3	Lakukan review independensi dengan pemeriksaan autokorelasi tambahan dan evaluasi periode basah-kering.	Menjelaskan penyebab ketidakindependenan data sebelum hasil digunakan sebagai nilai desain final.	Tinggi
4	Lakukan review penyebab tren signifikan, termasuk cek konsistensi data harian, perubahan lingkungan pos hujan, dan pembandingan terhadap stasiun sekitar.	Menilai apakah tren disebabkan perubahan iklim lokal/regional, perubahan pencatatan, atau masalah data sebelum analisis frekuensi final.	Tinggi
5	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
6	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
7	Gunakan distribusi GEV sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
8	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
9	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	$\bar{x}$	157,370	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	60,273	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	130,24384	-
Gumbel	Parameter skala	β	46,99485	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,16319	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,18856	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,16319	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,18856	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,63882	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	137,57319	-
GEV	Parameter skala	α	66,81058	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,37486	-

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 tren, ketidakindependenan, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi GEV dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencana.

Hasil curah hujan rancangan pada laporan ini digunakan sebagai dasar awal untuk analisa lanjutan. Untuk debit banjir rencana, tahapan berikutnya adalah hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, transformasi hujan-limpasan dengan HSS/metode lain, serta kalibrasi dan validasi apabila data observasi tersedia.