

# Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Kantor PU Khatib Sulaiman, Kota Padang, Sumatera Barat

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/1600>

Jumlah Data <b>17 tahun</b>	Rata-rata HHMT <b>180,12 mm</b>	Hujan Maksimum <b>270,00 mm</b>	Distribusi Terbaik <b>GEV</b>
--------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------

**Kesimpulan singkat analisa:** Data HHMT memiliki panjang data 17 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 **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>	Kantor PU Khatib Sulaiman	<b>Periode Data</b>	2009 s.d. 2025
<b>Lokasi</b>	Desa Kelurahan Ulak Karang Utara, Kec. Padang Utara, Kota Padang	<b>Provinsi</b>	Sumatera Barat
<b>Wilayah Sungai</b>	INDRAGIRI-AKUAMAN	<b>Koordinat</b>	-0.904794, 100.351783
<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 Tengah, KOTA PADANG	2,25	32 tahun	1970-2001
2	Parak Kopi	Kelurahan Alai Parak Kopi, Padang Utara, Kota Padang	4,00	0 tahun	-
3	Muaro Panjalinan	Kelurahan Bungo Pasang, Koto Tengah, Kota Padang	4,99	14 tahun	2009-2023
4	Gunung Sarik	Sungao Sapih, Kuranji, Kota Padang	6,52	47 tahun	1975-2025
5	Bendung Koto Tuo	Koto Panjang Ikua Koto, Koto Tengah, KOTA PADANG	7,40	11 tahun	2012-2022
6	Sungai Latung	Kelurahan Lubuk Minturun, Koto Tengah, Kota Padang	8,73	16 tahun	2009-2024
7	Gunung Nago	Kelurahan Lambung Bukik, Pauh, Kota Padang	9,40	19 tahun	2007-2025

## 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>	17 tahun	<b>Tahun kosong</b>	0 tahun
<b>Data HHMT &lt; 50 mm</b>	0 data	<b>Status uji data</b>	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

### Daftar Tahun Kosong

**Tidak ada tahun kosong.** Data HHMT tersedia lengkap untuk setiap tahun dalam periode 2009–2025.

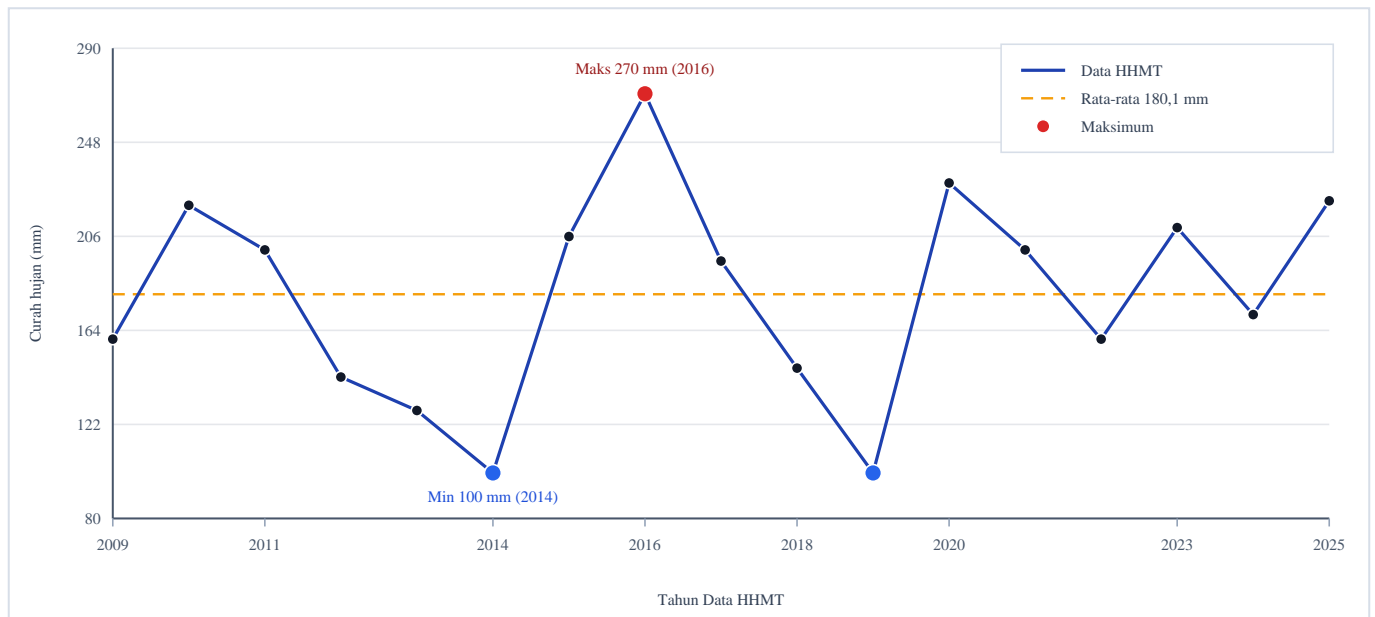
## 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	160,00	09-07-2009	OK
2	2010	220,00	08-03-2010	OK
3	2011	200,00	12-07-2011	OK
4	2012	143,00	19-10-2012	OK
5	2013	128,00	03-12-2013	OK
6	2014	100,00	26-05-2014	OK
7	2015	206,00	11-12-2015	OK
8	2016	270,00	20-03-2016	OK
9	2017	195,00	31-01-2017	OK
10	2018	147,00	23-06-2018	OK
11	2019	100,00	24-12-2019	OK
12	2020	230,00	07-07-2020	OK
13	2021	200,00	17-12-2021	OK
14	2022	160,00	11-11-2022	OK
15	2023	210,00	14-07-2023	OK
16	2024	171,00	21-08-2024	OK
17	2025	222,00	11-09-2025	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

<b>Nilai maksimum</b>	270,00 mm pada tahun 2016	<b>Nilai minimum</b>	100,00 mm pada tahun 2019
<b>Jumlah data &gt; 150 mm</b>	12 data	<b>Jumlah data &lt; 50 mm</b>	0 data
<b>Jumlah pencilan terdeteksi</b>	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	12	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	6	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
2009	160,00	09-07-2009	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2010	220,00	08-03-2010	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2011	200,00	12-07-2011	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2015	206,00	11-12-2015	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2016	270,00	20-03-2016	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2017	195,00	31-01-2017	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2020	230,00	07-07-2020	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2021	200,00	17-12-2021	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2022	160,00	11-11-2022	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2023	210,00	14-07-2023	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2024	171,00	21-08-2024	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2025	222,00	11-09-2025	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	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	2,3090
Uji Pencilan	Batas bawah	90,23 mm
Uji Pencilan	Batas atas	334,82 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,23082
Uji Tren	t hitung	0,91876
Uji Tren	t kritis	2,13145
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,79974
Uji Homogenitas	F kritis	4,52856
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	3.089,69643
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.716,75000
Uji Independensi	r1 lag-1	0,13155
Uji Independensi	Batas bawah	-0,53693
Uji Independensi	Batas atas	0,41193

### 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.

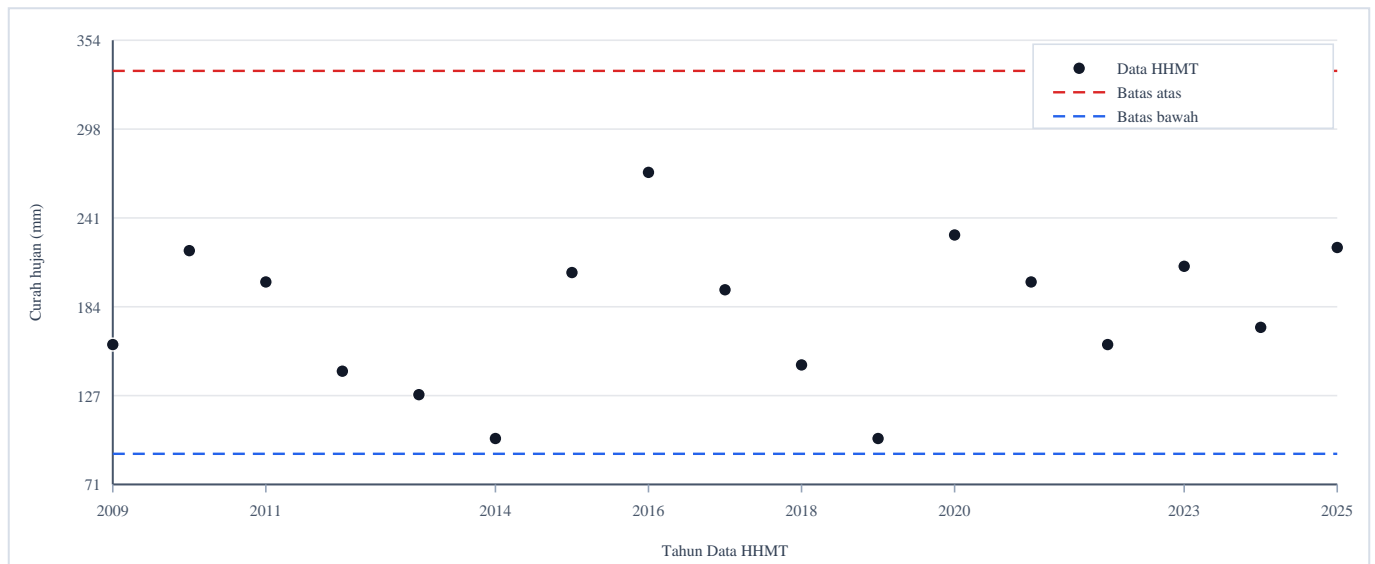
**Tabel 5.1. - Uji Pencilan**

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	160,00	2,204120	-0,03595	0,00129	-0,00005	334,82	90,23	Accept
2	2010	220,00	2,342423	0,10236	0,01048	0,00107	334,82	90,23	Accept
3	2011	200,00	2,301030	0,06096	0,00372	0,00023	334,82	90,23	Accept
4	2012	143,00	2,155336	-0,08473	0,00718	-0,00061	334,82	90,23	Accept
5	2013	128,00	2,107210	-0,13286	0,01765	-0,00235	334,82	90,23	Accept
6	2014	100,00	2,000000	-0,24007	0,05763	-0,01384	334,82	90,23	Accept
7	2015	206,00	2,313867	0,07380	0,00545	0,00040	334,82	90,23	Accept
8	2016	270,00	2,431364	0,19130	0,03659	0,00700	334,82	90,23	Accept
9	2017	195,00	2,290035	0,04997	0,00250	0,00012	334,82	90,23	Accept
10	2018	147,00	2,167317	-0,07275	0,00529	-0,00039	334,82	90,23	Accept
11	2019	100,00	2,000000	-0,24007	0,05763	-0,01384	334,82	90,23	Accept
12	2020	230,00	2,361728	0,12166	0,01480	0,00180	334,82	90,23	Accept
13	2021	200,00	2,301030	0,06096	0,00372	0,00023	334,82	90,23	Accept
14	2022	160,00	2,204120	-0,03595	0,00129	-0,00005	334,82	90,23	Accept
15	2023	210,00	2,322219	0,08215	0,00675	0,00055	334,82	90,23	Accept
16	2024	171,00	2,232996	-0,00707	0,00005	0,00000	334,82	90,23	Accept
17	2025	222,00	2,346353	0,10629	0,01130	0,00120	334,82	90,23	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	17	Jumlah hujan	3.062,0000
Rataan hujan	180,1176	Rataan log X	2,240068
S log	0,123318	CS log	-0,69857
Kn	2,30900	n	17
Log XH	2,52481	XH / batas atas	334,817
Log XL	1,95533	XL / batas bawah	90,225
X maksimum data	270,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	100,000	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.

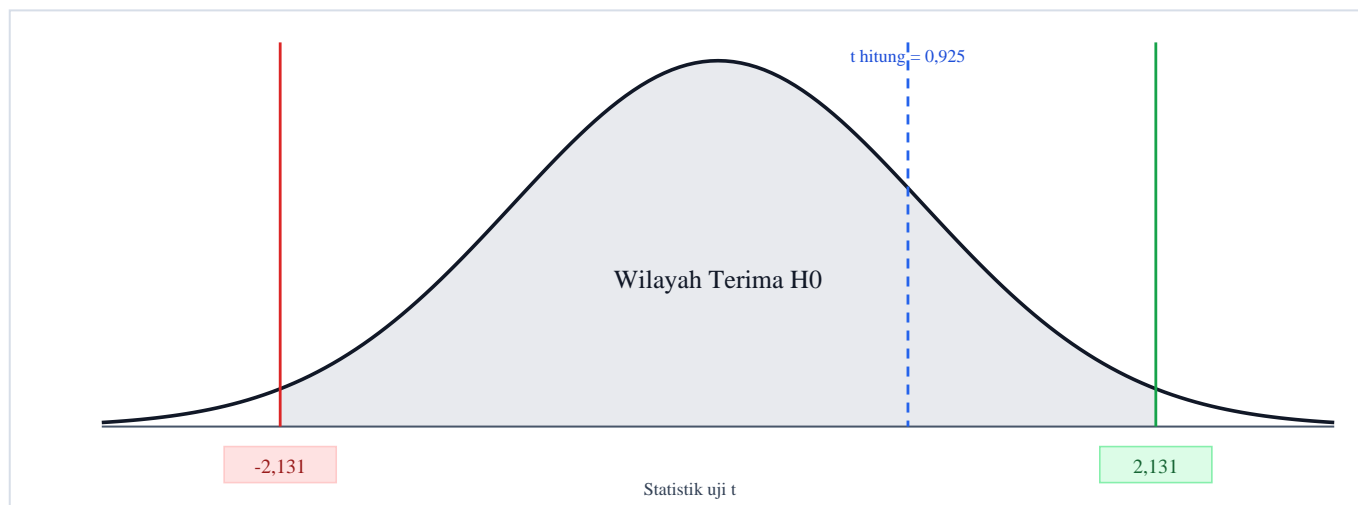
**Tabel 5.2 - Uji Tren**

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D <sup>2</sup>
2009	160,00	1	100,00	6,50	1,00	-5,50	30,25
2010	220,00	2	100,00	14,00	2,00	-12,00	144,00
2011	200,00	3	128,00	10,50	3,00	-7,50	56,25
2012	143,00	4	143,00	4,00	4,00	0,00	0,00
2013	128,00	5	147,00	3,00	5,00	2,00	4,00
2014	100,00	6	160,00	1,50	6,00	4,50	20,25
2015	206,00	7	160,00	12,00	7,00	-5,00	25,00
2016	270,00	8	171,00	17,00	8,00	-9,00	81,00
2017	195,00	9	195,00	9,00	9,00	0,00	0,00
2018	147,00	10	200,00	5,00	10,00	5,00	25,00
2019	100,00	11	200,00	1,50	11,00	9,50	90,25
2020	230,00	12	206,00	16,00	12,00	-4,00	16,00
2021	200,00	13	210,00	10,50	13,00	2,50	6,25
2022	160,00	14	220,00	6,50	14,00	7,50	56,25
2023	210,00	15	222,00	13,00	15,00	2,00	4,00
2024	171,00	16	230,00	8,00	16,00	8,00	64,00
2025	222,00	17	270,00	15,00	17,00	2,00	4,00

Parameter Uji Tren			
n	17	df	15
Total D <sup>2</sup>	626,5000	Kp / r Spearman	0,23223
t hitung	0,92471	t tabel	2,13145
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

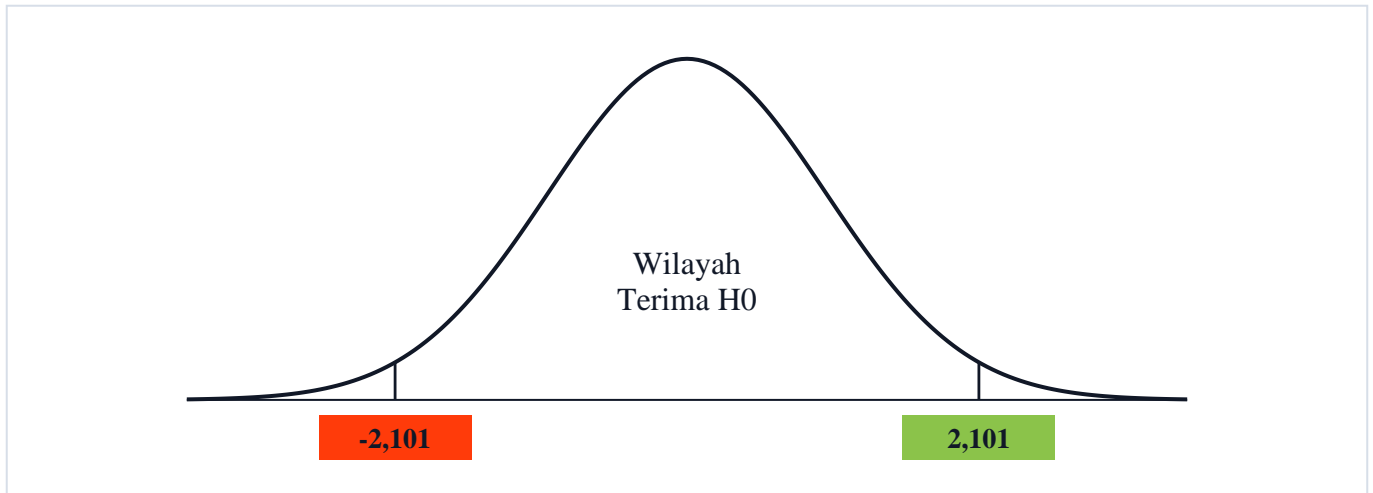
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	160,00	195,00
2	220,00	147,00
3	200,00	100,00
4	143,00	230,00
5	128,00	200,00
6	100,00	160,00
7	206,00	210,00
8	270,00	171,00
9	-	222,00

Uji F			
<b>Varians 1</b>	3.089,69643	<b>df 1</b>	7
<b>Varians 2</b>	1.716,75000	<b>df 2</b>	8
<b>F hitung</b>	1,79974	<b>N1</b>	8
<b>F tabel atas</b>	4,52856	<b>N2</b>	9
<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.

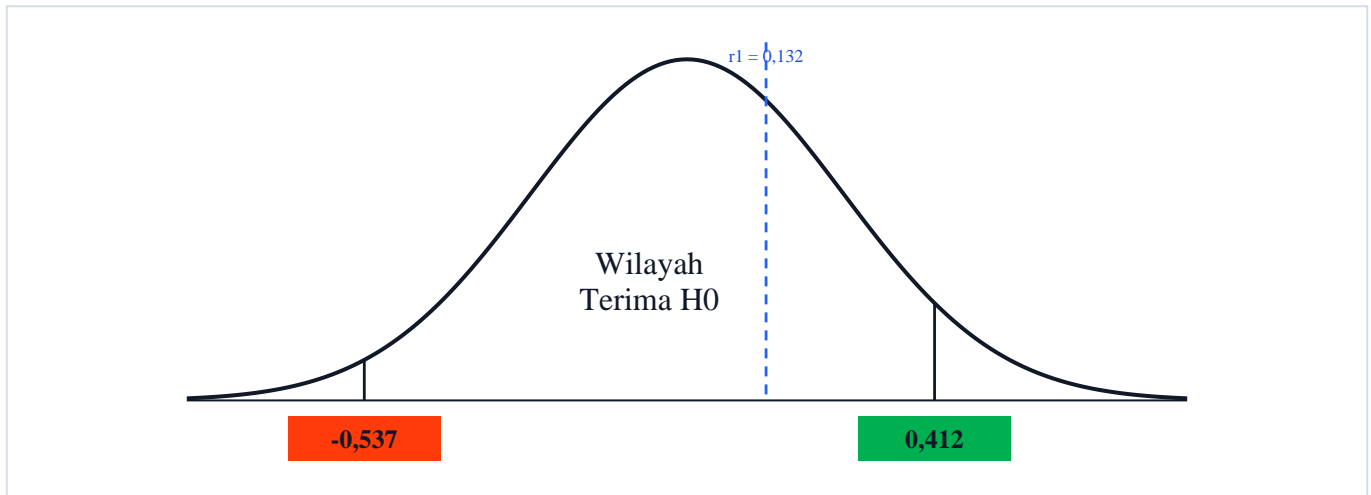
**Tabel B.7 - Uji Independen**

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2009	160,00	-20,12	-802,34	404,72
2010	220,00	39,88	792,96	1.590,60
2011	200,00	19,88	-737,99	395,31
2012	143,00	-37,12	1.934,48	1.377,72
2013	128,00	-52,12	4.175,54	2.716,25
2014	100,00	-80,12	-2.073,63	6.418,84
2015	206,00	25,88	2.326,37	669,90
2016	270,00	89,88	1.337,66	8.078,84
2017	195,00	14,88	-492,87	221,48
2018	147,00	-33,12	2.653,31	1.096,78
2019	100,00	-80,12	-3.996,46	6.418,84
2020	230,00	49,88	991,78	2.488,25
2021	200,00	19,88	-399,99	395,31
2022	160,00	-20,12	-601,16	404,72
2023	210,00	29,88	-272,46	892,96
2024	171,00	-9,12	-381,87	83,13
2025	222,00	41,88	-842,57	1.754,13

Parameter Uji Independen			
Jumlah	3.062,0000	n	17
Rata-rata	180,1176	Batas bawah	-0,53693
r1	0,13155	Batas atas	0,41193
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.

No.	Stasiun Pemanding	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data	Tahun Overlap	Periode Overlap	r	Rasio Rata-rata	MAE (mm)	RMSE (mm)	Kesimpulan
1	Gunung Nago	9,40	19	2007-2025	17	2009-2025	0,496	1,060	36,83	45,54	Konsistensi rendah; perlu review
2	Gunung Sarik	6,52	47	1975-2025	15	2009-2025	0,416	0,921	41,22	51,81	Konsistensi rendah; perlu review
3	Muaro Panjalinan	4,99	14	2009-2023	14	2009-2023	0,295	0,797	46,82	77,94	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
4	Bendung Koto Tuo	7,40	11	2012-2022	11	2012-2022	0,290	0,891	41,24	55,18	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
5	Sungai Latung	8,73	16	2009-2024	16	2009-2024	0,067	0,943	47,29	64,00	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
6	Tabing BMKG	2,25	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.

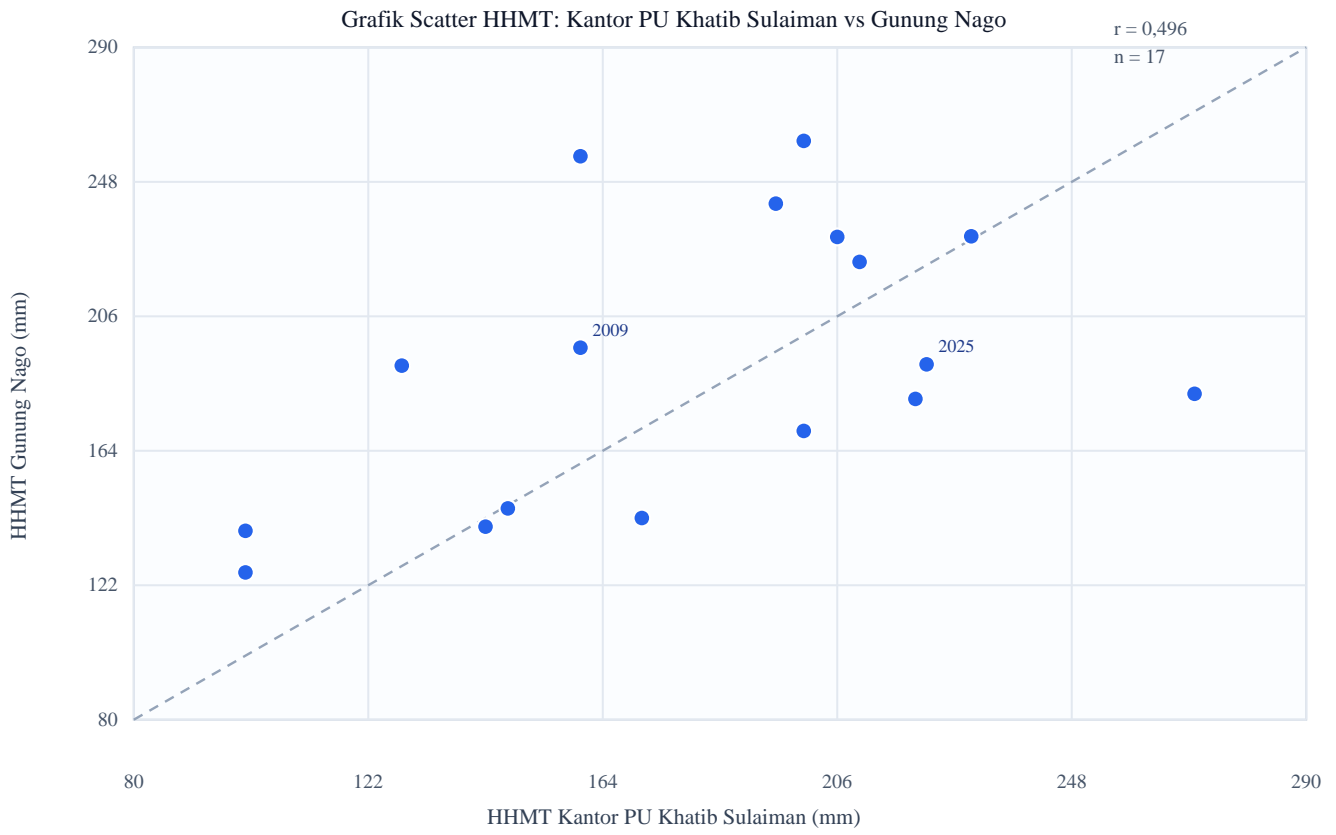
**Catatan pemilihan pembanding:** Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **Gunung Nago** dengan skor 0,555, overlap 17 tahun, dan  $r = 0,496$ .

**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.

**Catatan korelasi rendah:** Seluruh stasiun pembanding memiliki korelasi kurang dari 0,50 terhadap stasiun utama. Data stasiun utama perlu divalidasi lebih lanjut menggunakan data harian, informasi kejadian hujan historis, data regional, atau data satelit terkoreksi sebelum digunakan sebagai nilai desain final.

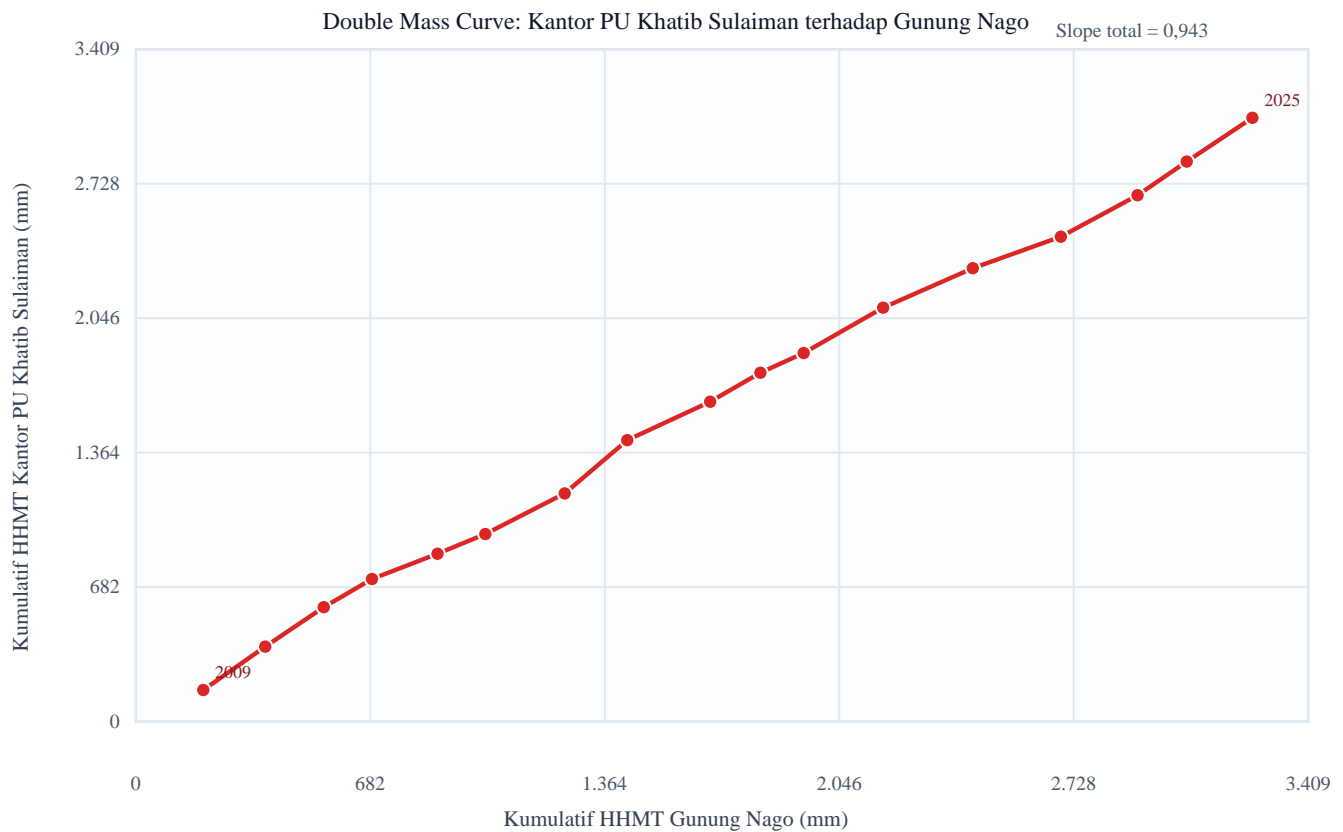
### 5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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	17 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	Konsistensi rendah; perlu review	Perlu review	Pembandingan terbaik berdasarkan skor gabungan: Gunung Nago dengan overlap 17 tahun, korelasi $r = 0,496$ , dan skor = 0,555.
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	17 tahun
-------------	----------

<b>Minimum</b>	100,00 mm (2019)
<b>Maksimum</b>	270,00 mm (2016)
<b>Rata-rata</b>	180,12 mm
<b>Median</b>	195,00 mm
<b>Standar deviasi sampel</b>	47,04 mm
<b>Koefisien variasi</b>	0,261
<b>Skewness sampel</b>	-0,153
<b>Excess kurtosis</b>	-0,461

**Interpretasi statistik:** Data HHMT relatif mendekati simetris berdasarkan nilai skewness. Nilai excess kurtosis relatif dekat dengan nol sehingga bentuk distribusi tidak terlalu jauh dari distribusi normal. Interpretasi statistik digunakan sebagai indikator awal. Pemilihan distribusi tetap mengacu pada uji kecocokan distribusi, kualitas data, dan pertimbangan teknis perencanaan.

## 7. Ringkasan Analisa Curah Hujan Rancangan

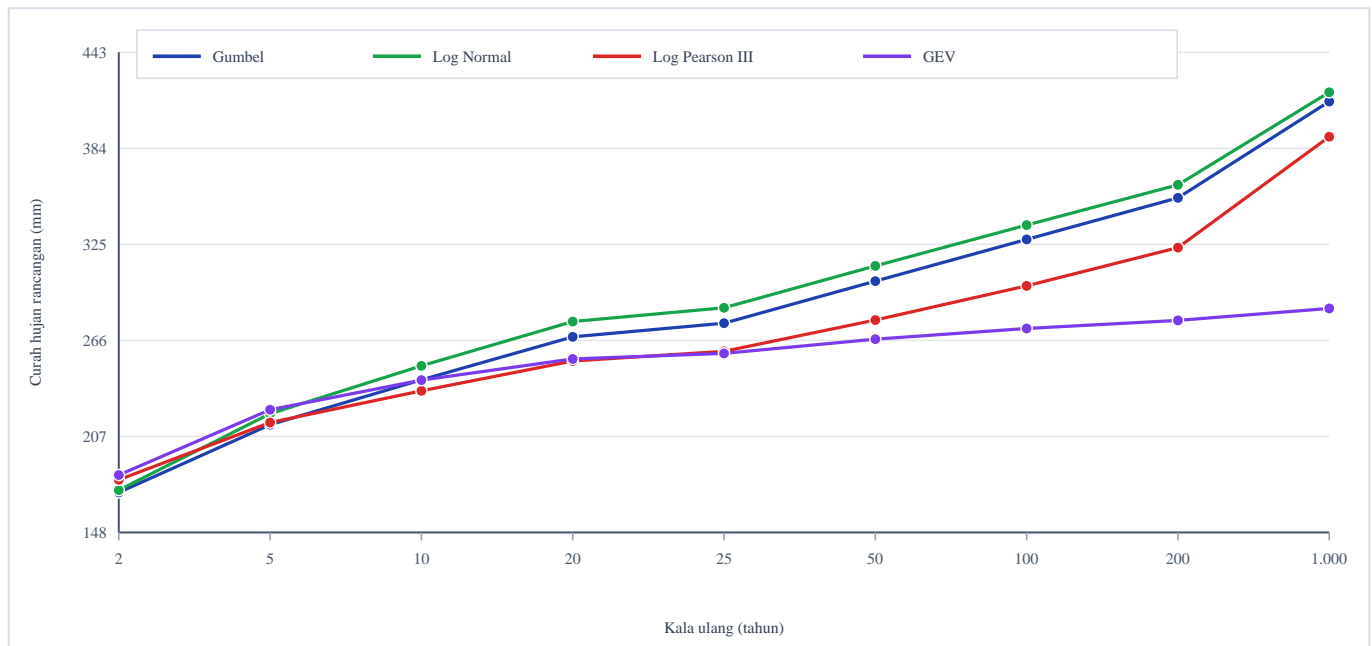
**Catatan kelayakan hasil:** Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi GEV 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	172,389	173,807	180,156	183,073
5	213,962	220,726	215,302	223,169
10	241,487	250,095	234,756	241,330
20	267,889	277,273	253,052	254,326
25	276,264	285,731	258,995	257,729
50	302,064	311,409	278,195	266,463
100	327,674	336,471	299,170	273,022
200	353,190	361,171	322,646	277,973
1.000	412,296	417,973	390,686	285,321

### 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:  $\bar{x} = 180,118$  mm;  $S = 47,042$  mm;  $\mu = 158,94607$ ;  $\beta = 36,67879$ .

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	<b>172,389</b>
5	80,000%	1,49994	0,71945	<b>213,962</b>
10	90,000%	2,25037	1,30455	<b>241,487</b>
20	95,000%	2,97020	1,86580	<b>267,889</b>
25	96,000%	3,19853	2,04383	<b>276,264</b>
50	98,000%	3,90194	2,59228	<b>302,064</b>
100	99,000%	4,60015	3,13667	<b>327,674</b>
200	99,500%	5,29581	3,67907	<b>353,190</b>
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	<b>412,296</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  $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$ .
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:  $\bar{Y} = 2,24007$ ;  $S_Y = 0,12332$ .

T	P	$K_T$	$\log X_T$	$X_T$ (mm)
2	50,000%	0,00000	2,24007	<b>173,807</b>
5	80,000%	0,84162	2,34385	<b>220,726</b>
10	90,000%	1,28155	2,39811	<b>250,095</b>
20	95,000%	1,64485	2,44291	<b>277,273</b>
25	96,000%	1,75069	2,45596	<b>285,731</b>
50	98,000%	2,05375	2,49333	<b>311,409</b>
100	99,000%	2,32635	2,52695	<b>336,471</b>
200	99,500%	2,57583	2,55771	<b>361,171</b>
1.000	99,900%	3,09023	2,62115	<b>417,973</b>

### 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:  $\bar{Y} = 2,24007$ ;  $S_Y = 0,12332$ ;  $C_s = -0,69857$ .

T	P	Z	$K_T$	$\log X_T$	$X_T$ (mm)
2	50,000%	0,00000	0,12635	2,25565	<b>180,156</b>
5	80,000%	0,84162	0,75399	2,33305	<b>215,302</b>
10	90,000%	1,28155	1,05864	2,37062	<b>234,756</b>
20	95,000%	1,64485	1,32294	2,40321	<b>253,052</b>
25	96,000%	1,75069	1,40469	2,41329	<b>258,995</b>
50	98,000%	2,05375	1,65656	2,44435	<b>278,195</b>
100	99,000%	2,32635	1,91255	2,47592	<b>299,170</b>
200	99,500%	2,57583	2,17859	2,50873	<b>322,646</b>
1.000	99,900%	3,09023	2,85248	2,59183	<b>390,686</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:  $\xi = 165,72763$ ;  $\alpha = 50,86054$ ;  $k = 0,39808$ .  $L1 = 180,11765$ ;  $L2 = 27,33824$ ;  $t3 = -0,06165$ .

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	<b>183,073</b>
5	80,000%	<b>223,169</b>
10	90,000%	<b>241,330</b>
20	95,000%	<b>254,326</b>
25	96,000%	<b>257,729</b>
50	98,000%	<b>266,463</b>
100	99,000%	<b>273,022</b>
200	99,500%	<b>277,973</b>
1.000	99,900%	<b>285,321</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	0,18784	0,36000	Diterima	3,43386	5,93687	Diterima	-
Log Normal	0,15733	0,36000	Diterima	2,92196	5,93687	Diterima	Pembandingan untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,13837	0,36000	Diterima	1,28111	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
<b>GEV</b>	<b>0,09444</b>	<b>0,36000</b>	<b>Diterima</b>	<b>1,07515</b>	<b>3,74676</b>	<b>Diterima</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 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 GEV = 183,073 mm; rata-rata HHMT = 180,12 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 = 183,073 mm; median HHMT = 195,00 mm; rasio R2/median = 0,94	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 273,022 mm; maksimum historis = 270,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 285,321 mm; maksimum historis = 270,00 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	257,729	285,731	28,003	10,4%	Selisih kecil-sedang
50	266,463	311,409	44,946	15,5%	Selisih kecil-sedang
100	273,022	336,471	63,449	20,5%	Selisih kecil-sedang
1000	285,321	417,973	132,652	35,2%	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 = 273,022 mm. R1000 = 285,321 mm. Maksimum historis = 270,00 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 17 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 GEV.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 273,022 mm dibanding maksimum historis 270,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah Gunung Nago dengan overlap 17 tahun,  $r = 0,496$ , skor = 0,555, 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	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
3	Lakukan sensitivity analysis terhadap distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.	Menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap curah hujan rancangan kala ulang menengah-besar.	Tinggi
4	Gunakan distribusi GEV sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
5	Untuk analisis debit banjir rencana, lanjutkan ke hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.	Menghubungkan hasil HHMT dengan proses perhitungan debit banjir rencana.	Tinggi
6	Apabila data debit observasi tersedia, lakukan kalibrasi atau validasi hasil debit banjir terhadap kejadian historis.	Meningkatkan keandalan hasil analisis hidrologi desain.	Sedang

## 14. Detail Parameter Distribusi

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Rata-rata	$\bar{x}$	180,118	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	47,042	mm
Gumbel	Parameter lokasi	$\mu$	158,94607	-
Gumbel	Parameter skala	$\beta$	36,67879	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,24007	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,12332	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,24007	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S <sub>Y</sub>	0,12332	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C <sub>s</sub>	-0,69857	-
GEV	Parameter lokasi	$\xi$	165,72763	-
GEV	Parameter skala	$\alpha$	50,86054	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,39808	-

## 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 GEV 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.