Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Cimarga BPSDA, Lebak, Banten
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/125

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
45 tahun	**96,80 mm**	**213,00 mm**	**GEV**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 45 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan tren, ketidakindependenan. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **GEV**. 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	Cimarga BPSDA	**Periode Data**	1975 s.d. 2019
Lokasi	Desa Margajaya, Kec. Cimarga, Lebak	**Provinsi**	Banten
Wilayah Sungai	CIDANAU-CIUJUNG-CIDURIAN	**Koordinat**	-6.423889, 106.235278
Pengelola	BPSDA / PTP XI		

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	6,93	31 tahun	1991–2022
2	WARUNG GUNUNG	Mekar Agung, Cibadak, Lebak	8,78	0 tahun	-
3	Sampang Peundeuy	Wantisari, Leuwidamar, Lebak	9,34	43 tahun	1980–2022

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	45 tahun	**Tahun kosong**	0 tahun
Data HHMT < 50 mm	1 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 1975–2019.

3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

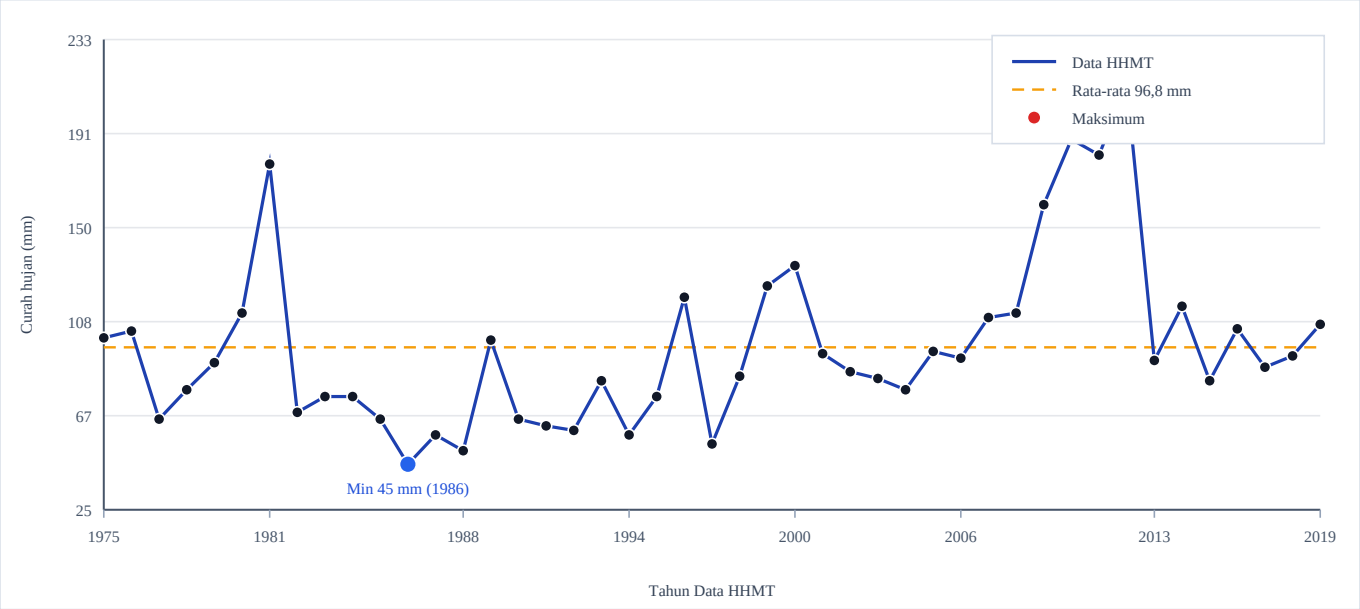
Data berikut adalah seri Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (HHMT) yang menjadi dasar uji data, statistik deskriptif, dan analisa curah hujan rancangan.

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1975	101,00	17-07-1975	OK
2	1976	104,00	30-01-1976	OK
3	1977	65,00	25-01-1977	OK
4	1978	78,00	22-06-1978	OK
5	1979	90,00	06-11-1979	OK
6	1980	112,00	07-08-1980	OK
7	1981	178,00	16-11-1981	OK
8	1982	68,00	10-01-1982	OK
9	1983	75,00	30-03-1983	OK
10	1984	75,00	12-01-1984	OK
11	1985	65,00	06-01-1985	OK
12	1986	45,00	14-12-1986	Perlu cek
13	1987	58,00	10-11-1987	OK
14	1988	51,00	30-01-1988	OK
15	1989	100,00	23-02-1989	OK
16	1990	65,00	10-01-1990	OK
17	1991	62,00	29-01-1991	OK
18	1992	60,00	10-11-1992	OK
19	1993	82,00	24-12-1993	OK
20	1994	58,00	17-01-1994	OK
21	1995	75,00	18-01-1995	OK
22	1996	119,00	14-05-1996	OK
23	1997	54,00	10-11-1997	OK
24	1998	84,00	12-05-1998	OK
25	1999	124,00	04-01-1999	OK
26	2000	133,00	17-01-2000	OK
27	2001	94,00	08-02-2001	OK
28	2002	86,00	26-11-2002	OK
29	2003	83,00	01-01-2003	OK
30	2004	78,00	17-09-2004	OK
31	2005	95,00	22-04-2005	OK
32	2006	92,00	17-01-2006	OK
33	2007	110,00	01-02-2007	OK
34	2008	112,00	07-10-2008	OK
35	2009	160,00	11-05-2009	OK
36	2010	189,00	29-03-2010	OK
37	2011	182,00	01-04-2011	OK
38	2012	213,00	14-01-2012	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
39	2013	91,00	09-01-2013	OK
40	2014	115,00	18-03-2014	OK
41	2015	82,00	06-12-2015	OK
42	2016	105,00	29-04-2016	OK
43	2017	88,00	03-10-2017	OK
44	2018	93,00	16-02-2018	OK
45	2019	107,00	20-04-2019	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	213,00 mm pada tahun 2012	**Nilai minimum**	45,00 mm pada tahun 1986
Jumlah data > 150 mm	5 data	**Jumlah data < 50 mm**	1 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	1	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	11	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	5	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	1	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan

1977	65,00	25-01-1977	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1982	68,00	10-01-1982	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1985	65,00	06-01-1985	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1986	45,00	14-12-1986	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
1987	58,00	10-11-1987	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1988	51,00	30-01-1988	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1990	65,00	10-01-1990	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1991	62,00	29-01-1991	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1992	60,00	10-11-1992	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1994	58,00	17-01-1994	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1997	54,00	10-11-1997	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1981	178,00	16-11-1981	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2009	160,00	11-05-2009	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2010	189,00	29-03-2010	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2011	182,00	01-04-2011	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2012	213,00	14-01-2012	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.

5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	Tidak Ada Pencilan	Tidak ditemukan data di luar batas pencilan.
Uji Tren	Ada Tren	Terdapat indikasi tren signifikan pada seri data; data perlu review stasioneritas.
Uji Homogenitas	Homogen	Varians dua kelompok data tidak berbeda signifikan; seri data dapat dianggap homogen berdasarkan uji ini.
Uji Independensi	Tidak Independen	Autokorelasi lag-1 berada di luar batas penerimaan; seri data perlu review independensi.

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

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

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,7270
Uji Pencilan	Batas bawah	34,49 mm
Uji Pencilan	Batas atas	238,77 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,41314

Uji	Parameter	Nilai
Uji Tren	t hitung	2,97490
Uji Tren	t kritis	2,01669
Uji Tren	Arah	naik
Uji Homogenitas	F hitung	1,78001
Uji Homogenitas	F kritis	2,39378
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	871,20346
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.550,74704
Uji Independensi	r1 lag-1	0,54441
Uji Independensi	Batas bawah	-0,31483
Uji Independensi	Batas atas	0,26937

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

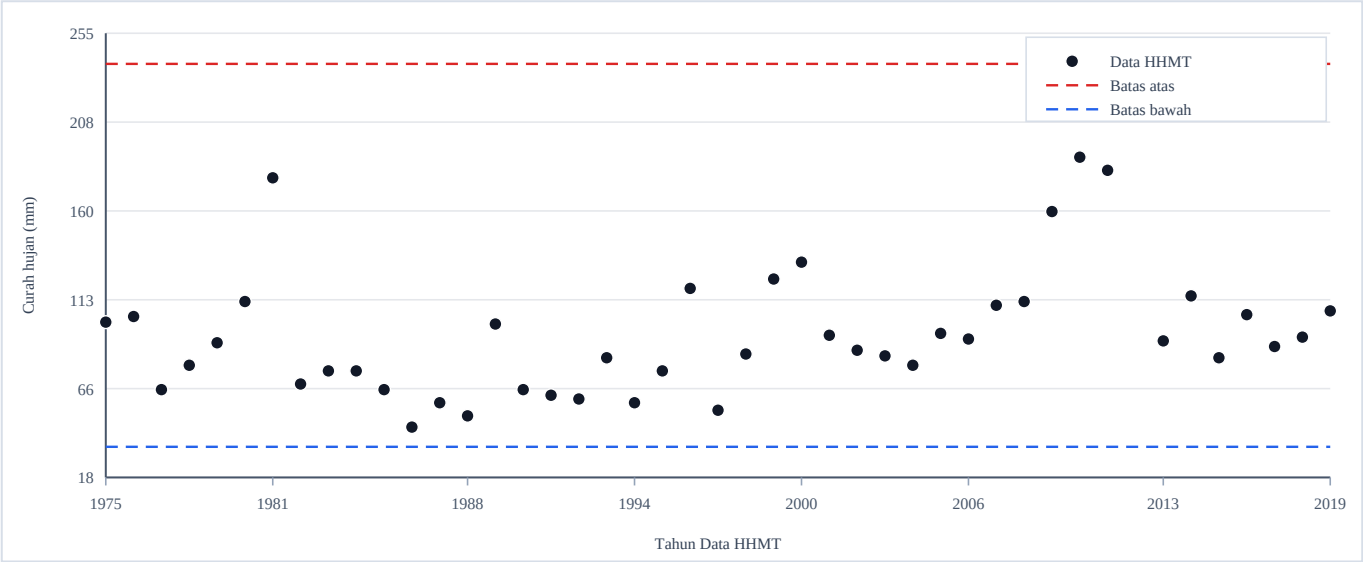
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1975	101,00	2,004321	0,04649	0,00216	0,00010	238,77	34,49	Accept
2	1976	104,00	2,017033	0,05920	0,00351	0,00021	238,77	34,49	Accept
3	1977	65,00	1,812913	-0,14492	0,02100	-0,00304	238,77	34,49	Accept
4	1978	78,00	1,892095	-0,06573	0,00432	-0,00028	238,77	34,49	Accept
5	1979	90,00	1,954243	-0,00359	0,00001	0,00000	238,77	34,49	Accept
6	1980	112,00	2,049218	0,09139	0,00835	0,00076	238,77	34,49	Accept
7	1981	178,00	2,250420	0,29259	0,08561	0,02505	238,77	34,49	Accept
8	1982	68,00	1,832509	-0,12532	0,01571	-0,00197	238,77	34,49	Accept
9	1983	75,00	1,875061	-0,08277	0,00685	-0,00057	238,77	34,49	Accept
10	1984	75,00	1,875061	-0,08277	0,00685	-0,00057	238,77	34,49	Accept
11	1985	65,00	1,812913	-0,14492	0,02100	-0,00304	238,77	34,49	Accept
12	1986	45,00	1,653213	-0,30462	0,09279	-0,02827	238,77	34,49	Accept
13	1987	58,00	1,763428	-0,19440	0,03779	-0,00735	238,77	34,49	Accept
14	1988	51,00	1,707570	-0,25026	0,06263	-0,01567	238,77	34,49	Accept
15	1989	100,00	2,000000	0,04217	0,00178	0,00007	238,77	34,49	Accept
16	1990	65,00	1,812913	-0,14492	0,02100	-0,00304	238,77	34,49	Accept
17	1991	62,00	1,792392	-0,16544	0,02737	-0,00453	238,77	34,49	Accept
18	1992	60,00	1,778151	-0,17968	0,03228	-0,00580	238,77	34,49	Accept
19	1993	82,00	1,913814	-0,04401	0,00194	-0,00009	238,77	34,49	Accept
20	1994	58,00	1,763428	-0,19440	0,03779	-0,00735	238,77	34,49	Accept
21	1995	75,00	1,875061	-0,08277	0,00685	-0,00057	238,77	34,49	Accept
22	1996	119,00	2,075547	0,11772	0,01386	0,00163	238,77	34,49	Accept
23	1997	54,00	1,732394	-0,22544	0,05082	-0,01146	238,77	34,49	Accept
24	1998	84,00	1,924279	-0,03355	0,00113	-0,00004	238,77	34,49	Accept
25	1999	124,00	2,093422	0,13559	0,01839	0,00249	238,77	34,49	Accept
26	2000	133,00	2,123852	0,16602	0,02756	0,00458	238,77	34,49	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
27	2001	94,00	1,973128	0,01530	0,00023	0,00000	238,77	34,49	Accept
28	2002	86,00	1,934498	-0,02333	0,00054	-0,00001	238,77	34,49	Accept
29	2003	83,00	1,919078	-0,03875	0,00150	-0,00006	238,77	34,49	Accept
30	2004	78,00	1,892095	-0,06573	0,00432	-0,00028	238,77	34,49	Accept
31	2005	95,00	1,977724	0,01989	0,00040	0,00001	238,77	34,49	Accept
32	2006	92,00	1,963788	0,00596	0,00004	0,00000	238,77	34,49	Accept
33	2007	110,00	2,041393	0,08356	0,00698	0,00058	238,77	34,49	Accept
34	2008	112,00	2,049218	0,09139	0,00835	0,00076	238,77	34,49	Accept
35	2009	160,00	2,204120	0,24629	0,06066	0,01494	238,77	34,49	Accept
36	2010	189,00	2,276462	0,31863	0,10153	0,03235	238,77	34,49	Accept
37	2011	182,00	2,260071	0,30224	0,09135	0,02761	238,77	34,49	Accept
38	2012	213,00	2,328380	0,37055	0,13731	0,05088	238,77	34,49	Accept
39	2013	91,00	1,959041	0,00121	0,00000	0,00000	238,77	34,49	Accept
40	2014	115,00	2,060698	0,10287	0,01058	0,00109	238,77	34,49	Accept
41	2015	82,00	1,913814	-0,04401	0,00194	-0,00009	238,77	34,49	Accept
42	2016	105,00	2,021189	0,06336	0,00401	0,00025	238,77	34,49	Accept
43	2017	88,00	1,944483	-0,01335	0,00018	0,00000	238,77	34,49	Accept
44	2018	93,00	1,968483	0,01065	0,00011	0,00000	238,77	34,49	Accept
45	2019	107,00	2,029384	0,07155	0,00512	0,00037	238,77	34,49	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	45	**Jumlah hujan**	4.356,0000
Rataan hujan	96,8000	**Rataan log X**	1,957829
S log	0,154074	**CS log**	0,45310
Kn	2,72700	**n**	45
Log XH	2,37799	**XH / batas atas**	238,775
Log XL	1,53767	**XL / batas bawah**	34,488
X maksimum data	213,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	45,000	**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

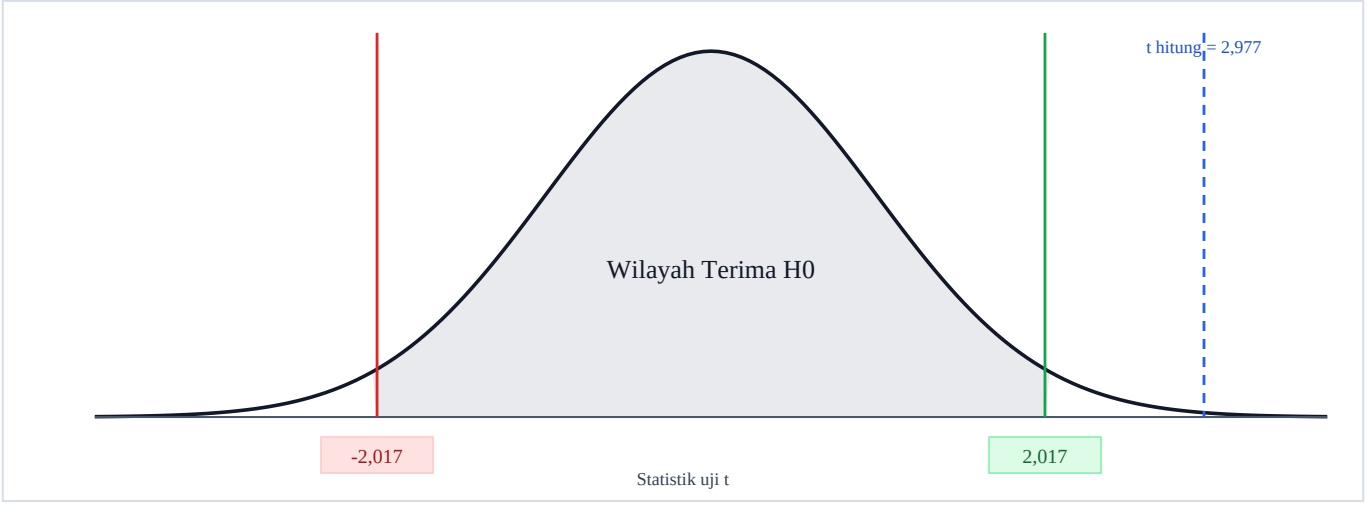
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1975	101,00	1	45,00	30,00	1,00	-29,00	841,00
1976	104,00	2	51,00	31,00	2,00	-29,00	841,00
1977	65,00	3	54,00	9,00	3,00	-6,00	36,00
1978	78,00	4	58,00	15,50	4,00	-11,50	132,25
1979	90,00	5	58,00	23,00	5,00	-18,00	324,00
1980	112,00	6	60,00	35,50	6,00	-29,50	870,25
1981	178,00	7	62,00	42,00	7,00	-35,00	1.225,00
1982	68,00	8	65,00	11,00	8,00	-3,00	9,00
1983	75,00	9	65,00	13,00	9,00	-4,00	16,00
1984	75,00	10	65,00	13,00	10,00	-3,00	9,00
1985	65,00	11	68,00	9,00	11,00	2,00	4,00
1986	45,00	12	75,00	1,00	12,00	11,00	121,00
1987	58,00	13	75,00	4,50	13,00	8,50	72,25
1988	51,00	14	75,00	2,00	14,00	12,00	144,00
1989	100,00	15	78,00	29,00	15,00	-14,00	196,00
1990	65,00	16	78,00	9,00	16,00	7,00	49,00
1991	62,00	17	82,00	7,00	17,00	10,00	100,00
1992	60,00	18	82,00	6,00	18,00	12,00	144,00
1993	82,00	19	83,00	17,50	19,00	1,50	2,25
1994	58,00	20	84,00	4,50	20,00	15,50	240,25
1995	75,00	21	86,00	13,00	21,00	8,00	64,00
1996	119,00	22	88,00	38,00	22,00	-16,00	256,00
1997	54,00	23	90,00	3,00	23,00	20,00	400,00
1998	84,00	24	91,00	20,00	24,00	4,00	16,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1999	124,00	25	92,00	39,00	25,00	-14,00	196,00
2000	133,00	26	93,00	40,00	26,00	-14,00	196,00
2001	94,00	27	94,00	27,00	27,00	0,00	0,00
2002	86,00	28	95,00	21,00	28,00	7,00	49,00
2003	83,00	29	100,00	19,00	29,00	10,00	100,00
2004	78,00	30	101,00	15,50	30,00	14,50	210,25
2005	95,00	31	104,00	28,00	31,00	3,00	9,00
2006	92,00	32	105,00	25,00	32,00	7,00	49,00
2007	110,00	33	107,00	34,00	33,00	-1,00	1,00
2008	112,00	34	110,00	35,50	34,00	-1,50	2,25
2009	160,00	35	112,00	41,00	35,00	-6,00	36,00
2010	189,00	36	112,00	44,00	36,00	-8,00	64,00
2011	182,00	37	115,00	43,00	37,00	-6,00	36,00
2012	213,00	38	119,00	45,00	38,00	-7,00	49,00
2013	91,00	39	124,00	24,00	39,00	15,00	225,00
2014	115,00	40	133,00	37,00	40,00	3,00	9,00
2015	82,00	41	160,00	17,50	41,00	23,50	552,25
2016	105,00	42	178,00	32,00	42,00	10,00	100,00
2017	88,00	43	182,00	22,00	43,00	21,00	441,00
2018	93,00	44	189,00	26,00	44,00	18,00	324,00
2019	107,00	45	213,00	33,00	45,00	12,00	144,00

Parameter Uji Tren			
n	45	**df**	43
Total D²	8.905,0000	**Kp / r Spearman**	0,41337
t hitung	2,97692	**t tabel**	2,01669
Keputusan	Tolak H0	**Artinya**	Ada Tren
Signifikansi	0,05	**Keterangan**	Uji dua sisi

Gambar 5.2. – Kurva batas uji tren

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



5.3. Uji Homogenitas

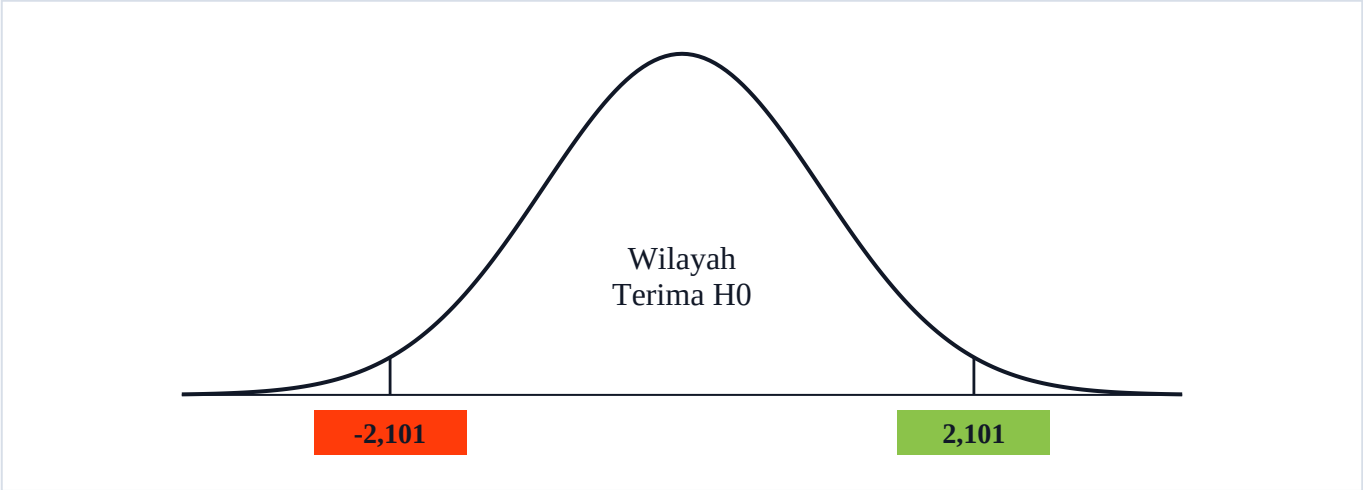
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	101,00	54,00
2	104,00	84,00
3	65,00	124,00
4	78,00	133,00
5	90,00	94,00
6	112,00	86,00
7	178,00	83,00
8	68,00	78,00
9	75,00	95,00
10	75,00	92,00
11	65,00	110,00
12	45,00	112,00
13	58,00	160,00
14	51,00	189,00
15	100,00	182,00
16	65,00	213,00
17	62,00	91,00
18	60,00	115,00
19	82,00	82,00
20	58,00	105,00
21	75,00	88,00
22	119,00	93,00
23	-	107,00

Uji F			
Varians 1	871,20346	**df 1**	21
Varians 2	1.550,74704	**df 2**	22
F hitung	1,78001	**N1**	22
F tabel atas	2,39378	**N2**	23
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

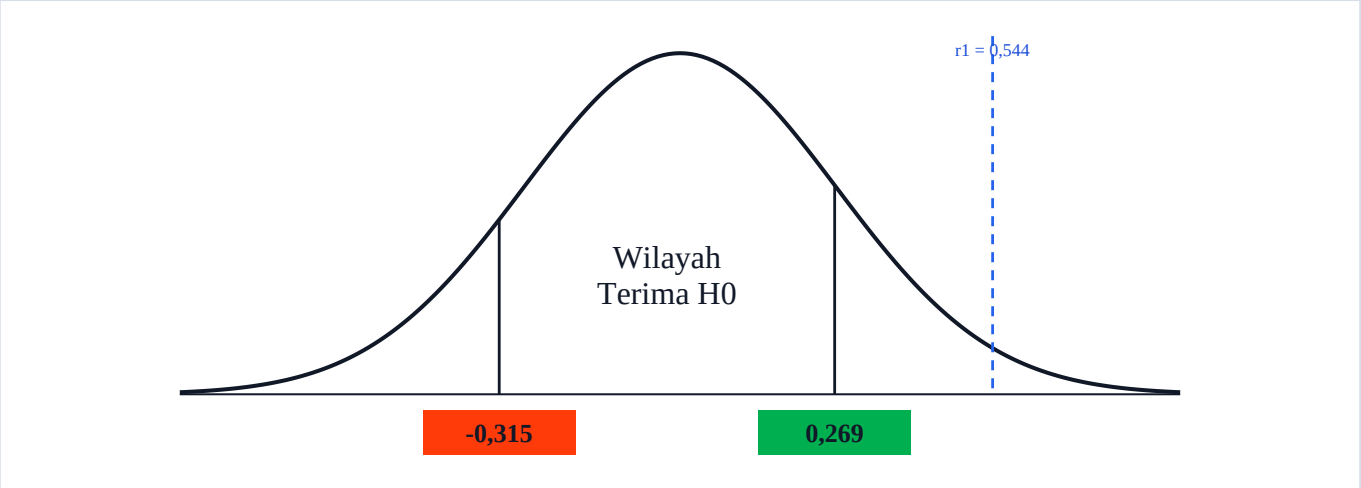
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1975	101,00	4,20	30,24	17,64
1976	104,00	7,20	-228,96	51,84
1977	65,00	-31,80	597,84	1.011,24
1978	78,00	-18,80	127,84	353,44
1979	90,00	-6,80	-103,36	46,24
1980	112,00	15,20	1.234,24	231,04
1981	178,00	81,20	-2.338,56	6.593,44
1982	68,00	-28,80	627,84	829,44
1983	75,00	-21,80	475,24	475,24
1984	75,00	-21,80	693,24	475,24
1985	65,00	-31,80	1.647,24	1.011,24
1986	45,00	-51,80	2.009,84	2.683,24
1987	58,00	-38,80	1.777,04	1.505,44
1988	51,00	-45,80	-146,56	2.097,64
1989	100,00	3,20	-101,76	10,24
1990	65,00	-31,80	1.106,64	1.011,24
1991	62,00	-34,80	1.280,64	1.211,04
1992	60,00	-36,80	544,64	1.354,24
1993	82,00	-14,80	574,24	219,04
1994	58,00	-38,80	845,84	1.505,44
1995	75,00	-21,80	-483,96	475,24
1996	119,00	22,20	-950,16	492,84
1997	54,00	-42,80	547,84	1.831,84
1998	84,00	-12,80	-348,16	163,84
1999	124,00	27,20	984,64	739,84

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2000	133,00	36,20	-101,36	1.310,44
2001	94,00	-2,80	30,24	7,84
2002	86,00	-10,80	149,04	116,64
2003	83,00	-13,80	259,44	190,44
2004	78,00	-18,80	33,84	353,44
2005	95,00	-1,80	8,64	3,24
2006	92,00	-4,80	-63,36	23,04
2007	110,00	13,20	200,64	174,24
2008	112,00	15,20	960,64	231,04
2009	160,00	63,20	5.827,04	3.994,24
2010	189,00	92,20	7.855,44	8.500,84
2011	182,00	85,20	9.900,24	7.259,04
2012	213,00	116,20	-673,96	13.502,44
2013	91,00	-5,80	-105,56	33,64
2014	115,00	18,20	-269,36	331,24
2015	82,00	-14,80	-121,36	219,04
2016	105,00	8,20	-72,16	67,24
2017	88,00	-8,80	33,44	77,44
2018	93,00	-3,80	-38,76	14,44
2019	107,00	10,20	42,84	104,04

Parameter Uji Independen			
Jumlah	4.356,0000	**n**	45
Rata-rata	96,8000	**Batas bawah**	-0,31483
r1	0,54441	**Batas atas**	0,26937
Keputusan	Tolak H0	**Artinya**	Tidak Independen

Gambar 5.4. – Kurva batas uji independen

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



5.5. Uji Konsistensi Antarstasiun

Uji konsistensi antarstasiun dilakukan sebagai validasi silang awal dengan membandingkan seri HHMT stasiun utama terhadap stasiun hujan terdekat. Parameter yang dihitung meliputi jumlah tahun overlap, korelasi Pearson, rasio rata-rata, MAE, dan RMSE. Hasil ini

digunakan sebagai indikasi awal dan tidak menggantikan pemeriksaan data harian, kondisi topografi, serta karakter orografis setempat.

No.	Stasiun Pembanding	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data	Tahun Overlap	Periode Overlap	r	Rasio Rata-rata	MAE (mm)	RMSE (mm)	Kesimpulan
1	PASIR ONA	6,93	31	1991–2022	28	1991–2019	0,061	0,962	36,51	44,60	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama
2	Sampang Peundeuy	9,34	43	1980–2022	40	1980–2019	-0,144	1,194	43,96	58,15	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.

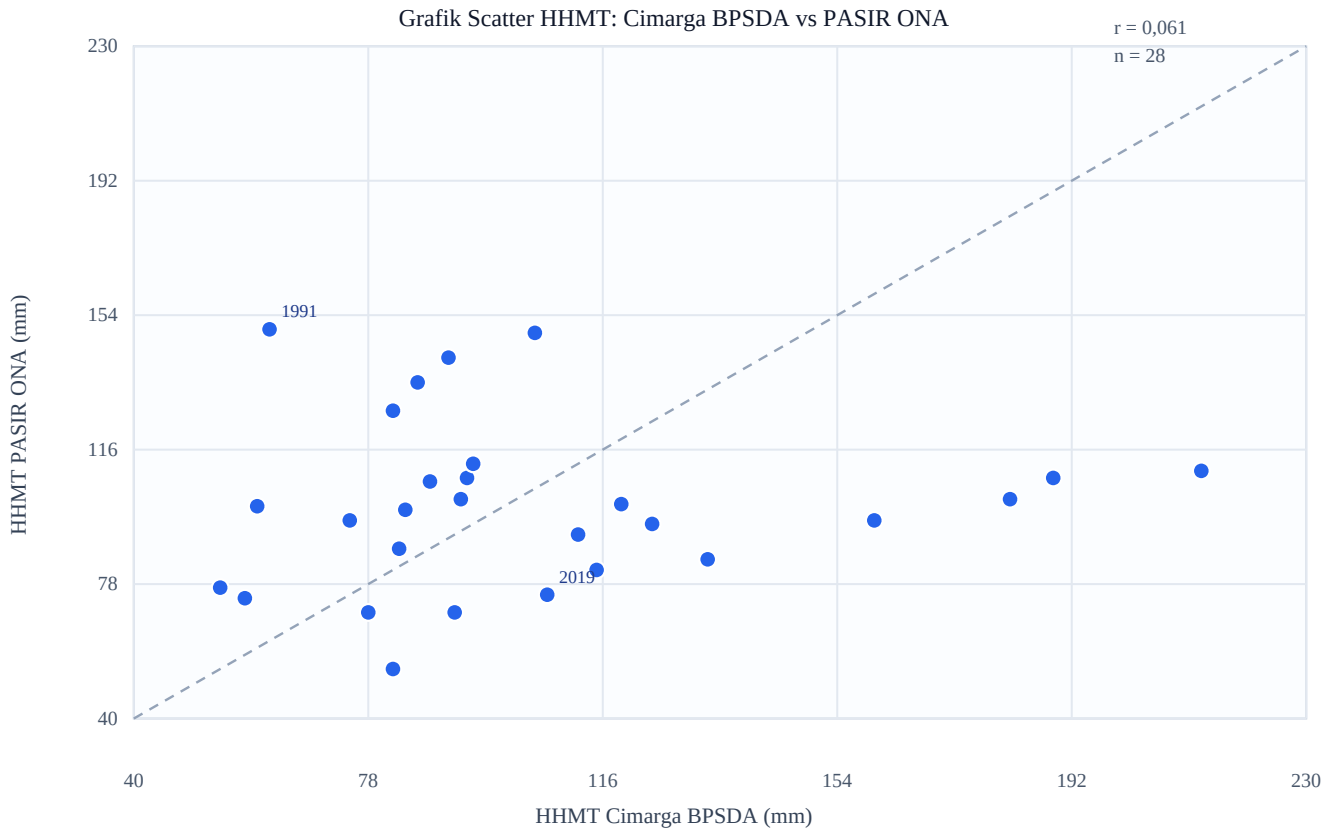
Catatan pemilihan pembanding: Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **PASIR ONA** dengan skor 0,474, overlap 28 tahun, dan r = 0,061.

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.

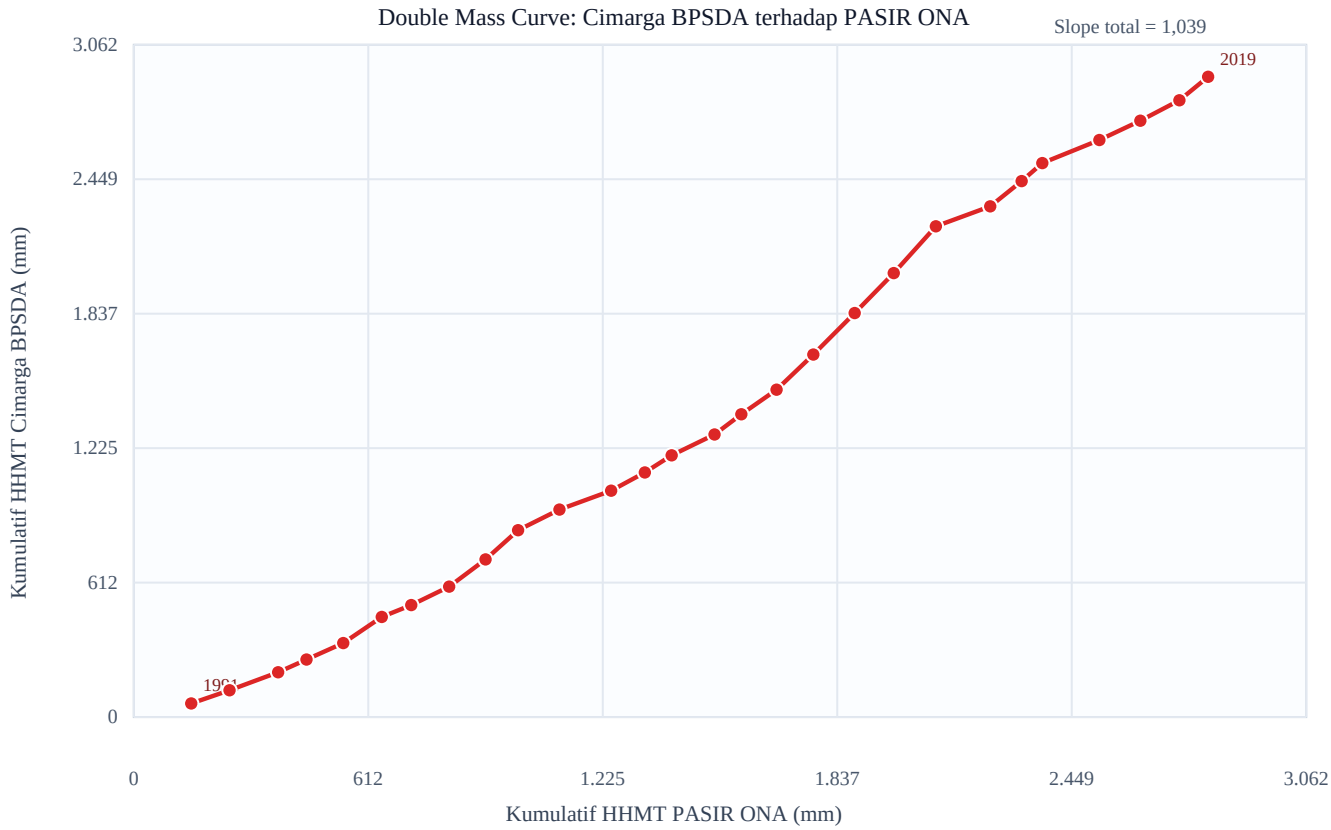
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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	45 tahun	Memenuhi	Layak untuk analisis frekuensi awal.
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	Ada indikasi tren	Perlu review	Ada indikasi perubahan pola jangka panjang.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Tidak independen	Perlu review	Hasil hujan rancangan sebaiknya diperlakukan sebagai hasil sementara.
Konsistensi antarstasiun	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama	Perlu review	Pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan: PASIR ONA dengan overlap 28 tahun, korelasi r = 0,061, dan skor = 0,474.
Distribusi terbaik	GEV	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	45 tahun
Minimum	45,00 mm (1986)
Maksimum	213,00 mm (2012)
Rata-rata	96,80 mm
Median	90,00 mm
Standar deviasi sampel	37,81 mm
Koefisien variasi	0,391
Skewness sampel	1,388
Excess kurtosis	1,844

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (1,388), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (1,844) 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 menunjukkan tren, ketidakindependenan, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji

ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi GEV 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	90,588	90,746	88,402	87,879
5	124,004	122,321	120,052	120,025
10	146,129	142,982	143,185	144,252
20	167,351	162,651	167,170	169,974
25	174,083	168,874	175,182	178,682
50	194,821	188,043	201,214	207,301
100	215,406	207,137	229,286	238,595
200	235,916	226,306	259,768	272,926
1.000	283,425	271,614	341,874	366,343

Gambar 7.1. – Grafik perbandingan curah hujan rancangan beberapa distribusi

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



8. Detail Perhitungan Curah Hujan Rancangan

8.1 Metode Gumbel

Langkah perhitungan:

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

Rumus: X_T = μ + β × Y_T; Y_T = -ln[-ln(P)]. Parameter: x̄ = 96,800 mm; S = 37,813 mm; μ = 79,78227; β = 29,48244.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**90,588**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**124,004**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**146,129**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**167,351**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**174,083**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**194,821**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**215,406**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**235,916**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**283,425**

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 = 1,95783; S_Y = 0,15407.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,95783	**90,746**
5	80,000%	0,84162	2,08750	**122,321**
10	90,000%	1,28155	2,15528	**142,982**
20	95,000%	1,64485	2,21126	**162,651**
25	96,000%	1,75069	2,22756	**168,874**
50	98,000%	2,05375	2,27426	**188,043**
100	99,000%	2,32635	2,31626	**207,137**
200	99,500%	2,57583	2,35470	**226,306**
1.000	99,900%	3,09023	2,43395	**271,614**

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 = 1,95783; S_Y = 0,15407; C_s = 0,45310.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,07376	1,94646	**88,402**
5	80,000%	0,84162	0,78885	2,07937	**120,052**
10	90,000%	1,28155	1,28554	2,15590	**143,185**
20	95,000%	1,64485	1,72209	2,22316	**167,170**
25	96,000%	1,75069	1,85404	2,24349	**175,182**
50	98,000%	2,05375	2,24457	2,30366	**201,214**
100	99,000%	2,32635	2,61270	2,36038	**229,286**
200	99,500%	2,57583	2,96453	2,41458	**259,768**
1.000	99,900%	3,09023	3,73871	2,53387	**341,874**

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 = 78,51503; α = 24,90675; k = -0,13812. L1 = 96,80000; L2 = 19,95455; t3 = 0,26138.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**87,879**
5	80,000%	**120,025**
10	90,000%	**144,252**
20	95,000%	**169,974**
25	96,000%	**178,682**
50	98,000%	**207,301**
100	99,000%	**238,595**
200	99,500%	**272,926**
1.000	99,900%	**366,343**

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

Distribusi terbaik sementara: GEV. 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	0,06747	0,24000	Diterima	4,79067	5,93687	Diterima	-
Log Normal	0,05915	0,24000	Diterima	5,48758	5,93687	Diterima	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,05114	0,24000	Diterima	3,19752	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	**0,05476**	**0,24000**	**Diterima**	**2,78049**	**3,74676**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**

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 GEV = 87,879 mm; rata-rata HHMT = 96,80 mm; rasio R2/rata-rata = 0,91	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 GEV = 87,879 mm; median HHMT = 90,00 mm; rasio R2/median = 0,98	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 238,595 mm; maksimum historis = 213,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 GEV = 366,343 mm; maksimum historis = 213,00 mm	Wajar	Untuk kala ulang besar, nilai rancangan seharusnya dievaluasi terhadap maksimum historis dan kewajaran regional.

10.2. Selisih Antar Distribusi pada Kala Ulang Terpilih

Kala Ulang	Minimum	Maksimum	Rentang	Rentang/Mean	Interpretasi
25	168,874	178,682	9,808	5,6%	Selisih kecil-sedang
50	188,043	207,301	19,258	9,7%	Selisih kecil-sedang
100	207,137	238,595	31,458	14,1%	Selisih kecil-sedang
1000	271,614	366,343	94,729	30,0%	Selisih besar

Catatan kewajaran:

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

Rekomendasi penggunaan: Hasil distribusi GEV 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	GEV	Distribusi GEV merupakan distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan statistik yang tersedia. Hasil uji independensi tidak terpenuhi, sehingga rekomendasi distribusi perlu diperlakukan sebagai rekomendasi sementara.
Analisis desain konservatif	Bandingkan Gumbel, Log Pearson III, dan GEV	Gunakan *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 = 238,595 mm. R1000 = 366,343 mm. Maksimum historis = 213,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi GEV 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 45 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data tidak menunjukkan pencilan signifikan, menunjukkan indikasi tren, homogen, dan tidak independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah GEV.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 238,595 mm dibanding maksimum historis 213,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah PASIR ONA dengan overlap 28 tahun, r = 0,061, skor = 0,474, dan interpretasi Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama.
6. Karena seri data menunjukkan tren signifikan, analisis frekuensi berbasis asumsi stasioner perlu diperlakukan hati-hati dan perlu review penyebab tren sebelum penetapan nilai desain final.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai indikasi awal atau pembanding, tetapi belum direkomendasikan sebagai nilai final tunggal karena uji independensi belum terpenuhi sebelum digunakan pada perhitungan debit banjir rencana final.

13. Rekomendasi Tindak Lanjut

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
1	Verifikasi ulang data harian pada tahun maksimum dan minimum HHMT.	Memastikan nilai ekstrem dan nilai rendah berasal dari pencatatan data yang valid.	Tinggi
2	Lakukan review independensi dengan pemeriksaan autokorelasi tambahan dan evaluasi periode basah-kering.	Menjelaskan penyebab ketidakindependenan data sebelum hasil digunakan sebagai nilai desain final.	Tinggi

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
3	Lakukan review penyebab tren signifikan, termasuk cek konsistensi data harian, perubahan lingkungan pos hujan, dan pembandingan terhadap stasiun sekitar.	Menilai apakah tren disebabkan perubahan iklim lokal/regional, perubahan pencatatan, atau masalah data sebelum analisis frekuensi final.	Tinggi
4	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
5	Lakukan sensitivity analysis terhadap distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.	Menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap curah hujan rancangan kala ulang menengah-besar.	Tinggi
6	Gunakan distribusi GEV sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
7	Untuk analisis debit banjir rencana, lanjutkan ke hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.	Menghubungkan hasil HHMT dengan proses perhitungan debit banjir rencana.	Tinggi
8	Apabila data debit observasi tersedia, lakukan kalibrasi atau validasi hasil debit banjir terhadap kejadian historis.	Meningkatkan keandalan hasil analisis hidrologi desain.	Sedang

14. Detail Parameter Distribusi

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Rata-rata	$\bar{x}$	96,800	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	37,813	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	79,78227	-
Gumbel	Parameter skala	β	29,48244	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,95783	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,15407	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,95783	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,15407	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	0,45310	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	78,51503	-
GEV	Parameter skala	α	24,90675	-
GEV	Parameter bentuk	k	-0,13812	-

15. Catatan Kelayakan dan Penggunaan Hasil

Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal menunjukkan tren, ketidakindependenan, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi GEV 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.