Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun PASIR ONA, Lebak, Banten
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/131

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
31 tahun	**102,12 mm**	**193,00 mm**	**Gumbel**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 31 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 **Gumbel**. 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	PASIR ONA	**Periode Data**	1991 s.d. 2022
Lokasi	Desa Rangkasbitung Timur, Kec. Rangkasbitung, Lebak	**Provinsi**	Banten
Wilayah Sungai	CIDANAU-CIUJUNG-CIDURIAN	**Koordinat**	-6.369444, 106.265833
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	WARUNG GUNUNG	Mekar Agung, Cibadak, Lebak	6,05	0 tahun	-
2	Cisalak Baru	Binong, Maja, Lebak	6,07	28 tahun	1994–2022
3	Cimarga BPSDA	Margajaya, Cimarga, Lebak	6,93	45 tahun	1975–2019

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	31 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.

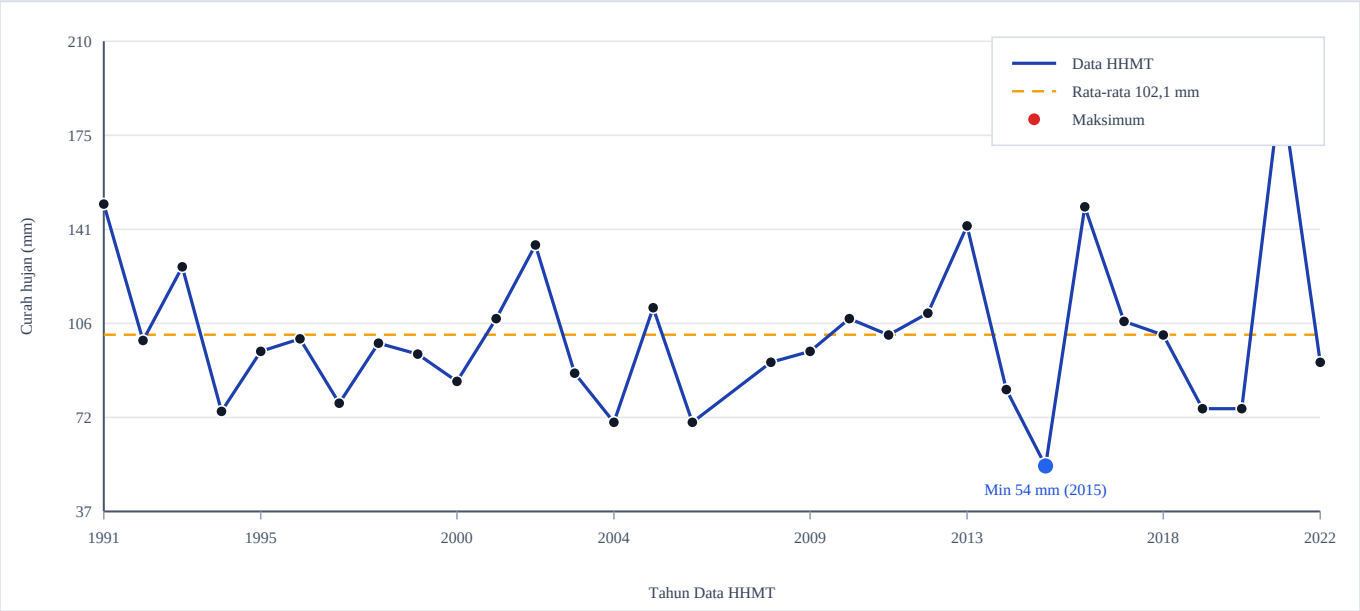
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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	1991	150,00	08-11-1991	OK
2	1992	100,00	23-05-1992	OK
3	1993	127,00	24-11-1993	OK
4	1994	74,00	07-01-1994	OK
5	1995	96,00	24-11-1995	OK
6	1996	100,60	19-05-1996	OK
7	1997	77,00	12-02-1997	OK
8	1998	99,00	29-05-1998	OK
9	1999	95,00	23-01-1999	OK
10	2000	85,00	17-05-2000	OK
11	2001	108,00	19-07-2001	OK
12	2002	135,00	09-04-2002	OK
13	2003	88,00	17-11-2003	OK
14	2004	70,00	27-12-2004	OK
15	2005	112,00	19-02-2005	OK
16	2006	70,00	20-03-2006	OK
17	2008	92,00	20-05-2008	OK
18	2009	96,00	05-10-2009	OK
19	2010	108,00	29-10-2010	OK
20	2011	102,00	23-11-2011	OK
21	2012	110,00	14-01-2012	OK
22	2013	142,00	22-07-2013	OK
23	2014	82,00	09-01-2014	OK
24	2015	54,00	06-02-2015	OK
25	2016	149,00	09-03-2016	OK
26	2017	107,00	21-02-2017	OK
27	2018	102,00	16-02-2018	OK
28	2019	75,00	01-12-2019	OK
29	2020	75,00	02-05-2020	OK
30	2021	193,00	14-09-2021	OK
31	2022	92,00	16-07-2022	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	193,00 mm pada tahun 2021	**Nilai minimum**	54,00 mm pada tahun 2015
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	4	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	74,00	07-01-1994	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2004	70,00	27-12-2004	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2006	70,00	20-03-2006	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2015	54,00	06-02-2015	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2021	193,00	14-09-2021	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 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	2,5760
Uji Pencilan	Batas bawah	49,71 mm
Uji Pencilan	Batas atas	195,54 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	-0,02522
Uji Tren	t hitung	-0,13584
Uji Tren	t kritis	2,04523
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	2,29670
Uji Homogenitas	F kritis	2,94932
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	511,42781
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.174,59583
Uji Independensi	r1 lag-1	-0,20356
Uji Independensi	Batas bawah	-0,38516
Uji Independensi	Batas atas	0,31849

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

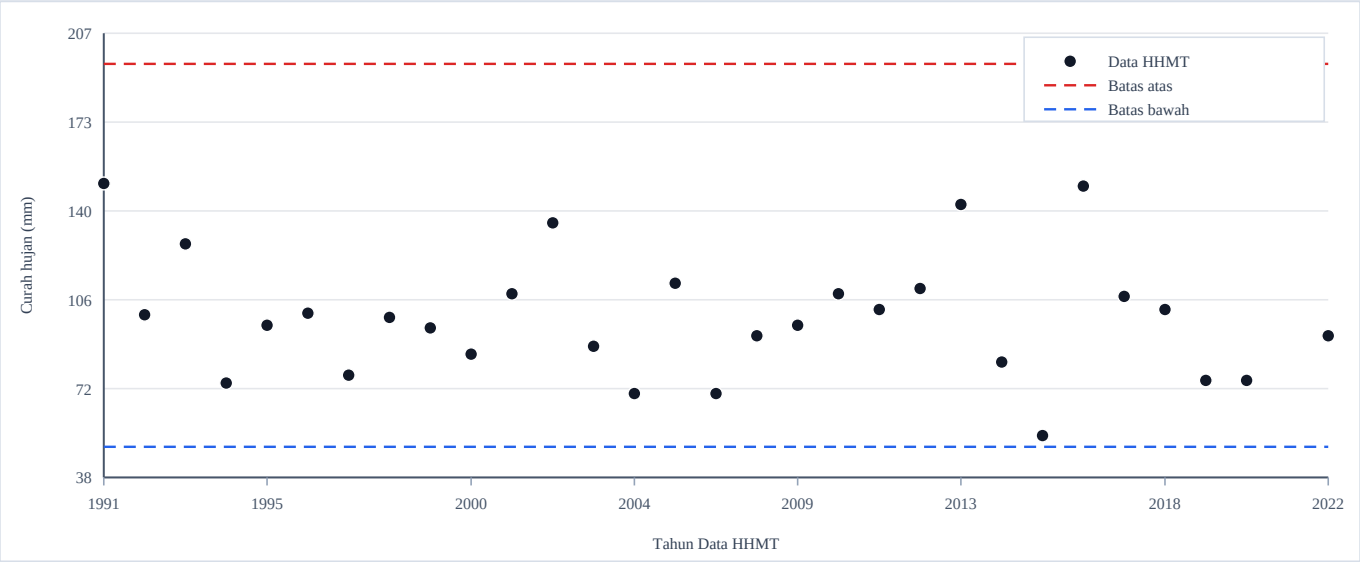
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1991	150,00	2,176091	0,18224	0,03321	0,00605	195,54	49,71	Accept
2	1992	100,00	2,000000	0,00614	0,00004	0,00000	195,54	49,71	Accept
3	1993	127,00	2,103804	0,10995	0,01209	0,00133	195,54	49,71	Accept
4	1994	74,00	1,869232	-0,12462	0,01553	-0,00194	195,54	49,71	Accept
5	1995	96,00	1,982271	-0,01158	0,00013	0,00000	195,54	49,71	Accept
6	1996	100,60	2,002598	0,00874	0,00008	0,00000	195,54	49,71	Accept
7	1997	77,00	1,886491	-0,10737	0,01153	-0,00124	195,54	49,71	Accept
8	1998	99,00	1,995635	0,00178	0,00000	0,00000	195,54	49,71	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	1999	95,00	1,977724	-0,01613	0,00026	0,00000	195,54	49,71	Accept
10	2000	85,00	1,929419	-0,06444	0,00415	-0,00027	195,54	49,71	Accept
11	2001	108,00	2,033424	0,03957	0,00157	0,00006	195,54	49,71	Accept
12	2002	135,00	2,130334	0,13648	0,01863	0,00254	195,54	49,71	Accept
13	2003	88,00	1,944483	-0,04937	0,00244	-0,00012	195,54	49,71	Accept
14	2004	70,00	1,845098	-0,14876	0,02213	-0,00329	195,54	49,71	Accept
15	2005	112,00	2,049218	0,05536	0,00306	0,00017	195,54	49,71	Accept
16	2006	70,00	1,845098	-0,14876	0,02213	-0,00329	195,54	49,71	Accept
17	2008	92,00	1,963788	-0,03007	0,00090	-0,00003	195,54	49,71	Accept
18	2009	96,00	1,982271	-0,01158	0,00013	0,00000	195,54	49,71	Accept
19	2010	108,00	2,033424	0,03957	0,00157	0,00006	195,54	49,71	Accept
20	2011	102,00	2,008600	0,01474	0,00022	0,00000	195,54	49,71	Accept
21	2012	110,00	2,041393	0,04754	0,00226	0,00011	195,54	49,71	Accept
22	2013	142,00	2,152288	0,15843	0,02510	0,00398	195,54	49,71	Accept
23	2014	82,00	1,913814	-0,08004	0,00641	-0,00051	195,54	49,71	Accept
24	2015	54,00	1,732394	-0,26146	0,06836	-0,01787	195,54	49,71	Accept
25	2016	149,00	2,173186	0,17933	0,03216	0,00577	195,54	49,71	Accept
26	2017	107,00	2,029384	0,03553	0,00126	0,00004	195,54	49,71	Accept
27	2018	102,00	2,008600	0,01474	0,00022	0,00000	195,54	49,71	Accept
28	2019	75,00	1,875061	-0,11879	0,01411	-0,00168	195,54	49,71	Accept
29	2020	75,00	1,875061	-0,11879	0,01411	-0,00168	195,54	49,71	Accept
30	2021	193,00	2,285557	0,29170	0,08509	0,02482	195,54	49,71	Accept
31	2022	92,00	1,963788	-0,03007	0,00090	-0,00003	195,54	49,71	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	31	**Jumlah hujan**	3.165,6000
Rataan hujan	102,1161	**Rataan log X**	1,993856
S log	0,115438	**CS log**	0,30100
Kn	2,57600	**n**	31
Log XH	2,29123	**XH / batas atas**	195,535
Log XL	1,69649	**XL / batas bawah**	49,715
X maksimum data	193,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	54,000	**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

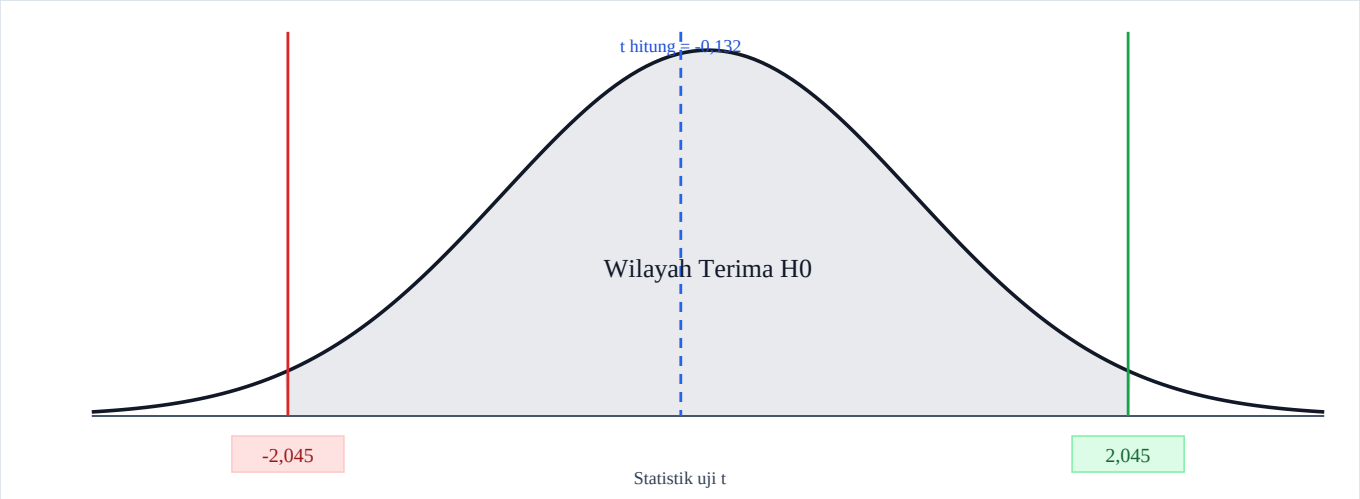
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1991	150,00	1	54,00	30,00	1,00	-29,00	841,00
1992	100,00	2	70,00	17,00	2,00	-15,00	225,00
1993	127,00	3	70,00	26,00	3,00	-23,00	529,00
1994	74,00	4	74,00	4,00	4,00	0,00	0,00
1995	96,00	5	75,00	14,50	5,00	-9,50	90,25
1996	100,60	6	75,00	18,00	6,00	-12,00	144,00
1997	77,00	7	77,00	7,00	7,00	0,00	0,00
1998	99,00	8	82,00	16,00	8,00	-8,00	64,00
1999	95,00	9	85,00	13,00	9,00	-4,00	16,00
2000	85,00	10	88,00	9,00	10,00	1,00	1,00
2001	108,00	11	92,00	22,50	11,00	-11,50	132,25
2002	135,00	12	92,00	27,00	12,00	-15,00	225,00
2003	88,00	13	95,00	10,00	13,00	3,00	9,00
2004	70,00	14	96,00	2,50	14,00	11,50	132,25
2005	112,00	15	96,00	25,00	15,00	-10,00	100,00
2006	70,00	16	99,00	2,50	16,00	13,50	182,25
2008	92,00	17	100,00	11,50	17,00	5,50	30,25
2009	96,00	18	100,60	14,50	18,00	3,50	12,25
2010	108,00	19	102,00	22,50	19,00	-3,50	12,25
2011	102,00	20	102,00	19,50	20,00	0,50	0,25
2012	110,00	21	107,00	24,00	21,00	-3,00	9,00
2013	142,00	22	108,00	28,00	22,00	-6,00	36,00
2014	82,00	23	108,00	8,00	23,00	15,00	225,00
2015	54,00	24	110,00	1,00	24,00	23,00	529,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
2016	149,00	25	112,00	29,00	25,00	-4,00	16,00
2017	107,00	26	127,00	21,00	26,00	5,00	25,00
2018	102,00	27	135,00	19,50	27,00	7,50	56,25
2019	75,00	28	142,00	5,50	28,00	22,50	506,25
2020	75,00	29	149,00	5,50	29,00	23,50	552,25
2021	193,00	30	150,00	31,00	30,00	-1,00	1,00
2022	92,00	31	193,00	11,50	31,00	19,50	380,25

Parameter Uji Tren			
n	31	**df**	29
Total D²	5.082,0000	**Kp / r Spearman**	-0,02460
t hitung	-0,13250	**t tabel**	2,04523
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.

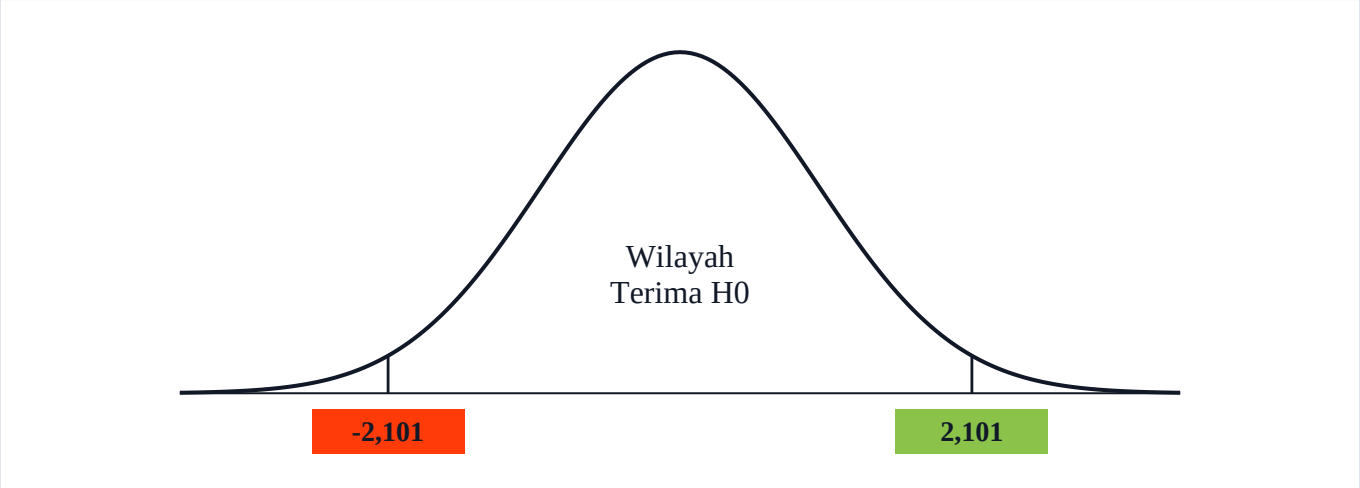
Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	150,00	70,00
2	100,00	92,00
3	127,00	96,00
4	74,00	108,00
5	96,00	102,00
6	100,60	110,00
7	77,00	142,00
8	99,00	82,00
9	95,00	54,00

No.	Variabel 1	Variabel 2
10	85,00	149,00
11	108,00	107,00
12	135,00	102,00
13	88,00	75,00
14	70,00	75,00
15	112,00	193,00
16	-	92,00

Uji F			
Varians 1	511,42781	**df 1**	14
Varians 2	1.174,59583	**df 2**	15
F hitung	2,29670	**N1**	15
F tabel atas	2,94932	**N2**	16
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

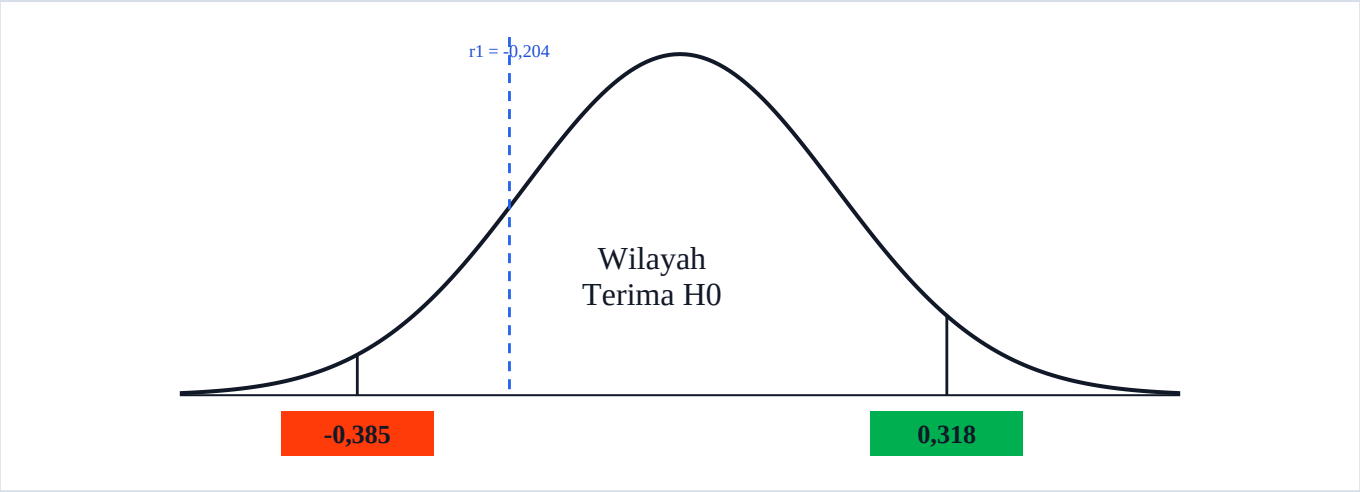
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1991	150,00	47,88	-101,33	2.292,87
1992	100,00	-2,12	-52,66	4,48
1993	127,00	24,88	-699,64	619,21
1994	74,00	-28,12	171,96	790,52
1995	96,00	-6,12	9,27	37,41
1996	100,60	-1,52	38,08	2,30
1997	77,00	-25,12	78,27	630,82
1998	99,00	-3,12	22,17	9,71
1999	95,00	-7,12	121,80	50,64
2000	85,00	-17,12	-100,71	292,96

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2001	108,00	5,88	193,48	34,62
2002	135,00	32,88	-464,19	1.081,35
2003	88,00	-14,12	453,36	199,27
2004	70,00	-32,12	-317,43	1.031,45
2005	112,00	9,88	-317,43	97,69
2006	70,00	-32,12	324,89	1.031,45
2008	92,00	-10,12	61,87	102,34
2009	96,00	-6,12	-35,99	37,41
2010	108,00	5,88	-0,68	34,62
2011	102,00	-0,12	-0,92	0,01
2012	110,00	7,88	314,44	62,16
2013	142,00	39,88	-802,31	1.590,72
2014	82,00	-20,12	967,91	404,66
2015	54,00	-48,12	-2.255,87	2.315,16
2016	149,00	46,88	228,97	2.198,10
2017	107,00	4,88	-0,57	23,85
2018	102,00	-0,12	3,15	0,01
2019	75,00	-27,12	735,28	735,28
2020	75,00	-27,12	-2.464,42	735,28
2021	193,00	90,88	-919,39	8.259,88
2022	92,00	-10,12	-484,40	102,34

Parameter Uji Independen			
Jumlah	3.165,6000	**n**	31
Rata-rata	102,1161	**Batas bawah**	-0,38516
r1	-0,20356	**Batas atas**	0,31849
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	Cisalak Baru	6,07	28	1994–2022	28	1994–2022	0,403	1,059	24,59	31,26	Konsistensi rendah; perlu review
2	Cimarga BPSDA	6,93	45	1975–2019	28	1991–2019	0,061	1,039	36,51	44,60	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama

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.

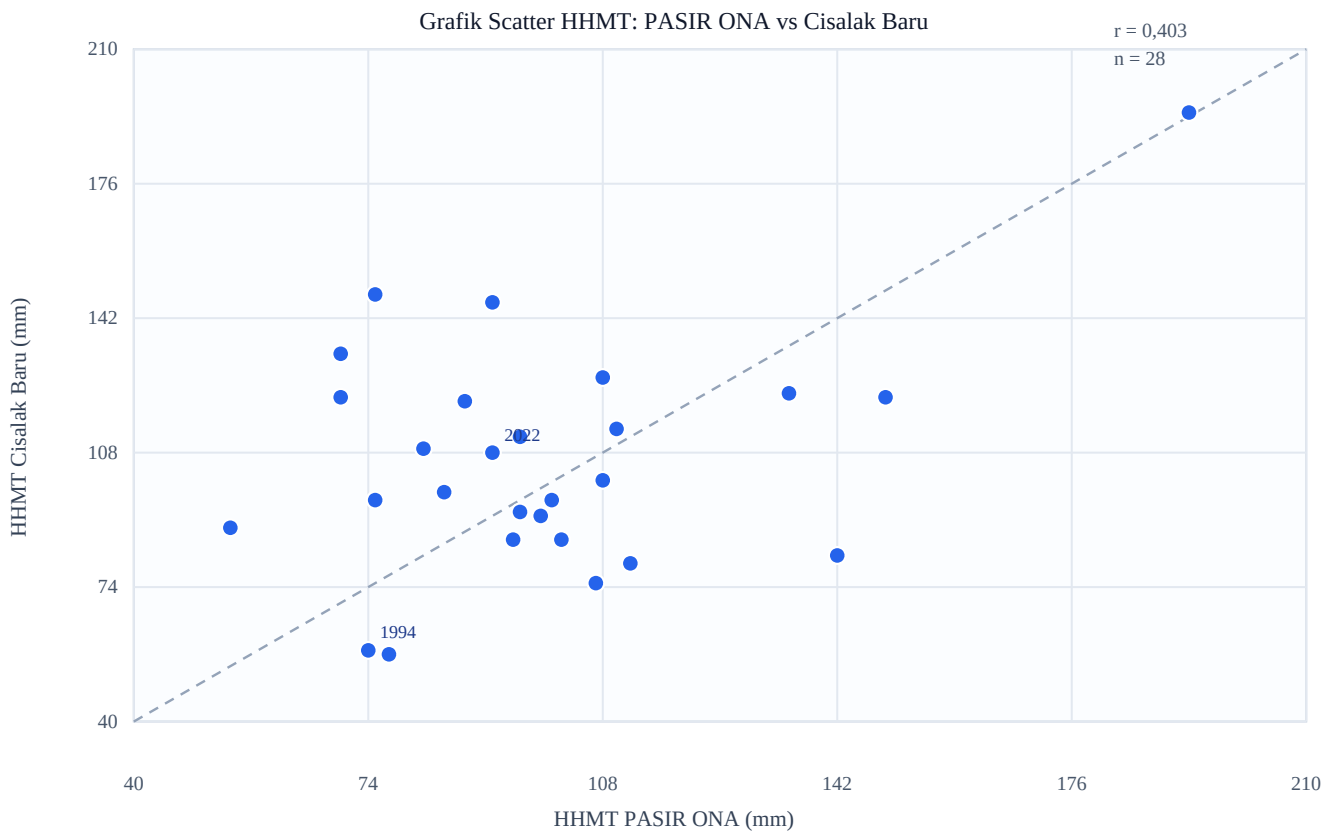
Catatan pemilihan pembanding: Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **Cisalak Baru** dengan skor 0,622, overlap 28 tahun, dan r = 0,403.

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.

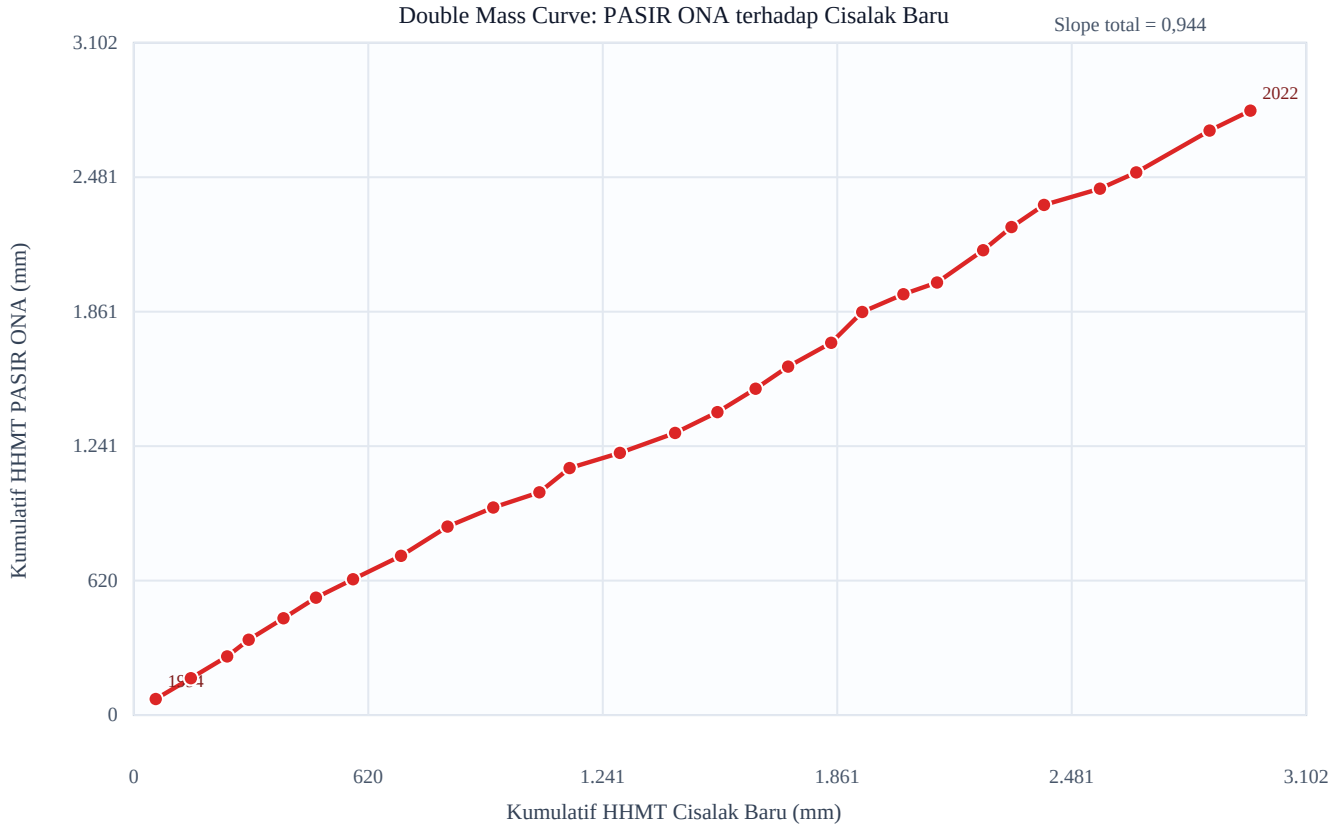
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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	31 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: Cisalak Baru dengan overlap 28 tahun, korelasi r = 0,403, dan skor = 0,622.
Distribusi terbaik	Gumbel	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	31 tahun
Minimum	54,00 mm (2015)
Maksimum	193,00 mm (2021)
Rata-rata	102,12 mm
Median	99,00 mm
Standar deviasi sampel	28,76 mm
Koefisien variasi	0,282
Skewness sampel	1,207
Excess kurtosis	2,173

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (1,207), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (2,173) 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 Gumbel 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	97,392	98,595	97,298	96,587
5	122,805	123,314	122,359	121,855
10	139,631	138,610	139,066	139,406
20	155,770	152,663	155,279	156,883
25	160,890	157,019	160,479	162,562
50	176,662	170,191	176,726	180,477
100	192,317	182,981	193,273	198,907
200	207,914	195,526	210,273	217,932
1.000	244,045	224,175	252,089	264,680

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: x̄ = 102,116 mm; S = 28,757 mm; μ = 89,17406; β = 22,42156.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**97,392**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**122,805**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**139,631**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**155,770**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**160,890**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**176,662**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**192,317**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**207,914**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**244,045**

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 = 1,99386; S_Y = 0,11544.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,99386	**98,595**
5	80,000%	0,84162	2,09101	**123,314**
10	90,000%	1,28155	2,14180	**138,610**
20	95,000%	1,64485	2,18374	**152,663**
25	96,000%	1,75069	2,19595	**157,019**
50	98,000%	2,05375	2,23094	**170,191**
100	99,000%	2,32635	2,26241	**182,981**
200	99,500%	2,57583	2,29121	**195,526**
1.000	99,900%	3,09023	2,35059	**224,175**

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 = 1,99386; S_Y = 0,11544; C_s = 0,30100.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,04982	1,98810	**97,298**
5	80,000%	0,84162	0,81238	2,08764	**122,359**
10	90,000%	1,28155	1,29389	2,14322	**139,066**
20	95,000%	1,64485	1,70877	2,19111	**155,279**
25	96,000%	1,75069	1,83270	2,20542	**160,479**
50	98,000%	2,05375	2,19550	2,24730	**176,726**
100	99,000%	2,32635	2,53223	2,28617	**193,273**
200	99,500%	2,57583	2,84937	2,32278	**210,273**
1.000	99,900%	3,09023	3,53174	2,40155	**252,089**

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 = 88,72328; α = 21,25598; k = -0,05093. L1 = 102,11613; L2 = 15,47785; t3 = 0,20290.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**96,587**
5	80,000%	**121,855**
10	90,000%	**139,406**
20	95,000%	**156,883**
25	96,000%	**162,562**
50	98,000%	**180,477**
100	99,000%	**198,907**
200	99,500%	**217,932**
1.000	99,900%	**264,680**

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

Distribusi terbaik sementara: Gumbel. 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	**0,08448**	**0,27000**	**Diterima**	**2,10942**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Normal	0,09701	0,27000	Diterima	2,55245	5,93687	Diterima	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,08093	0,27000	Diterima	2,00809	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,08041	0,27000	Diterima	1,81920	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 Gumbel = 97,392 mm; rata-rata HHMT = 102,12 mm; rasio R2/rata-rata = 0,95	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 Gumbel = 97,392 mm; median HHMT = 99,00 mm; rasio R2/median = 0,98	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Gumbel = 192,317 mm; maksimum historis = 193,00 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 Gumbel = 244,045 mm; maksimum historis = 193,00 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	157,019	162,562	5,543	3,5%	Selisih kecil-sedang
50	170,191	180,477	10,286	5,8%	Selisih kecil-sedang
100	182,981	198,907	15,926	8,3%	Selisih kecil-sedang
1000	224,175	264,680	40,505	16,4%	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 Gumbel 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	Gumbel	Distribusi Gumbel 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 = 192,317 mm. R1000 = 244,045 mm. Maksimum historis = 193,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi Gumbel 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 31 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 Gumbel.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 192,317 mm dibanding maksimum historis 193,00 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 Cisalak Baru dengan overlap 28 tahun, r = 0,403, skor = 0,622, 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 Gumbel 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	$\bar{x}$	102,116	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	28,757	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	89,17406	-
Gumbel	Parameter skala	β	22,42156	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,99386	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,11544	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,99386	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,11544	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	0,30100	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	88,72328	-
GEV	Parameter skala	α	21,25598	-
GEV	Parameter bentuk	k	-0,05093	-

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 Gumbel 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.