

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Parangjoho, WONOGIRI, JAWA TENGAH

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/2>

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
42 tahun	90,52 mm	223,00 mm	Log Pearson III

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 42 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan pencilan. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **Log Pearson III**. 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	Parangjoho	Periode Data	1978 s.d. 2019
Lokasi	Desa Eromoko, Kec. Eromoko, WONOGIRI	Provinsi	JAWA TENGAH
Wilayah Sungai	Bengawan Solo	Koordinat	-7.951409, 110.817714
Pengelola	BBWS Bengawan Solo		

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	SongPutri	Sindukarto, Eromoko, WONOGIRI	4,85	43 tahun	1977-2019

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	42 tahun	Tahun kosong	0 tahun
Data HHMT < 50 mm	2 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 1978-2019.

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.

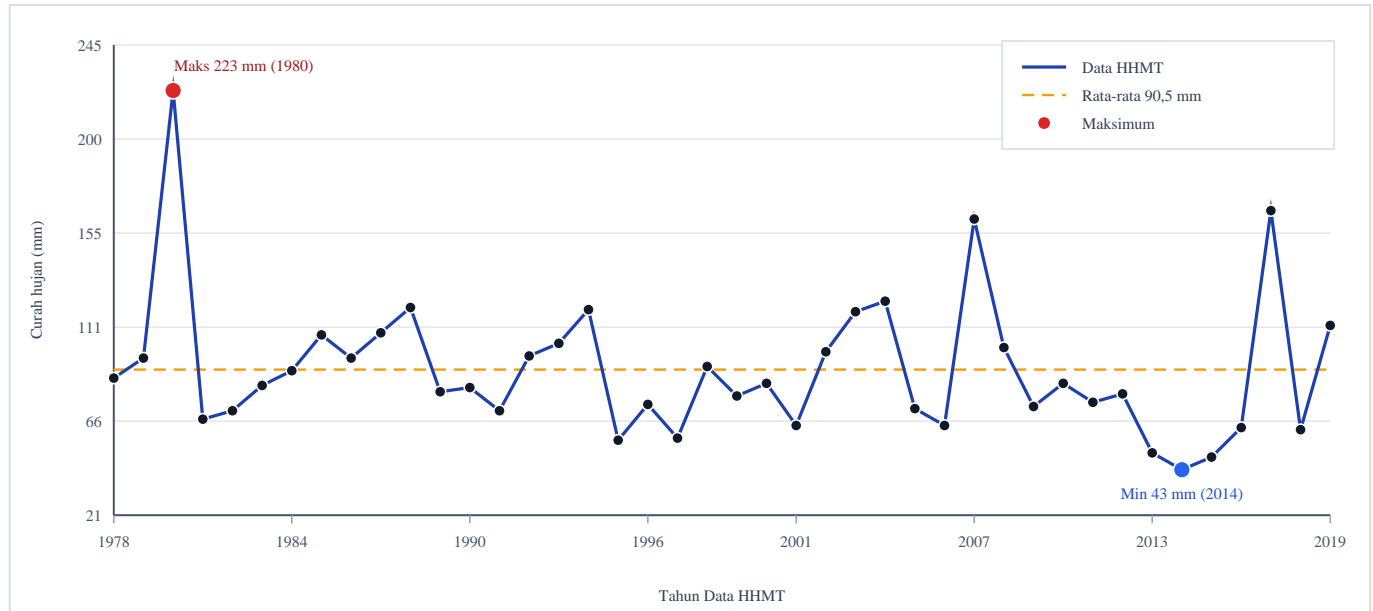
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1978	86,50	17-08-1978	OK
2	1979	96,00	02-04-1979	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1980	223,00	28-11-1980	Pencilan atas
4	1981	67,00	01-02-1981	OK
5	1982	71,00	16-02-1982	OK
6	1983	83,00	28-10-1983	OK
7	1984	90,00	01-12-1984	OK
8	1985	107,00	24-12-1985	OK
9	1986	96,00	09-01-1986	OK
10	1987	108,00	10-12-1987	OK
11	1988	120,00	05-02-1988	OK
12	1989	80,00	26-02-1989	OK
13	1990	82,00	06-04-1990	OK
14	1991	71,00	15-01-1991	OK
15	1992	97,00	10-02-1992	OK
16	1993	103,00	11-03-1993	OK
17	1994	119,00	19-03-1994	OK
18	1995	57,00	05-12-1995	OK
19	1996	74,00	27-12-1996	OK
20	1997	58,00	15-12-1997	OK
21	1998	92,00	02-07-1998	OK
22	1999	78,00	17-11-1999	OK
23	2000	84,00	03-03-2000	OK
24	2001	64,00	24-03-2001	OK
25	2002	99,00	30-01-2002	OK
26	2003	118,00	06-03-2003	OK
27	2004	123,00	27-01-2004	OK
28	2005	72,00	06-01-2005	OK
29	2006	64,00	20-03-2006	OK
30	2007	162,00	26-12-2007	OK
31	2008	101,00	25-11-2008	OK
32	2009	73,00	09-05-2009	OK
33	2010	84,00	30-10-2010	OK
34	2011	75,00	15-02-2011	OK
35	2012	79,00	22-02-2012	OK
36	2013	51,00	18-12-2013	OK
37	2014	43,00	17-12-2014	Perlu cek
38	2015	49,00	29-03-2015	Perlu cek
39	2016	63,00	08-10-2016	OK
40	2017	166,00	28-11-2017	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
41	2018	62,00	11-01-2018	OK
42	2019	111,50	30-01-2019	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	223,00 mm pada tahun 1980	Nilai minimum	43,00 mm pada tahun 2014
Jumlah data > 150 mm	3 data	Jumlah data < 50 mm	2 data
Jumlah pencilan terdeteksi	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
1980	223,00 mm	34,93 mm	209,39 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	2	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	15	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
1981	67,00	01-02-1981	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1982	71,00	16-02-1982	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1991	71,00	15-01-1991	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1995	57,00	05-12-1995	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1996	74,00	27-12-1996	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1997	58,00	15-12-1997	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2001	64,00	24-03-2001	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2005	72,00	06-01-2005	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2006	64,00	20-03-2006	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2009	73,00	09-05-2009	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2013	51,00	18-12-2013	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2014	43,00	17-12-2014	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2015	49,00	29-03-2015	Sangat rendah, perlu cek kelengkapan data harian.
2016	63,00	08-10-2016	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2018	62,00	11-01-2018	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1980	223,00	28-11-1980	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2007	162,00	26-12-2007	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
2017	166,00	28-11-2017	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	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: 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.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,7000
Uji Pencilan	Batas bawah	34,93 mm
Uji Pencilan	Batas atas	209,39 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1

Uji	Parameter	Nilai
Uji Tren	r Spearman	-0,24200
Uji Tren	t hitung	-1,57741
Uji Tren	t kritis	2,02108
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,04697
Uji Homogenitas	F kritis	2,46448
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	1.189,61190
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	1.136,24048
Uji Independensi	r1 lag-1	-0,00112
Uji Independensi	Batas bawah	-0,32673
Uji Independensi	Batas atas	0,27795

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

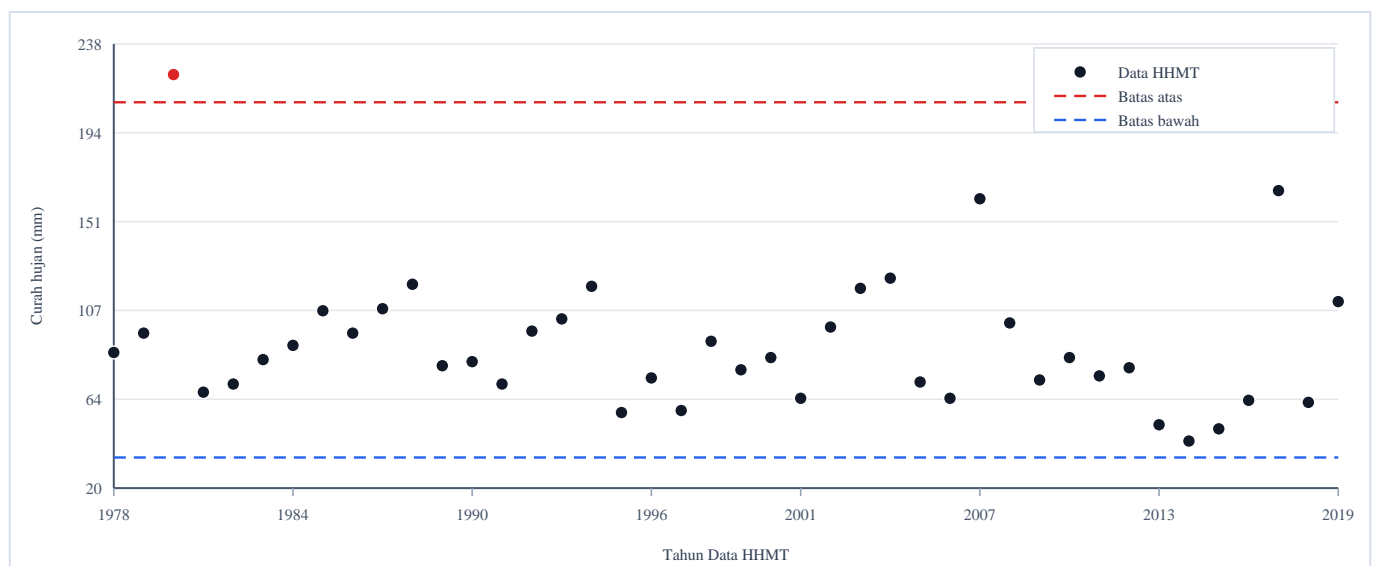
No.	Tahun	Data	Log X	$\log Xi - \log X$	$(\log Xi - \log X)^2$	$(\log Xi - \log X)^3$	X max	X min	Status
1	1978	86,50	1,937016	0,00497	0,00002	0,00000	209,39	34,93	Accept
2	1979	96,00	1,982271	0,05022	0,00252	0,00013	209,39	34,93	Accept
3	1980	223,00	2,348305	0,41625	0,17327	0,07212	209,39	34,93	Pencilan atas
4	1981	67,00	1,826075	-0,10598	0,01123	-0,00119	209,39	34,93	Accept
5	1982	71,00	1,851258	-0,08079	0,00653	-0,00053	209,39	34,93	Accept
6	1983	83,00	1,919078	-0,01297	0,00017	0,00000	209,39	34,93	Accept
7	1984	90,00	1,954243	0,02219	0,00049	0,00001	209,39	34,93	Accept
8	1985	107,00	2,029384	0,09733	0,00947	0,00092	209,39	34,93	Accept
9	1986	96,00	1,982271	0,05022	0,00252	0,00013	209,39	34,93	Accept
10	1987	108,00	2,033424	0,10137	0,01028	0,00104	209,39	34,93	Accept
11	1988	120,00	2,079181	0,14713	0,02165	0,00319	209,39	34,93	Accept
12	1989	80,00	1,903090	-0,02896	0,00084	-0,00002	209,39	34,93	Accept
13	1990	82,00	1,913814	-0,01824	0,00033	-0,00001	209,39	34,93	Accept
14	1991	71,00	1,851258	-0,08079	0,00653	-0,00053	209,39	34,93	Accept
15	1992	97,00	1,986772	0,05472	0,00299	0,00016	209,39	34,93	Accept
16	1993	103,00	2,012837	0,08079	0,00653	0,00053	209,39	34,93	Accept
17	1994	119,00	2,075547	0,14350	0,02059	0,00295	209,39	34,93	Accept
18	1995	57,00	1,755875	-0,17618	0,03104	-0,00547	209,39	34,93	Accept
19	1996	74,00	1,869232	-0,06282	0,00395	-0,00025	209,39	34,93	Accept
20	1997	58,00	1,763428	-0,16862	0,02843	-0,00479	209,39	34,93	Accept
21	1998	92,00	1,963788	0,03174	0,00101	0,00003	209,39	34,93	Accept
22	1999	78,00	1,892095	-0,03996	0,00160	-0,00006	209,39	34,93	Accept
23	2000	84,00	1,924279	-0,00777	0,00006	0,00000	209,39	34,93	Accept
24	2001	64,00	1,806180	-0,12587	0,01584	-0,00199	209,39	34,93	Accept
25	2002	99,00	1,995635	0,06358	0,00404	0,00026	209,39	34,93	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
26	2003	118,00	2,071882	0,13983	0,01955	0,00273	209,39	34,93	Accept
27	2004	123,00	2,089905	0,15785	0,02492	0,00393	209,39	34,93	Accept
28	2005	72,00	1,857332	-0,07472	0,00558	-0,00042	209,39	34,93	Accept
29	2006	64,00	1,806180	-0,12587	0,01584	-0,00199	209,39	34,93	Accept
30	2007	162,00	2,209515	0,27746	0,07699	0,02136	209,39	34,93	Accept
31	2008	101,00	2,004321	0,07227	0,00522	0,00038	209,39	34,93	Accept
32	2009	73,00	1,863323	-0,06873	0,00472	-0,00032	209,39	34,93	Accept
33	2010	84,00	1,924279	-0,00777	0,00006	0,00000	209,39	34,93	Accept
34	2011	75,00	1,875061	-0,05699	0,00325	-0,00019	209,39	34,93	Accept
35	2012	79,00	1,897627	-0,03442	0,00118	-0,00004	209,39	34,93	Accept
36	2013	51,00	1,707570	-0,22448	0,05039	-0,01131	209,39	34,93	Accept
37	2014	43,00	1,633468	-0,29858	0,08915	-0,02662	209,39	34,93	Accept
38	2015	49,00	1,690196	-0,24185	0,05849	-0,01415	209,39	34,93	Accept
39	2016	63,00	1,799341	-0,13271	0,01761	-0,00234	209,39	34,93	Accept
40	2017	166,00	2,220108	0,28806	0,08298	0,02390	209,39	34,93	Accept
41	2018	62,00	1,792392	-0,13966	0,01950	-0,00272	209,39	34,93	Accept
42	2019	111,50	2,047275	0,11522	0,01328	0,00153	209,39	34,93	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	42	Jumlah hujan	3.802,0000
Rataan hujan	90,5238	Rataan log X	1,932050
S log	0,144041	CS log	0,51726
Kn	2,70000	n	42
Log XH	2,32096	XH / batas atas	209,393
Log XL	1,54314	XL / batas bawah	34,925
X maksimum data	223,000	Keputusan maksimum	Detect pencilan Max
X minimum data	43,000	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

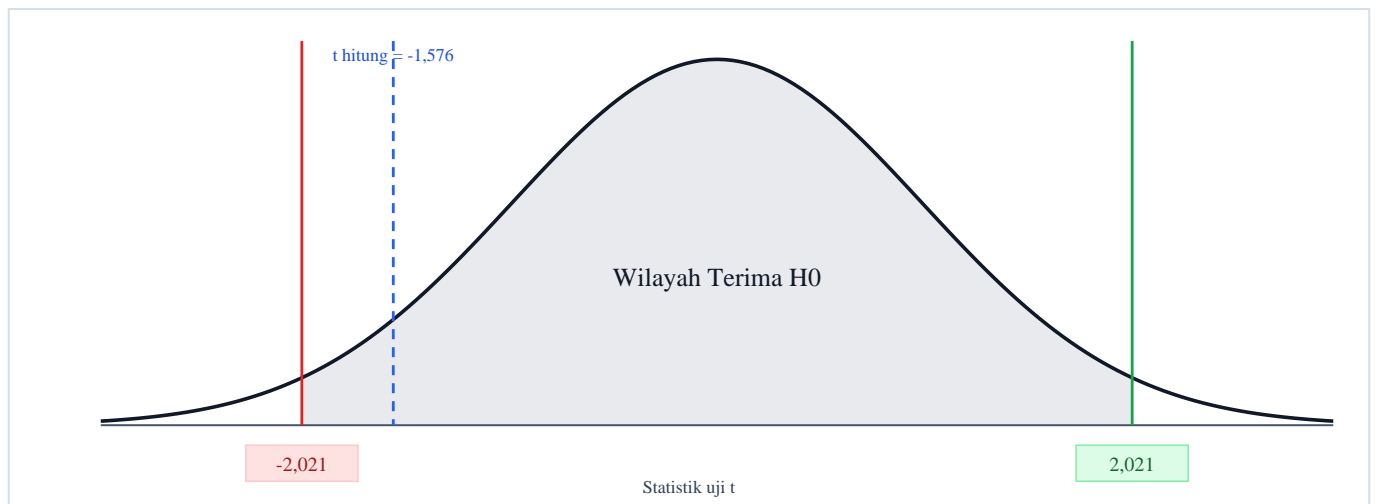
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
1978	86,50	1	43,00	24,00	1,00	-23,00	529,00
1979	96,00	2	49,00	27,50	2,00	-25,50	650,25
1980	223,00	3	51,00	42,00	3,00	-39,00	1.521,00
1981	67,00	4	57,00	10,00	4,00	-6,00	36,00
1982	71,00	5	58,00	11,50	5,00	-6,50	42,25
1983	83,00	6	62,00	21,00	6,00	-15,00	225,00
1984	90,00	7	63,00	25,00	7,00	-18,00	324,00
1985	107,00	8	64,00	33,00	8,00	-25,00	625,00
1986	96,00	9	64,00	27,50	9,00	-18,50	342,25
1987	108,00	10	67,00	34,00	10,00	-24,00	576,00
1988	120,00	11	71,00	38,00	11,00	-27,00	729,00
1989	80,00	12	71,00	19,00	12,00	-7,00	49,00
1990	82,00	13	72,00	20,00	13,00	-7,00	49,00
1991	71,00	14	73,00	11,50	14,00	2,50	6,25
1992	97,00	15	74,00	29,00	15,00	-14,00	196,00
1993	103,00	16	75,00	32,00	16,00	-16,00	256,00
1994	119,00	17	78,00	37,00	17,00	-20,00	400,00
1995	57,00	18	79,00	4,00	18,00	14,00	196,00
1996	74,00	19	80,00	15,00	19,00	4,00	16,00
1997	58,00	20	82,00	5,00	20,00	15,00	225,00
1998	92,00	21	83,00	26,00	21,00	-5,00	25,00
1999	78,00	22	84,00	17,00	22,00	5,00	25,00
2000	84,00	23	84,00	22,50	23,00	0,50	0,25
2001	64,00	24	86,50	8,50	24,00	15,50	240,25
2002	99,00	25	90,00	30,00	25,00	-5,00	25,00
2003	118,00	26	92,00	36,00	26,00	-10,00	100,00
2004	123,00	27	96,00	39,00	27,00	-12,00	144,00
2005	72,00	28	96,00	13,00	28,00	15,00	225,00
2006	64,00	29	97,00	8,50	29,00	20,50	420,25
2007	162,00	30	99,00	40,00	30,00	-10,00	100,00
2008	101,00	31	101,00	31,00	31,00	0,00	0,00
2009	73,00	32	103,00	14,00	32,00	18,00	324,00
2010	84,00	33	107,00	22,50	33,00	10,50	110,25
2011	75,00	34	108,00	16,00	34,00	18,00	324,00
2012	79,00	35	111,50	18,00	35,00	17,00	289,00
2013	51,00	36	118,00	3,00	36,00	33,00	1.089,00
2014	43,00	37	119,00	1,00	37,00	36,00	1.296,00
2015	49,00	38	120,00	2,00	38,00	36,00	1.296,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
2016	63,00	39	123,00	7,00	39,00	32,00	1.024,00
2017	166,00	40	162,00	41,00	40,00	-1,00	1,00
2018	62,00	41	166,00	6,00	41,00	35,00	1.225,00
2019	111,50	42	223,00	35,00	42,00	7,00	49,00

Parameter Uji Tren			
n	42	df	40
Total D ²	15.325,0000	Kp / r Spearman	-0,24180
t hitung	-1,57601	t tabel	2,02108
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.

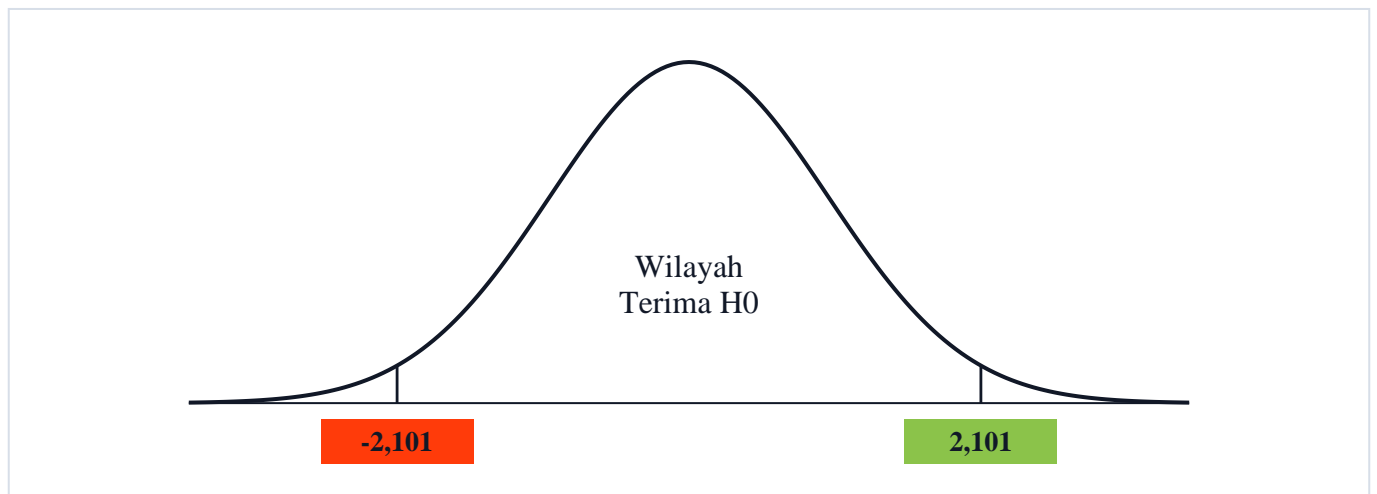
Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	86,50	78,00
2	96,00	84,00
3	223,00	64,00
4	67,00	99,00
5	71,00	118,00
6	83,00	123,00
7	90,00	72,00
8	107,00	64,00
9	96,00	162,00
10	108,00	101,00
11	120,00	73,00
12	80,00	84,00

No.	Variabel 1	Variabel 2
13	82,00	75,00
14	71,00	79,00
15	97,00	51,00
16	103,00	43,00
17	119,00	49,00
18	57,00	63,00
19	74,00	166,00
20	58,00	62,00
21	92,00	111,50

Uji F			
Varians 1	1.189,61190	df 1	20
Varians 2	1.136,24048	df 2	20
F hitung	1,04697	N1	21
F tabel atas	2,46448	N2	21
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

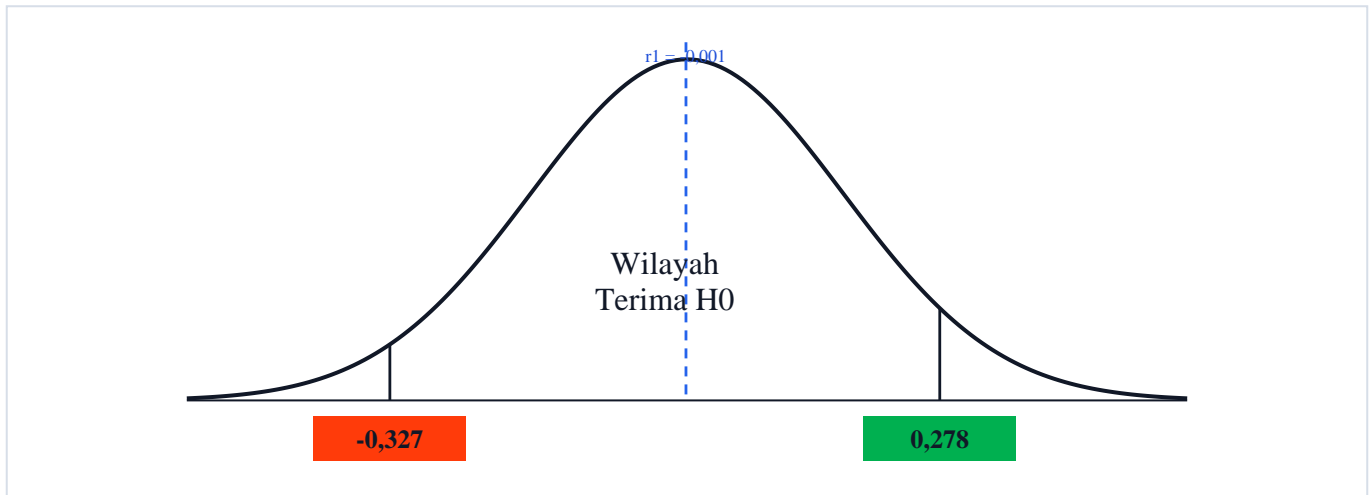
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1978	86,50	-4,02	-22,04	16,19
1979	96,00	5,48	725,46	29,99
1980	223,00	132,48	-3.116,34	17.549,94
1981	67,00	-23,52	459,27	553,37
1982	71,00	-19,52	146,89	381,18
1983	83,00	-7,52	3,94	56,61
1984	90,00	-0,52	-8,63	0,27
1985	107,00	16,48	90,23	271,46

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1986	96,00	5,48	95,70	29,99
1987	108,00	17,48	515,13	305,42
1988	120,00	29,48	-310,20	868,85
1989	80,00	-10,52	89,70	110,75
1990	82,00	-8,52	166,42	72,66
1991	71,00	-19,52	-126,44	381,18
1992	97,00	6,48	80,80	41,94
1993	103,00	12,48	355,27	155,66
1994	119,00	28,48	-954,63	810,89
1995	57,00	-33,52	553,94	1.123,85
1996	74,00	-16,52	537,42	273,04
1997	58,00	-32,52	-48,01	1.057,80
1998	92,00	1,48	-18,49	2,18
1999	78,00	-12,52	81,70	156,85
2000	84,00	-6,52	173,04	42,56
2001	64,00	-26,52	-224,82	703,51
2002	99,00	8,48	232,89	71,85
2003	118,00	27,48	892,32	754,94
2004	123,00	32,48	-601,58	1.054,70
2005	72,00	-18,52	491,32	343,13
2006	64,00	-26,52	-1.895,82	703,51
2007	162,00	71,48	748,80	5.108,85
2008	101,00	10,48	-183,58	109,75
2009	73,00	-17,52	114,32	307,08
2010	84,00	-6,52	101,27	42,56
2011	75,00	-15,52	178,89	240,99
2012	79,00	-11,52	455,46	132,80
2013	51,00	-39,52	1.878,32	1.562,13
2014	43,00	-47,52	1.973,37	2.258,51
2015	49,00	-41,52	1.142,89	1.724,23
2016	63,00	-27,52	-2.077,39	757,56
2017	166,00	75,48	-2.152,87	5.696,66
2018	62,00	-28,52	-598,32	813,61
2019	111,50	20,98	-84,40	440,00

Parameter Uji Independen			
Jumlah	3.802,0000	n	42
Rata-rata	90,5238	Batas bawah	-0,32673
r1	-0,00112	Batas atas	0,27795
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 Pemanding	Jarak (km)	Panjang Data	Periode Data	Tahun Overlap	Periode Overlap	r	Rasio Rata-rata	MAE (mm)	RMSE (mm)	Kesimpulan
1	SongPutri	4,85	43	1977-2019	42	1978-2019	0,261	1,174	36,89	51,30	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama

Catatan interpretasi: Korelasi $r \geq 0,70$ 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.

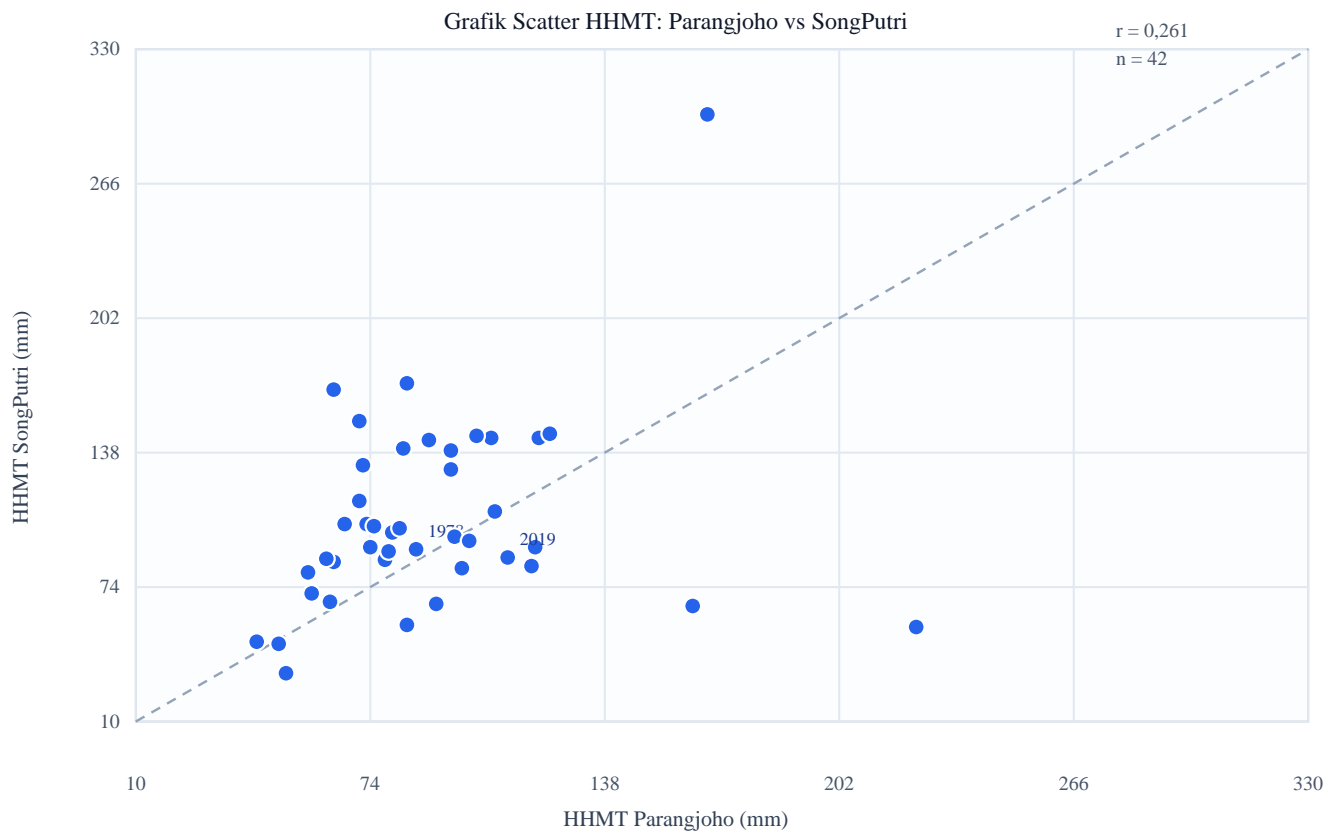
Catatan pemilihan pembanding: Stasiun pembanding terbaik dipilih berdasarkan skor gabungan korelasi Pearson, jumlah tahun overlap, jarak stasiun, dan rasio rata-rata HHMT yang mendekati 1,0. Dengan kriteria ini, stasiun terpilih adalah **SongPutri** dengan skor 0,555, overlap 42 tahun, dan $r = 0,261$.

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.

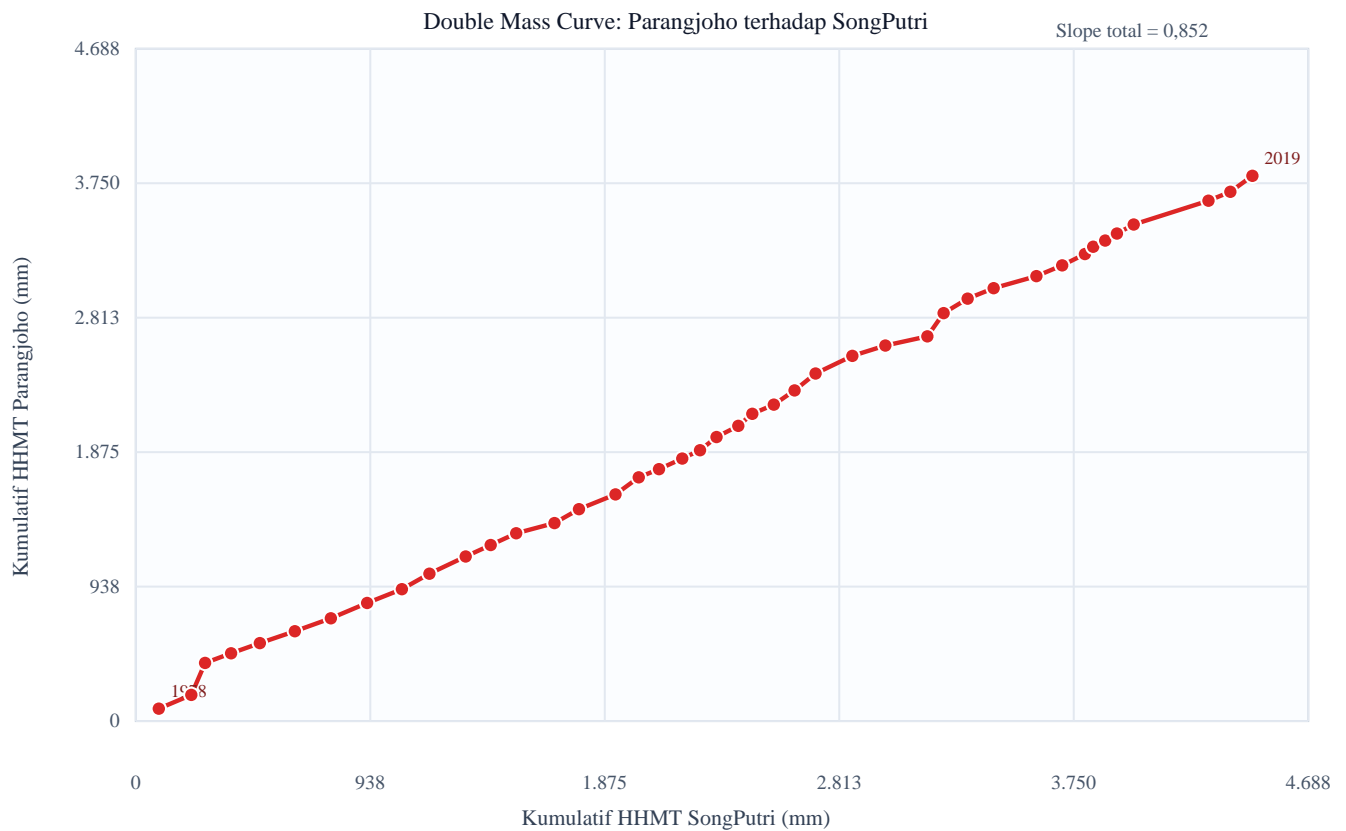
5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

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

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Panjang data	42 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	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama	Perlu review	Pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan: SongPutri dengan overlap 42 tahun, korelasi $r = 0,261$, dan skor = 0,555.
Distribusi terbaik	Log Pearson III	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	42 tahun
Minimum	43,00 mm (2014)
Maksimum	223,00 mm (1980)
Rata-rata	90,52 mm
Median	83,50 mm
Standar deviasi sampel	33,90 mm
Koefisien variasi	0,374
Skewness sampel	1,840
Excess kurtosis	5,023

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (1,840), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (5,023) 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 perencanaan.

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, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Pearson III dipilih sebagai distribusi

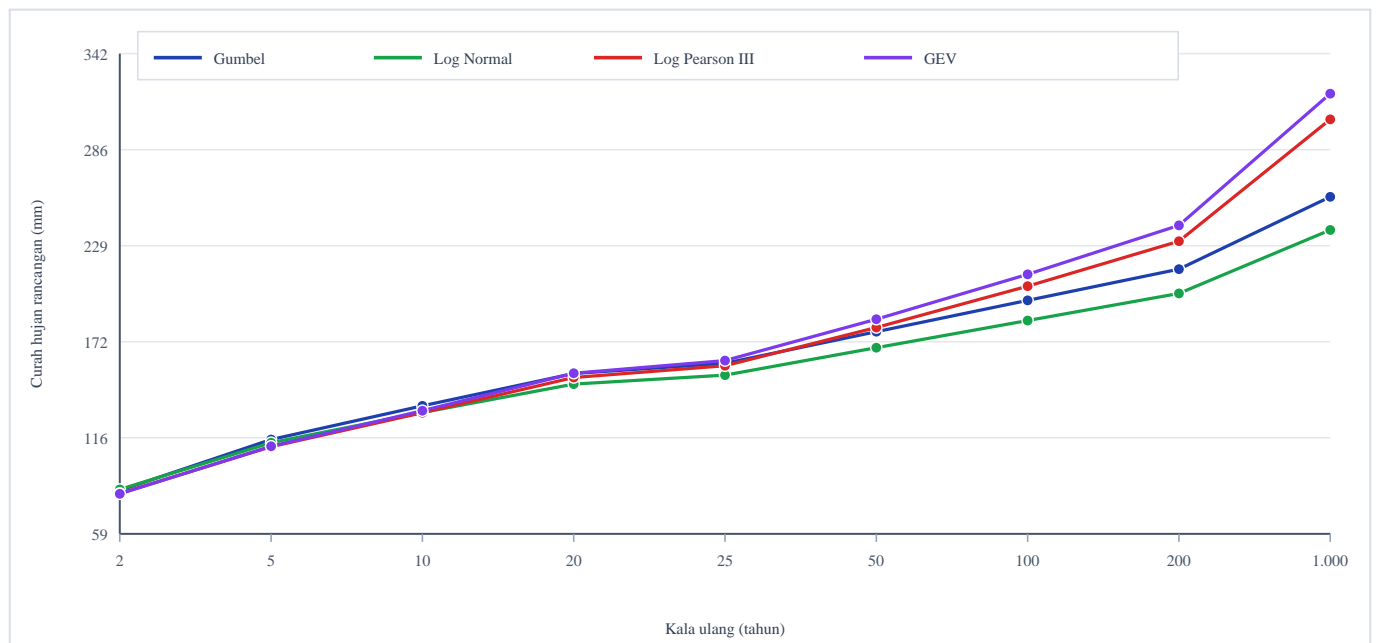
terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencanaan.

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	84,954	85,517	83,188	82,929
5	114,913	113,052	110,680	110,952
10	134,749	130,812	130,701	131,888
20	153,775	147,563	151,437	153,962
25	159,811	152,834	158,364	161,403
50	178,403	168,995	180,885	185,748
100	196,858	184,987	205,211	212,195
200	215,246	200,944	231,693	241,018
1.000	257,840	238,326	303,466	318,589

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: $X_T = \mu + \beta \times Y_T$; $Y_T = -\ln[-\ln(P)]$. Parameter: $\bar{x} = 90,524$ mm; $S = 33,900$ mm; $\mu = 75,26678$; $\beta = 26,43210$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	84,954
5	80,000%	1,49994	0,71945	114,913
10	90,000%	2,25037	1,30455	134,749
20	95,000%	2,97020	1,86580	153,775
25	96,000%	3,19853	2,04383	159,811
50	98,000%	3,90194	2,59228	178,403
100	99,000%	4,60015	3,13667	196,858
200	99,500%	5,29581	3,67907	215,246
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	257,840

8.2 Metode Log Normal

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data menjadi $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung rata-rata log (Y_{bar}) 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 $Y_T = Y_{bar} + K_T \times S_Y$.
6. Konversi menjadi $X_T = 10^{Y_T}$.

Rumus: $Y = \log_{10}(X)$; $Y_T = Y_{bar} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $Y_{bar} = 1,93205$; $S_Y = 0,14404$.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,93205	85,517
5	80,000%	0,84162	2,05328	113,052
10	90,000%	1,28155	2,11665	130,812
20	95,000%	1,64485	2,16898	147,563
25	96,000%	1,75069	2,18422	152,834
50	98,000%	2,05375	2,22787	168,995
100	99,000%	2,32635	2,26714	184,987
200	99,500%	2,57583	2,30308	200,944
1.000	99,900%	3,09023	2,37717	238,326

8.3 Metode Log Pearson III

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data HHMT menjadi $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung Y_{bar} , 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 $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$.
6. Konversi menjadi $X_T = 10^{Y_T}$.

Rumus: $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $\bar{Y} = 1,93205$; $S_Y = 0,14404$; $C_s = 0,51726$.

T	P	Z	K _T	log X _T	X _T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,08323	1,92006	83,188
5	80,000%	0,84162	0,77768	2,04407	110,680
10	90,000%	1,28155	1,27899	2,11628	130,701
20	95,000%	1,64485	1,72300	2,18023	151,437
25	96,000%	1,75069	1,85785	2,19966	158,364
50	98,000%	2,05375	2,25874	2,25740	180,885
100	99,000%	2,32635	2,63918	2,31220	205,211
200	99,500%	2,57583	3,00513	2,36491	231,693
1.000	99,900%	3,09023	3,81876	2,48211	303,466

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: $\xi = 74,70794$; $\alpha = 21,90586$; $k = -0,12874$. $L1 = 90,52381$; $L2 = 17,35830$; $t3 = 0,25496$.

T	P	X _T (mm)
2	50,000%	82,929
5	80,000%	110,952
10	90,000%	131,888
20	95,000%	153,962
25	96,000%	161,403
50	98,000%	185,748
100	99,000%	212,195
200	99,500%	241,018
1.000	99,900%	318,589

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

Distribusi terbaik sementara: Log Pearson III. Pemilihan distribusi terbaik bersifat sementara dan perlu ditinjau bersama kualitas data, uji data awal, serta pertimbangan teknis perencanaan.

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,05851	0,24000	Diterima	1,26546	5,93687	Diterima	-
Log Normal	0,05640	0,24000	Diterima	1,91272	5,93687	Diterima	Pembandingan untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,04422	0,24000	Diterima	0,80459	3,74676	Diterima	Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.
GEV	0,04943	0,24000	Diterima	0,73347	3,74676	Diterima	Distribusi ekstrem utama; hasil perlu dilihat bersama uji Chi-Square.

Catatan: Untuk data kurang dari 50 tahun, uji Chi-Square dipakai sebagai indikator pendukung bersama uji Kolmogorov-Smirnov, kualitas data, dan pertimbangan teknis.

10. Evaluasi Kewajaran Hujan Rancangan

10.1. Pemeriksaan Kewajaran Dasar

Evaluasi kewajaran hidrologis dilakukan untuk menilai apakah nilai hujan rancangan masih konsisten terhadap statistik data historis dan perbedaan antar distribusi. Evaluasi ini tidak menggantikan keputusan teknis perencana, tetapi menjadi alat kontrol sebelum hasil digunakan untuk debit banjir rencana.

Aspek Evaluasi	Hasil Pemeriksaan	Status	Catatan Teknis
R2 terhadap rata-rata HHMT	R2 Log Pearson III = 83,188 mm; rata-rata HHMT = 90,52 mm; rasio R2/rata-rata = 0,92	Wajar	Hujan rancangan T=2 umumnya berada di sekitar nilai pusat data. Selisih besar dapat menunjukkan pengaruh bentuk distribusi atau karakter data.
R2 terhadap median HHMT	R2 Log Pearson III = 83,188 mm; median HHMT = 83,50 mm; rasio R2/median = 1,00	Wajar	Median dipakai sebagai pembandingan karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Pearson III = 205,211 mm; maksimum historis = 223,00 mm	Perlu review	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis; hasil ini tidak otomatis salah, tetapi perlu justifikasi teknis dan pembandingan distribusi.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Pearson III = 303,466 mm; maksimum historis = 223,00 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	152,834	161,403	8,568	5,4%	Selisih kecil-sedang
50	168,995	185,748	16,752	9,4%	Selisih kecil-sedang
100	184,987	212,195	27,208	13,6%	Selisih kecil-sedang
1000	238,326	318,589	80,263	28,7%	Selisih besar

Catatan kewajaran:

- Nilai R100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis, sehingga hasil perlu diberi catatan kewajaran.
- Jumlah data kurang dari 50 tahun; uji kecocokan dan ekstrapolasi kala ulang tinggi perlu dibaca sebagai indikasi, bukan keputusan tunggal.

Rekomendasi penggunaan: Hasil distribusi Log Pearson III dapat digunakan sebagai hasil statistik terpilih sementara. Untuk kebutuhan desain, terutama kala ulang menengah-besar, disarankan tetap melakukan *sensitivity analysis* terhadap Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV; memeriksa konsistensi dengan stasiun hujan terdekat; serta mempertimbangkan kewajaran regional sebelum menetapkan hujan rancangan final.

11. Rekomendasi Distribusi untuk Desain

Rekomendasi distribusi untuk desain disusun dengan mempertimbangkan distribusi terbaik sementara, kualitas data, hasil evaluasi kewajaran, dan kebutuhan penggunaan desain.

Tujuan Penggunaan	Distribusi/Strategi Disarankan	Catatan Teknis
Analisis statistik awal	Log Pearson III	Distribusi Log Pearson III merupakan distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan statistik yang tersedia. Namun nilai R100 distribusi terpilih lebih kecil dari maksimum historis, sehingga perlu perbandingan dengan distribusi lain sebelum digunakan sebagai angka final desain.
Analisis desain konservatif	Bandingkan Gumbel, Log Pearson III, dan GEV	Gunakan <i>sensitivity analysis</i> 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 = 205,211 mm. R1000 = 303,466 mm. Maksimum historis = 223,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi Log Pearson III 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

- Data HHMT memiliki panjang data 42 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
- Hasil uji data menunjukkan seri data menunjukkan indikasi pencilan yang perlu review, tidak menunjukkan tren signifikan, homogen, dan independen.
- Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Log Pearson III.
- Nilai R100 distribusi terpilih adalah 205,211 mm dibanding maksimum historis 223,00 mm. Nilai ini perlu diberi catatan kewajaran karena lebih kecil dari maksimum historis.
- Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa pembanding terbaik berdasarkan skor gabungan adalah SongPutri dengan overlap 42 tahun, $r = 0,261$, skor = 0,555, dan interpretasi Tidak direkomendasikan sebagai pembanding utama.
- Tidak terdapat indikasi tren signifikan berdasarkan uji data yang digunakan.
- 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	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
3	Lakukan sensitivity analysis terhadap distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.	Menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap curah hujan rancangan kala ulang menengah-besar.	Tinggi
4	Gunakan distribusi Log Pearson III sebagai hasil statistik sementara dan tetapkan distribusi desain melalui pertimbangan teknis.	Menghindari penggunaan otomatis hasil statistik tanpa evaluasi desain.	Tinggi
5	Untuk analisis debit banjir rencana, lanjutkan ke hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, dan transformasi hujan-limpasan.	Menghubungkan hasil HHMT dengan proses perhitungan debit banjir rencana.	Tinggi
6	Apabila data debit observasi tersedia, lakukan kalibrasi atau validasi hasil debit banjir terhadap kejadian historis.	Meningkatkan keandalan hasil analisis hidrologi desain.	Sedang

14. Detail Parameter Distribusi

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Gumbel	Rata-rata	\bar{x}	90,524	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	33,900	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	75,26678	-
Gumbel	Parameter skala	β	26,43210	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,93205	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,14404	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,93205	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,14404	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	0,51726	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	74,70794	-
GEV	Parameter skala	α	21,90586	-
GEV	Parameter bentuk	k	-0,12874	-

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, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Pearson III dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencanaan.

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.