Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Sampang Peundeuy, Lebak, Banten
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/134

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
43 tahun	**117,52 mm**	**272,00 mm**	**Gumbel**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 43 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan pencilan, ketidakhomogenan. 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	Sampang Peundeuy	**Periode Data**	1980 s.d. 2022
Lokasi	Desa Wantisari, Kec. Leuwidamar, Lebak	**Provinsi**	Banten
Wilayah Sungai	CIDANAU-CIUJUNG-CIDURIAN	**Koordinat**	-6.494444, 106.189444
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	SMP 2 LEUWIDAMAR	Leuwidamar, Leuwidamar, Lebak	2,21	0 tahun	-
2	Cimarga BPSDA	Margajaya, Cimarga, Lebak	9,34	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	43 tahun	**Tahun kosong**	0 tahun
Data HHMT < 50 mm	0 data	**Status uji data**	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

Daftar Tahun Kosong

Tidak ada tahun kosong. Data HHMT tersedia lengkap untuk setiap tahun dalam periode 1980–2022.

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.

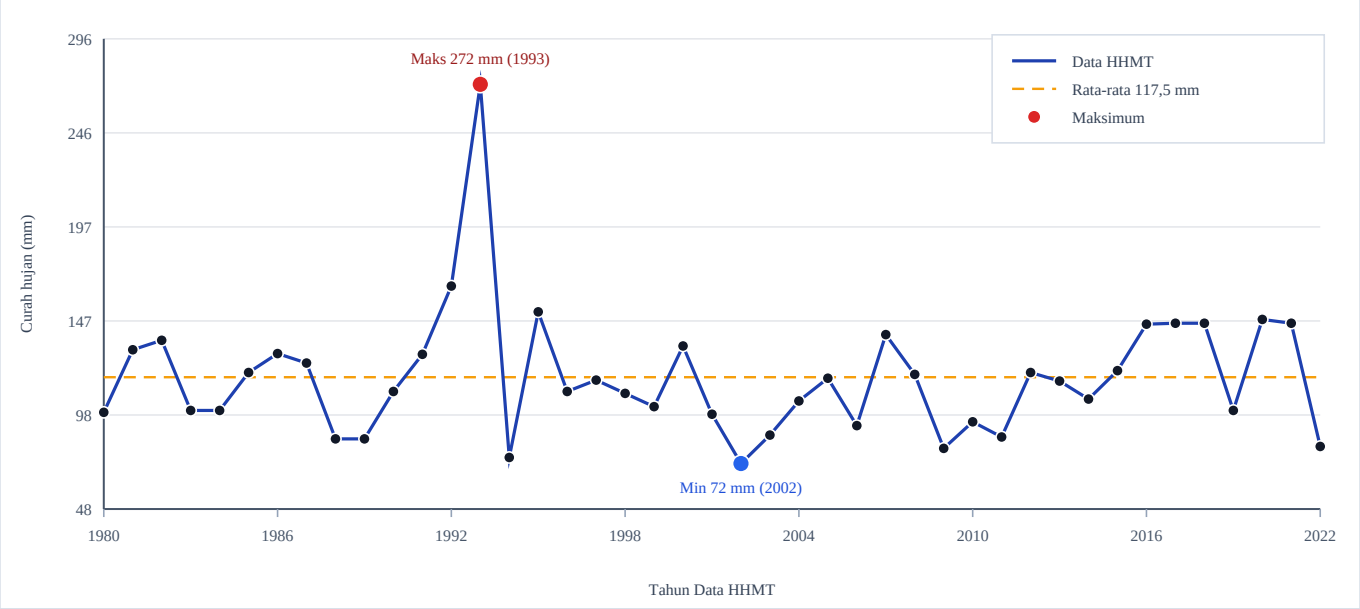
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1980	99,00	11-04-1980	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2	1981	132,00	09-11-1981	OK
3	1982	137,00	02-11-1982	OK
4	1983	100,00	27-11-1983	OK
5	1984	100,00	28-03-1984	OK
6	1985	120,00	02-12-1985	OK
7	1986	130,00	22-04-1986	OK
8	1987	125,00	04-01-1987	OK
9	1988	85,00	29-01-1988	OK
10	1989	85,00	31-10-1989	OK
11	1990	110,00	05-01-1990	OK
12	1991	129,60	20-11-1991	OK
13	1992	165,60	16-11-1992	OK
14	1993	272,00	16-05-1993	Pencilan atas
15	1994	75,20	14-04-1994	OK
16	1995	152,00	02-03-1995	OK
17	1996	110,00	18-03-1996	OK
18	1997	116,00	06-12-1997	OK
19	1998	109,00	16-01-1998	OK
20	1999	102,00	04-11-1999	OK
21	2000	134,00	23-04-2000	OK
22	2001	98,00	07-02-2001	OK
23	2002	72,00	21-03-2002	OK
24	2003	87,00	22-03-2003	OK
25	2004	105,00	03-03-2004	OK
26	2005	117,00	29-05-2005	OK
27	2006	92,00	29-12-2006	OK
28	2007	140,00	09-06-2007	OK
29	2008	119,00	24-11-2008	OK
30	2009	80,00	18-08-2009	OK
31	2010	94,00	13-01-2010	OK
32	2011	86,00	18-03-2011	OK
33	2012	120,00	13-01-2012	OK
34	2013	115,50	09-01-2013	OK
35	2014	106,00	18-03-2014	OK
36	2015	121,00	16-05-2015	OK
37	2016	145,50	31-07-2016	OK
38	2017	146,00	17-01-2017	OK
39	2018	146,00	17-01-2018	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
40	2019	100,00	25-12-2019	OK
41	2020	148,00	03-12-2020	OK
42	2021	146,00	14-09-2021	OK
43	2022	81,00	29-12-2022	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	272,00 mm pada tahun 1993	**Nilai minimum**	72,00 mm pada tahun 2002
Jumlah data > 150 mm	3 data	**Jumlah data < 50 mm**	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
1993	272,00 mm	57,78 mm	223,89 mm	Pencilan atas

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	1	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	3	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

2002	72,00	21-03-2002	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1992	165,60	16-11-1992	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
1993	272,00	16-05-1993	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
1995	152,00	02-03-1995	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

5. Uji Data HHMT

Uji Data	Status	Keterangan
Uji Pencilan	Ada Pencilan	Ditemukan data yang berada di luar batas pencilan dan perlu review teknis.
Uji Tren	Tidak Ada Tren	Tidak terdapat indikasi tren signifikan pada tingkat kepercayaan yang digunakan.
Uji Homogenitas	Tidak Homogen	Varians dua kelompok data berbeda signifikan; data perlu review homogenitas sumber/seri.
Uji Independensi	Independen	Autokorelasi lag-1 berada dalam batas penerimaan; seri data dapat dianggap independen berdasarkan uji ini.

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

- Uji Pencilan: Ditemukan data yang berada di luar batas pencilan dan perlu review teknis.
- Uji Homogenitas: Varians dua kelompok data berbeda signifikan; data perlu review homogenitas sumber/seri.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,7090
Uji Pencilan	Batas bawah	57,78 mm
Uji Pencilan	Batas atas	223,89 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1
Uji Tren	r Spearman	0,04910
Uji Tren	t hitung	0,31477
Uji Tren	t kritis	2,01954
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	2,69388
Uji Homogenitas	F kritis	2,42474
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	1.659,48857
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	616,02165
Uji Independensi	r1 lag-1	0,09549
Uji Independensi	Batas bawah	-0,32262
Uji Independensi	Batas atas	0,27500

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

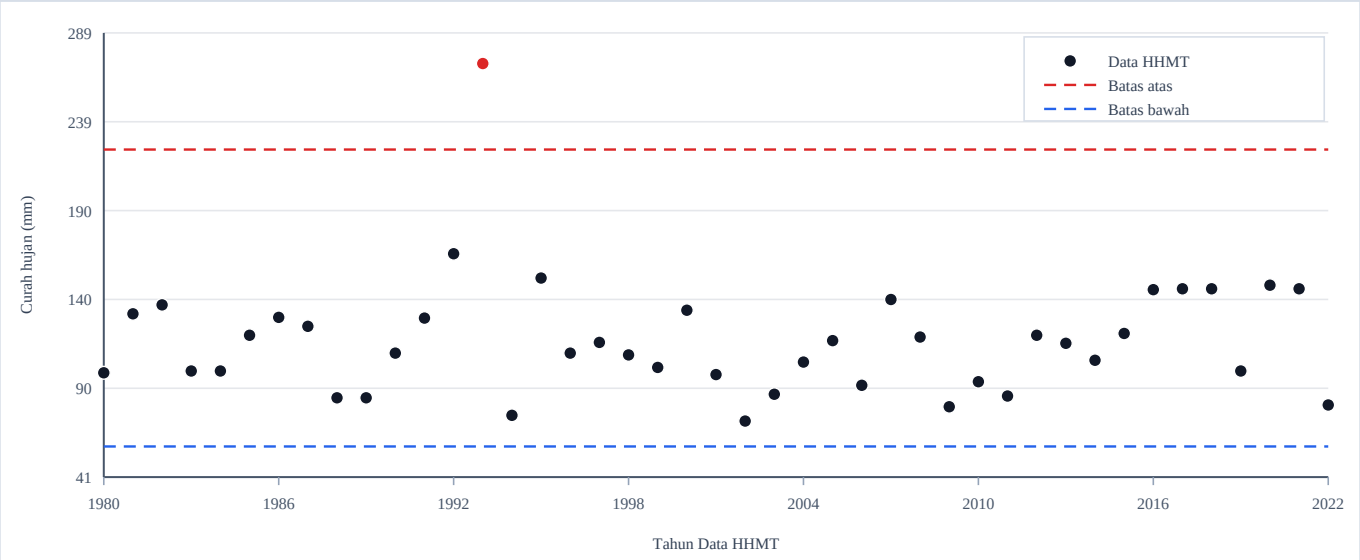
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1980	99,00	1,995635	-0,06029	0,00363	-0,00022	223,89	57,78	Accept
2	1981	132,00	2,120574	0,06465	0,00418	0,00027	223,89	57,78	Accept
3	1982	137,00	2,136721	0,08080	0,00653	0,00053	223,89	57,78	Accept
4	1983	100,00	2,000000	-0,05592	0,00313	-0,00017	223,89	57,78	Accept
5	1984	100,00	2,000000	-0,05592	0,00313	-0,00017	223,89	57,78	Accept
6	1985	120,00	2,079181	0,02326	0,00054	0,00001	223,89	57,78	Accept
7	1986	130,00	2,113943	0,05802	0,00337	0,00020	223,89	57,78	Accept
8	1987	125,00	2,096910	0,04099	0,00168	0,00007	223,89	57,78	Accept
9	1988	85,00	1,929419	-0,12650	0,01600	-0,00202	223,89	57,78	Accept
10	1989	85,00	1,929419	-0,12650	0,01600	-0,00202	223,89	57,78	Accept
11	1990	110,00	2,041393	-0,01453	0,00021	0,00000	223,89	57,78	Accept
12	1991	129,60	2,112605	0,05668	0,00321	0,00018	223,89	57,78	Accept
13	1992	165,60	2,219060	0,16314	0,02661	0,00434	223,89	57,78	Accept
14	1993	272,00	2,434569	0,37865	0,14337	0,05429	223,89	57,78	Pencilan atas
15	1994	75,20	1,876218	-0,17970	0,03229	-0,00580	223,89	57,78	Accept
16	1995	152,00	2,181844	0,12592	0,01586	0,00200	223,89	57,78	Accept
17	1996	110,00	2,041393	-0,01453	0,00021	0,00000	223,89	57,78	Accept
18	1997	116,00	2,064458	0,00854	0,00007	0,00000	223,89	57,78	Accept
19	1998	109,00	2,037426	-0,01850	0,00034	-0,00001	223,89	57,78	Accept
20	1999	102,00	2,008600	-0,04732	0,00224	-0,00011	223,89	57,78	Accept
21	2000	134,00	2,127105	0,07118	0,00507	0,00036	223,89	57,78	Accept
22	2001	98,00	1,991226	-0,06470	0,00419	-0,00027	223,89	57,78	Accept
23	2002	72,00	1,857332	-0,19859	0,03944	-0,00783	223,89	57,78	Accept
24	2003	87,00	1,939519	-0,11640	0,01355	-0,00158	223,89	57,78	Accept
25	2004	105,00	2,021189	-0,03473	0,00121	-0,00004	223,89	57,78	Accept
26	2005	117,00	2,068186	0,01226	0,00015	0,00000	223,89	57,78	Accept
27	2006	92,00	1,963788	-0,09213	0,00849	-0,00078	223,89	57,78	Accept
28	2007	140,00	2,146128	0,09021	0,00814	0,00073	223,89	57,78	Accept
29	2008	119,00	2,075547	0,01963	0,00039	0,00001	223,89	57,78	Accept
30	2009	80,00	1,903090	-0,15283	0,02336	-0,00357	223,89	57,78	Accept
31	2010	94,00	1,973128	-0,08279	0,00685	-0,00057	223,89	57,78	Accept
32	2011	86,00	1,934498	-0,12142	0,01474	-0,00179	223,89	57,78	Accept
33	2012	120,00	2,079181	0,02326	0,00054	0,00001	223,89	57,78	Accept
34	2013	115,50	2,062582	0,00666	0,00004	0,00000	223,89	57,78	Accept
35	2014	106,00	2,025306	-0,03062	0,00094	-0,00003	223,89	57,78	Accept
36	2015	121,00	2,082785	0,02686	0,00072	0,00002	223,89	57,78	Accept
37	2016	145,50	2,162863	0,10694	0,01144	0,00122	223,89	57,78	Accept
38	2017	146,00	2,164353	0,10843	0,01176	0,00127	223,89	57,78	Accept
39	2018	146,00	2,164353	0,10843	0,01176	0,00127	223,89	57,78	Accept
40	2019	100,00	2,000000	-0,05592	0,00313	-0,00017	223,89	57,78	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
41	2020	148,00	2,170262	0,11434	0,01307	0,00149	223,89	57,78	Accept
42	2021	146,00	2,164353	0,10843	0,01176	0,00127	223,89	57,78	Accept
43	2022	81,00	1,908485	-0,14744	0,02174	-0,00320	223,89	57,78	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	43	**Jumlah hujan**	5.053,4000
Rataan hujan	117,5209	**Rataan log X**	2,055922
S log	0,108570	**CS log**	0,76456
Kn	2,70900	**n**	43
Log XH	2,35004	**XH / batas atas**	223,892
Log XL	1,76181	**XL / batas bawah**	57,784
X maksimum data	272,000	**Keputusan maksimum**	Detect pencilan Max
X minimum data	72,000	**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

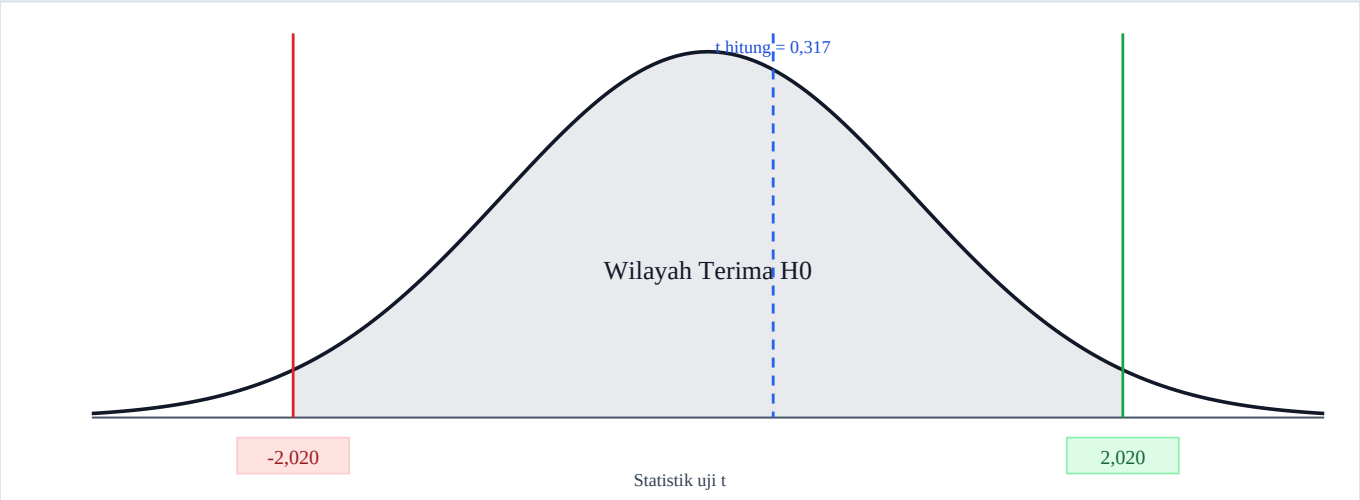
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1980	99,00	1	72,00	12,00	1,00	-11,00	121,00
1981	132,00	2	75,20	32,00	2,00	-30,00	900,00
1982	137,00	3	80,00	34,00	3,00	-31,00	961,00
1983	100,00	4	81,00	14,00	4,00	-10,00	100,00
1984	100,00	5	85,00	14,00	5,00	-9,00	81,00
1985	120,00	6	85,00	26,50	6,00	-20,50	420,25
1986	130,00	7	86,00	31,00	7,00	-24,00	576,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1987	125,00	8	87,00	29,00	8,00	-21,00	441,00
1988	85,00	9	92,00	5,50	9,00	3,50	12,25
1989	85,00	10	94,00	5,50	10,00	4,50	20,25
1990	110,00	11	98,00	20,50	11,00	-9,50	90,25
1991	129,60	12	99,00	30,00	12,00	-18,00	324,00
1992	165,60	13	100,00	42,00	13,00	-29,00	841,00
1993	272,00	14	100,00	43,00	14,00	-29,00	841,00
1994	75,20	15	100,00	2,00	15,00	13,00	169,00
1995	152,00	16	102,00	41,00	16,00	-25,00	625,00
1996	110,00	17	105,00	20,50	17,00	-3,50	12,25
1997	116,00	18	106,00	23,00	18,00	-5,00	25,00
1998	109,00	19	109,00	19,00	19,00	0,00	0,00
1999	102,00	20	110,00	16,00	20,00	4,00	16,00
2000	134,00	21	110,00	33,00	21,00	-12,00	144,00
2001	98,00	22	115,50	11,00	22,00	11,00	121,00
2002	72,00	23	116,00	1,00	23,00	22,00	484,00
2003	87,00	24	117,00	8,00	24,00	16,00	256,00
2004	105,00	25	119,00	17,00	25,00	8,00	64,00
2005	117,00	26	120,00	24,00	26,00	2,00	4,00
2006	92,00	27	120,00	9,00	27,00	18,00	324,00
2007	140,00	28	121,00	35,00	28,00	-7,00	49,00
2008	119,00	29	125,00	25,00	29,00	4,00	16,00
2009	80,00	30	129,60	3,00	30,00	27,00	729,00
2010	94,00	31	130,00	10,00	31,00	21,00	441,00
2011	86,00	32	132,00	7,00	32,00	25,00	625,00
2012	120,00	33	134,00	26,50	33,00	6,50	42,25
2013	115,50	34	137,00	22,00	34,00	12,00	144,00
2014	106,00	35	140,00	18,00	35,00	17,00	289,00
2015	121,00	36	145,50	28,00	36,00	8,00	64,00
2016	145,50	37	146,00	36,00	37,00	1,00	1,00
2017	146,00	38	146,00	38,00	38,00	0,00	0,00
2018	146,00	39	146,00	38,00	39,00	1,00	1,00
2019	100,00	40	148,00	14,00	40,00	26,00	676,00
2020	148,00	41	152,00	40,00	41,00	1,00	1,00
2021	146,00	42	165,60	38,00	42,00	4,00	16,00
2022	81,00	43	272,00	4,00	43,00	39,00	1.521,00

Parameter Uji Tren			
n	43	**df**	41
Total D²	12.588,5000	**Kp / r Spearman**	0,04949
t hitung	0,31731	**t tabel**	2,01954
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.

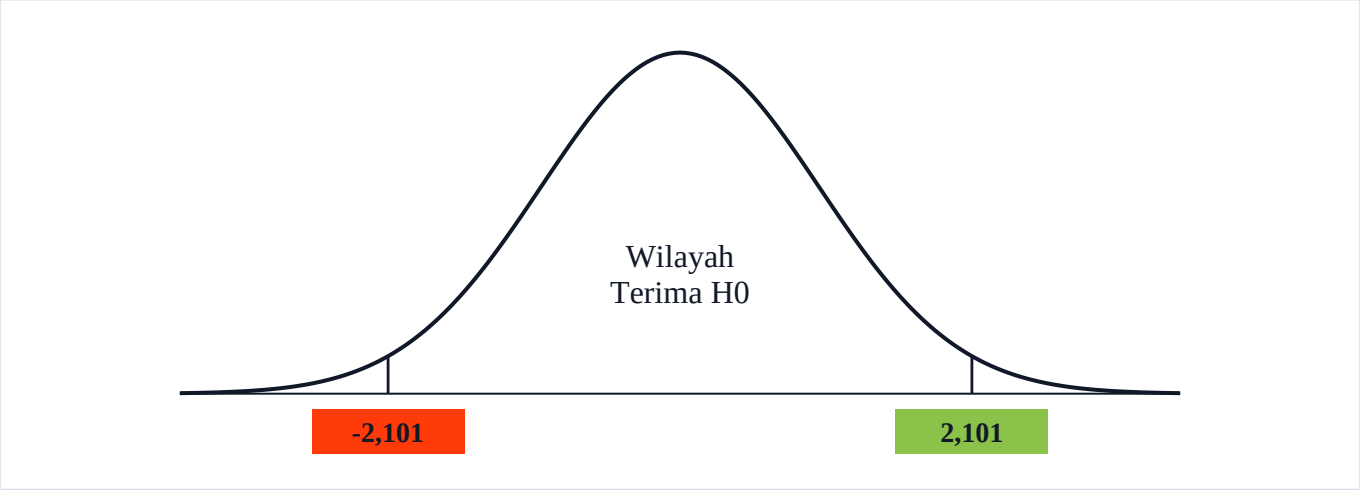
Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	99,00	98,00
2	132,00	72,00
3	137,00	87,00
4	100,00	105,00
5	100,00	117,00
6	120,00	92,00
7	130,00	140,00
8	125,00	119,00
9	85,00	80,00
10	85,00	94,00
11	110,00	86,00
12	129,60	120,00
13	165,60	115,50
14	272,00	106,00
15	75,20	121,00
16	152,00	145,50
17	110,00	146,00
18	116,00	146,00
19	109,00	100,00
20	102,00	148,00
21	134,00	146,00
22	-	81,00

Uji F			
Varians 1	1.659,48857	**df 1**	20

Uji F			
Varians 2	616,02165	**df 2**	21
F hitung	2,69388	**N1**	21
F tabel atas	2,42474	**N2**	22
Keterangan	Unequal Variance	**Keputusan**	Tolak H0
Artinya	Varian Tidak 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

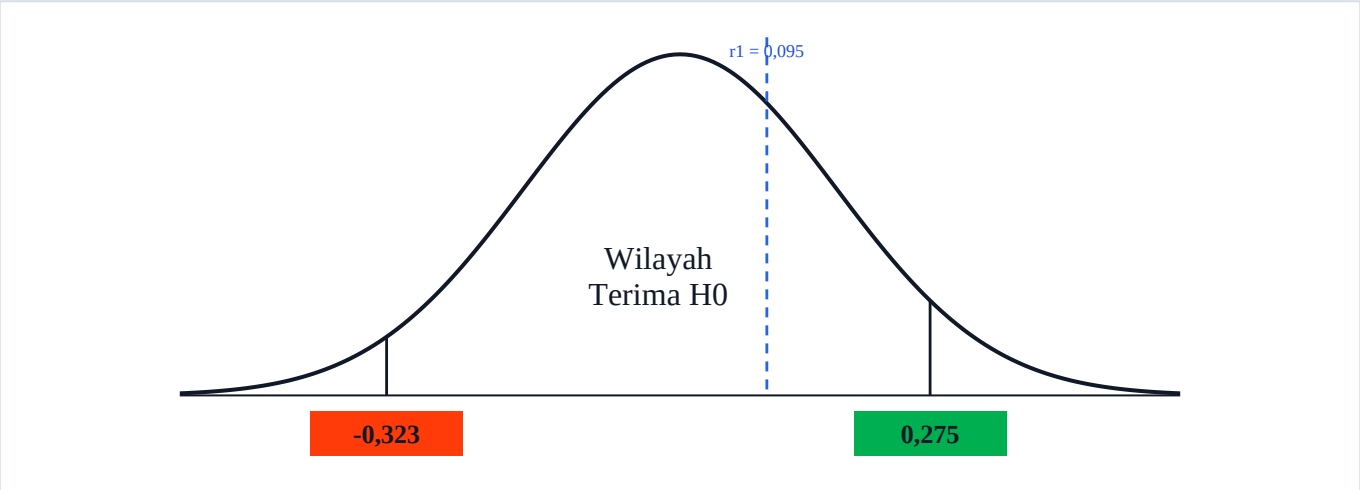
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1980	99,00	-18,52	-268,17	343,02
1981	132,00	14,48	282,04	209,64
1982	137,00	19,48	-341,29	379,43
1983	100,00	-17,52	306,98	306,98
1984	100,00	-17,52	-43,44	306,98
1985	120,00	2,48	30,94	6,15
1986	130,00	12,48	93,33	155,73
1987	125,00	7,48	-243,23	55,94
1988	85,00	-32,52	1.057,61	1.057,61
1989	85,00	-32,52	244,59	1.057,61
1990	110,00	-7,52	-90,85	56,56
1991	129,60	12,08	580,75	145,90
1992	165,60	48,08	7.427,21	2.311,60
1993	272,00	154,48	-6.537,70	23.863,78
1994	75,20	-42,32	-1.459,19	1.791,06
1995	152,00	34,48	-259,31	1.188,81
1996	110,00	-7,52	11,44	56,56
1997	116,00	-1,52	12,96	2,31
1998	109,00	-8,52	132,25	72,61

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1999	102,00	-15,52	-255,77	240,90
2000	134,00	16,48	-321,69	271,56
2001	98,00	-19,52	888,61	381,07
2002	72,00	-45,52	1.389,34	2.072,16
2003	87,00	-30,52	382,15	931,53
2004	105,00	-12,52	6,52	156,77
2005	117,00	-0,52	13,29	0,27
2006	92,00	-25,52	-573,69	651,32
2007	140,00	22,48	33,25	505,31
2008	119,00	1,48	-55,50	2,19
2009	80,00	-37,52	882,53	1.407,82
2010	94,00	-23,52	741,40	553,23
2011	86,00	-31,52	-78,14	993,57
2012	120,00	2,48	-5,01	6,15
2013	115,50	-2,02	23,28	4,08
2014	106,00	-11,52	-40,08	132,73
2015	121,00	3,48	97,34	12,10
2016	145,50	27,98	796,82	782,83
2017	146,00	28,48	811,06	811,06
2018	146,00	28,48	-498,98	811,06
2019	100,00	-17,52	-534,02	306,98
2020	148,00	30,48	868,02	928,97
2021	146,00	28,48	-1.040,08	811,06
2022	81,00	-36,52	676,40	1.333,78

Parameter Uji Independen			
Jumlah	5.053,4000	**n**	43
Rata-rata	117,5209	**Batas bawah**	-0,32262
r1	0,09549	**Batas atas**	0,27500
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	Cimarga BPSDA	9,34	45	1975–2019	40	1980–2019	-0,144	0,837	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.

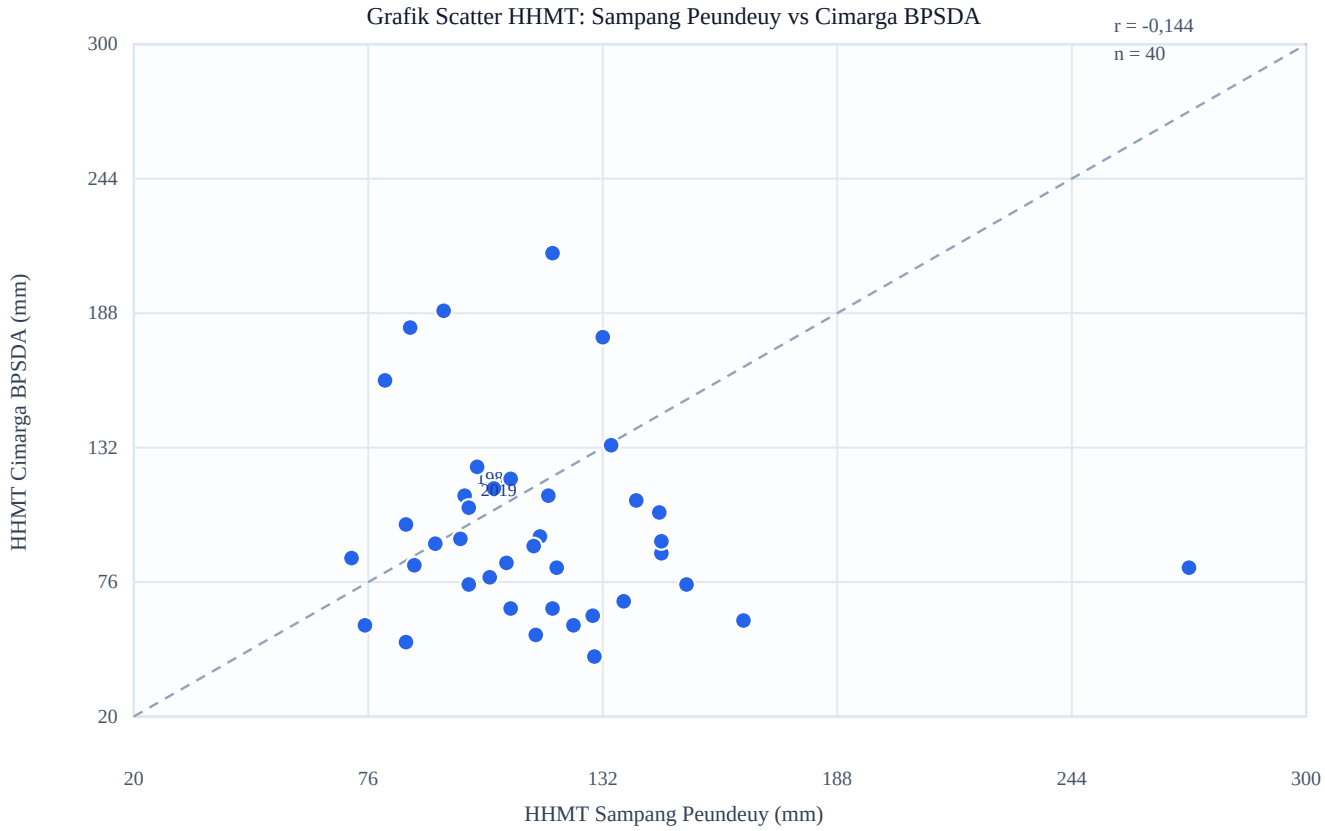
Catatan pemilihan pembanding: Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **Cimarga BPSDA** dengan skor 0,422, overlap 40 tahun, dan r = -0,144.

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.

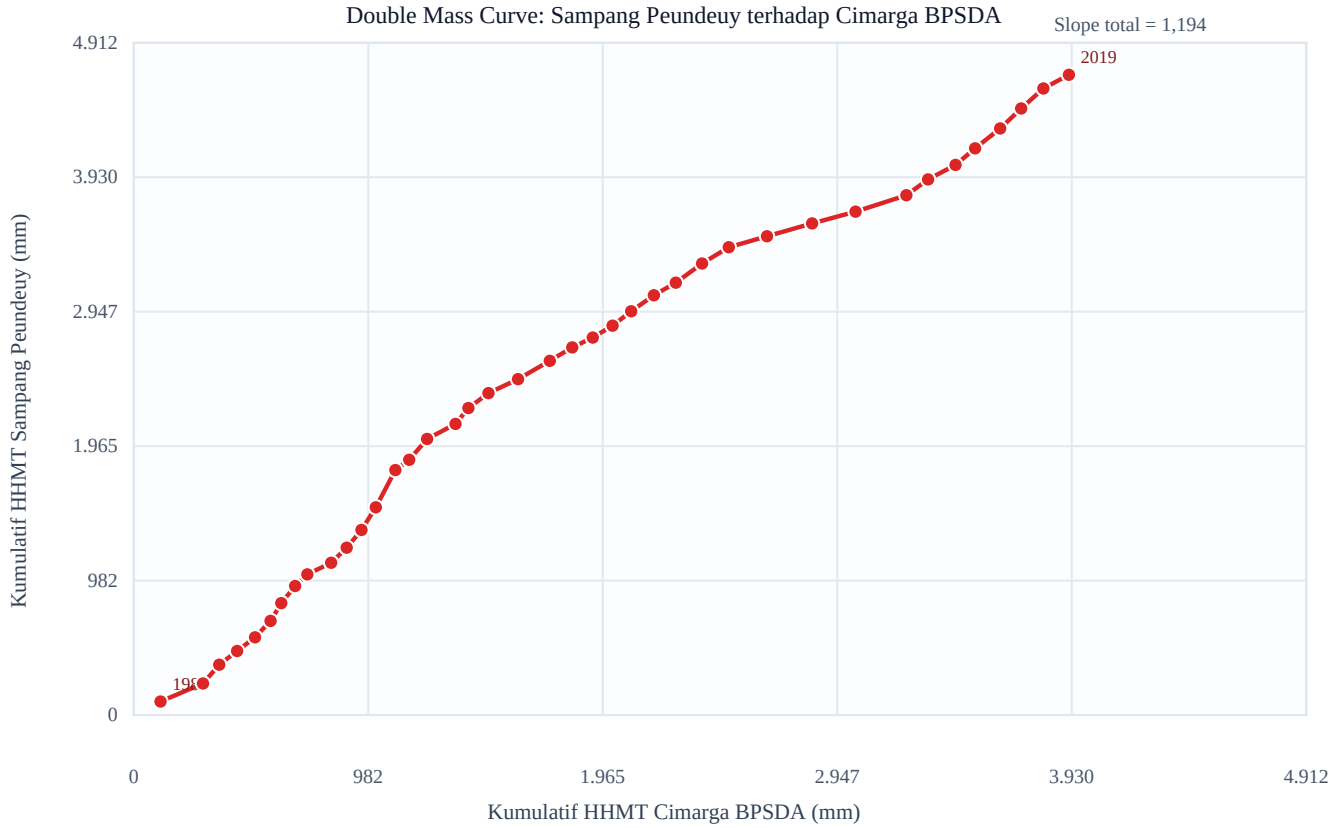
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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	43 tahun	Memenuhi	Layak untuk analisis frekuensi awal.
Tahun kosong	0 tahun	Baik	Tidak ada jeda tahun pada rentang data.
Uji pencilan	Ada indikasi pencilan	Perlu review	Nilai ekstrem perlu verifikasi lebih lanjut.
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Tidak homogen	Perlu review	Perlu pemeriksaan penyebab perbedaan antar periode.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama	Perlu review	Pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan: Cimarga BPSDA dengan overlap 40 tahun, korelasi r = -0,144, dan skor = 0,422.
Distribusi terbaik	Gumbel	Sementara	Perlu dibaca bersama evaluasi kewajaran hujan rancangan dan sensitivity analysis antar distribusi.

Catatan homogenitas: Hasil uji homogenitas menunjukkan F hitung lebih besar dari F kritis, sehingga varians kelompok data awal dan akhir berbeda secara signifikan. Kondisi ini dapat mengindikasikan perubahan karakteristik data, perubahan alat/pos, perubahan lingkungan sekitar pos hujan, atau perubahan rezim hujan. Data perlu ditinjau sebelum digunakan sebagai dasar desain final.

6. Statistik Deskriptif Curah Hujan

Jumlah data	43 tahun
Minimum	72,00 mm (2002)
Maksimum	272,00 mm (1993)
Rata-rata	117,52 mm
Median	115,50 mm
Standar deviasi sampel	33,62 mm
Koefisien variasi	0,286
Skewness sampel	2,313
Excess kurtosis	9,606

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (2,313), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (9,606) 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 pencilan, ketidakhomogenan, 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	111,997	113,742	110,569	111,805
5	141,710	140,377	136,510	139,234
10	161,382	156,697	154,882	158,001
20	180,252	171,594	173,705	176,470
25	186,238	176,195	179,977	182,426
50	204,677	190,063	200,401	201,076
100	222,980	203,467	222,617	220,046
200	241,217	216,561	247,096	239,413
1.000	283,460	246,279	315,500	286,122

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 = 117,521 mm; S = 33,621 mm; μ = 102,38950; β = 26,21451.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**111,997**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**141,710**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**161,382**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**180,252**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**186,238**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**204,677**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**222,980**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**241,217**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**283,460**

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 = 2,05592; S_Y = 0,10857.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,05592	**113,742**
5	80,000%	0,84162	2,14730	**140,377**
10	90,000%	1,28155	2,19506	**156,697**
20	95,000%	1,64485	2,23450	**171,594**
25	96,000%	1,75069	2,24599	**176,195**
50	98,000%	2,05375	2,27890	**190,063**
100	99,000%	2,32635	2,30849	**203,467**
200	99,500%	2,57583	2,33558	**216,561**
1.000	99,900%	3,09023	2,39143	**246,279**

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 = 2,05592; S_Y = 0,10857; C_s = 0,76456.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,11319	2,04363	**110,569**
5	80,000%	0,84162	0,72987	2,13516	**136,510**
10	90,000%	1,28155	1,23495	2,19000	**154,882**
20	95,000%	1,64485	1,69374	2,23981	**173,705**
25	96,000%	1,75069	1,83565	2,25522	**179,977**
50	98,000%	2,05375	2,26561	2,30190	**200,401**
100	99,000%	2,32635	2,68616	2,34756	**222,617**
200	99,500%	2,57583	3,10348	2,39287	**247,096**
1.000	99,900%	3,09023	4,08104	2,49900	**315,500**

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 = 103,16543; α = 23,42269; k = -0,03491. L1 = 117,52093; L2 = 16,78494; t3 = 0,19244.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**111,805**
5	80,000%	**139,234**
10	90,000%	**158,001**
20	95,000%	**176,470**
25	96,000%	**182,426**
50	98,000%	**201,076**
100	99,000%	**220,046**
200	99,500%	**239,413**
1.000	99,900%	**286,122**

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	**0,07171**	**0,24000**	**Diterima**	**4,96580**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Normal	0,05523	0,24000	Diterima	11,04944	5,93687	Ditolak	Pembanding untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,07408	0,24000	Diterima	3,71043	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,05692	0,24000	Diterima	4,49194	3,74676	Ditolak	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 = 111,997 mm; rata-rata HHMT = 117,52 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 = 111,997 mm; median HHMT = 115,50 mm; rasio R2/median = 0,97	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Gumbel = 222,980 mm; maksimum historis = 272,00 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 = 283,460 mm; maksimum historis = 272,00 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	176,195	186,238	10,043	5,5%	Selisih kecil-sedang
50	190,063	204,677	14,614	7,3%	Selisih kecil-sedang
100	203,467	222,980	19,514	9,0%	Selisih kecil-sedang
1000	246,279	315,500	69,221	24,5%	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 = 222,980 mm. R1000 = 283,460 mm. Maksimum historis = 272,00 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 43 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data menunjukkan indikasi pencilan yang perlu review, tidak menunjukkan tren signifikan, tidak homogen, dan independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Gumbel.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 222,980 mm dibanding maksimum historis 272,00 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 Cimarga BPSDA dengan overlap 40 tahun, r = -0,144, skor = 0,422, dan interpretasi Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama.
6. Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.
7. Dengan mempertimbangkan hasil uji data, evaluasi kewajaran, dan konsistensi antarstasiun, hasil hujan rancangan dapat digunakan sebagai 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	Periksa riwayat stasiun, perubahan alat, perpindahan lokasi, dan lingkungan sekitar pos hujan.	Menilai kemungkinan penyebab ketidakhomogenan seri 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	$\bar{x}$	117,521	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	33,621	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	102,38950	-
Gumbel	Parameter skala	β	26,21451	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,05592	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,10857	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,05592	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,10857	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	0,76456	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	103,16543	-
GEV	Parameter skala	α	23,42269	-
GEV	Parameter bentuk	k	-0,03491	-

15. Catatan Kelayakan dan Penggunaan Hasil

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