Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Gunung Nago, Kota Padang, Sumatera Barat
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/1603

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
19 tahun	**188,63 mm**	**260,80 mm**	**Log Normal**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 19 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

Nama Stasiun	Gunung Nago	**Periode Data**	2007 s.d. 2025
Lokasi	Desa Kelurahan Lambung Bukik, Kec. Pauh, Kota Padang	**Provinsi**	Sumatera Barat
Wilayah Sungai	INDRAGIRI-AKUAMAN	**Koordinat**	-0.923389, 100.434250
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	Simpang Alai / Limau Manis	Limau Manis, Pauh, KOTA PADANG	2,20	48 tahun	1975–2022
2	Batu Busuk	Lambung Bukik, Pauh, KOTA PADANG	3,03	48 tahun	1975–2025
3	Gunung Sarik	Sungao Sapih, Kuranji, Kota Padang	5,30	47 tahun	1975–2025
4	Parak Kopi	Kelurahan Alai Parak Kopi, Padang Utara, Kota Padang	6,67	0 tahun	-
5	Kantor PU Khatib Sulaiman	Kelurahan Ulak Karang Utara, Padang Utara, Kota Padang	9,40	17 tahun	2009–2025
6	Ladang Padi	Kelurahan Indarung, Lubuk Kilangan, KOTA PADANG	9,76	50 tahun	1975–2024
7	Tabing BMKG	Parupuk Tabing, Koto Tangah, KOTA PADANG	9,99	32 tahun	1970–2001

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	19 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 2007–2025.

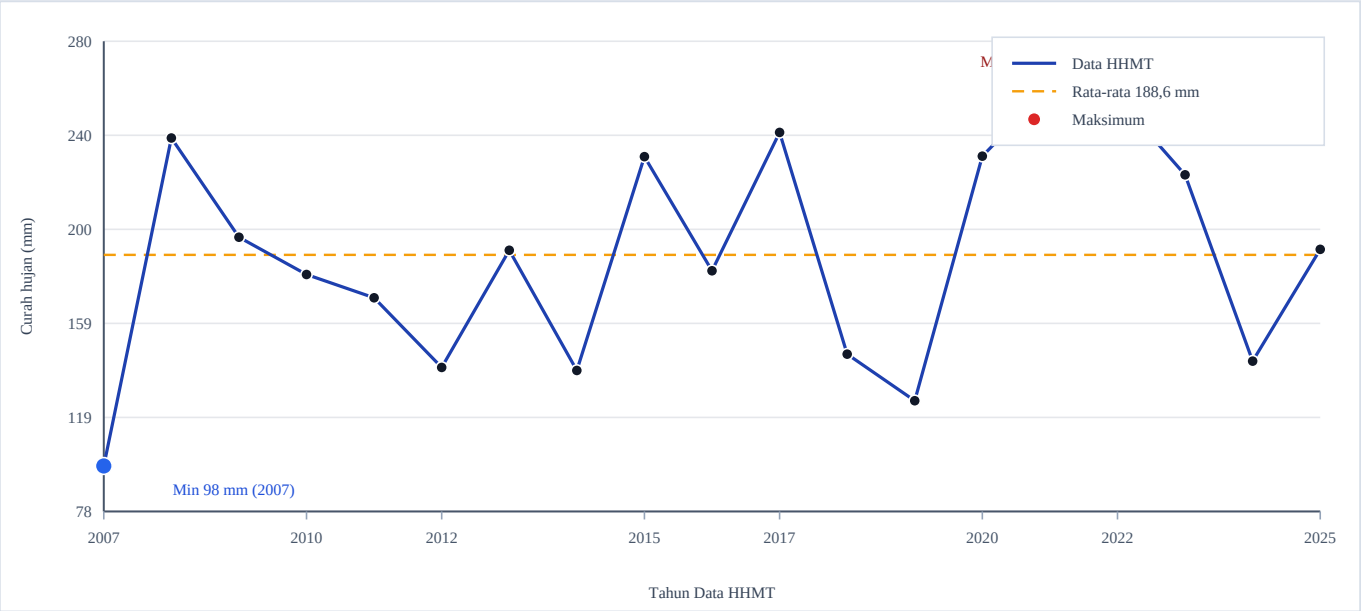
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	2007	98,00	23-02-2007	OK
2	2008	238,80	16-04-2008	OK
3	2009	196,20	19-09-2009	OK
4	2010	180,20	13-10-2010	OK
5	2011	170,20	12-07-2011	OK
6	2012	140,30	13-09-2012	OK
7	2013	190,60	17-11-2013	OK
8	2014	139,00	01-12-2014	OK
9	2015	230,80	24-11-2015	OK
10	2016	181,80	24-08-2016	OK
11	2017	241,20	10-09-2017	OK
12	2018	146,00	03-11-2018	OK
13	2019	126,00	17-10-2019	OK
14	2020	231,00	24-09-2020	OK
15	2021	260,80	30-09-2021	OK
16	2022	256,00	22-09-2022	OK
17	2023	223,00	07-05-2023	OK
18	2024	143,00	24-12-2024	OK
19	2025	191,00	07-01-2025	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

Nilai maksimum	260,80 mm pada tahun 2021	**Nilai minimum**	98,00 mm pada tahun 2007
Jumlah data > 150 mm	13 data	**Jumlah data < 50 mm**	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	0 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Tidak ada data HHMT yang berada di luar batas pencilan.

Evaluasi Data Rendah dan Data Tinggi

Evaluasi ini merupakan pemeriksaan teknis tambahan di luar uji pencilan. Data yang tidak terdeteksi sebagai pencilan secara statistik tetap perlu ditinjau apabila nilainya sangat rendah atau sangat tinggi dibandingkan pola umum data tahunan.

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data sangat rendah	< 50 mm	0	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	0	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	13	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	7	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
2008	238,80	16-04-2008	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2009	196,20	19-09-2009	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2010	180,20	13-10-2010	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2011	170,20	12-07-2011	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2013	190,60	17-11-2013	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2015	230,80	24-11-2015	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2016	181,80	24-08-2016	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2017	241,20	10-09-2017	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2020	231,00	24-09-2020	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2021	260,80	30-09-2021	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2022	256,00	22-09-2022	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2023	223,00	07-05-2023	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2025	191,00	07-01-2025	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

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	2,3610
Uji Pencilan	Batas bawah	95,95 mm
Uji Pencilan	Batas atas	346,92 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,27719
Uji Tren	t hitung	1,18951
Uji Tren	t kritis	2,10982
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,20028
Uji Homogenitas	F kritis	4,35723
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	2.043,35611
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	2.452,59067
Uji Independensi	r1 lag-1	0,00626
Uji Independensi	Batas bawah	-0,50451
Uji Independensi	Batas atas	0,39340

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.

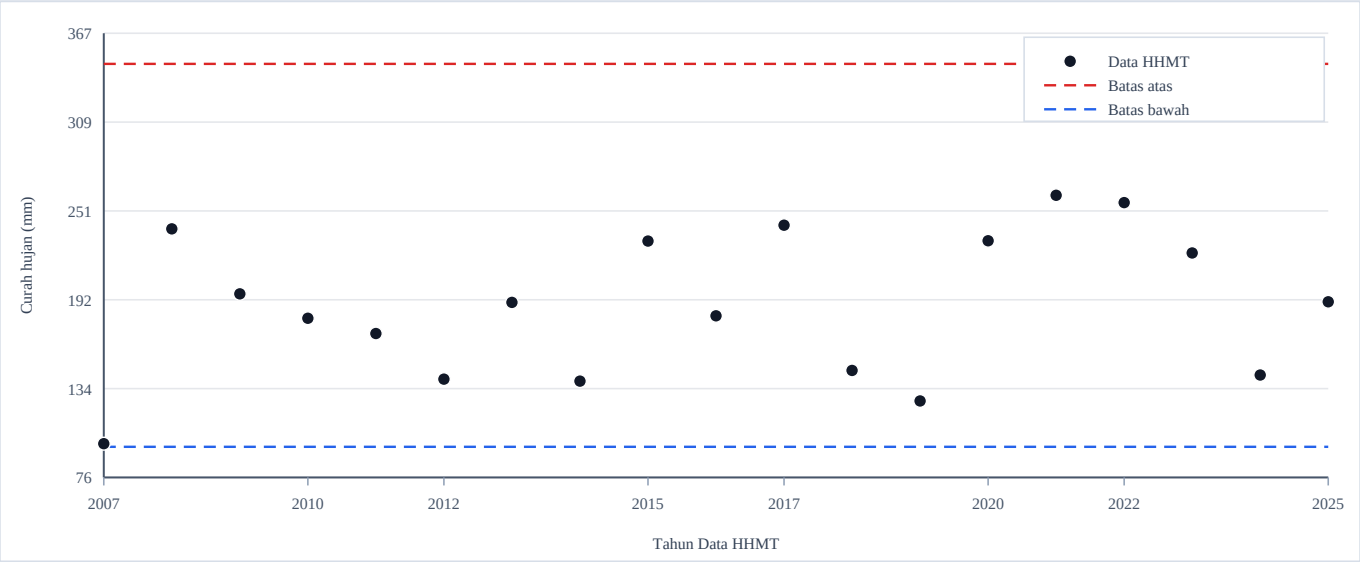
Tabel 5.1. – Uji Pencilan

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	2007	98,00	1,991226	-0,26991	0,07285	-0,01966	346,92	95,95	Accept
2	2008	238,80	2,378034	0,11690	0,01366	0,00160	346,92	95,95	Accept
3	2009	196,20	2,292699	0,03156	0,00100	0,00003	346,92	95,95	Accept
4	2010	180,20	2,255755	-0,00538	0,00003	0,00000	346,92	95,95	Accept
5	2011	170,20	2,230960	-0,03018	0,00091	-0,00003	346,92	95,95	Accept
6	2012	140,30	2,147058	-0,11408	0,01301	-0,00148	346,92	95,95	Accept
7	2013	190,60	2,280123	0,01898	0,00036	0,00001	346,92	95,95	Accept
8	2014	139,00	2,143015	-0,11812	0,01395	-0,00165	346,92	95,95	Accept
9	2015	230,80	2,363236	0,10210	0,01042	0,00106	346,92	95,95	Accept
10	2016	181,80	2,259594	-0,00154	0,00000	0,00000	346,92	95,95	Accept
11	2017	241,20	2,382377	0,12124	0,01470	0,00178	346,92	95,95	Accept
12	2018	146,00	2,164353	-0,09679	0,00937	-0,00091	346,92	95,95	Accept
13	2019	126,00	2,100371	-0,16077	0,02585	-0,00416	346,92	95,95	Accept
14	2020	231,00	2,363612	0,10247	0,01050	0,00108	346,92	95,95	Accept
15	2021	260,80	2,416308	0,15517	0,02408	0,00374	346,92	95,95	Accept
16	2022	256,00	2,408240	0,14710	0,02164	0,00318	346,92	95,95	Accept
17	2023	223,00	2,348305	0,08717	0,00760	0,00066	346,92	95,95	Accept
18	2024	143,00	2,155336	-0,10580	0,01119	-0,00118	346,92	95,95	Accept
19	2025	191,00	2,281033	0,01989	0,00040	0,00001	346,92	95,95	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	19	**Jumlah hujan**	3.583,9000
Rataan hujan	188,6263	**Rataan log X**	2,261139
S log	0,118210	**CS log**	-0,59856
Kn	2,36100	**n**	19
Log XH	2,54023	**XH / batas atas**	346,923
Log XL	1,98204	**XL / batas bawah**	95,950
X maksimum data	260,800	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	98,000	**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

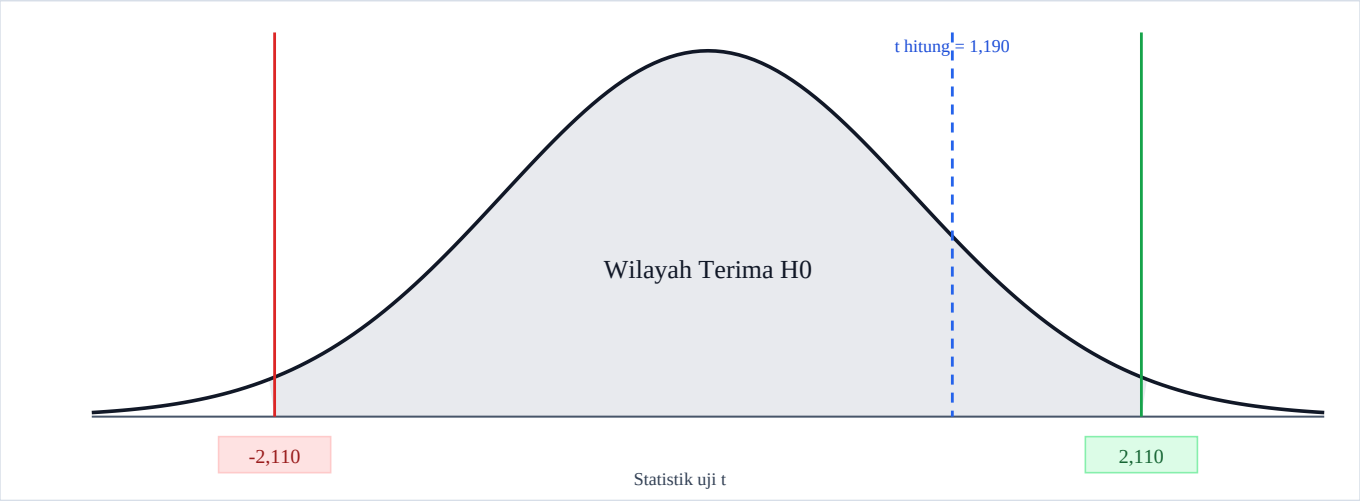
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
2007	98,00	1	98,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2008	238,80	2	126,00	16,00	2,00	-14,00	196,00
2009	196,20	3	139,00	12,00	3,00	-9,00	81,00
2010	180,20	4	140,30	8,00	4,00	-4,00	16,00
2011	170,20	5	143,00	7,00	5,00	-2,00	4,00
2012	140,30	6	146,00	4,00	6,00	2,00	4,00
2013	190,60	7	170,20	10,00	7,00	-3,00	9,00
2014	139,00	8	180,20	3,00	8,00	5,00	25,00
2015	230,80	9	181,80	14,00	9,00	-5,00	25,00
2016	181,80	10	190,60	9,00	10,00	1,00	1,00
2017	241,20	11	191,00	17,00	11,00	-6,00	36,00
2018	146,00	12	196,20	6,00	12,00	6,00	36,00
2019	126,00	13	223,00	2,00	13,00	11,00	121,00
2020	231,00	14	230,80	15,00	14,00	-1,00	1,00
2021	260,80	15	231,00	19,00	15,00	-4,00	16,00
2022	256,00	16	238,80	18,00	16,00	-2,00	4,00
2023	223,00	17	241,20	13,00	17,00	4,00	16,00
2024	143,00	18	256,00	5,00	18,00	13,00	169,00
2025	191,00	19	260,80	11,00	19,00	8,00	64,00

Parameter Uji Tren			
n	19	**df**	17
Total D²	824,0000	**Kp / r Spearman**	0,27719
t hitung	1,18951	**t tabel**	2,10982
Keputusan	Terima H0	**Artinya**	Tidak Ada Tren

Parameter Uji 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

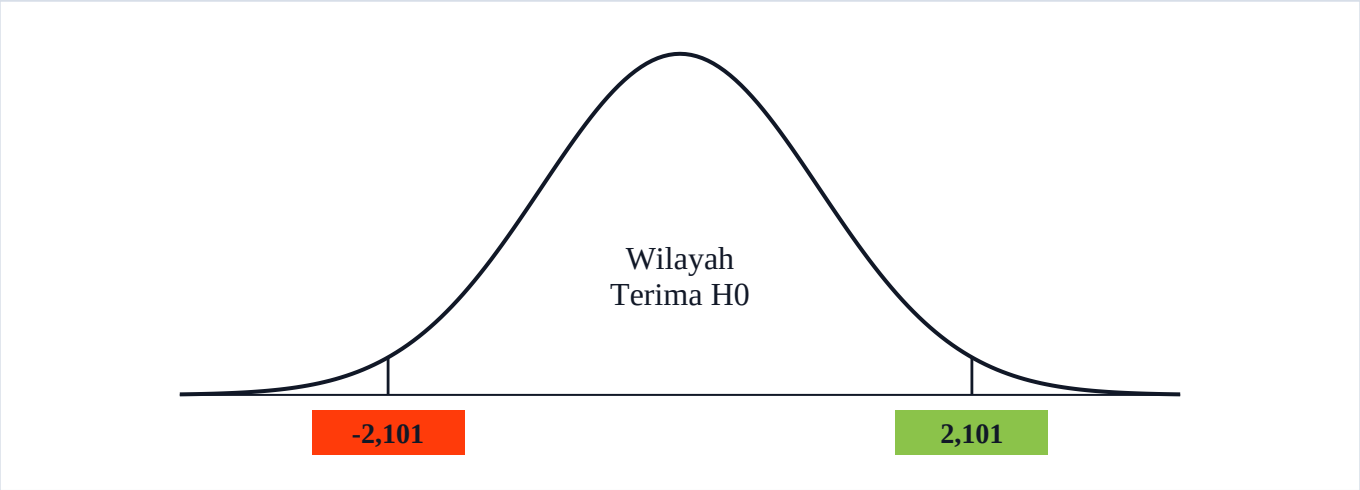
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	98,00	181,80
2	238,80	241,20
3	196,20	146,00
4	180,20	126,00
5	170,20	231,00
6	140,30	260,80
7	190,60	256,00
8	139,00	223,00
9	230,80	143,00
10	-	191,00

Uji F			
Varians 1	2.043,35611	**df 1**	8
Varians 2	2.452,59067	**df 2**	9
F hitung	1,20028	**N1**	9
F tabel atas	4,35723	**N2**	10
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.

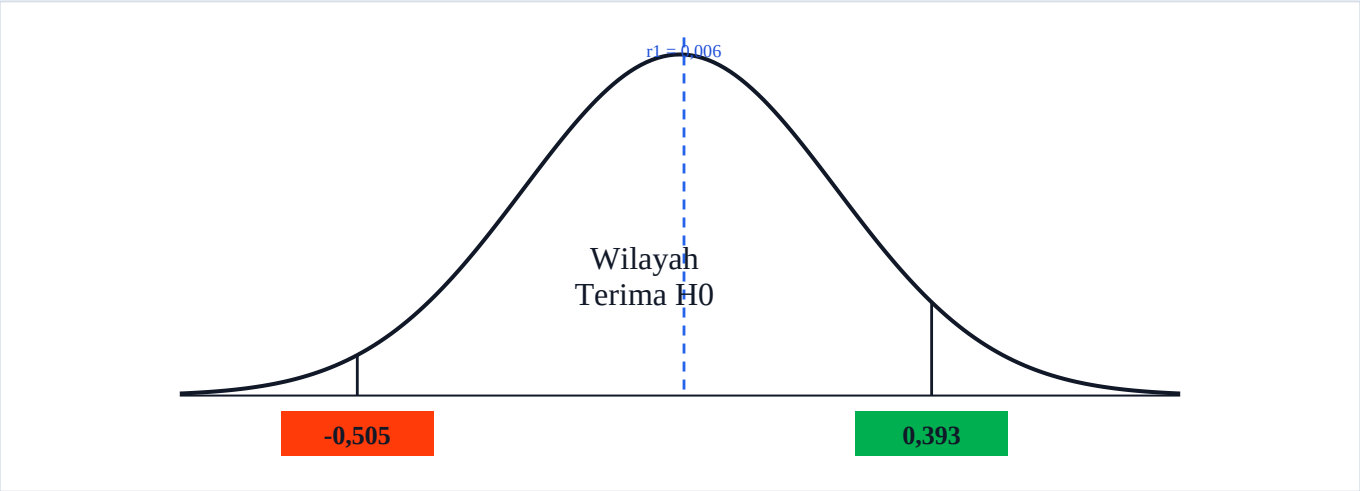
Tabel B.7 – Uji Independen

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2007	98,00	-90,63	-4.547,06	8.213,13
2008	238,80	50,17	380,00	2.517,40
2009	196,20	7,57	-63,82	57,36
2010	180,20	-8,43	155,27	71,00
2011	170,20	-18,43	890,48	339,53
2012	140,30	-48,33	-95,38	2.335,43
2013	190,60	1,97	-97,95	3,90
2014	139,00	-49,63	-2.092,92	2.462,77
2015	230,80	42,17	-287,89	1.778,62
2016	181,80	-6,83	-358,88	46,60
2017	241,20	52,57	-2.241,02	2.763,99
2018	146,00	-42,63	2.669,53	1.817,00
2019	126,00	-62,63	-2.653,71	3.922,06
2020	231,00	42,37	3.058,26	1.795,53
2021	260,80	72,17	4.862,61	5.209,04
2022	256,00	67,37	2.315,88	4.539,21
2023	223,00	34,37	-1.568,34	1.181,55
2024	143,00	-45,63	-108,30	2.081,76
2025	191,00	2,37	-215,12	5,63

Parameter Uji Independen			
Jumlah	3.583,9000	**n**	19
Rata-rata	188,6263	**Batas bawah**	-0,50451
r1	0,00626	**Batas atas**	0,39340
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 Pembanding	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data	Tahun Overlap	Periode Overlap	r	Rasio Rata-rata	MAE (mm)	RMSE (mm)	Kesimpulan
1	Batu Busuk	3,03	48	1975–2025	19	2007–2025	0,247	0,848	49,01	61,13	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
2	Kantor PU Khatib Sulaiman	9,40	17	2009–2025	17	2009–2025	0,496	0,943	36,83	45,54	Konsistensi rendah; perlu review
3	Simpang Alai / Limau Manis	2,20	48	1975–2022	16	2007–2022	0,225	0,616	76,49	91,84	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
4	Gunung Sarik	5,30	47	1975–2025	17	2007–2025	0,036	0,847	60,19	74,11	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
5	Ladang Padi	9,76	50	1975–2024	18	2007–2024	0,237	0,709	74,33	91,64	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
6	Tabing BMKG	9,99	32	1970–2001	0	-	-	-	-	-	Data overlap kurang; hasil hanya indikatif

Catatan interpretasi: Korelasi r ≥ 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.

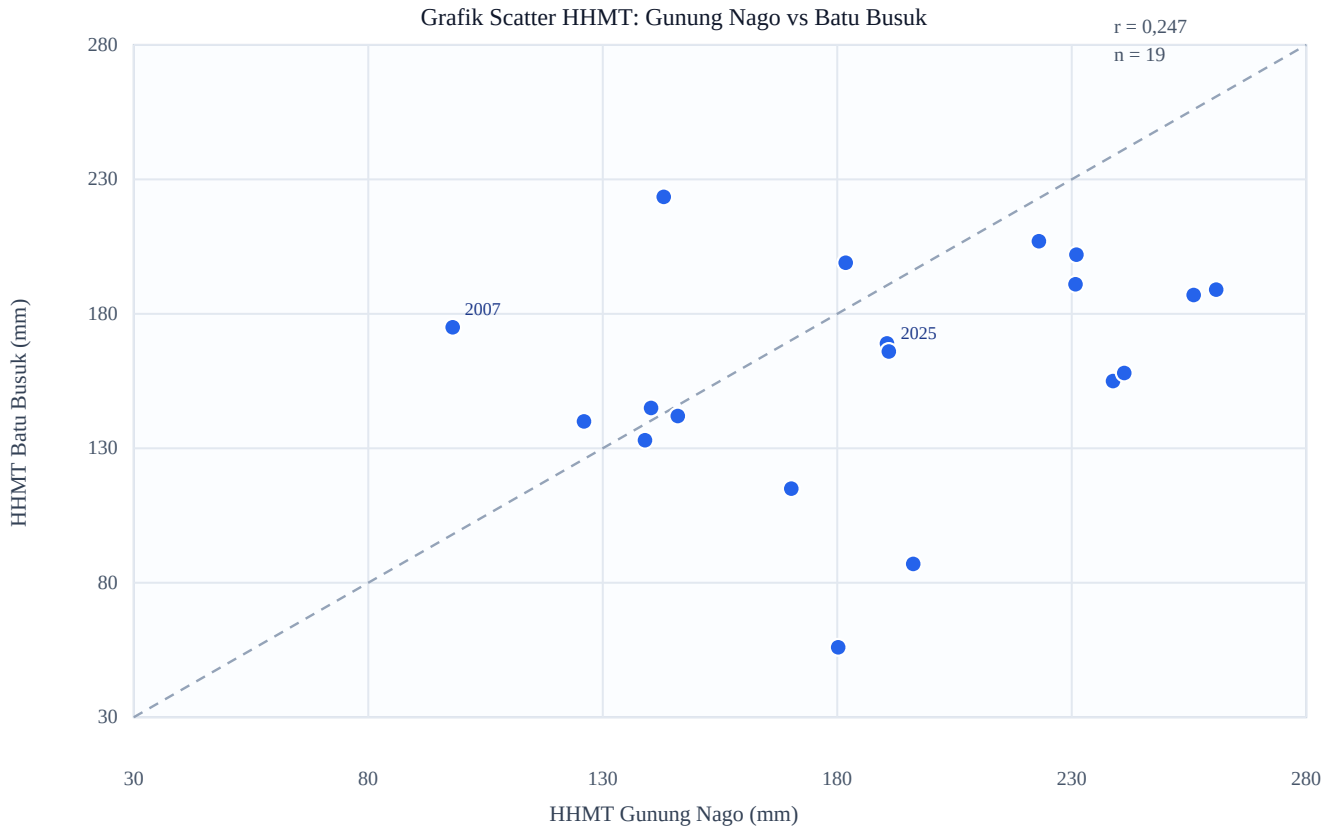
Catatan pemilihan pembanding: Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **Batu Busuk** dengan skor 0,580, overlap 19 tahun, dan r = 0,247.

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.

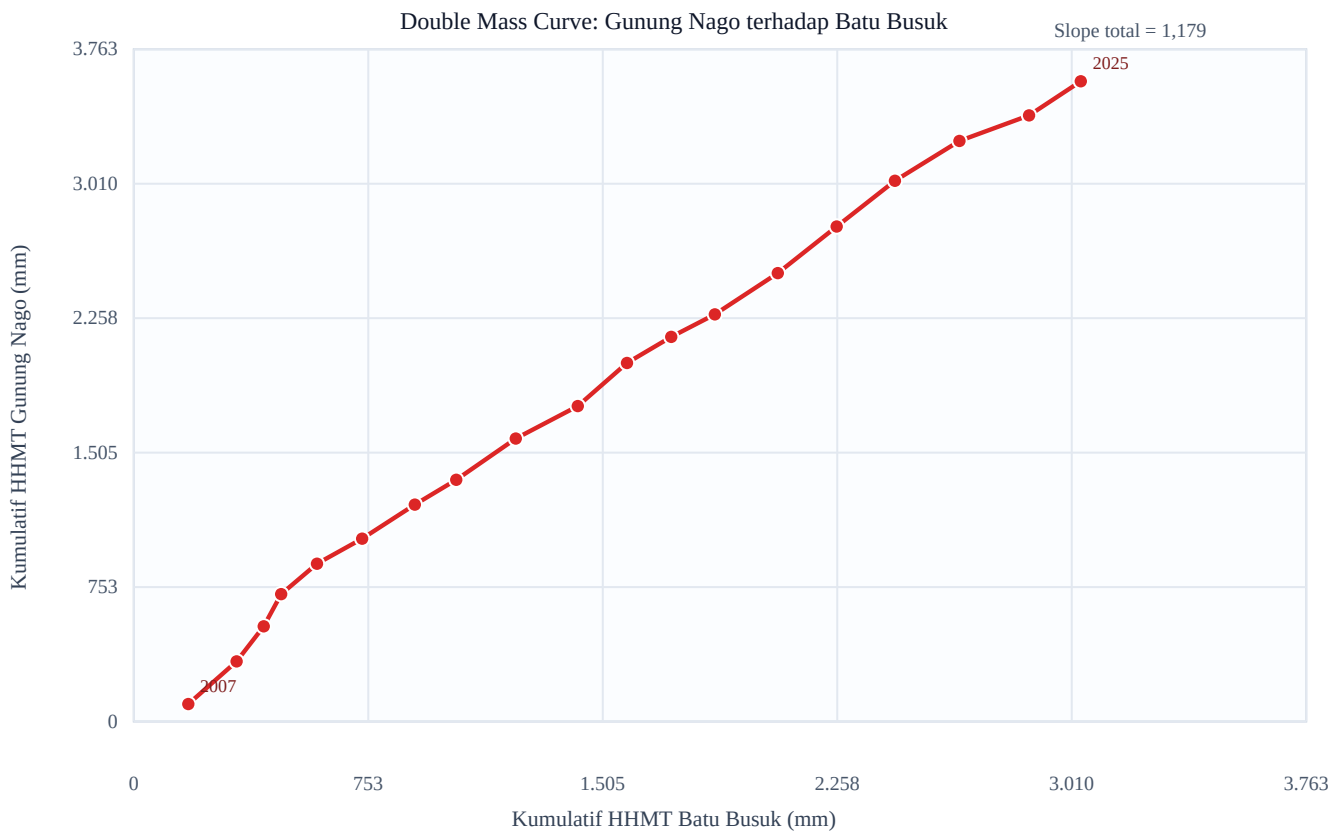
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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 pembandingan antarstasiun sebagai dasar awal untuk menilai kelayakan penggunaan data pada analisis frekuensi hujan rancangan.

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Panjang data	19 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	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama	Perlu review	Pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan: Batu Busuk dengan overlap 19 tahun, korelasi r = 0,247, dan skor = 0,580.
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	19 tahun
Minimum	98,00 mm (2007)

Maksimum	260,80 mm (2021)
Rata-rata	188,63 mm
Median	190,60 mm
Standar deviasi sampel	47,81 mm
Koefisien variasi	0,253
Skewness sampel	-0,147
Excess kurtosis	-1,024

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

7. Ringkasan Analisa Curah Hujan Rancangan

Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal 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 perencana.

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

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
2	180,772	182,448	187,743	190,231
5	223,022	229,418	225,905	232,318
10	250,995	258,601	247,046	252,339
20	277,827	285,481	266,153	267,215
25	286,339	293,824	272,144	271,208
50	312,559	319,089	290,753	281,697
100	338,585	343,666	309,882	289,859
200	364,517	367,813	330,053	296,243
1.000	424,585	423,092	383,200	306,258

Gambar 7.1. – Grafik perbandingan curah hujan rancangan beberapa distribusi

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



8. Detail Perhitungan Curah Hujan Rancangan

8.1 Metode Gumbel

Langkah perhitungan:

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

Rumus: X_T = μ + β × Y_T; Y_T = -ln[-ln(P)]. Parameter: $\bar{x}$ = 188,626 mm; S = 47,808 mm; μ = 167,11001; β = 37,27603.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**180,772**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**223,022**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**250,995**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**277,827**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**286,339**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**312,559**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**338,585**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**364,517**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**424,585**

8.2 Metode Log Normal

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data menjadi Y = log10(X).
2. Hitung rata-rata log (Ybar) dan standar deviasi log (S_Y).

3. Untuk setiap kala ulang T, hitung P = 1 - 1/T.
4. Ambil K_T dari invers distribusi normal standar.
5. Hitung Y_T = Ybar + K_T × S_Y.
6. Konversi menjadi X_T = 10^Y_T.

Rumus: Y = log10(X); Y_T = Ybar + K_T × S_Y; X_T = 10^Y_T. Parameter: Ybar = 2,26114; S_Y = 0,11821.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,26114	**182,448**
5	80,000%	0,84162	2,36063	**229,418**
10	90,000%	1,28155	2,41263	**258,601**
20	95,000%	1,64485	2,45558	**285,481**
25	96,000%	1,75069	2,46809	**293,824**
50	98,000%	2,05375	2,50391	**319,089**
100	99,000%	2,32635	2,53614	**343,666**
200	99,500%	2,57583	2,56563	**367,813**
1.000	99,900%	3,09023	2,62644	**423,092**

8.3 Metode Log Pearson III

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data HHMT menjadi Y = log10(X).
2. Hitung Ybar, S_Y, dan koefisien kemencengan log (C_s).
3. Untuk setiap kala ulang T, hitung P = 1 - 1/T dan nilai Z.
4. Hitung faktor frekuensi K_T yang dipengaruhi C_s.
5. Hitung Y_T = Ybar + K_T × S_Y.
6. Konversi menjadi X_T = 10^Y_T.

Rumus: Y_T = Ybar + K_T × S_Y; X_T = 10^Y_T. Parameter: Ybar = 2,26114; S_Y = 0,11821; C_s = -0,59856.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,10511	2,27356	**187,743**
5	80,000%	0,84162	0,78494	2,35393	**225,905**
10	90,000%	1,28155	1,11360	2,39278	**247,046**
20	95,000%	1,64485	1,38730	2,42513	**266,153**
25	96,000%	1,75069	1,46908	2,43480	**272,144**
50	98,000%	2,05375	1,71208	2,46352	**290,753**
100	99,000%	2,32635	1,94617	2,49120	**309,882**
200	99,500%	2,57583	2,17786	2,51858	**330,053**
1.000	99,900%	3,09023	2,72639	2,58343	**383,200**

8.4 Metode GEV

Langkah perhitungan:

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

Rumus: Kuantil GEV dihitung dari parameter ξ, α, dan k. Parameter: ξ = 172,67504; α = 51,01046; k = 0,34715. L1 = 188,62632; L2 = 28,01404; t3 = -0,03436.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**190,231**
5	80,000%	**232,318**
10	90,000%	**252,339**
20	95,000%	**267,215**
25	96,000%	**271,208**
50	98,000%	**281,697**
100	99,000%	**289,859**
200	99,500%	**296,243**
1.000	99,900%	**306,258**

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 perencana.

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,14990	0,36000	Diterima	3,49049	5,93687	Diterima	-
Log Normal	**0,11956**	**0,36000**	**Diterima**	**1,92651**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Pearson III	0,13199	0,36000	Diterima	3,26384	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,10149	0,36000	Diterima	2,28191	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 perencana, tetapi menjadi alat kontrol sebelum hasil digunakan untuk debit banjir rencana.

Aspek Evaluasi	Hasil Pemeriksaan	Status	Catatan Teknis

R2 terhadap rata-rata HHMT	R2 Log Normal = 182,448 mm; rata-rata HHMT = 188,63 mm; rasio R2/rata-rata = 0,97	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 = 182,448 mm; median HHMT = 190,60 mm; rasio R2/median = 0,96	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 343,666 mm; maksimum historis = 260,80 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 423,092 mm; maksimum historis = 260,80 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	271,208	293,824	22,616	8,1%	Selisih kecil-sedang
50	281,697	319,089	37,393	12,4%	Selisih kecil-sedang
100	289,859	343,666	53,807	16,8%	Selisih kecil-sedang
1000	306,258	424,585	118,327	30,8%	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 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 *sensitivity analysis* untuk menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap hujan rancangan kala ulang menengah-besar.
Debit banjir rencana	Distribusi final setelah validasi data	Nilai hujan rancangan perlu dikaitkan dengan hujan wilayah, distribusi hujan, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.
Jika data masih perlu review	Jangan gunakan satu distribusi sebagai angka tunggal final	Gunakan hasil sebagai nilai sementara dan lakukan verifikasi data, uji konsistensi antarstasiun, dan evaluasi kewajaran hidrologis.

Nilai kunci distribusi terpilih: R100 = 343,666 mm. R1000 = 423,092 mm. Maksimum historis = 260,80 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 19 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 343,666 mm dibanding maksimum historis 260,80 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah Batu Busuk dengan overlap 19 tahun, r = 0,247, skor = 0,580, dan interpretasi Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama.
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 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	$\bar{x}$	188,626	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	47,808	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	167,11001	-
Gumbel	Parameter skala	β	37,27603	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,26114	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,11821	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,26114	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,11821	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,59856	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	172,67504	-
GEV	Parameter skala	α	51,01046	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,34715	-

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 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.