

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Sungai Latung, Kota Padang, Sumatera Barat

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/1597>

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
16 tahun	167,33 mm	265,00 mm	Log Normal

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 16 tahun dan status panjang data: **Data terbatas 10-20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan pencilan, tren, ketidakindependenan. 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

Nama Stasiun	Sungai Latung	Periode Data	2009 s.d. 2024
Lokasi	Desa Kelurahan Lubuk Minturun, Kec. Koto Tangah, Kota Padang	Provinsi	Sumatera Barat
Wilayah Sungai	INDRAGIRI-AKUAMAN	Koordinat	-0.836639, 100.390778
Pengelola	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	Bendung Koto Tuo	Koto Panjang Ikua Koto, Koto Tangah, KOTA PADANG	2,61	11 tahun	2012-2022
2	Gunung Sarik	Sungao Sapih, Kuranji, Kota Padang	5,60	47 tahun	1975-2025
3	Muaro Panjalinan	Kelurahan Bungo Pasang, Koto Tangah, Kota Padang	6,06	14 tahun	2009-2023
4	Tabing BMKG	Parupuk Tabing, Koto Tangah, KOTA PADANG	6,78	32 tahun	1970-2001
5	Kantor PU Khatib Sulaiman	Kelurahan Ulak Karang Utara, Padang Utara, Kota Padang	8,73	17 tahun	2009-2025

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.

Jumlah data HHMT	16 tahun	Tahun kosong	0 tahun
Data HHMT < 50 mm	0 data	Status uji data	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

Daftar Tahun Kosong

Tidak ada tahun kosong. Data HHMT tersedia lengkap untuk setiap tahun dalam periode 2009–2024.

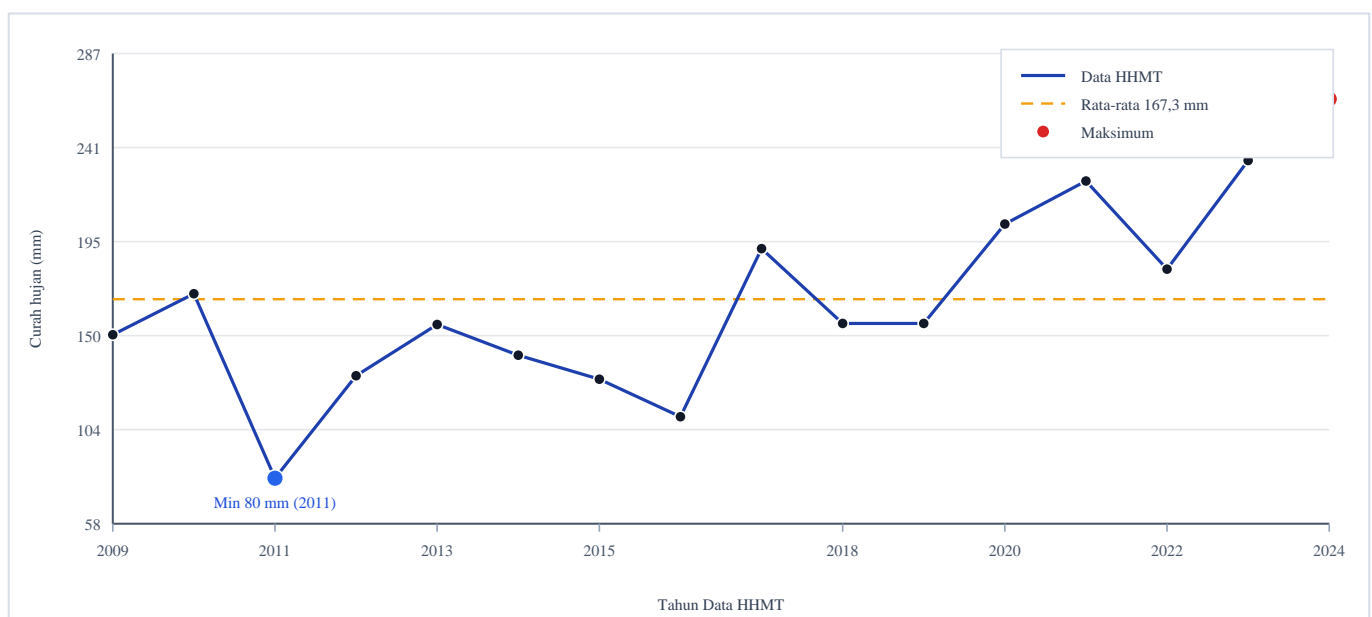
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	150,00	07-11-2009	OK
2	2010	170,00	06-05-2010	OK
3	2011	80,00	29-04-2011	Pencilan bawah
4	2012	130,00	27-06-2012	OK
5	2013	155,00	07-08-2013	OK
6	2014	140,00	03-01-2014	OK
7	2015	128,30	16-05-2015	OK
8	2016	110,00	24-08-2016	OK
9	2017	192,00	25-11-2017	OK
10	2018	155,50	28-02-2018	OK
11	2019	155,50	28-02-2019	OK
12	2020	204,00	23-08-2020	OK
13	2021	225,00	19-08-2021	OK
14	2022	182,00	12-06-2022	OK
15	2023	235,00	24-01-2023	OK
16	2024	265,00	08-03-2024	OK

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

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



4. Ringkasan Nilai Ekstrem dan Pencilan

Nilai maksimum	265,00 mm pada tahun 2024	Nilai minimum	80,00 mm pada tahun 2011
Jumlah data > 150 mm	10 data	Jumlah data < 50 mm	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
2011	80,00 mm	80,70 mm	319,68 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	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	10	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	4	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
2010	170,00	06-05-2010	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2013	155,00	07-08-2013	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2017	192,00	25-11-2017	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2018	155,50	28-02-2018	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2019	155,50	28-02-2019	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2020	204,00	23-08-2020	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2021	225,00	19-08-2021	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2022	182,00	12-06-2022	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2023	235,00	24-01-2023	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2024	265,00	08-03-2024	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.

5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	Ada Pencilan	Ditemukan data yang berada di luar batas pencilan dan perlu review teknis.
Uji Tren	Ada Tren	Terdapat indikasi tren signifikan pada seri data; data perlu review stasioneritas.

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Homogenitas	Homogen	Varians dua kelompok data tidak berbeda signifikan; seri data dapat dianggap homogen berdasarkan uji ini.
Uji Independensi	Tidak Independen	Autokorelasi lag-1 berada di luar batas penerimaan; seri data perlu review independensi.

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

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

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,2790
Uji Pencilan	Batas bawah	80,70 mm
Uji Pencilan	Batas atas	319,68 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1
Uji Tren	r Spearman	0,73731
Uji Tren	t hitung	4,08366
Uji Tren	t kritis	2,14479
Uji Tren	Arah	naik
Uji Homogenitas	F hitung	1,87319
Uji Homogenitas	F kritis	4,99491
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	794,28982
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.487,85714
Uji Independensi	r1 lag-1	0,53837
Uji Independensi	Batas bawah	-0,55557
Uji Independensi	Batas atas	0,42223

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	150,00	2,176091	-0,02970	0,00088	-0,00003	319,68	80,70	Accept
2	2010	170,00	2,230449	0,02466	0,00061	0,00001	319,68	80,70	Accept
3	2011	80,00	1,903090	-0,30270	0,09163	-0,02774	319,68	80,70	Pencilan bawah
4	2012	130,00	2,113943	-0,09184	0,00844	-0,00077	319,68	80,70	Accept
5	2013	155,00	2,190332	-0,01546	0,00024	0,00000	319,68	80,70	Accept
6	2014	140,00	2,146128	-0,05966	0,00356	-0,00021	319,68	80,70	Accept
7	2015	128,30	2,108227	-0,09756	0,00952	-0,00093	319,68	80,70	Accept
8	2016	110,00	2,041393	-0,16440	0,02703	-0,00444	319,68	80,70	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
9	2017	192,00	2,283301	0,07751	0,00601	0,00047	319,68	80,70	Accept
10	2018	155,50	2,191730	-0,01406	0,00020	0,00000	319,68	80,70	Accept
11	2019	155,50	2,191730	-0,01406	0,00020	0,00000	319,68	80,70	Accept
12	2020	204,00	2,309630	0,10384	0,01078	0,00112	319,68	80,70	Accept
13	2021	225,00	2,352183	0,14639	0,02143	0,00314	319,68	80,70	Accept
14	2022	182,00	2,260071	0,05428	0,00295	0,00016	319,68	80,70	Accept
15	2023	235,00	2,371068	0,16528	0,02732	0,00451	319,68	80,70	Accept
16	2024	265,00	2,423246	0,21746	0,04729	0,01028	319,68	80,70	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	16	Jumlah hujan	2.677,3000
Rataan hujan	167,3313	Rataan log X	2,205788
S log	0,131165	CS log	-0,48732
Kn	2,27900	n	16
Log XH	2,50471	XH / batas atas	319,678
Log XL	1,90686	XL / batas bawah	80,698
X maksimum data	265,000	Keputusan maksimum	Accept
X minimum data	80,000	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

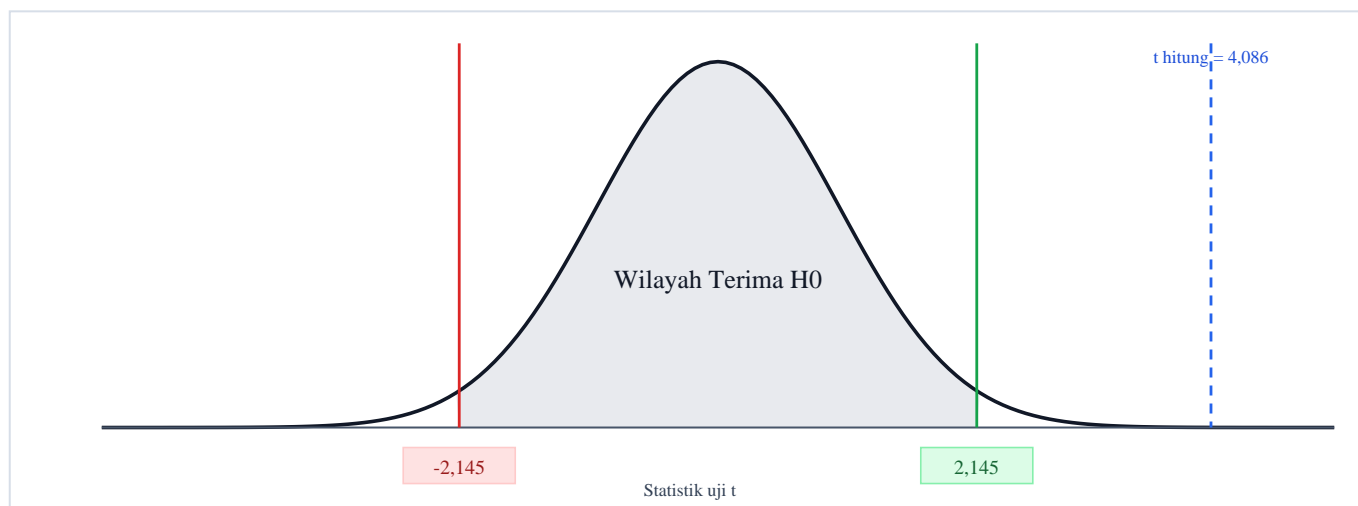
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
2009	150,00	1	80,00	6,00	1,00	-5,00	25,00
2010	170,00	2	110,00	10,00	2,00	-8,00	64,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
2011	80,00	3	128,30	1,00	3,00	2,00	4,00
2012	130,00	4	130,00	4,00	4,00	0,00	0,00
2013	155,00	5	140,00	7,00	5,00	-2,00	4,00
2014	140,00	6	150,00	5,00	6,00	1,00	1,00
2015	128,30	7	155,00	3,00	7,00	4,00	16,00
2016	110,00	8	155,50	2,00	8,00	6,00	36,00
2017	192,00	9	155,50	12,00	9,00	-3,00	9,00
2018	155,50	10	170,00	8,50	10,00	1,50	2,25
2019	155,50	11	182,00	8,50	11,00	2,50	6,25
2020	204,00	12	192,00	13,00	12,00	-1,00	1,00
2021	225,00	13	204,00	14,00	13,00	-1,00	1,00
2022	182,00	14	225,00	11,00	14,00	3,00	9,00
2023	235,00	15	235,00	15,00	15,00	0,00	0,00
2024	265,00	16	265,00	16,00	16,00	0,00	0,00

Parameter Uji Tren			
n	16	df	14
Total D ²	178,5000	Kp / r Spearman	0,73750
t hitung	4,08601	t tabel	2,14479
Keputusan	Tolak H0	Artinya	Ada Tren
Signifikansi	0,05	Keterangan	Uji dua sisi

Gambar 5.2. - Kurva batas uji tren

Kurva ini menunjukkan batas penerimaan H0 pada uji tren. Jika nilai t hitung berada di antara -t tabel dan +t tabel, maka tidak terdapat indikasi tren signifikan.



5.3. Uji Homogenitas

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

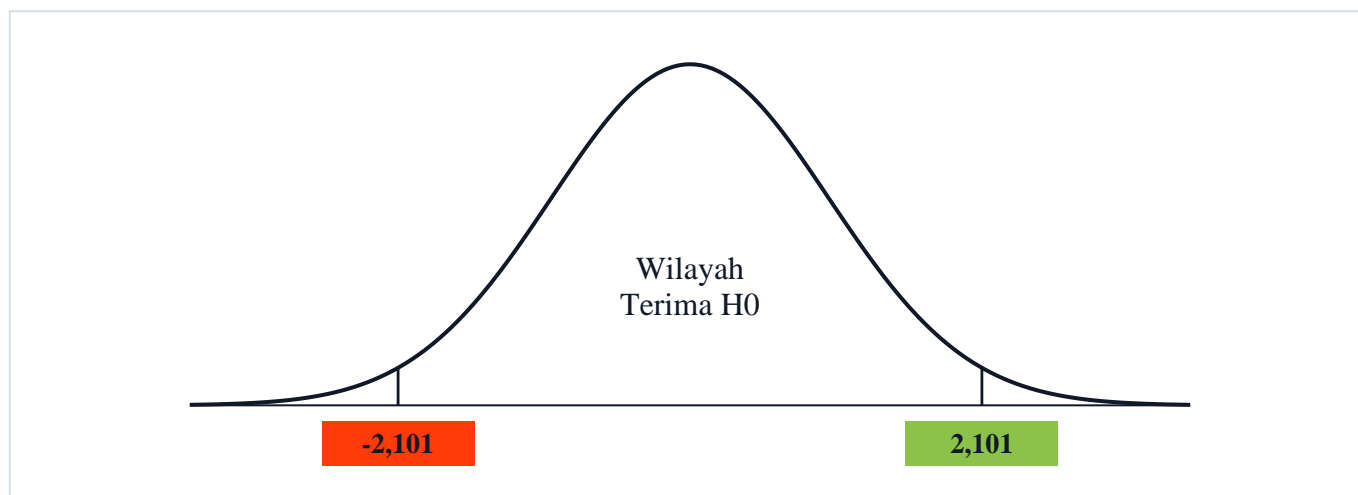
Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	150,00	192,00
2	170,00	155,50

No.	Variabel 1	Variabel 2
3	80,00	155,50
4	130,00	204,00
5	155,00	225,00
6	140,00	182,00
7	128,30	235,00
8	110,00	265,00

Uji F			
Varians 1	794,28982	df 1	7
Varians 2	1.487,85714	df 2	7
F hitung	1,87319	N1	8
F tabel atas	4,99491	N2	8
Keterangan	Equal Variance	Keputusan	Terima H0
Artinya	Varian Seragam		

Gambar 5.3. - Kurva batas uji homogenitas



5.4. Uji Independen

Uji independen dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam seri curah hujan tahunan saling bebas atau masih memiliki ketergantungan antar tahun. Data hidrologi yang digunakan untuk analisis frekuensi idealnya bersifat independen, sehingga nilai pada suatu tahun tidak dipengaruhi secara signifikan oleh nilai tahun sebelumnya.

Tabel B.7 - Uji Independen

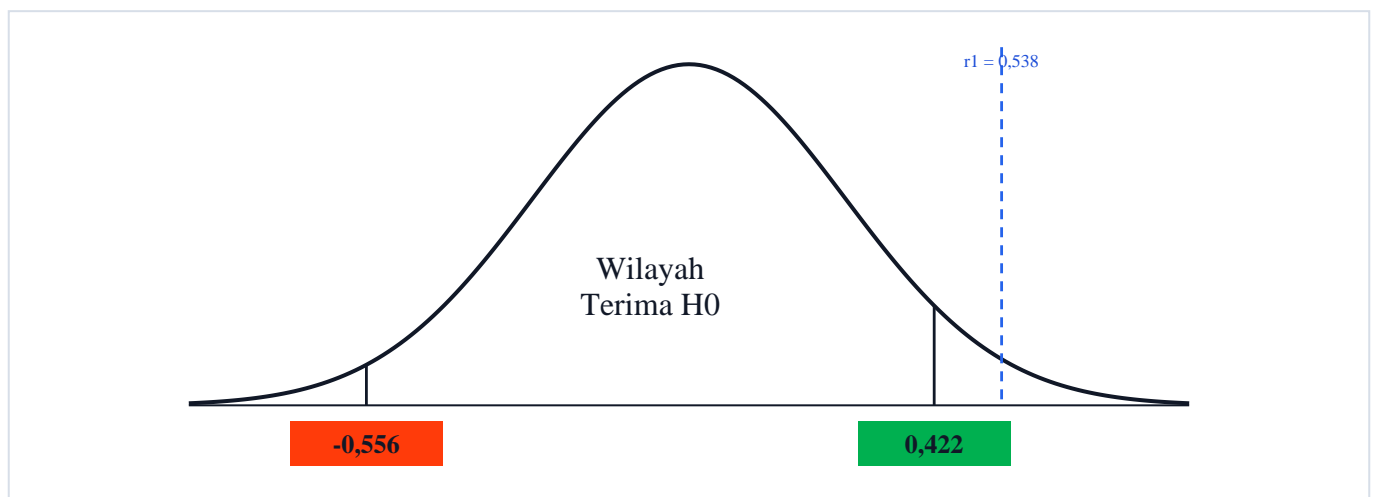
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2009	150,00	-17,33	-46,25	300,37
2010	170,00	2,67	-233,07	7,12
2011	80,00	-87,33	3.260,18	7.626,75
2012	130,00	-37,33	460,34	1.393,62
2013	155,00	-12,33	337,03	152,06
2014	140,00	-27,33	1.066,77	747,00
2015	128,30	-39,03	2.237,71	1.523,44
2016	110,00	-57,33	-1.414,29	3.286,87
2017	192,00	24,67	-291,86	608,55
2018	155,50	-11,83	139,98	139,98
2019	155,50	-11,83	-433,84	139,98

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2020	204,00	36,67	2.114,64	1.344,60
2021	225,00	57,67	845,93	3.325,68
2022	182,00	14,67	992,62	215,17
2023	235,00	67,67	6.609,12	4.579,06
2024	265,00	97,67	-1.692,72	9.539,18

Parameter Uji Independen			
Jumlah	2.677,3000	n	16
Rata-rata	167,3313	Batas bawah	-0,55557
r1	0,53837	Batas atas	0,42223
Keputusan	Tolak H0	Artinya	Tidak Independen

Gambar 5.4. - Kurva batas uji independen

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



5.5. Uji Konsistensi Antarstasiun

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

No.	Stasiun Pemanding	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data	Tahun Overlap	Periode Overlap	r	Rasio Rata-rata	MAE (mm)	RMSE (mm)	Kesimpulan
1	Gunung Sarik	5,60	47	1975-2025	14	2009-2024	0,519	0,995	43,67	48,31	Konsistensi sedang
2	Bendung Koto Tuo	2,61	11	2012-2022	11	2012-2022	-0,370	0,942	41,75	54,38	Konsistensi rendah; perlu review
3	Muaro Panjalinan	6,06	14	2009-2023	14	2009-2023	0,480	0,900	48,34	60,09	Konsistensi rendah; perlu review
4	Kantor PU Khatib Sulaiman	8,73	17	2009-2025	16	2009-2024	0,067	1,061	47,29	64,00	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
5	Tabing BMKG	6,78	32	1970-2001	0	-	-	-	-	-	Data overlap kurang; hasil hanya indikatif

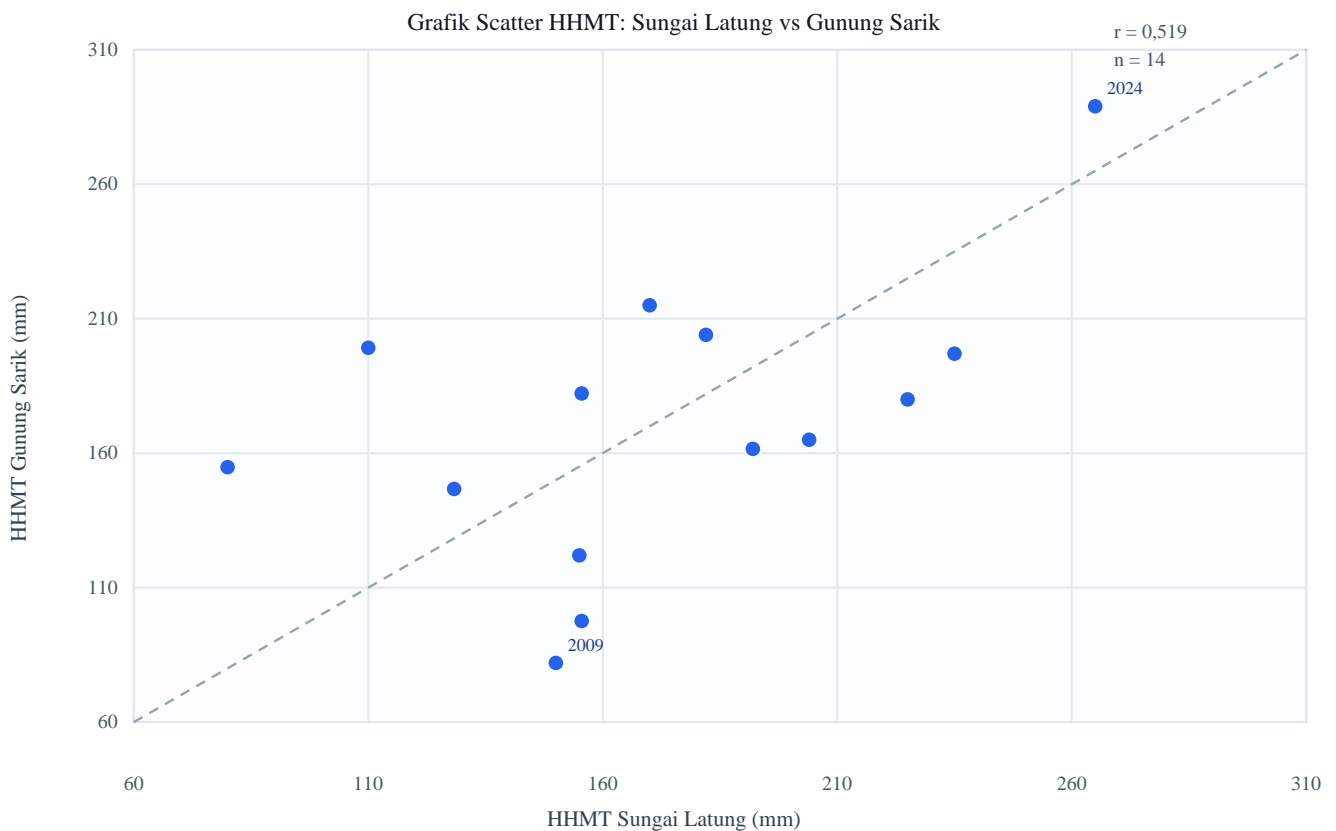
Catatan interpretasi: Korelasi $r \geq 0,70$ diinterpretasikan sebagai konsistensi baik; 0,50-0,70 sedang; 0,30-0,50 rendah; dan $r < 0,30$ tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama. Apabila tahun overlap kurang dari 10 tahun, hasil korelasi perlu diperlakukan sebagai indikasi awal.

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 Sarik** dengan skor 0,619, overlap 14 tahun, dan $r = 0,519$.

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.

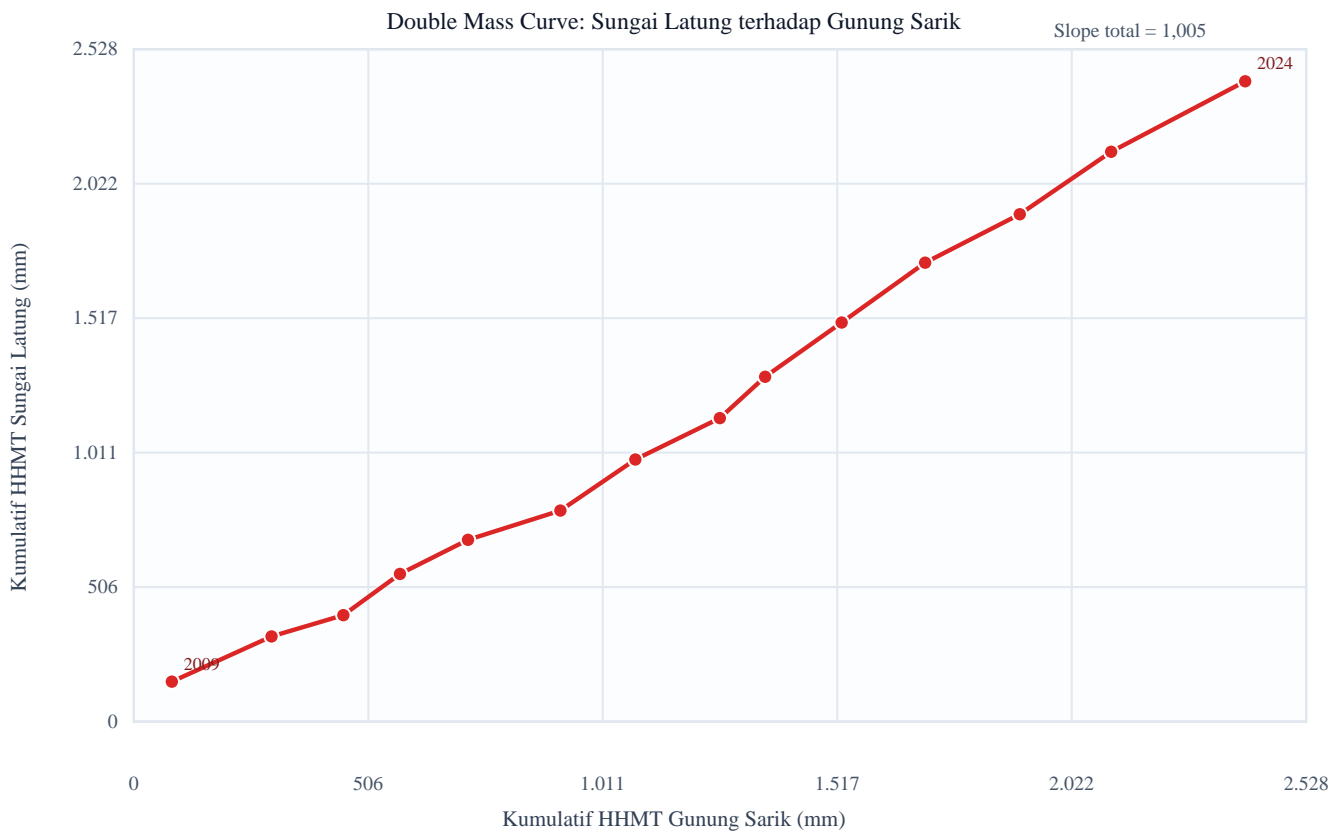
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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	16 tahun	Belum memenuhi	Perlu kehati-hatian karena panjang data terbatas.
Tahun kosong	0 tahun	Baik	Tidak ada jeda tahun pada rentang data.
Uji pencilan	Ada indikasi pencilan	Perlu review	Nilai ekstrem perlu verifikasi lebih lanjut.
Uji tren	Ada indikasi tren	Perlu review	Ada indikasi perubahan pola jangka panjang.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Tidak independen	Perlu review	Hasil hujan rancangan sebaiknya diperlakukan sebagai hasil sementara.
Konsistensi antarstasiun	Konsistensi sedang	Sedang	Pembandingan terbaik berdasarkan skor gabungan: Gunung Sarik dengan overlap 14 tahun, korelasi $r = 0,519$, dan skor = $0,619$.
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

Jumlah data	16 tahun
-------------	----------

Minimum	80,00 mm (2011)
Maksimum	265,00 mm (2024)
Rata-rata	167,33 mm
Median	155,50 mm
Standar deviasi sampel	48,26 mm
Koefisien variasi	0,288
Skewness sampel	0,342
Excess kurtosis	-0,049

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

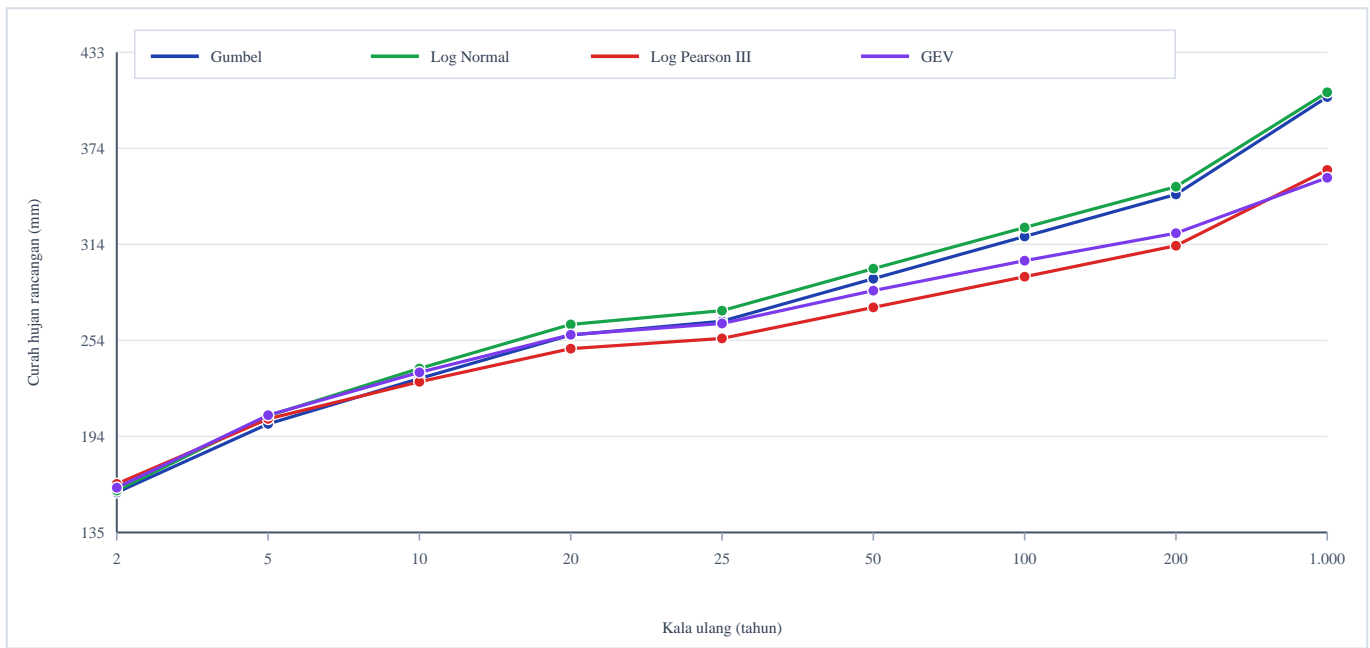
Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal menunjukkan pencilan, tren, ketidakindependenan, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri 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	159,404	160,616	164,721	162,372
5	202,049	207,100	205,191	207,474
10	230,283	236,528	228,264	234,133
20	257,367	263,958	248,892	257,545
25	265,958	272,532	255,251	264,558
50	292,424	298,654	274,567	284,995
100	318,694	324,283	293,658	303,645
200	344,868	349,661	312,941	320,736
1.000	405,499	408,431	360,111	355,251

Gambar 7.1. - Grafik perbandingan curah hujan rancangan beberapa distribusi

Grafik ini memperlihatkan perbedaan hasil curah hujan rancangan antar distribusi pada setiap kala ulang. Perbedaan yang semakin besar pada kala ulang tinggi perlu menjadi bahan pertimbangan teknis dalam pemilihan nilai desain.



8. Detail Perhitungan Curah Hujan Rancangan

8.1 Metode Gumbel

Langkah perhitungan:

1. Hitung rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi sampel (S) dari data HHMT.
2. Estimasi parameter lokasi (μ) dan skala (β).
3. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$.
4. Hitung $Y_T = -\ln[-\ln(P)]$.
5. Hitung $X_T = \mu + \beta \times Y_T$.

Rumus: $X_T = \mu + \beta \times Y_T$; $Y_T = -\ln[-\ln(P)]$. Parameter: $\bar{x} = 167,331$ mm; $S = 48,256$ mm; $\mu = 145,61354$; $\beta = 37,62495$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	159,404
5	80,000%	1,49994	0,71945	202,049
10	90,000%	2,25037	1,30455	230,283
20	95,000%	2,97020	1,86580	257,367
25	96,000%	3,19853	2,04383	265,958
50	98,000%	3,90194	2,59228	292,424
100	99,000%	4,60015	3,13667	318,694
200	99,500%	5,29581	3,67907	344,868
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	405,499

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: $\bar{Y} = 2,20579$; $S_Y = 0,13117$.

T	P	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,20579	160,616
5	80,000%	0,84162	2,31618	207,100
10	90,000%	1,28155	2,37388	236,528
20	95,000%	1,64485	2,42154	263,958
25	96,000%	1,75069	2,43542	272,532
50	98,000%	2,05375	2,47517	298,654
100	99,000%	2,32635	2,51092	324,283
200	99,500%	2,57583	2,54365	349,661
1.000	99,900%	3,09023	2,61112	408,431

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: $\bar{Y} = 2,20579$; $S_Y = 0,13117$; $C_s = -0,48732$.

T	P	Z	K_T	$\log X_T$	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,08357	2,21675	164,721
5	80,000%	0,84162	0,81096	2,31216	205,191
10	90,000%	1,28155	1,16380	2,35844	228,264
20	95,000%	1,64485	1,45025	2,39601	248,892
25	96,000%	1,75069	1,53379	2,40697	255,251
50	98,000%	2,05375	1,77532	2,43865	274,567
100	99,000%	2,32635	1,99789	2,46784	293,658
200	99,500%	2,57583	2,20847	2,49546	312,941
1.000	99,900%	3,09023	2,67334	2,55644	360,111

8.4 Metode GEV

Langkah perhitungan:

1. Urutkan data HHMT dan hitung probability weighted moments.
2. Turunkan L-moments: L1, L2, dan L-skewness t3.
3. Estimasi parameter GEV: lokasi (ξ), skala (α), dan bentuk (k).
4. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$.
5. Hitung kuantil GEV sebagai X_T .
6. Bandingkan hasil dengan distribusi lain melalui uji kecocokan.

Rumus: Kuantil GEV dihitung dari parameter ξ , α , dan k . Parameter: $\xi = 146,42483$; $\alpha = 44,47415$; $k = 0,12000$. $L1 = 167,33125$; $L2 = 27,91125$; $t3 = 0,09544$.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	162,372
5	80,000%	207,474
10	90,000%	234,133
20	95,000%	257,545
25	96,000%	264,558
50	98,000%	284,995
100	99,000%	303,645
200	99,500%	320,736
1.000	99,900%	355,251

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	0,06590	0,36000	Diterima	0,53211	5,93687	Diterima	-
Log Normal	0,07209	0,36000	Diterima	0,34533	5,93687	Diterima	Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.
Log Pearson III	0,10959	0,36000	Diterima	0,13679	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,08604	0,36000	Diterima	0,21712	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 = 160,616 mm; rata-rata HHMT = 167,33 mm; rasio R2/rata-rata = 0,96	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 = 160,616 mm; median HHMT = 155,50 mm; rasio R2/median = 1,03	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 324,283 mm; maksimum historis = 265,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 408,431 mm; maksimum historis = 265,00 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	255,251	272,532	17,280	6,5%	Selisih kecil-sedang
50	274,567	298,654	24,087	8,4%	Selisih kecil-sedang
100	293,658	324,283	30,625	9,9%	Selisih kecil-sedang
1000	355,251	408,431	53,180	13,9%	Selisih kecil-sedang

Catatan kewajaran:

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

Rekomendasi penggunaan: Hasil distribusi 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. Hasil uji independensi tidak terpenuhi, sehingga rekomendasi distribusi perlu diperlakukan sebagai rekomendasi sementara.
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 = 324,283 mm. R1000 = 408,431 mm. Maksimum historis = 265,00 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 perencana.

12. Kesimpulan Teknis

1. Data HHMT memiliki panjang data 16 tahun dengan status: Data terbatas 10–20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data menunjukkan indikasi pencilan yang perlu review, menunjukkan indikasi tren, homogen, dan tidak independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Log Normal.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 324,283 mm dibanding maksimum historis 265,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah Gunung Sarik dengan overlap 14 tahun, $r = 0,519$, skor = 0,619, dan interpretasi Konsistensi sedang.
6. Karena seri data menunjukkan tren signifikan, analisis frekuensi berbasis asumsi stasioner perlu diperlakukan hati-hati dan perlu review penyebab tren sebelum penetapan nilai desain final.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai indikasi awal atau pembanding, namun belum direkomendasikan sebagai nilai final desain tanpa dukungan data regional, validasi antarstasiun, dan/atau perpanjangan data sebelum digunakan pada perhitungan debit banjir rencana final.

13. Rekomendasi Tindak Lanjut

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
1	Verifikasi ulang data harian pada tahun maksimum dan minimum HHMT.	Memastikan nilai ekstrem dan nilai rendah berasal dari pencatatan data yang valid.	Tinggi
2	Lakukan review independensi dengan pemeriksaan autokorelasi tambahan dan evaluasi periode basah-kering.	Menjelaskan penyebab ketidakindependenan data sebelum hasil digunakan sebagai nilai desain final.	Tinggi
3	Lakukan review penyebab tren signifikan, termasuk cek konsistensi data harian, perubahan lingkungan pos hujan, dan pembandingan terhadap stasiun sekitar.	Menilai apakah tren disebabkan perubahan iklim lokal/regional, perubahan pencatatan, atau masalah data sebelum analisis frekuensi final.	Tinggi
4	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
5	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
6	Gunakan distribusi Log Normal sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
7	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
8	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}	167,331	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	48,256	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	145,61354	-
Gumbel	Parameter skala	β	37,62495	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,20579	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,13117	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,20579	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,13117	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,48732	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	146,42483	-
GEV	Parameter skala	α	44,47415	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,12000	-

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, tren, ketidakindependenan, 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 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.