

# Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Muaro Panjalinan, Kota Padang, Sumatera Barat

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/1598>

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
<b>14 tahun</b>	<b>140,54 mm</b>	<b>245,00 mm</b>	<b>GEV</b>

**Kesimpulan singkat analisa:** Data HHMT memiliki panjang data 14 tahun dan status panjang data: **Data terbatas 10-20 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

<b>Nama Stasiun</b>	Muaro Panjalinan	<b>Periode Data</b>	2009 s.d. 2023
<b>Lokasi</b>	Desa Kelurahan Bungo Pasang, Kec. Koto Tangah, Kota Padang	<b>Provinsi</b>	Sumatera Barat
<b>Wilayah Sungai</b>	INDRAGIRI-AKUAMAN	<b>Koordinat</b>	-0.861000, 100.342000
<b>Pengelola</b>	BWS SUMATERA V		

## 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	Tabing BMKG	Parupuk Tabing, Koto Tangah, KOTA PADANG	2,91	32 tahun	1970-2001
2	Bendung Koto Tuo	Koto Panjang Ikua Koto, Koto Tangah, KOTA PADANG	3,66	11 tahun	2012-2022
3	Kantor PU Khatib Sulaiman	Kelurahan Ulak Karang Utara, Padang Utara, Kota Padang	4,99	17 tahun	2009-2025
4	Sungai Latung	Kelurahan Lubuk Minturun, Koto Tangah, Kota Padang	6,06	16 tahun	2009-2024
5	Gunung Sarik	Sungao Sapih, Kuranji, Kota Padang	7,66	47 tahun	1975-2025
6	Parak Kopi	Kelurahan Alai Parak Kopi, Padang Utara, Kota Padang	8,73	0 tahun	-

## 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.

<b>Jumlah data HHMT</b>	14 tahun	<b>Tahun kosong</b>	1 tahun
<b>Data HHMT &lt; 50 mm</b>	1 data	<b>Status uji data</b>	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	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	2009	69,00	29-03-2009	OK
2	2010	175,00	14-05-2010	OK
3	2011	200,00	12-07-2011	OK
4	2012	145,00	01-03-2012	OK
5	2013	120,30	16-11-2013	OK
6	2014	70,10	22-08-2014	OK
7	2015	27,00	11-03-2015	Pencilan bawah
8	2016	75,10	20-12-2016	OK
9	2017	198,00	09-10-2017	OK
10	2018	197,00	28-05-2018	OK
11	2019	69,00	29-03-2019	OK
12	2020	245,00	09-07-2020	OK
13	2022	167,00	22-09-2022	OK
14	2023	210,00	14-07-2023	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

<b>Nilai maksimum</b>	245,00 mm pada tahun 2020	<b>Nilai minimum</b>	27,00 mm pada tahun 2015
<b>Jumlah data &gt; 150 mm</b>	7 data	<b>Jumlah data &lt; 50 mm</b>	1 data
<b>Jumlah pencilan terdeteksi</b>	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

##### Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
2015	27,00 mm	29,71 mm	489,94 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	1	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	4	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	7	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	2	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

##### Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2009	69,00	29-03-2009	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2014	70,10	22-08-2014	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2015	27,00	11-03-2015	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2019	69,00	29-03-2019	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

##### Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2010	175,00	14-05-2010	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2011	200,00	12-07-2011	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2017	198,00	09-10-2017	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2018	197,00	28-05-2018	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2020	245,00	09-07-2020	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2022	167,00	22-09-2022	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2023	210,00	14-07-2023	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.

#### 5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	<b>Ada Pencilan</b>	Ditemukan data yang berada di luar batas pencilan dan perlu review teknis.
Uji Tren	<b>Tidak Ada Tren</b>	Tidak terdapat indikasi tren signifikan pada tingkat kepercayaan yang digunakan.

Uji Data	Status	Keterangan
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	2,2130
Uji Pencilan	Batas bawah	29,71 mm
Uji Pencilan	Batas atas	489,94 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1
Uji Tren	r Spearman	0,34543
Uji Tren	t hitung	1,27511
Uji Tren	t kritis	2,17881
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,17800
Uji Homogenitas	F kritis	5,81976
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	3.938,13667
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	4.639,11571
Uji Independensi	r1 lag-1	0,17366
Uji Independensi	Batas bawah	-0,59919
Uji Independensi	Batas atas	0,44535

### 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**

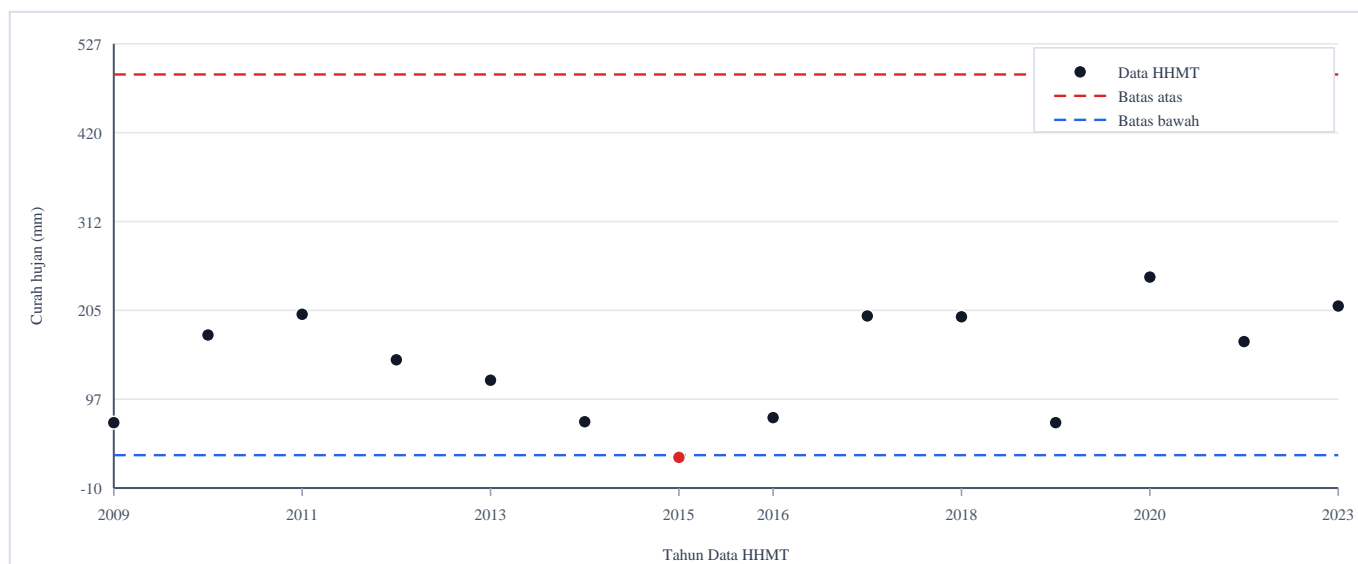
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X) <sup>2</sup>	(log Xi - log X) <sup>3</sup>	X max	X min	Status
1	2009	69,00	1,838849	-0,24268	0,05889	-0,01429	489,94	29,71	Accept
2	2010	175,00	2,243038	0,16151	0,02609	0,00421	489,94	29,71	Accept
3	2011	200,00	2,301030	0,21950	0,04818	0,01058	489,94	29,71	Accept
4	2012	145,00	2,161368	0,07984	0,00637	0,00051	489,94	29,71	Accept
5	2013	120,30	2,080266	-0,00126	0,00000	0,00000	489,94	29,71	Accept
6	2014	70,10	1,845718	-0,23581	0,05561	-0,01311	489,94	29,71	Accept
7	2015	27,00	1,431364	-0,65016	0,42271	-0,27483	489,94	29,71	Pencilan bawah
8	2016	75,10	1,875640	-0,20589	0,04239	-0,00873	489,94	29,71	Accept
9	2017	198,00	2,296665	0,21514	0,04629	0,00996	489,94	29,71	Accept
10	2018	197,00	2,294466	0,21294	0,04534	0,00966	489,94	29,71	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
11	2019	69,00	1,838849	-0,24268	0,05889	-0,01429	489,94	29,71	Accept
12	2020	245,00	2,389166	0,30764	0,09464	0,02912	489,94	29,71	Accept
13	2022	167,00	2,222716	0,14119	0,01993	0,00281	489,94	29,71	Accept
14	2023	210,00	2,322219	0,24069	0,05793	0,01394	489,94	29,71	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	14	Jumlah hujan	1.967,5000
Rataan hujan	140,5357	Rataan log X	2,081525
S log	0,275021	CS log	-1,05469
Kn	2,21300	n	14
Log XH	2,69015	XH / batas atas	489,944
Log XL	1,47290	XL / batas bawah	29,710
X maksimum data	245,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	27,000	Keputusan minimum	Detect pencilan Min

Gambar 5.1. - Kurva batas uji pencilan

Kurva ini menunjukkan posisi data HHMT terhadap batas pencilan atas dan bawah. Titik berwarna merah menunjukkan data di luar batas pencilan.



### 5.2. Uji Tren

Uji tren dilakukan untuk mengetahui apakah seri data curah hujan harian maksimum tahunan menunjukkan kecenderungan naik atau turun secara signifikan terhadap waktu. Dalam analisa hidrologi, data yang digunakan untuk analisis frekuensi sebaiknya tidak memiliki tren signifikan, karena adanya tren dapat menunjukkan bahwa seri data tidak stasioner. Pada Lampiran B SNI 2415:2026, uji tren dilakukan dengan membandingkan peringkat waktu terhadap peringkat data hujan, kemudian dihitung koefisien korelasi peringkat dan nilai statistik uji untuk menentukan apakah tren signifikan atau tidak.

Tabel 5.2 - Uji Tren

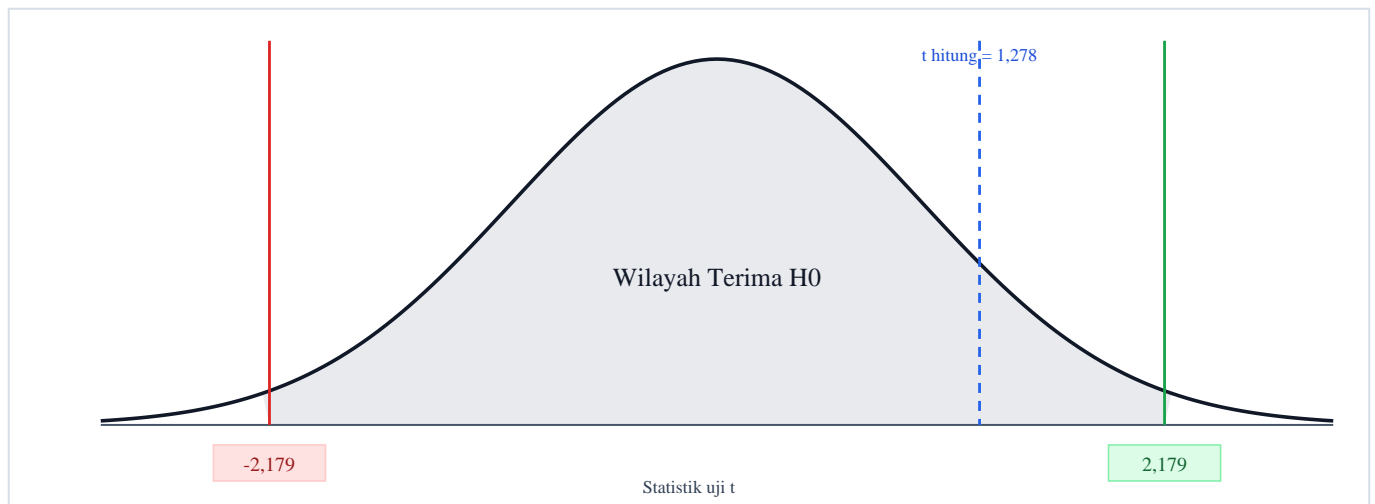
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D <sup>2</sup>
2009	69,00	1	27,00	2,50	1,00	-1,50	2,25
2010	175,00	2	69,00	9,00	2,00	-7,00	49,00
2011	200,00	3	69,00	12,00	3,00	-9,00	81,00
2012	145,00	4	70,10	7,00	4,00	-3,00	9,00
2013	120,30	5	75,10	6,00	5,00	-1,00	1,00
2014	70,10	6	120,30	4,00	6,00	2,00	4,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D <sup>2</sup>
2015	27,00	7	145,00	1,00	7,00	6,00	36,00
2016	75,10	8	167,00	5,00	8,00	3,00	9,00
2017	198,00	9	175,00	11,00	9,00	-2,00	4,00
2018	197,00	10	197,00	10,00	10,00	0,00	0,00
2019	69,00	11	198,00	2,50	11,00	8,50	72,25
2020	245,00	12	200,00	14,00	12,00	-2,00	4,00
2022	167,00	13	210,00	8,00	13,00	5,00	25,00
2023	210,00	14	245,00	13,00	14,00	1,00	1,00

Parameter Uji Tren			
n	14	df	12
Total D <sup>2</sup>	297,5000	Kp / r Spearman	0,34615
t hitung	1,27813	t tabel	2,17881
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.

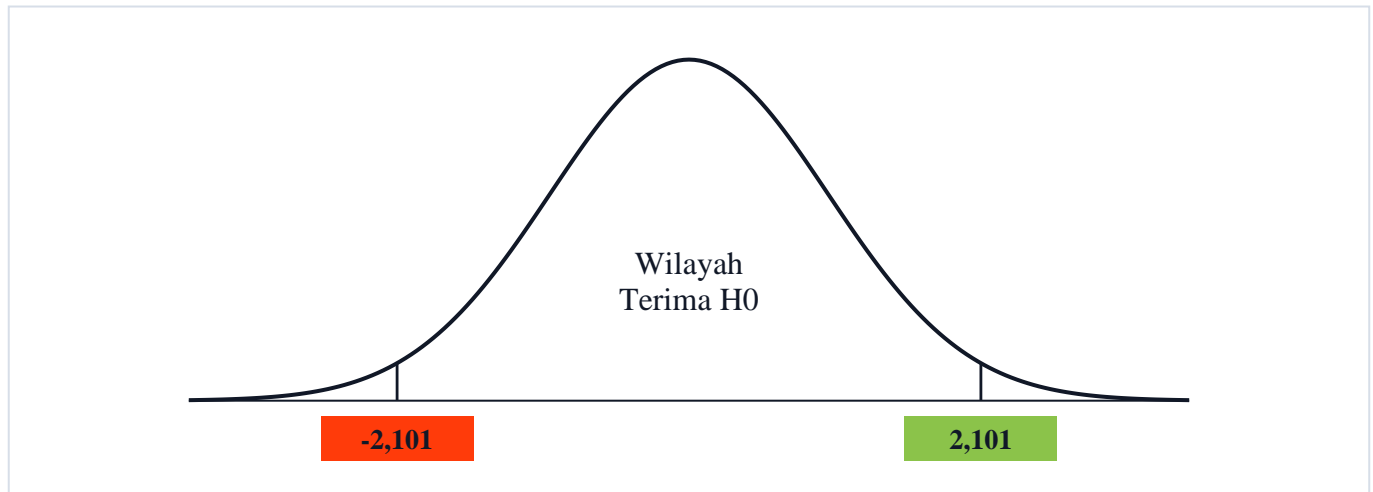
Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	69,00	75,10
2	175,00	198,00
3	200,00	197,00
4	145,00	69,00
5	120,30	245,00
6	70,10	167,00
7	27,00	210,00

#### Uji F

<b>Varians 1</b>		3.938,13667	<b>df 1</b>	6
<b>Varians 2</b>		4.639,11571	<b>df 2</b>	6
<b>F hitung</b>		1,17800	<b>N1</b>	7
<b>F tabel atas</b>		5,81976	<b>N2</b>	7
<b>Keterangan</b>	Equal Variance		<b>Keputusan</b>	Terima H0
<b>Artinya</b>	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.

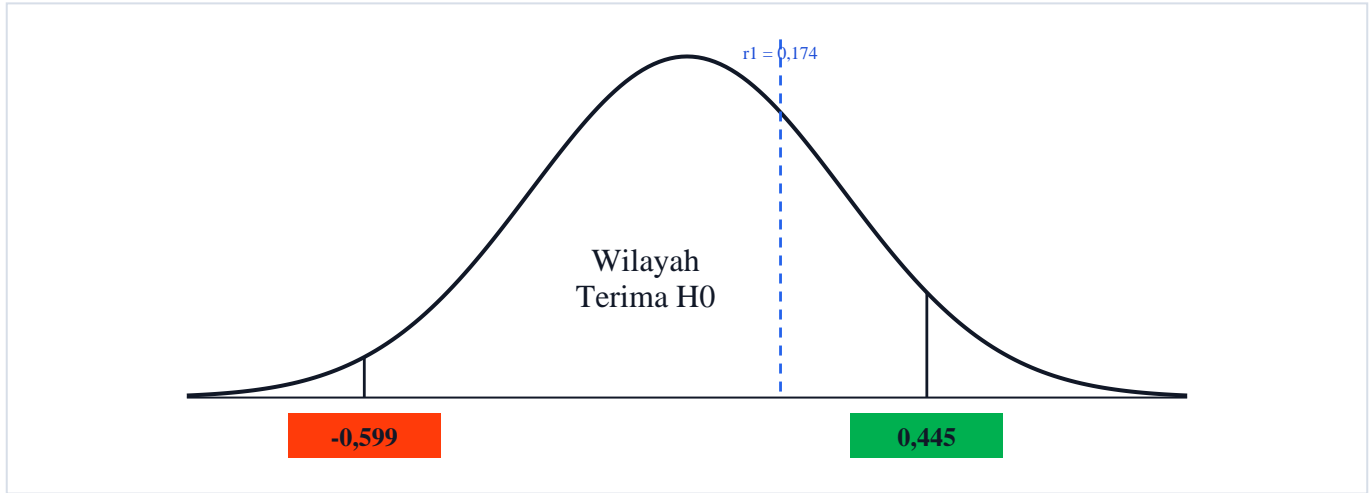
**Tabel B.7 - Uji Independen**

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2009	69,00	-71,54	-2.465,43	5.117,36
2010	175,00	34,46	2.049,39	1.187,79
2011	200,00	59,46	265,47	3.536,00
2012	145,00	4,46	-90,34	19,93
2013	120,30	-20,24	1.425,32	409,48
2014	70,10	-70,44	7.996,97	4.961,19
2015	27,00	-113,54	7.429,29	12.890,36
2016	75,10	-65,44	-3.760,22	4.281,83
2017	198,00	57,46	3.244,68	3.302,14
2018	197,00	56,46	-4.039,21	3.188,22
2019	69,00	-71,54	-7.472,93	5.117,36
2020	245,00	104,46	2.764,57	10.912,79
2022	167,00	26,46	1.838,32	700,36
2023	210,00	69,46	-4.969,18	4.825,29

Parameter Uji Independen			
<b>Jumlah</b>	1.967,5000	<b>n</b>	14
<b>Rata-rata</b>	140,5357	<b>Batas bawah</b>	-0,59919
<b>r1</b>	0,17366	<b>Batas atas</b>	0,44535
<b>Keputusan</b>	Terima H0	<b>Artinya</b>	Independen

### Gambar 5.4. - Kurva batas uji independen

Grafik ini menunjukkan posisi koefisien autokorelasi lag-1 ( $r_1$ ) terhadap batas bawah dan batas atas uji independen. Jika  $r_1$  berada di antara kedua batas, maka seri data dinyatakan independen berdasarkan uji ini.



### 5.5. Uji Konsistensi Antarstasiun

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

No.	Stasiun Pemanding	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data	Tahun Overlap	Periode Overlap	r	Rasio Rata-rata	MAE (mm)	RMSE (mm)	Kesimpulan
1	Sungai Latung	6,06	16	2009-2024	14	2009-2023	0,480	1,112	48,34	60,09	Konsistensi rendah; perlu review
2	Gunung Sarik	7,66	47	1975-2025	12	2009-2023	0,509	1,100	46,13	60,45	Konsistensi sedang
3	Bendung Koto Tuo	3,66	11	2012-2022	10	2012-2022	-0,364	1,142	70,51	85,97	Konsistensi rendah; perlu review
4	Kantor PU Khatib Sulaiman	4,99	17	2009-2025	14	2009-2023	0,295	1,255	46,82	77,94	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
5	Tabing BMKG	2,91	32	1970-2001	0	-	-	-	-	-	Data overlap kurang; hasil hanya indikatif

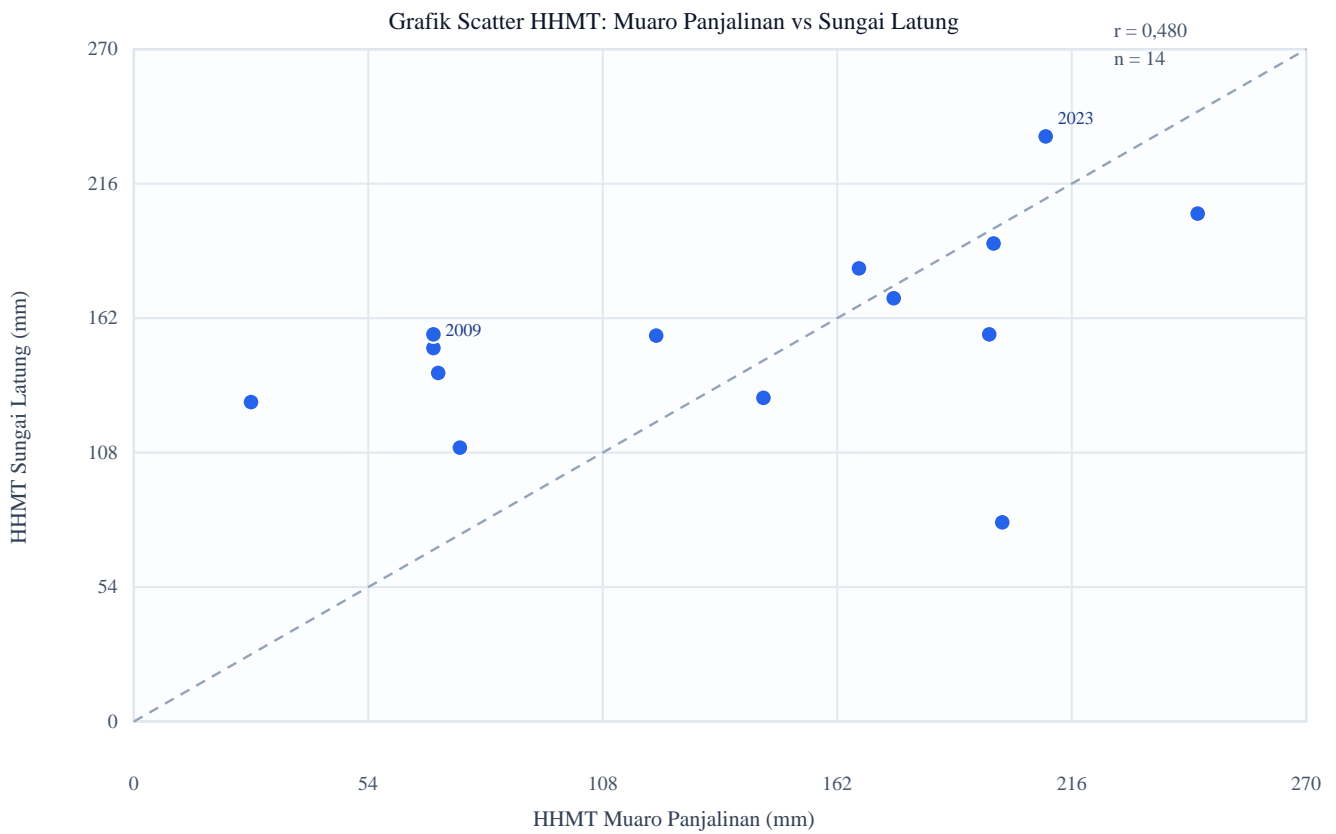
**Catatan interpretasi:** Korelasi  $r \geq 0,70$  diinterpretasikan sebagai konsistensi baik; 0,50-0,70 sedang; 0,30-0,50 rendah; dan  $r < 0,30$  tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama. Apabila tahun overlap kurang dari 10 tahun, hasil korelasi perlu diperlakukan sebagai indikasi awal.

**Catatan pemilihan pembanding:** Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **Sungai Latung** dengan skor 0,562, overlap 14 tahun, dan  $r = 0,480$ .

**Catatan karakter HHMT:** Seri HHMT merepresentasikan kejadian ekstrem harian yang dapat bersifat lokal, terutama pada wilayah dengan pengaruh topografi dan orografis. Karena itu korelasi antarstasiun dapat lebih rendah dibanding korelasi data hujan bulanan atau tahunan. Hasil konsistensi antarstasiun digunakan sebagai validasi awal, bukan dasar tunggal koreksi atau penggantian data.

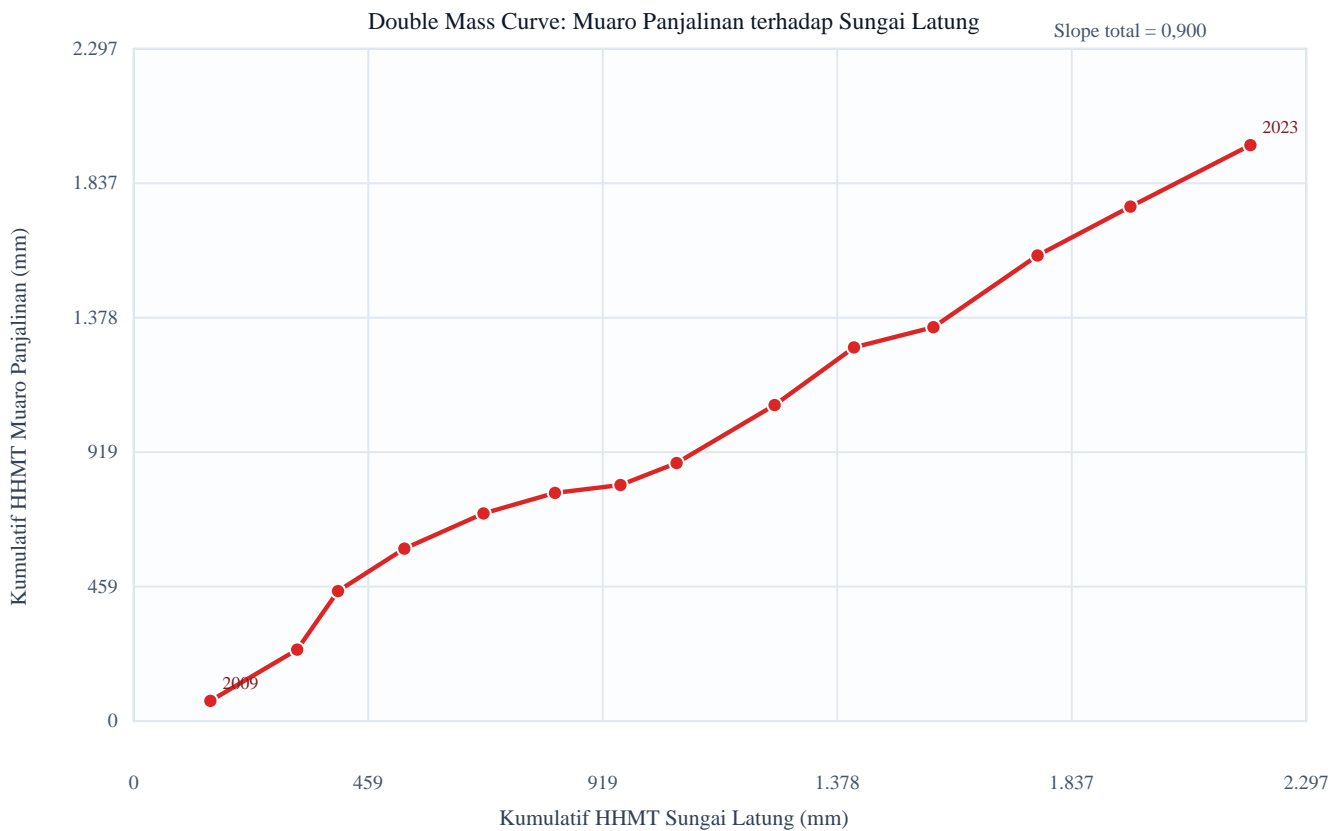
### 5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

Grafik scatter berikut membandingkan nilai HHMT stasiun utama terhadap stasiun pembanding terbaik pada tahun overlap. Garis diagonal menunjukkan garis 1:1 untuk membantu membaca tingkat kedekatan antar nilai kedua stasiun.



### 5.7. Double Mass Curve

Double mass curve digunakan sebagai pemeriksaan konsistensi kumulatif antara stasiun utama dan stasiun pembanding terbaik pada periode overlap. Kurva yang relatif stabil menunjukkan hubungan kumulatif yang lebih konsisten.



## 5.8. Matriks Kelayakan Data

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

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Panjang data	14 tahun	Belum memenuhi	Perlu kehati-hatian karena panjang data terbatas.
Tahun kosong	1 tahun	Perlu catatan	Perlu dicantumkan dan ditinjau dampaknya terhadap kontinuitas seri.
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	Konsistensi rendah; perlu review	Perlu review	Pembandingan terbaik berdasarkan skor gabungan: Sungai Latung dengan overlap 14 tahun, korelasi $r = 0,480$ , dan skor = 0,562.
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

<b>Jumlah data</b>	14 tahun
<b>Minimum</b>	27,00 mm (2015)
<b>Maksimum</b>	245,00 mm (2020)
<b>Rata-rata</b>	140,54 mm
<b>Median</b>	156,00 mm
<b>Standar deviasi sampel</b>	68,19 mm
<b>Koefisien variasi</b>	0,485
<b>Skewness sampel</b>	-0,203
<b>Excess kurtosis</b>	-1,353

**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 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 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	129,333	120,649	139,331	144,696
5	189,595	205,584	173,681	203,271
10	229,494	271,631	196,060	229,895
20	267,766	341,896	229,340	249,002
25	279,907	365,595	243,818	254,015
50	317,305	442,944	306,214	266,901
100	354,428	526,404	408,467	276,603
200	391,415	616,498	579,930	283,947
1.000	477,093	853,892	1.670,302	294,889

**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 ( $\mu$ ) dan skala ( $\beta$ ).
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:  $\bar{x} = 140,536$  mm;  $S = 68,191$  mm;  $\mu = 109,84615$ ;  $\beta = 53,16827$ .

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	<b>129,333</b>
5	80,000%	1,49994	0,71945	<b>189,595</b>
10	90,000%	2,25037	1,30455	<b>229,494</b>
20	95,000%	2,97020	1,86580	<b>267,766</b>
25	96,000%	3,19853	2,04383	<b>279,907</b>
50	98,000%	3,90194	2,59228	<b>317,305</b>
100	99,000%	4,60015	3,13667	<b>354,428</b>
200	99,500%	5,29581	3,67907	<b>391,415</b>
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	<b>477,093</b>

## 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  $Y_T = Y_{bar} + K_T \times S_Y$ .
6. Konversi menjadi  $X_T = 10^{Y_T}$ .

**Rumus:**  $Y = \log_{10}(X)$ ;  $Y_T = Y_{bar} + K_T \times S_Y$ ;  $X_T = 10^{Y_T}$ . Parameter:  $Y_{bar} = 2,08153$ ;  $S_Y = 0,27502$ .

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,08153	<b>120,649</b>
5	80,000%	0,84162	2,31299	<b>205,584</b>
10	90,000%	1,28155	2,43398	<b>271,631</b>
20	95,000%	1,64485	2,53389	<b>341,896</b>
25	96,000%	1,75069	2,56300	<b>365,595</b>
50	98,000%	2,05375	2,64635	<b>442,944</b>
100	99,000%	2,32635	2,72132	<b>526,404</b>
200	99,500%	2,57583	2,78993	<b>616,498</b>
1.000	99,900%	3,09023	2,93140	<b>853,892</b>

## 8.3 Metode Log Pearson III

### Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data HHMT menjadi  $Y = \log_{10}(X)$ .
2. Hitung  $Y_{bar}$ ,  $S_Y$ , 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:  $\bar{Y} = 2,08153$ ;  $S_Y = 0,27502$ ;  $C_s = -1,05469$ .

T	P	Z	K <sub>T</sub>	log X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub> (mm)
2	50,000%	0,00000	0,22734	2,14405	<b>139,331</b>
5	80,000%	0,84162	0,57533	2,23975	<b>173,681</b>
10	90,000%	1,28155	0,76672	2,29239	<b>196,060</b>
20	95,000%	1,64485	1,01430	2,36048	<b>229,340</b>
25	96,000%	1,75069	1,11097	2,38707	<b>243,818</b>
50	98,000%	2,05375	1,47080	2,48603	<b>306,214</b>
100	99,000%	2,32635	1,92579	2,61116	<b>408,467</b>
200	99,500%	2,57583	2,47927	2,76338	<b>579,930</b>
1.000	99,900%	3,09023	4,14976	3,22280	<b>1.670,302</b>

### 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 ( $\xi$ ), skala ( $\alpha$ ), 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  $\xi$ ,  $\alpha$ , dan k. Parameter:  $\xi = 119,42605$ ;  $\alpha = 74,04995$ ;  $k = 0,39433$ .  $L1 = 140,53571$ ;  $L2 = 39,86209$ ;  $t3 = -0,05966$ .

T	P	X <sub>T</sub> (mm)
2	50,000%	<b>144,696</b>
5	80,000%	<b>203,271</b>
10	90,000%	<b>229,895</b>
20	95,000%	<b>249,002</b>
25	96,000%	<b>254,015</b>
50	98,000%	<b>266,901</b>
100	99,000%	<b>276,603</b>
200	99,500%	<b>283,947</b>
1.000	99,900%	<b>294,889</b>

### 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 perencanaan.

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,18706	0,40000	Diterima	8,84001	5,93687	Ditolak	-
Log Normal	0,16283	0,40000	Diterima	8,92660	5,93687	Ditolak	Pembandingan untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,23575	0,40000	Diterima	6,10119	3,74676	Ditolak	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
<b>GEV</b>	<b>0,15275</b>	<b>0,40000</b>	<b>Diterima</b>	<b>4,01262</b>	<b>3,74676</b>	<b>Ditolak</b>	<b>Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.</b>

**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 = 144,696 mm; rata-rata HHMT = 140,54 mm; rasio R2/rata-rata = 1,03	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 = 144,696 mm; median HHMT = 156,00 mm; rasio R2/median = 0,93	Wajar	Median dipakai sebagai pembandingan karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 276,603 mm; maksimum historis = 245,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 294,889 mm; maksimum historis = 245,00 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	243,818	365,595	121,777	42,6%	Selisih besar
50	266,901	442,944	176,043	52,8%	Selisih besar
100	276,603	526,404	249,801	63,8%	Selisih besar
1000	294,889	1.670,302	1.375,413	166,9%	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 <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 = 276,603 mm. R1000 = 294,889 mm. Maksimum historis = 245,00 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 14 tahun dengan status: Data terbatas 10–20 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 276,603 mm dibanding maksimum historis 245,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah Sungai Latung dengan overlap 14 tahun,  $r = 0,480$ , skor = 0,562, dan interpretasi Konsistensi rendah; perlu review.
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	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 pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
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 GEV 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	$\bar{x}$	140,536	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	68,191	mm
Gumbel	Parameter lokasi	$\mu$	109,84615	-
Gumbel	Parameter skala	$\beta$	53,16827	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,08153	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,27502	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,08153	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,27502	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-1,05469	-
GEV	Parameter lokasi	$\xi$	119,42605	-
GEV	Parameter skala	$\alpha$	74,04995	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,39433	-

## 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.