Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Cisalak Baru, Lebak, Banten
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/135

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
28 tahun	**105,50 mm**	**194,00 mm**	**Log Normal**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 28 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 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	Cisalak Baru	**Periode Data**	1994 s.d. 2022
Lokasi	Desa Binong, Kec. Maja, Lebak	**Provinsi**	Banten
Wilayah Sungai	CIDANAU-CIUJUNG-CIDURIAN	**Koordinat**	-6.374167, 106.320556
Pengelola	BBWS CIDANAU CIUJUNG CIDURIAN		

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	PASIR ONA	Rangkasbitung Timur, Rangkasbitung, Lebak	6,07	31 tahun	1991–2022
2	CICINTA	Nanggung, Kopo, Serang	8,33	0 tahun	-

2. Status Panjang Data dan Catatan Validasi SNI 2415:2026

Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun. Panjang data memenuhi acuan minimal untuk analisis frekuensi. Validasi statistik tetap perlu dilakukan. Pemeriksaan pencilan, tren, homogenitas, dan independensi ditampilkan pada Bagian 5.

Jumlah data HHMT	28 tahun	**Tahun kosong**	1 tahun
Data HHMT < 50 mm	0 data	**Status uji data**	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

Daftar Tahun Kosong

Daftar berikut dihitung otomatis dari rentang tahun awal sampai tahun akhir data HHMT. Tahun kosong perlu dicatat karena dapat memengaruhi interpretasi panjang data efektif.

No.	Tahun Kosong	Keterangan
1	2007	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.

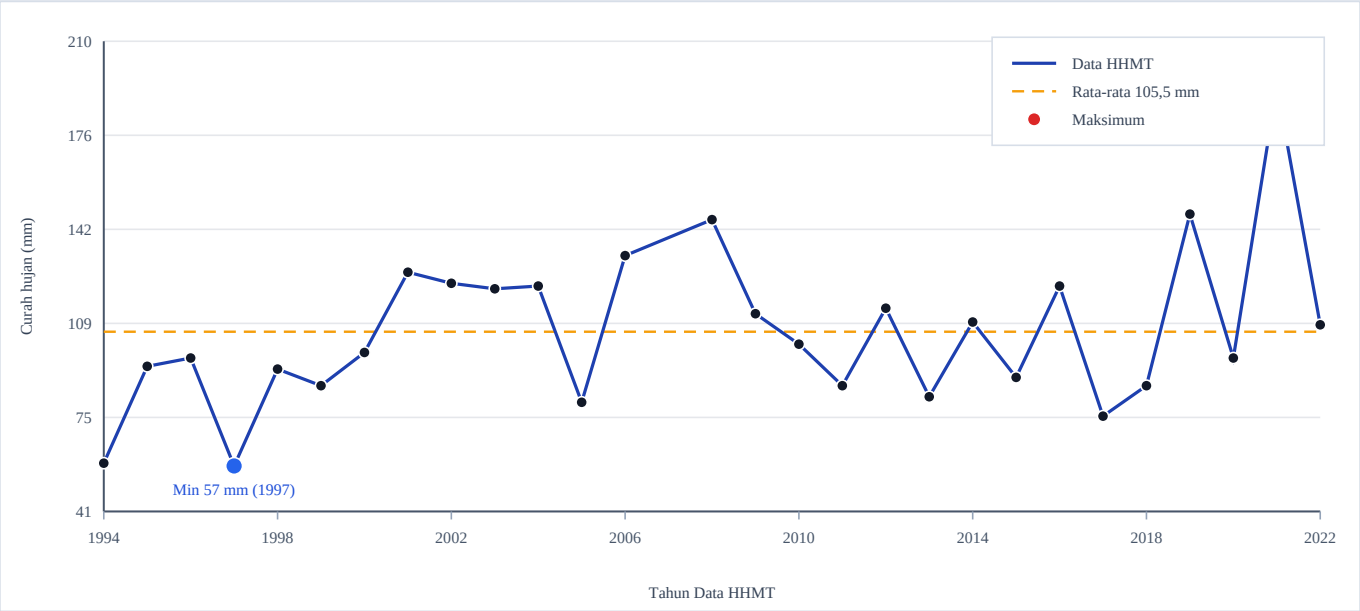
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1994	58,00	17-01-1994	OK
2	1995	93,00	09-10-1995	OK
3	1996	96,00	19-05-1996	OK
4	1997	57,00	18-11-1997	OK
5	1998	92,00	18-10-1998	OK
6	1999	86,00	25-10-1999	OK
7	2000	98,00	10-05-2000	OK
8	2001	127,00	07-02-2001	OK
9	2002	123,00	09-04-2002	OK
10	2003	121,00	06-09-2003	OK
11	2004	122,00	21-04-2004	OK
12	2005	80,00	23-01-2005	OK
13	2006	133,00	30-07-2006	OK
14	2008	146,00	02-08-2008	OK
15	2009	112,00	03-02-2009	OK
16	2010	101,00	28-10-2010	OK
17	2011	86,00	18-11-2011	OK
18	2012	114,00	13-01-2012	OK
19	2013	82,00	09-01-2013	OK
20	2014	109,00	08-01-2014	OK
21	2015	89,00	09-02-2015	OK
22	2016	122,00	25-02-2016	OK
23	2017	75,00	23-07-2017	OK
24	2018	86,00	15-02-2018	OK
25	2019	148,00	01-01-2019	OK
26	2020	96,00	19-05-2020	OK
27	2021	194,00	02-11-2021	OK
28	2022	108,00	12-10-2022	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	194,00 mm pada tahun 2021	**Nilai minimum**	57,00 mm pada tahun 1997
Jumlah data > 150 mm	1 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	2	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	1	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	0	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1994	58,00	17-01-1994	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1997	57,00	18-11-1997	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2021	194,00	02-11-2021	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 Data	Status	Keterangan
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	2,5322
Uji Pencilan	Batas bawah	51,61 mm
Uji Pencilan	Batas atas	201,20 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,24651
Uji Tren	t hitung	1,29697
Uji Tren	t kritis	2,05553
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,29699
Uji Homogenitas	F kritis	3,11504
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	742,83516
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	963,45055
Uji Independensi	r1 lag-1	0,03570
Uji Independensi	Batas bawah	-0,40718
Uji Independensi	Batas atas	0,33311

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

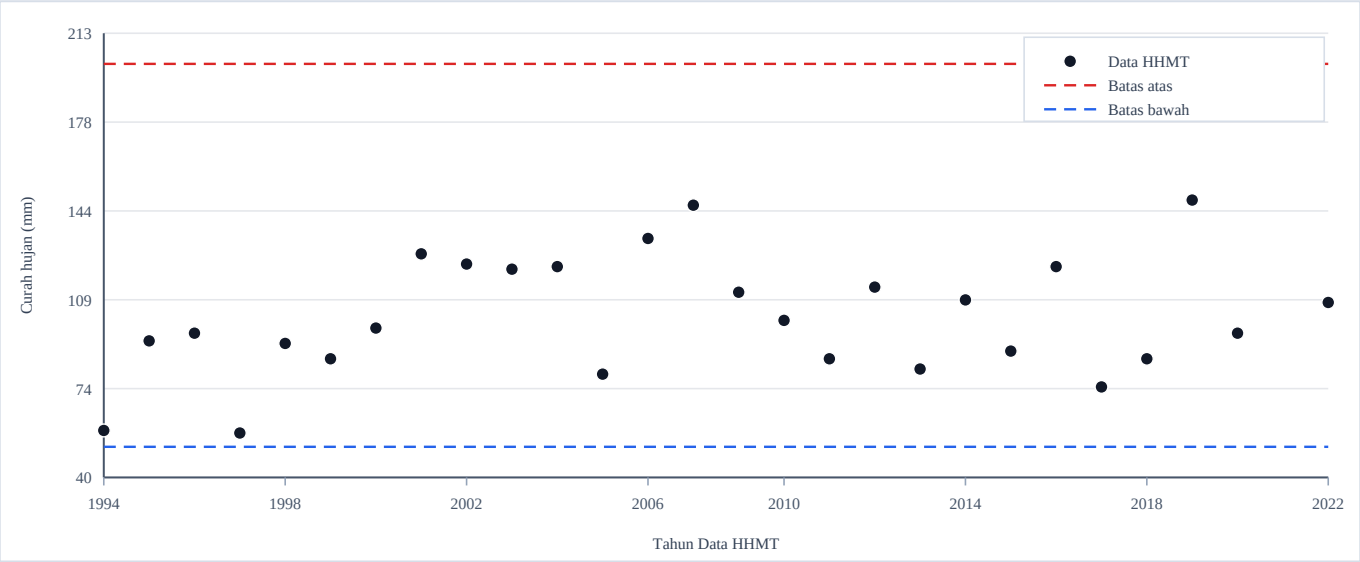
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1994	58,00	1,763428	-0,24475	0,05990	-0,01466	201,20	51,61	Accept
2	1995	93,00	1,968483	-0,03969	0,00158	-0,00006	201,20	51,61	Accept
3	1996	96,00	1,982271	-0,02591	0,00067	-0,00002	201,20	51,61	Accept
4	1997	57,00	1,755875	-0,25230	0,06366	-0,01606	201,20	51,61	Accept
5	1998	92,00	1,963788	-0,04439	0,00197	-0,00009	201,20	51,61	Accept
6	1999	86,00	1,934498	-0,07368	0,00543	-0,00040	201,20	51,61	Accept
7	2000	98,00	1,991226	-0,01695	0,00029	0,00000	201,20	51,61	Accept
8	2001	127,00	2,103804	0,09563	0,00914	0,00087	201,20	51,61	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	2002	123,00	2,089905	0,08173	0,00668	0,00055	201,20	51,61	Accept
10	2003	121,00	2,082785	0,07461	0,00557	0,00042	201,20	51,61	Accept
11	2004	122,00	2,086360	0,07818	0,00611	0,00048	201,20	51,61	Accept
12	2005	80,00	1,903090	-0,10509	0,01104	-0,00116	201,20	51,61	Accept
13	2006	133,00	2,123852	0,11567	0,01338	0,00155	201,20	51,61	Accept
14	2008	146,00	2,164353	0,15618	0,02439	0,00381	201,20	51,61	Accept
15	2009	112,00	2,049218	0,04104	0,00168	0,00007	201,20	51,61	Accept
16	2010	101,00	2,004321	-0,00386	0,00001	0,00000	201,20	51,61	Accept
17	2011	86,00	1,934498	-0,07368	0,00543	-0,00040	201,20	51,61	Accept
18	2012	114,00	2,056905	0,04873	0,00237	0,00012	201,20	51,61	Accept
19	2013	82,00	1,913814	-0,09436	0,00890	-0,00084	201,20	51,61	Accept
20	2014	109,00	2,037426	0,02925	0,00086	0,00003	201,20	51,61	Accept
21	2015	89,00	1,949390	-0,05879	0,00346	-0,00020	201,20	51,61	Accept
22	2016	122,00	2,086360	0,07818	0,00611	0,00048	201,20	51,61	Accept
23	2017	75,00	1,875061	-0,13312	0,01772	-0,00236	201,20	51,61	Accept
24	2018	86,00	1,934498	-0,07368	0,00543	-0,00040	201,20	51,61	Accept
25	2019	148,00	2,170262	0,16208	0,02627	0,00426	201,20	51,61	Accept
26	2020	96,00	1,982271	-0,02591	0,00067	-0,00002	201,20	51,61	Accept
27	2021	194,00	2,287802	0,27962	0,07819	0,02186	201,20	51,61	Accept
28	2022	108,00	2,033424	0,02525	0,00064	0,00002	201,20	51,61	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	28	**Jumlah hujan**	2.954,0000
Rataan hujan	105,5000	**Rataan log X**	2,008177
S log	0,116676	**CS log**	-0,05469
Kn	2,53220	**n**	28
Log XH	2,30362	**XH / batas atas**	201,198
Log XL	1,71273	**XL / batas bawah**	51,610
X maksimum data	194,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	57,000	**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

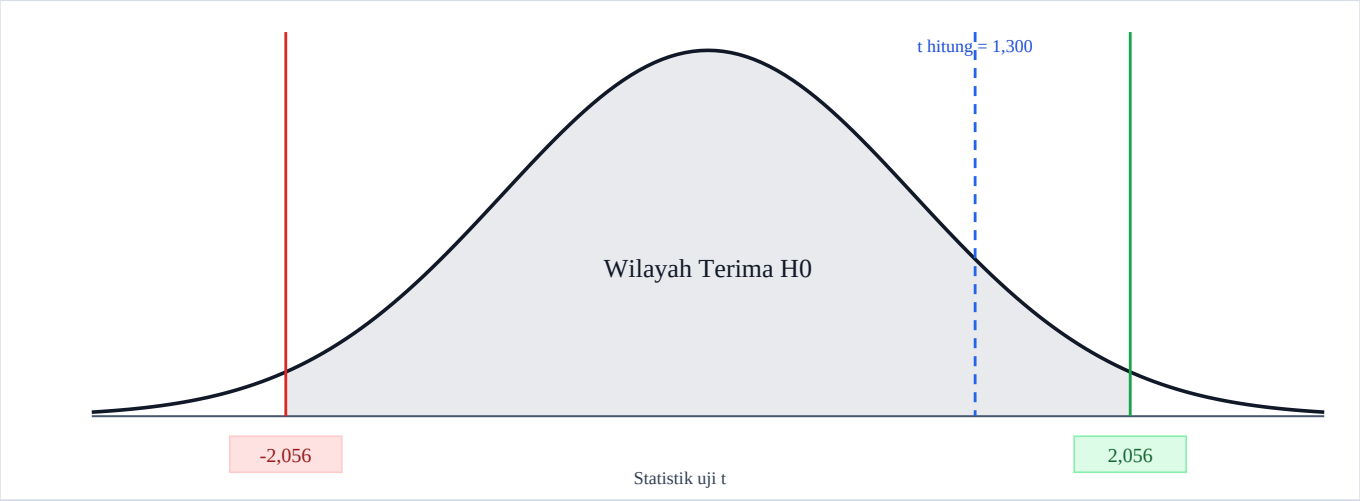
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1994	58,00	1	57,00	2,00	1,00	-1,00	1,00
1995	93,00	2	58,00	11,00	2,00	-9,00	81,00
1996	96,00	3	75,00	12,50	3,00	-9,50	90,25
1997	57,00	4	80,00	1,00	4,00	3,00	9,00
1998	92,00	5	82,00	10,00	5,00	-5,00	25,00
1999	86,00	6	86,00	7,00	6,00	-1,00	1,00
2000	98,00	7	86,00	14,00	7,00	-7,00	49,00
2001	127,00	8	86,00	24,00	8,00	-16,00	256,00
2002	123,00	9	89,00	23,00	9,00	-14,00	196,00
2003	121,00	10	92,00	20,00	10,00	-10,00	100,00
2004	122,00	11	93,00	21,50	11,00	-10,50	110,25
2005	80,00	12	96,00	4,00	12,00	8,00	64,00
2006	133,00	13	96,00	25,00	13,00	-12,00	144,00
2008	146,00	14	98,00	26,00	14,00	-12,00	144,00
2009	112,00	15	101,00	18,00	15,00	-3,00	9,00
2010	101,00	16	108,00	15,00	16,00	1,00	1,00
2011	86,00	17	109,00	7,00	17,00	10,00	100,00
2012	114,00	18	112,00	19,00	18,00	-1,00	1,00
2013	82,00	19	114,00	5,00	19,00	14,00	196,00
2014	109,00	20	121,00	17,00	20,00	3,00	9,00
2015	89,00	21	122,00	9,00	21,00	12,00	144,00
2016	122,00	22	122,00	21,50	22,00	0,50	0,25
2017	75,00	23	123,00	3,00	23,00	20,00	400,00
2018	86,00	24	127,00	7,00	24,00	17,00	289,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
2019	148,00	25	133,00	27,00	25,00	-2,00	4,00
2020	96,00	26	146,00	12,50	26,00	13,50	182,25
2021	194,00	27	148,00	28,00	27,00	-1,00	1,00
2022	108,00	28	194,00	16,00	28,00	12,00	144,00

Parameter Uji Tren			
n	28	**df**	26
Total D²	2.751,0000	**Kp / r Spearman**	0,24713
t hitung	1,30044	**t tabel**	2,05553
Keputusan	Terima H0	**Artinya**	Tidak Ada Tren
Signifikansi	0,05	**Keterangan**	Uji dua sisi

Gambar 5.2. – Kurva batas uji tren

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



5.3. Uji Homogenitas

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

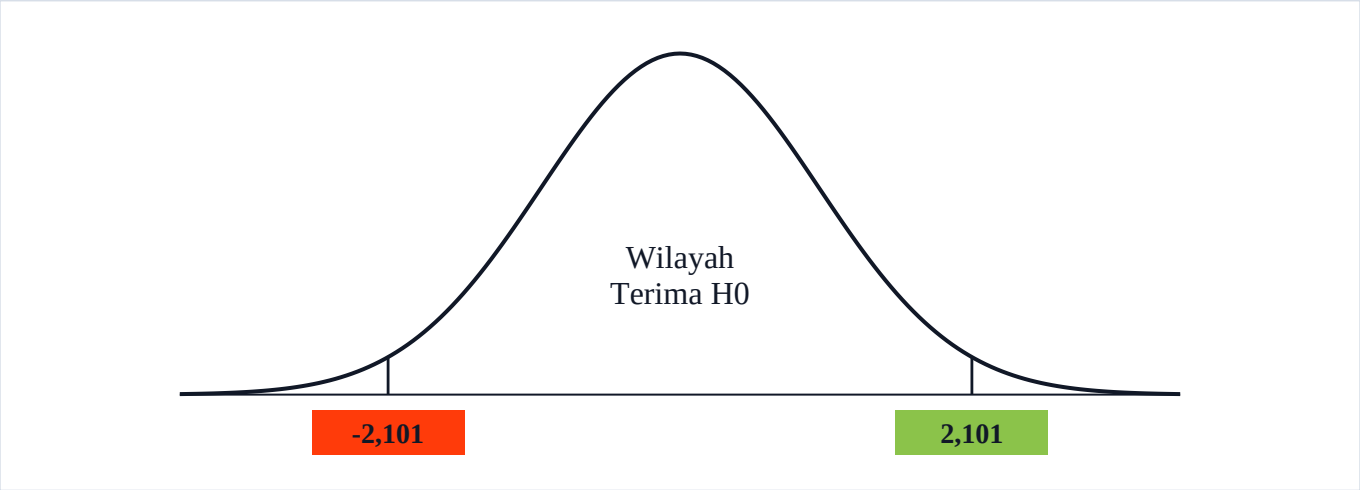
Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	58,00	112,00
2	93,00	101,00
3	96,00	86,00
4	57,00	114,00
5	92,00	82,00
6	86,00	109,00
7	98,00	89,00
8	127,00	122,00
9	123,00	75,00
10	121,00	86,00
11	122,00	148,00
12	80,00	96,00

No.	Variabel 1	Variabel 2
13	133,00	194,00
14	146,00	108,00

Uji F			
Varians 1	742,83516	**df 1**	13
Varians 2	963,45055	**df 2**	13
F hitung	1,29699	**N1**	14
F tabel atas	3,11504	**N2**	14
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

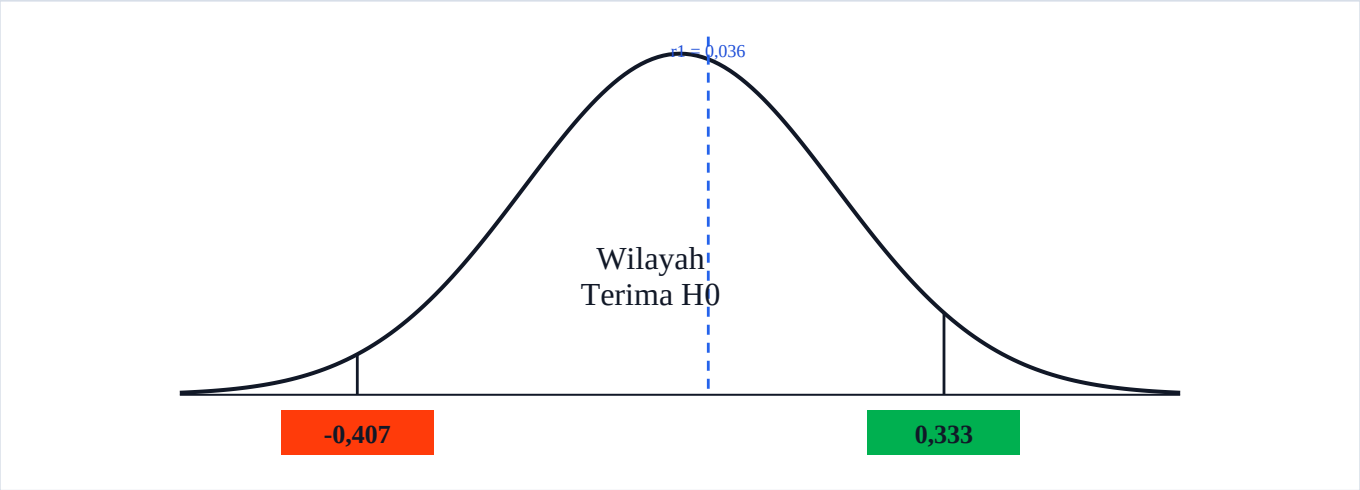
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1994	58,00	-47,50	593,75	2.256,25
1995	93,00	-12,50	118,75	156,25
1996	96,00	-9,50	460,75	90,25
1997	57,00	-48,50	654,75	2.352,25
1998	92,00	-13,50	263,25	182,25
1999	86,00	-19,50	146,25	380,25
2000	98,00	-7,50	-161,25	56,25
2001	127,00	21,50	376,25	462,25
2002	123,00	17,50	271,25	306,25
2003	121,00	15,50	255,75	240,25
2004	122,00	16,50	-420,75	272,25
2005	80,00	-25,50	-701,25	650,25
2006	133,00	27,50	1.113,75	756,25
2008	146,00	40,50	263,25	1.640,25
2009	112,00	6,50	-29,25	42,25

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2010	101,00	-4,50	87,75	20,25
2011	86,00	-19,50	-165,75	380,25
2012	114,00	8,50	-199,75	72,25
2013	82,00	-23,50	-82,25	552,25
2014	109,00	3,50	-57,75	12,25
2015	89,00	-16,50	-272,25	272,25
2016	122,00	16,50	-503,25	272,25
2017	75,00	-30,50	594,75	930,25
2018	86,00	-19,50	-828,75	380,25
2019	148,00	42,50	-403,75	1.806,25
2020	96,00	-9,50	-840,75	90,25
2021	194,00	88,50	221,25	7.832,25
2022	108,00	2,50	-118,75	6,25

Parameter Uji Independen			
Jumlah	2.954,0000	**n**	28
Rata-rata	105,5000	**Batas bawah**	-0,40718
r1	0,03570	**Batas atas**	0,33311
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	PASIR ONA	6,07	31	1991–2022	28	1994–2022	0,403	0,944	24,59	31,26	Konsistensi rendah; perlu review

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.

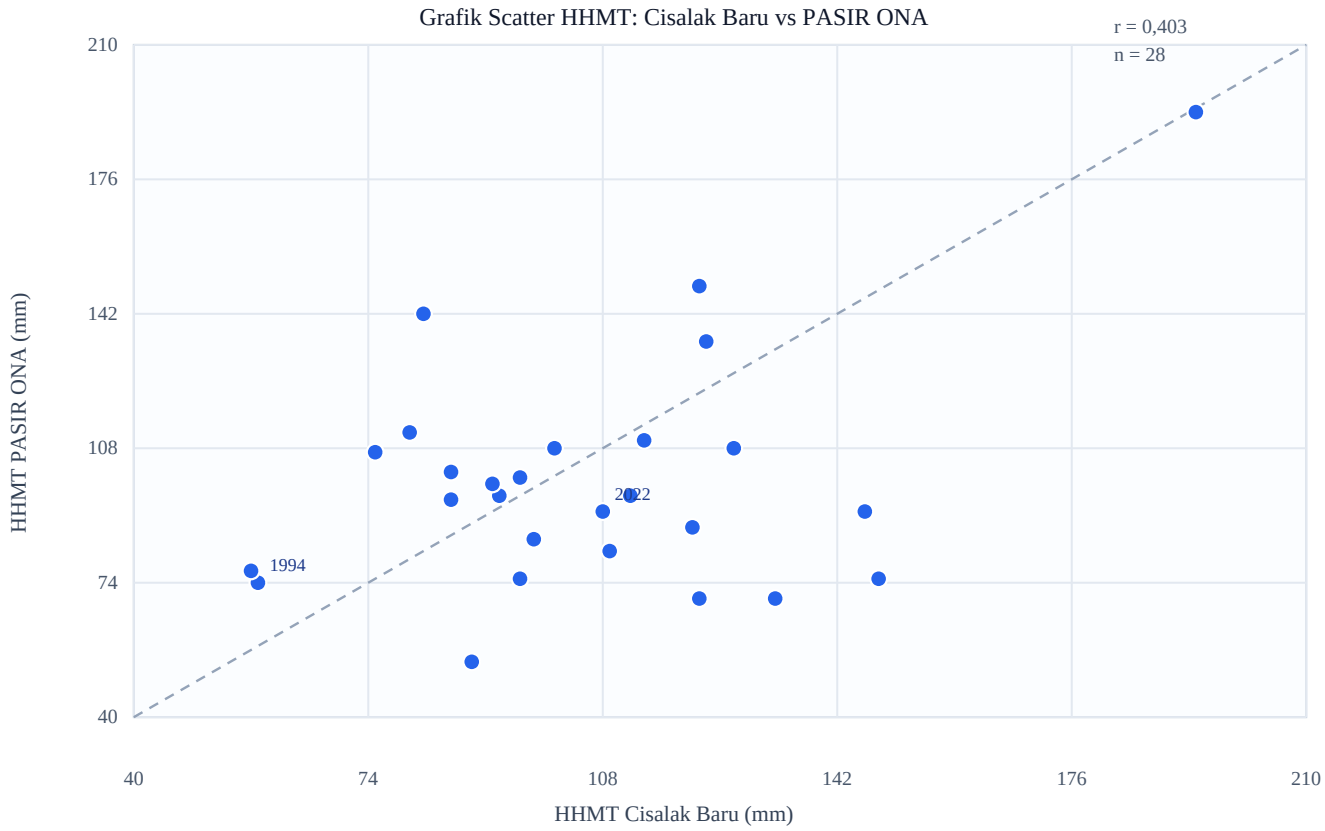
Catatan pemilihan pembanding: Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **PASIR ONA** dengan skor 0,623, overlap 28 tahun, dan r = 0,403.

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.

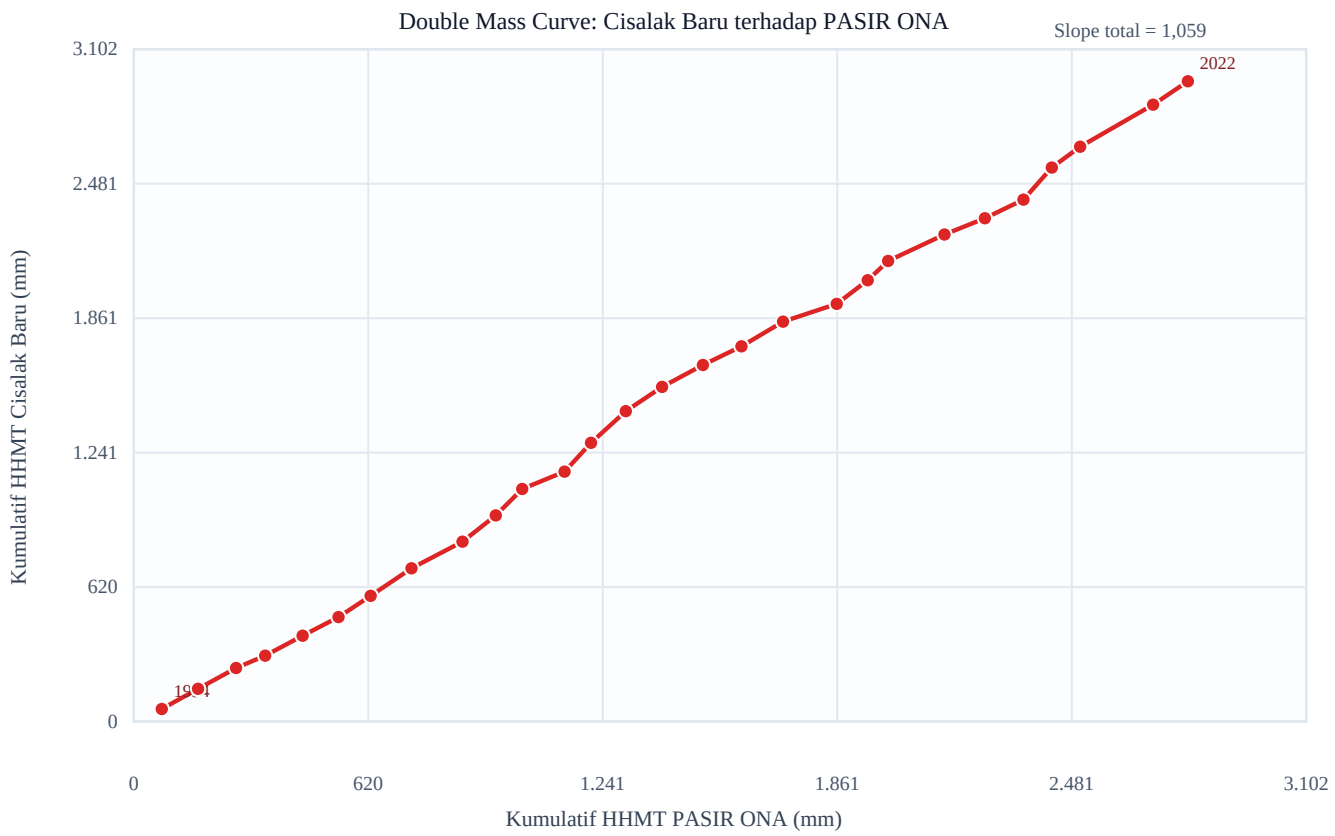
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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	28 tahun	Memenuhi	Layak untuk analisis frekuensi awal.
Tahun kosong	1 tahun	Perlu catatan	Perlu dicantumkan dan ditinjau dampaknya terhadap kontinuitas seri.
Uji pencilan	Tidak ada pencilan signifikan	Baik	Nilai ekstrem masih dalam batas statistik.
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Konsistensi rendah; perlu review	Perlu review	Pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan: PASIR ONA dengan overlap 28 tahun, korelasi r = 0,403, dan skor = 0,623.
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	28 tahun

Minimum	57,00 mm (1997)
Maksimum	194,00 mm (2021)
Rata-rata	105,50 mm
Median	99,50 mm
Standar deviasi sampel	28,85 mm
Koefisien variasi	0,273
Skewness sampel	0,953
Excess kurtosis	2,059

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif sedang (0,953), sehingga distribusi yang memperhitungkan kemencengan perlu diperhatikan. Nilai excess kurtosis positif tinggi (2,059) menunjukkan distribusi relatif runcing/ber-ekor berat, sehingga indikasi nilai ekstrem perlu ditinjau. 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	100,761	101,901	102,151	101,523
5	126,255	127,754	127,826	127,359
10	143,135	143,782	143,528	143,673
20	159,326	158,523	157,834	158,753
25	164,462	163,095	162,245	163,424
50	180,284	176,930	175,521	177,481
100	195,989	190,373	188,322	190,950
200	211,637	203,570	200,797	203,909
1.000	247,884	233,740	228,994	232,241

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: $\bar{x}$ = 105,500 mm; S = 28,849 mm; μ = 92,51646; β = 22,49340.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**100,761**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**126,255**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**143,135**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**159,326**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**164,462**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**180,284**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**195,989**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**211,637**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**247,884**

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 = 2,00818; S_Y = 0,11668.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,00818	**101,901**
5	80,000%	0,84162	2,10637	**127,754**
10	90,000%	1,28155	2,15770	**143,782**
20	95,000%	1,64485	2,20009	**158,523**
25	96,000%	1,75069	2,21244	**163,095**
50	98,000%	2,05375	2,24780	**176,930**
100	99,000%	2,32635	2,27961	**190,373**
200	99,500%	2,57583	2,30871	**203,570**
1.000	99,900%	3,09023	2,36873	**233,740**

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 = 2,00818; S_Y = 0,11668; C_s = -0,05469.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,00912	2,00924	**102,151**
5	80,000%	0,84162	0,84371	2,10662	**127,826**
10	90,000%	1,28155	1,27499	2,15694	**143,528**
20	95,000%	1,64485	1,62863	2,19820	**157,834**
25	96,000%	1,75069	1,73123	2,21017	**162,245**
50	98,000%	2,05375	2,02399	2,24433	**175,521**
100	99,000%	2,32635	2,28602	2,27490	**188,322**
200	99,500%	2,57583	2,52477	2,30276	**200,797**
1.000	99,900%	3,09023	3,01387	2,35982	**228,994**

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 = 92,84793; α = 23,88679; k = 0,05027. L1 = 105,50000; L2 = 15,83862; t3 = 0,13818.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**101,523**
5	80,000%	**127,359**
10	90,000%	**143,673**
20	95,000%	**158,753**
25	96,000%	**163,424**
50	98,000%	**177,481**
100	99,000%	**190,950**
200	99,500%	**203,909**
1.000	99,900%	**232,241**

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	0,06472	0,29000	Diterima	0,87599	5,93687	Diterima	-
Log Normal	**0,05697**	**0,29000**	**Diterima**	**0,86879**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Pearson III	0,05505	0,29000	Diterima	0,83492	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,05777	0,29000	Diterima	0,88161	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 = 101,901 mm; rata-rata HHMT = 105,50 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 = 101,901 mm; median HHMT = 99,50 mm; rasio R2/median = 1,02	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 190,373 mm; maksimum historis = 194,00 mm	Perlu review	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis; hasil ini tidak otomatis salah, tetapi perlu justifikasi teknis dan pembandingan distribusi.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 233,740 mm; maksimum historis = 194,00 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	162,245	164,462	2,218	1,4%	Selisih kecil-sedang
50	175,521	180,284	4,764	2,7%	Selisih kecil-sedang
100	188,322	195,989	7,667	4,0%	Selisih kecil-sedang
1000	228,994	247,884	18,890	8,0%	Selisih kecil-sedang

Catatan kewajaran:

- Nilai R100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis, sehingga hasil perlu diberi 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. Namun nilai R100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis, sehingga perlu pembandingan dengan distribusi lain sebelum digunakan sebagai angka final desain.
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 = 190,373 mm. R1000 = 233,740 mm. Maksimum historis = 194,00 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 28 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 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 190,373 mm dibanding maksimum historis 194,00 mm. Nilai ini perlu diberi catatan kewajaran karena lebih kecil dari maksimum historis.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah PASIR ONA dengan overlap 28 tahun, r = 0,403, skor = 0,623, dan interpretasi Konsistensi rendah; perlu review.
6. Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai dasar awal analisis frekuensi sebelum digunakan pada perhitungan debit banjir rencana final.

13. Rekomendasi Tindak Lanjut

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
1	Verifikasi ulang data harian pada tahun maksimum dan minimum HHMT.	Memastikan nilai ekstrem dan nilai rendah berasal dari pencatatan data yang valid.	Tinggi
2	Cek kelengkapan data pada tahun kosong dan dokumentasikan penyebab kekosongan data.	Menjaga transparansi seri data dan menghindari bias interpretasi panjang data.	Tinggi
3	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
4	Lakukan sensitivity analysis terhadap distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.	Menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap curah hujan rancangan kala ulang menengah-besar.	Tinggi
5	Gunakan distribusi Log Normal sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
6	Untuk analisis debit banjir rencana, lanjutkan ke hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.	Menghubungkan hasil HHMT dengan proses perhitungan debit banjir rencana.	Tinggi
7	Apabila data debit observasi tersedia, lakukan kalibrasi atau validasi hasil debit banjir terhadap kejadian historis.	Meningkatkan keandalan hasil analisis hidrologi desain.	Sedang

14. Detail Parameter Distribusi

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Rata-rata	$\bar{x}$	105,500	mm

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	28,849	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	92,51646	-
Gumbel	Parameter skala	β	22,49340	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,00818	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,11668	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,00818	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,11668	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,05469	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	92,84793	-
GEV	Parameter skala	α	23,88679	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,05027	-

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.