

# Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Marore, KEPULAUAN SANGIHE, SULAWESI UTARA

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/23483>

Jumlah Data <b>12 tahun</b>	Rata-rata HHMT <b>120,42 mm</b>	Hujan Maksimum <b>213,00 mm</b>	Distribusi Terbaik <b>Log Normal</b>
--------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---

**Kesimpulan singkat analisa:** Data HHMT memiliki panjang data 12 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 **Log Normal**. 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>	Marore	<b>Periode Data</b>	2009 s.d. 2020
<b>Lokasi</b>	Desa Marore, Kec. Kepulauan Marore, KEPULAUAN SANGIHE	<b>Provinsi</b>	SULAWESI UTARA
<b>Wilayah Sungai</b>	Tondano Sangihe Talaud Miangas	<b>Koordinat</b>	4.729583, 125.479250
<b>Pengelola</b>	Balai Wilayah Sungai Sulawesi I		

### 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.

<b>Jumlah data HHMT</b>	12 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 2009–2020.

## 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

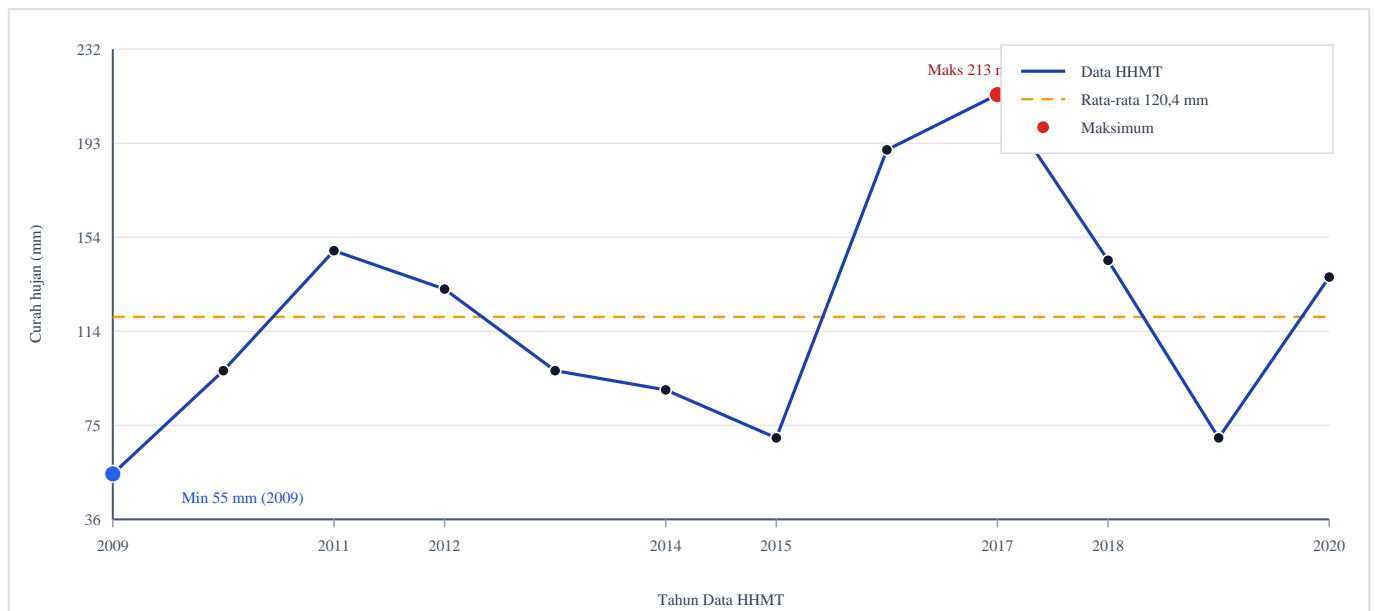
Data berikut adalah seri Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (HHMT) yang menjadi dasar uji data, statistik deskriptif, dan analisa curah hujan rancangan.

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	2009	55,00	08-02-2009	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2	2010	98,00	04-10-2010	OK
3	2011	148,00	28-12-2011	OK
4	2012	132,00	21-11-2012	OK
5	2013	98,00	21-01-2013	OK
6	2014	90,00	16-06-2014	OK
7	2015	70,00	14-11-2015	OK
8	2016	190,00	21-06-2016	OK
9	2017	213,00	16-06-2017	OK
10	2018	144,00	21-01-2018	OK
11	2019	70,00	18-01-2019	OK
12	2020	137,00	07-01-2020	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>	213,00 mm pada tahun 2017	<b>Nilai minimum</b>	55,00 mm pada tahun 2009
<b>Jumlah data &gt; 150 mm</b>	2 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	3	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data tinggi	> 150 mm	2	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	1	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

#### Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2009	55,00	08-02-2009	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2015	70,00	14-11-2015	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2019	70,00	18-01-2019	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

#### Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2016	190,00	21-06-2016	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2017	213,00	16-06-2017	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	2,1340
Uji Pencilan	Batas bawah	45,53 mm
Uji Pencilan	Batas atas	272,31 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,29123
Uji Tren	t hitung	0,96268
Uji Tren	t kritis	2,22814
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	3,26892
Uji Homogenitas	F kritis	7,14638
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	1.077,50000
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	3.522,26667

Uji	Parameter	Nilai
Uji Independensi	r1 lag-1	0,26477
Uji Independensi	Batas bawah	-0,65436
Uji Independensi	Batas atas	0,47254

### 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.

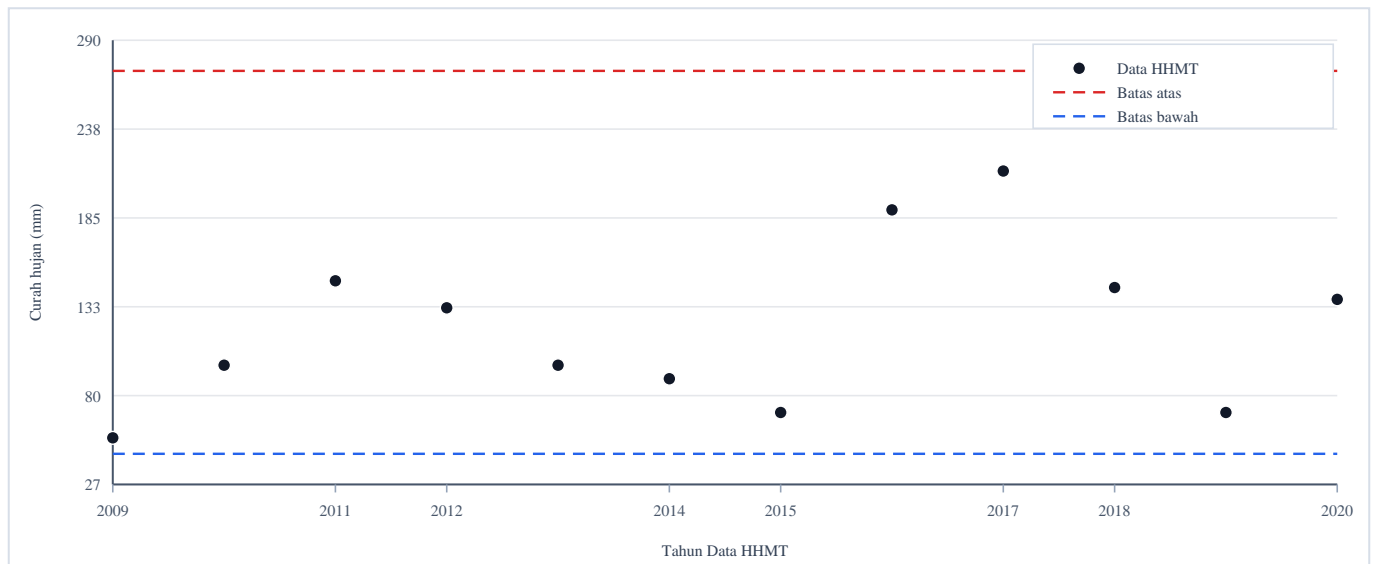
**Tabel 5.1. - Uji Pencilan**

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	2009	55,00	1,740363	-0,30633	0,09384	-0,02875	272,31	45,53	Accept
2	2010	98,00	1,991226	-0,05547	0,00308	-0,00017	272,31	45,53	Accept
3	2011	148,00	2,170262	0,12357	0,01527	0,00189	272,31	45,53	Accept
4	2012	132,00	2,120574	0,07388	0,00546	0,00040	272,31	45,53	Accept
5	2013	98,00	1,991226	-0,05547	0,00308	-0,00017	272,31	45,53	Accept
6	2014	90,00	1,954243	-0,09245	0,00855	-0,00079	272,31	45,53	Accept
7	2015	70,00	1,845098	-0,20159	0,04064	-0,00819	272,31	45,53	Accept
8	2016	190,00	2,278754	0,23206	0,05385	0,01250	272,31	45,53	Accept
9	2017	213,00	2,328380	0,28169	0,07935	0,02235	272,31	45,53	Accept
10	2018	144,00	2,158362	0,11167	0,01247	0,00139	272,31	45,53	Accept
11	2019	70,00	1,845098	-0,20159	0,04064	-0,00819	272,31	45,53	Accept
12	2020	137,00	2,136721	0,09003	0,00811	0,00073	272,31	45,53	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	12	Jumlah hujan	1.445,0000
Rataan hujan	120,4167	Rataan log X	2,046692
S log	0,181989	CS log	-0,12672
Kn	2,13400	n	12
Log XH	2,43506	XH / batas atas	272,306
Log XL	1,65833	XL / batas bawah	45,533
X maksimum data	213,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	55,000	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.

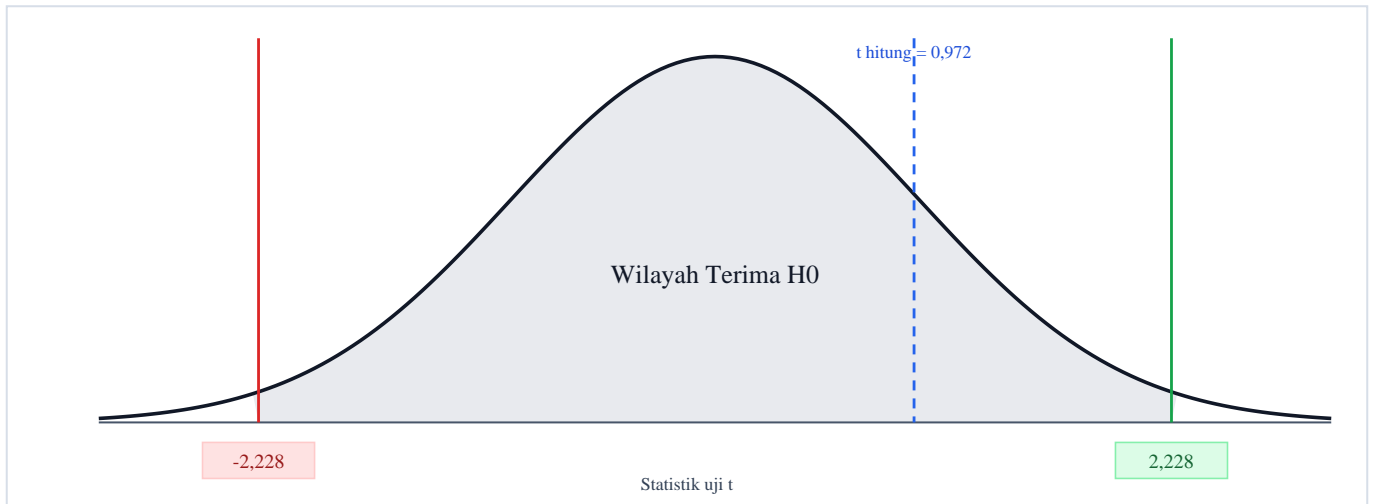
**Tabel 5.2 - Uji Tren**

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D <sup>2</sup>
2009	55,00	1	55,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2010	98,00	2	70,00	5,50	2,00	-3,50	12,25
2011	148,00	3	70,00	10,00	3,00	-7,00	49,00
2012	132,00	4	90,00	7,00	4,00	-3,00	9,00
2013	98,00	5	98,00	5,50	5,00	-0,50	0,25
2014	90,00	6	98,00	4,00	6,00	2,00	4,00
2015	70,00	7	132,00	2,50	7,00	4,50	20,25
2016	190,00	8	137,00	11,00	8,00	-3,00	9,00
2017	213,00	9	144,00	12,00	9,00	-3,00	9,00
2018	144,00	10	148,00	9,00	10,00	1,00	1,00
2019	70,00	11	190,00	2,50	11,00	8,50	72,25
2020	137,00	12	213,00	8,00	12,00	4,00	16,00

Parameter Uji Tren			
<b>n</b>	12	<b>df</b>	10
<b>Total D<sup>2</sup></b>	202,0000	<b>Kp / r Spearman</b>	0,29371
<b>t hitung</b>	0,97163	<b>t tabel</b>	2,22814
<b>Keputusan</b>	Terima H0	<b>Artinya</b>	Tidak Ada Tren
<b>Signifikansi</b>	0,05	<b>Keterangan</b>	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

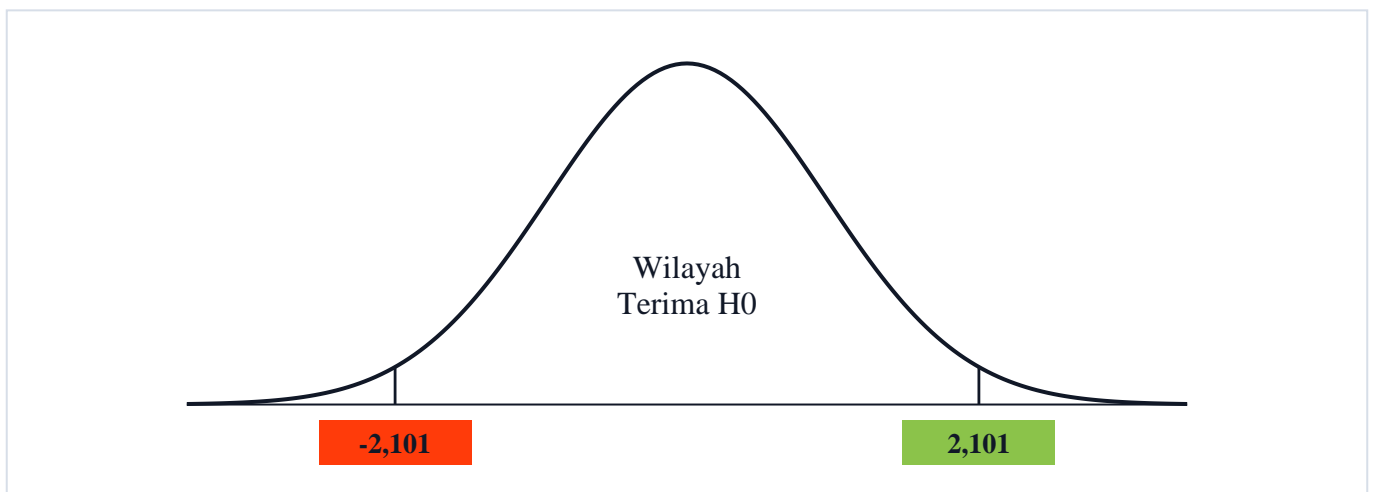
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

**Tabel B.6 - Uji Homogenitas**

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	55,00	70,00
2	98,00	190,00
3	148,00	213,00
4	132,00	144,00
5	98,00	70,00
6	90,00	137,00

Uji F			
<b>Varians 1</b>	1.077,50000	<b>df 1</b>	5
<b>Varians 2</b>	3.522,26667	<b>df 2</b>	5
<b>F hitung</b>	3,26892	<b>N1</b>	6
<b>F tabel atas</b>	7,14638	<b>N2</b>	6
<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.

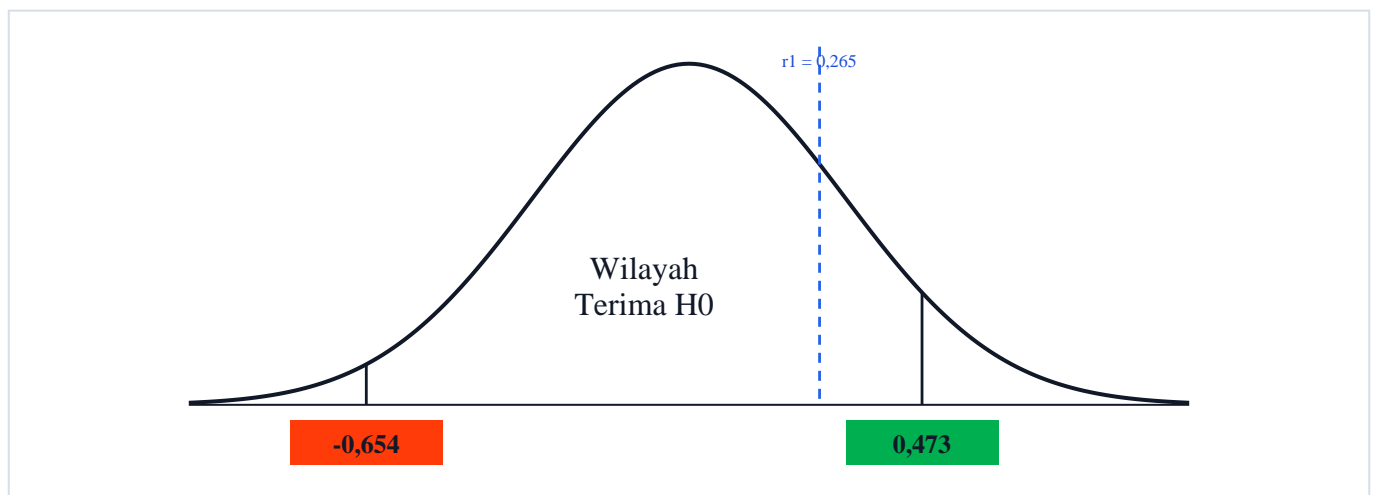
**Tabel B.7 - Uji Independen**

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2009	55,00	-65,42	1.466,42	4.279,34
2010	98,00	-22,42	-618,33	502,51
2011	148,00	27,58	319,51	760,84
2012	132,00	11,58	-259,66	134,17
2013	98,00	-22,42	681,84	502,51
2014	90,00	-30,42	1.533,51	925,17
2015	70,00	-50,42	-3.508,16	2.541,84
2016	190,00	69,58	6.442,26	4.841,84
2017	213,00	92,58	2.183,42	8.571,67
2018	144,00	23,58	-1.188,99	556,17
2019	70,00	-50,42	-836,08	2.541,84
2020	137,00	16,58	-1.084,83	275,01

Parameter Uji Independen			
Jumlah	1.445,0000	n	12
Rata-rata	120,4167	Batas bawah	-0,65436
r1	0,26477	Batas atas	0,47254
Keputusan	Terima H0	Artinya	Independen

**Gambar 5.4. - Kurva batas uji independen**

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



### 5.5. Uji Konsistensi Antarstasiun

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

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

## 5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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

## 5.7. Double Mass Curve

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

## 5.8. Matriks Kelayakan Data

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

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Panjang data	12 tahun	Belum memenuhi	Perlu kehati-hatian karena panjang data terbatas.
Tahun kosong	0 tahun	Baik	Tidak ada jeda tahun pada rentang data.
Uji pencilan	Tidak ada pencilan signifikan	Baik	Nilai ekstrem masih dalam batas statistik.
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembanding dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	Log Normal	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>	12 tahun
<b>Minimum</b>	55,00 mm (2009)
<b>Maksimum</b>	213,00 mm (2017)
<b>Rata-rata</b>	120,42 mm
<b>Median</b>	115,00 mm
<b>Standar deviasi sampel</b>	49,02 mm
<b>Koefisien variasi</b>	0,407

<b>Skewness sampel</b>	0,541
<b>Excess kurtosis</b>	-0,472

**Interpretasi statistik:** Data HHMT menunjukkan skewness positif sedang (0,541), sehingga distribusi yang memperhitungkan kemencengan perlu diperhatikan. 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

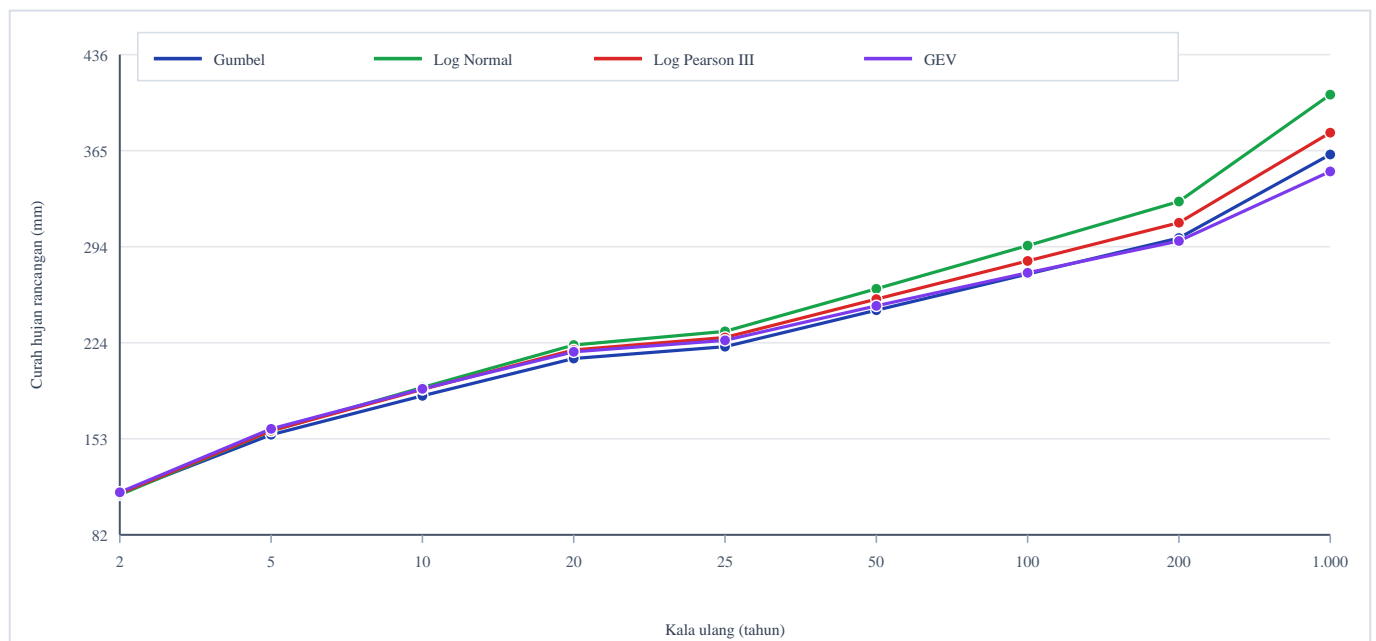
**Catatan kelayakan hasil:** Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Normal 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	112,363	111,350	112,341	113,216
5	155,684	158,438	158,637	159,991
10	184,366	190,511	189,124	189,525
20	211,879	221,839	218,186	216,826
25	220,606	231,899	227,380	225,282
50	247,491	263,301	255,687	250,729
100	274,177	295,164	283,843	275,113
200	300,766	327,692	312,054	298,572
1.000	362,357	406,520	378,467	349,861

### 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:  $\bar{x} = 120,417$  mm;  $S = 49,020$  mm;  $\mu = 98,35491$ ;  $\beta = 38,22099$ .

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	<b>112,363</b>
5	80,000%	1,49994	0,71945	<b>155,684</b>
10	90,000%	2,25037	1,30455	<b>184,366</b>
20	95,000%	2,97020	1,86580	<b>211,879</b>
25	96,000%	3,19853	2,04383	<b>220,606</b>
50	98,000%	3,90194	2,59228	<b>247,491</b>
100	99,000%	4,60015	3,13667	<b>274,177</b>
200	99,500%	5,29581	3,67907	<b>300,766</b>
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	<b>362,357</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:  $Y_{bar} = 2,04669$ ;  $S_Y = 0,18199$ .

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,04669	<b>111,350</b>
5	80,000%	0,84162	2,19986	<b>158,438</b>
10	90,000%	1,28155	2,27992	<b>190,511</b>
20	95,000%	1,64485	2,34604	<b>221,839</b>
25	96,000%	1,75069	2,36530	<b>231,899</b>
50	98,000%	2,05375	2,42045	<b>263,301</b>
100	99,000%	2,32635	2,47006	<b>295,164</b>

T	P	K <sub>T</sub>	log X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub> (mm)
200	99,500%	2,57583	2,51547	<b>327,692</b>
1.000	99,900%	3,09023	2,60908	<b>406,520</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:  $\bar{Y} = 2,04669$ ;  $S_Y = 0,18199$ ;  $C_s = -0,12672$ .

T	P	Z	K <sub>T</sub>	log X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub> (mm)
2	50,000%	0,00000	0,02113	2,05054	<b>112,341</b>
5	80,000%	0,84162	0,84463	2,20041	<b>158,637</b>
10	90,000%	1,28155	1,26411	2,27675	<b>189,124</b>
20	95,000%	1,64485	1,60522	2,33883	<b>218,186</b>
25	96,000%	1,75069	1,70373	2,35675	<b>227,380</b>
50	98,000%	2,05375	1,98372	2,40771	<b>255,687</b>
100	99,000%	2,32635	2,23302	2,45308	<b>283,843</b>
200	99,500%	2,57583	2,45914	2,49423	<b>312,054</b>
1.000	99,900%	3,09023	2,91960	2,57803	<b>378,467</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:  $\xi = 97,51158$ ;  $\alpha = 43,24506$ ;  $k = 0,05028$ .  $L1 = 120,41667$ ;  $L2 = 28,67424$ ;  $t3 = 0,13818$ .

T	P	X <sub>T</sub> (mm)
2	50,000%	<b>113,216</b>
5	80,000%	<b>159,991</b>
10	90,000%	<b>189,525</b>
20	95,000%	<b>216,826</b>

T	P	X <sub>T</sub> (mm)
25	96,000%	225,282
50	98,000%	250,729
100	99,000%	275,113
200	99,500%	298,572
1.000	99,900%	349,861

## 9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

**Distribusi terbaik sementara: Log Normal.** 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	0,12210	0,40000	Diterima	2,64365	5,93687	Diterima	-
<b>Log Normal</b>	<b>0,11916</b>	<b>0,40000</b>	<b>Diterima</b>	<b>2,66196</b>	<b>5,93687</b>	<b>Diterima</b>	<b>Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.</b>
Log Pearson III	0,11315	0,40000	Diterima	2,62374	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,10358	0,40000	Diterima	2,63500	3,74676	Diterima	Distribusi ekstrem utama; hasil perlu dilihat bersama uji Chi-Square.

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

## 10. Evaluasi Kewajaran Hujan Rancangan

### 10.1. Pemeriksaan Kewajaran Dasar

Evaluasi kewajaran hidrologis dilakukan untuk menilai apakah nilai hujan rancangan masih konsisten terhadap statistik data historis dan perbedaan antar distribusi. Evaluasi ini tidak menggantikan keputusan teknis 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 Log Normal = 111,350 mm; rata-rata HHMT = 120,42 mm; rasio R2/rata-rata = 0,92	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 Log Normal = 111,350 mm; median HHMT = 115,00 mm; rasio R2/median = 0,97	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 295,164 mm; maksimum historis = 213,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 406,520 mm; maksimum historis = 213,00 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	220,606	231,899	11,293	5,0%	Selisih kecil-sedang

Kala Ulang	Minimum	Maksimum	Rentang	Rentang/Mean	Interpretasi
50	247,491	263,301	15,810	6,2%	Selisih kecil-sedang
100	274,177	295,164	20,986	7,4%	Selisih kecil-sedang
1000	349,861	406,520	56,659	15,1%	Selisih kecil-sedang

**Catatan kewajaran:**

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

**Rekomendasi penggunaan:** Hasil distribusi Log Normal 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	Log Normal	Distribusi Log Normal 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 = 295,164 mm. R1000 = 406,520 mm. Maksimum historis = 213,00 mm.

**Rekomendasi desain:** Distribusi Log Normal 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 perencanaan.

## 12. Kesimpulan Teknis

1. Data HHMT memiliki panjang data 12 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 Log Normal.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 295,164 mm dibanding maksimum historis 213,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembandingan memadai.
6. Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.

7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai indikasi awal atau pembandingan, namun belum direkomendasikan sebagai nilai final desain tanpa dukungan data regional, validasi antarstasiun, dan/atau perpanjangan data sebelum digunakan pada perhitungan debit banjir rencana final.

### 13. Rekomendasi Tindak Lanjut

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
1	Verifikasi ulang data harian pada tahun maksimum dan minimum HHMT.	Memastikan nilai ekstrem dan nilai rendah berasal dari pencatatan data yang valid.	Tinggi
2	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembandingan lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
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 Log Normal 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	$\bar{x}$	120,417	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	49,020	mm
Gumbel	Parameter lokasi	$\mu$	98,35491	-
Gumbel	Parameter skala	$\beta$	38,22099	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,04669	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,18199	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,04669	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,18199	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,12672	-
GEV	Parameter lokasi	$\xi$	97,51158	-
GEV	Parameter skala	$\alpha$	43,24506	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,05028	-

### 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 Log Normal

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.