Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun Jiwan, MADIUN, JAWA TIMUR
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/61

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
44 tahun	**100,77 mm**	**145,00 mm**	**Log Normal**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 44 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **Log Normal**. Karena status uji data masih perlu review teknis, hasil curah hujan rancangan perlu digunakan sebagai hasil sementara sampai verifikasi data selesai.

1. Informasi Stasiun Hujan

Nama Stasiun	Jiwan	**Periode Data**	1976 s.d. 2019
Lokasi	Desa Kwangsen, Kec. Jiwan, MADIUN	**Provinsi**	JAWA TIMUR
Wilayah Sungai	Bengawan Solo	**Koordinat**	-7.621596, 111.480385
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
Belum ada stasiun hujan lain yang teridentifikasi dalam radius 10 km berdasarkan data koordinat dan data hujan yang tersedia.					

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	44 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 1976–2019.

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.

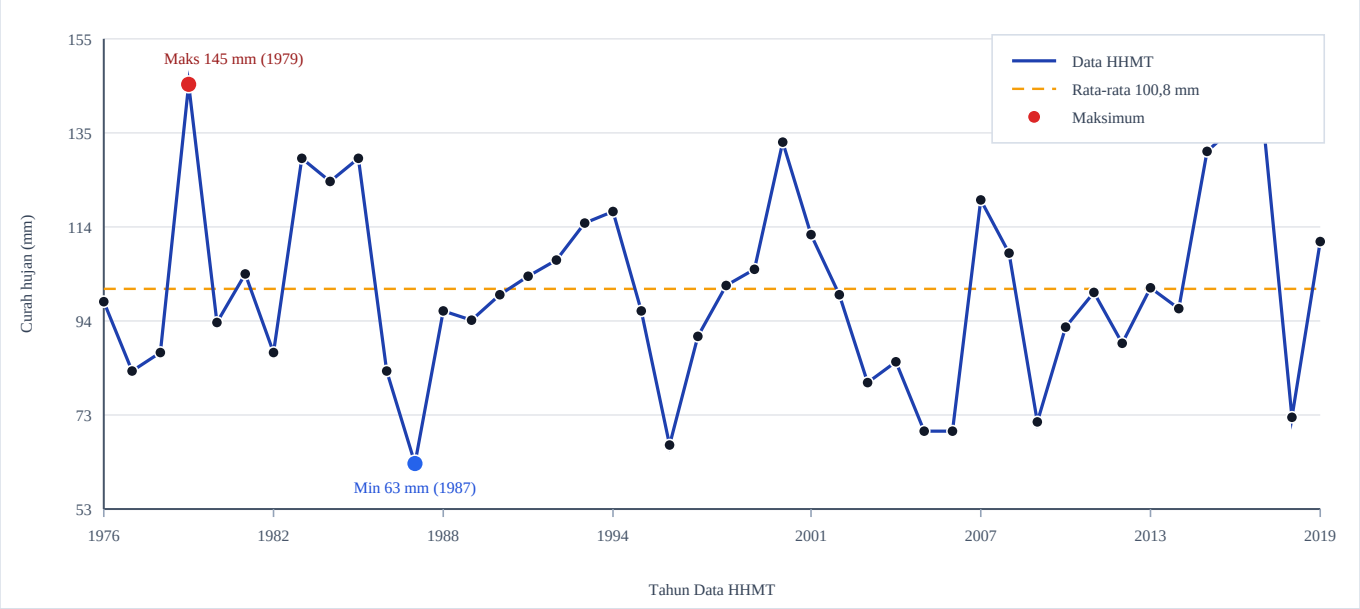
No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1976	98,00	03-04-1976	OK
2	1977	83,00	25-04-1977	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1978	87,00	30-06-1978	OK
4	1979	145,00	01-12-1979	OK
5	1980	93,50	31-07-1980	OK
6	1981	104,00	19-01-1981	OK
7	1982	87,00	17-02-1982	OK
8	1983	129,00	04-11-1983	OK
9	1984	124,00	31-01-1984	OK
10	1985	129,00	05-02-1985	OK
11	1986	83,00	25-03-1986	OK
12	1987	63,00	02-01-1987	OK
13	1988	96,00	13-11-1988	OK
14	1989	94,00	02-06-1989	OK
15	1990	99,50	01-02-1990	OK
16	1991	103,50	19-03-1991	OK
17	1992	107,00	23-11-1992	OK
18	1993	115,00	22-12-1993	OK
19	1994	117,50	10-04-1994	OK
20	1995	96,00	06-04-1995	OK
21	1996	67,00	23-02-1996	OK
22	1997	90,50	03-02-1997	OK
23	1998	101,50	19-12-1998	OK
24	1999	105,00	04-11-1999	OK
25	2000	132,50	08-04-2000	OK
26	2001	112,50	18-11-2001	OK
27	2002	99,50	12-03-2002	OK
28	2003	80,50	21-03-2003	OK
29	2004	85,00	09-02-2004	OK
30	2005	70,00	27-12-2005	OK
31	2006	70,00	19-02-2006	OK
32	2007	120,00	26-12-2007	OK
33	2008	108,50	10-03-2008	OK
34	2009	72,00	25-04-2009	OK
35	2010	92,50	12-09-2010	OK
36	2011	100,00	12-05-2011	OK
37	2012	89,00	02-01-2012	OK
38	2013	101,00	20-12-2013	OK
39	2014	96,50	04-02-2014	OK
40	2015	130,50	02-03-2015	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
41	2016	136,00	02-02-2016	OK
42	2017	136,00	24-04-2017	OK
43	2018	73,00	05-01-2018	OK
44	2019	111,00	03-02-2019	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	145,00 mm pada tahun 1979	**Nilai minimum**	63,00 mm pada tahun 1987
Jumlah data > 150 mm	0 data	**Jumlah data < 50 mm**	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	0 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Tidak ada data HHMT yang berada di luar batas pencilan.

Evaluasi Data Rendah dan Data Tinggi

Evaluasi ini merupakan pemeriksaan teknis tambahan di luar uji pencilan. Data yang tidak terdeteksi sebagai pencilan secara statistik tetap perlu ditinjau apabila nilainya sangat rendah atau sangat tinggi dibandingkan pola umum data tahunan.

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data sangat rendah	< 50 mm	0	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	6	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	0	Kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.
Data sangat tinggi	> 200 mm	0	Perlu verifikasi tanggal dan kejadian hujan ekstrem.

Daftar Data Rendah

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1987	63,00	02-01-1987	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1996	67,00	23-02-1996	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2005	70,00	27-12-2005	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
2006	70,00	19-02-2006	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2009	72,00	25-04-2009	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2018	73,00	05-01-2018	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
Tidak ada data HHMT di atas ambang tinggi 150 mm.			

5. Uji Data HHMT

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

Status akhir uji data: Memenuhi Pemeriksaan Awal. Seri data memenuhi pemeriksaan awal pencilan, tren, homogenitas, dan independensi.

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,7180
Uji Pencilan	Batas bawah	56,39 mm
Uji Pencilan	Batas atas	172,88 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,05794
Uji Tren	t hitung	0,37614
Uji Tren	t kritis	2,01808
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,11543
Uji Homogenitas	F kritis	2,40859
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	403,05898
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	449,58279
Uji Independensi	r1 lag-1	0,23112
Uji Independensi	Batas bawah	-0,31865
Uji Independensi	Batas atas	0,27214

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

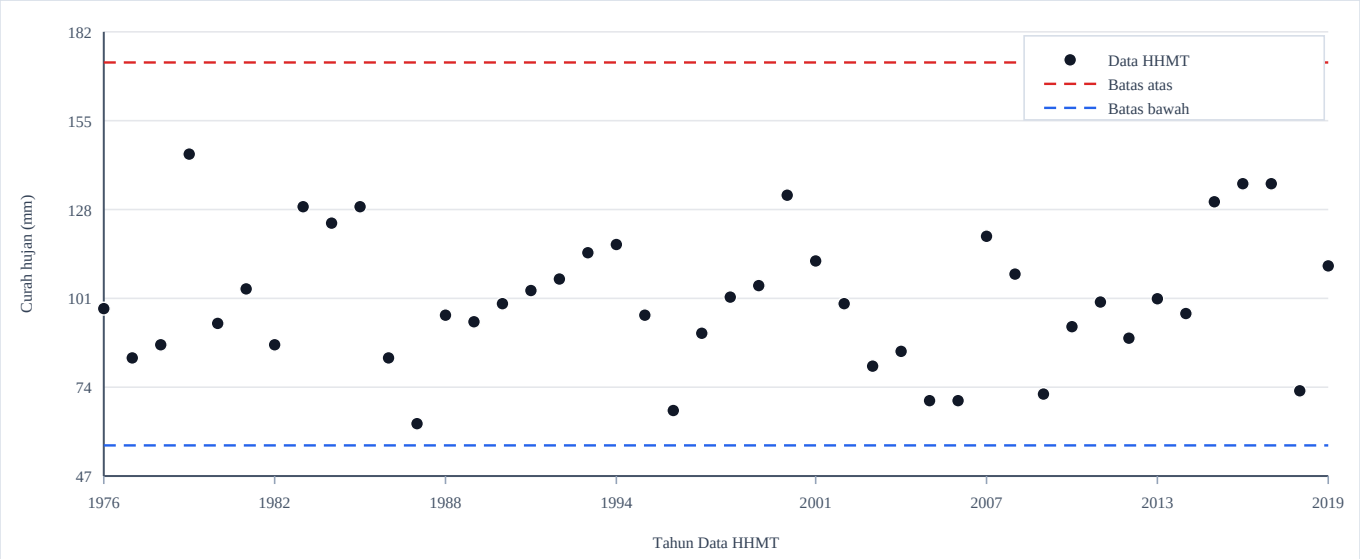
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1976	98,00	1,991226	-0,00325	0,00001	0,00000	172,88	56,39	Accept
2	1977	83,00	1,919078	-0,07539	0,00568	-0,00043	172,88	56,39	Accept
3	1978	87,00	1,939519	-0,05495	0,00302	-0,00017	172,88	56,39	Accept
4	1979	145,00	2,161368	0,16690	0,02785	0,00465	172,88	56,39	Accept
5	1980	93,50	1,970812	-0,02366	0,00056	-0,00001	172,88	56,39	Accept
6	1981	104,00	2,017033	0,02256	0,00051	0,00001	172,88	56,39	Accept
7	1982	87,00	1,939519	-0,05495	0,00302	-0,00017	172,88	56,39	Accept
8	1983	129,00	2,110590	0,11612	0,01348	0,00157	172,88	56,39	Accept
9	1984	124,00	2,093422	0,09895	0,00979	0,00097	172,88	56,39	Accept
10	1985	129,00	2,110590	0,11612	0,01348	0,00157	172,88	56,39	Accept
11	1986	83,00	1,919078	-0,07539	0,00568	-0,00043	172,88	56,39	Accept
12	1987	63,00	1,799341	-0,19513	0,03808	-0,00743	172,88	56,39	Accept
13	1988	96,00	1,982271	-0,01220	0,00015	0,00000	172,88	56,39	Accept
14	1989	94,00	1,973128	-0,02134	0,00046	-0,00001	172,88	56,39	Accept
15	1990	99,50	1,997823	0,00335	0,00001	0,00000	172,88	56,39	Accept
16	1991	103,50	2,014940	0,02047	0,00042	0,00001	172,88	56,39	Accept
17	1992	107,00	2,029384	0,03491	0,00122	0,00004	172,88	56,39	Accept
18	1993	115,00	2,060698	0,06623	0,00439	0,00029	172,88	56,39	Accept
19	1994	117,50	2,070038	0,07557	0,00571	0,00043	172,88	56,39	Accept
20	1995	96,00	1,982271	-0,01220	0,00015	0,00000	172,88	56,39	Accept
21	1996	67,00	1,826075	-0,16840	0,02836	-0,00478	172,88	56,39	Accept
22	1997	90,50	1,956649	-0,03782	0,00143	-0,00005	172,88	56,39	Accept
23	1998	101,50	2,006466	0,01199	0,00014	0,00000	172,88	56,39	Accept
24	1999	105,00	2,021189	0,02672	0,00071	0,00002	172,88	56,39	Accept
25	2000	132,50	2,122216	0,12774	0,01632	0,00208	172,88	56,39	Accept
26	2001	112,50	2,051153	0,05668	0,00321	0,00018	172,88	56,39	Accept
27	2002	99,50	1,997823	0,00335	0,00001	0,00000	172,88	56,39	Accept
28	2003	80,50	1,905796	-0,08868	0,00786	-0,00070	172,88	56,39	Accept
29	2004	85,00	1,929419	-0,06505	0,00423	-0,00028	172,88	56,39	Accept
30	2005	70,00	1,845098	-0,14937	0,02231	-0,00333	172,88	56,39	Accept
31	2006	70,00	1,845098	-0,14937	0,02231	-0,00333	172,88	56,39	Accept
32	2007	120,00	2,079181	0,08471	0,00718	0,00061	172,88	56,39	Accept
33	2008	108,50	2,035430	0,04096	0,00168	0,00007	172,88	56,39	Accept
34	2009	72,00	1,857332	-0,13714	0,01881	-0,00258	172,88	56,39	Accept
35	2010	92,50	1,966142	-0,02833	0,00080	-0,00002	172,88	56,39	Accept
36	2011	100,00	2,000000	0,00553	0,00003	0,00000	172,88	56,39	Accept
37	2012	89,00	1,949390	-0,04508	0,00203	-0,00009	172,88	56,39	Accept
38	2013	101,00	2,004321	0,00985	0,00010	0,00000	172,88	56,39	Accept
39	2014	96,50	1,984527	-0,00994	0,00010	0,00000	172,88	56,39	Accept
40	2015	130,50	2,115611	0,12114	0,01467	0,00178	172,88	56,39	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	2016	136,00	2,133539	0,13907	0,01934	0,00269	172,88	56,39	Accept
42	2017	136,00	2,133539	0,13907	0,01934	0,00269	172,88	56,39	Accept
43	2018	73,00	1,863323	-0,13115	0,01720	-0,00226	172,88	56,39	Accept
44	2019	111,00	2,045323	0,05085	0,00259	0,00013	172,88	56,39	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	44	**Jumlah hujan**	4.434,0000
Rataan hujan	100,7727	**Rataan log X**	1,994472
S log	0,089500	**CS log**	-0,21331
Kn	2,71800	**n**	44
Log XH	2,23773	**XH / batas atas**	172,876
Log XL	1,75121	**XL / batas bawah**	56,391
X maksimum data	145,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	63,000	**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

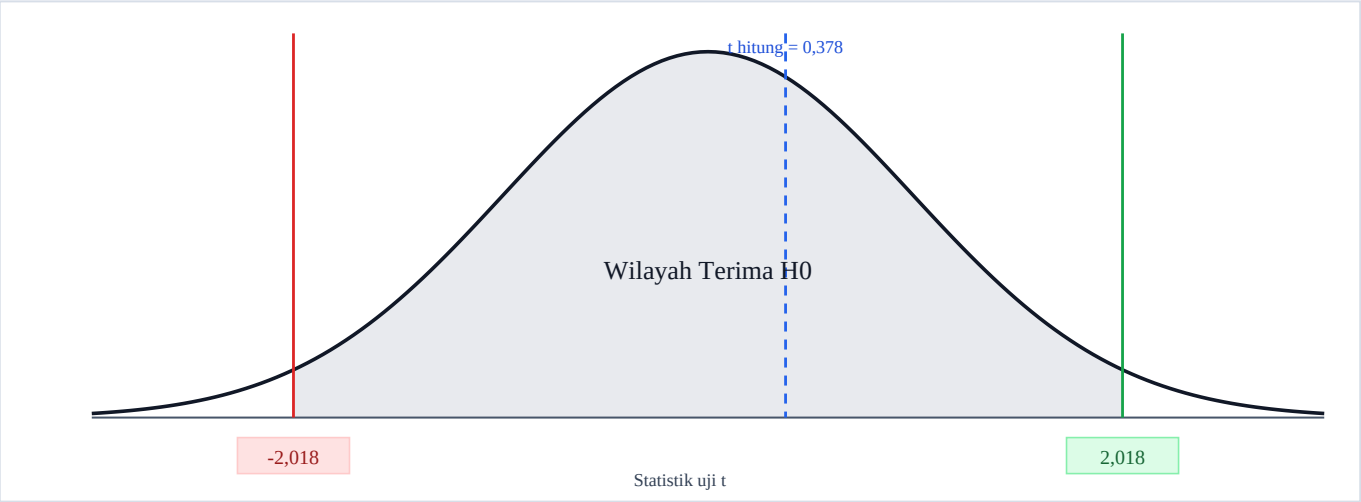
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1976	98,00	1	63,00	21,00	1,00	-20,00	400,00
1977	83,00	2	67,00	8,50	2,00	-6,50	42,25
1978	87,00	3	70,00	11,50	3,00	-8,50	72,25
1979	145,00	4	70,00	44,00	4,00	-40,00	1.600,00
1980	93,50	5	72,00	16,00	5,00	-11,00	121,00
1981	104,00	6	73,00	28,00	6,00	-22,00	484,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1982	87,00	7	80,50	11,50	7,00	-4,50	20,25
1983	129,00	8	83,00	38,50	8,00	-30,50	930,25
1984	124,00	9	83,00	37,00	9,00	-28,00	784,00
1985	129,00	10	85,00	38,50	10,00	-28,50	812,25
1986	83,00	11	87,00	8,50	11,00	2,50	6,25
1987	63,00	12	87,00	1,00	12,00	11,00	121,00
1988	96,00	13	89,00	18,50	13,00	-5,50	30,25
1989	94,00	14	90,50	17,00	14,00	-3,00	9,00
1990	99,50	15	92,50	22,50	15,00	-7,50	56,25
1991	103,50	16	93,50	27,00	16,00	-11,00	121,00
1992	107,00	17	94,00	30,00	17,00	-13,00	169,00
1993	115,00	18	96,00	34,00	18,00	-16,00	256,00
1994	117,50	19	96,00	35,00	19,00	-16,00	256,00
1995	96,00	20	96,50	18,50	20,00	1,50	2,25
1996	67,00	21	98,00	2,00	21,00	19,00	361,00
1997	90,50	22	99,50	14,00	22,00	8,00	64,00
1998	101,50	23	99,50	26,00	23,00	-3,00	9,00
1999	105,00	24	100,00	29,00	24,00	-5,00	25,00
2000	132,50	25	101,00	41,00	25,00	-16,00	256,00
2001	112,50	26	101,50	33,00	26,00	-7,00	49,00
2002	99,50	27	103,50	22,50	27,00	4,50	20,25
2003	80,50	28	104,00	7,00	28,00	21,00	441,00
2004	85,00	29	105,00	10,00	29,00	19,00	361,00
2005	70,00	30	107,00	3,50	30,00	26,50	702,25
2006	70,00	31	108,50	3,50	31,00	27,50	756,25
2007	120,00	32	111,00	36,00	32,00	-4,00	16,00
2008	108,50	33	112,50	31,00	33,00	2,00	4,00
2009	72,00	34	115,00	5,00	34,00	29,00	841,00
2010	92,50	35	117,50	15,00	35,00	20,00	400,00
2011	100,00	36	120,00	24,00	36,00	12,00	144,00
2012	89,00	37	124,00	13,00	37,00	24,00	576,00
2013	101,00	38	129,00	25,00	38,00	13,00	169,00
2014	96,50	39	129,00	20,00	39,00	19,00	361,00
2015	130,50	40	130,50	40,00	40,00	0,00	0,00
2016	136,00	41	132,50	42,50	41,00	-1,50	2,25
2017	136,00	42	136,00	42,50	42,00	-0,50	0,25
2018	73,00	43	136,00	6,00	43,00	37,00	1.369,00
2019	111,00	44	145,00	32,00	44,00	12,00	144,00

Parameter Uji Tren			
n	44	**df**	42
Total D²	13.364,5000	**Kp / r Spearman**	0,05817
t hitung	0,37766	**t tabel**	2,01808
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.

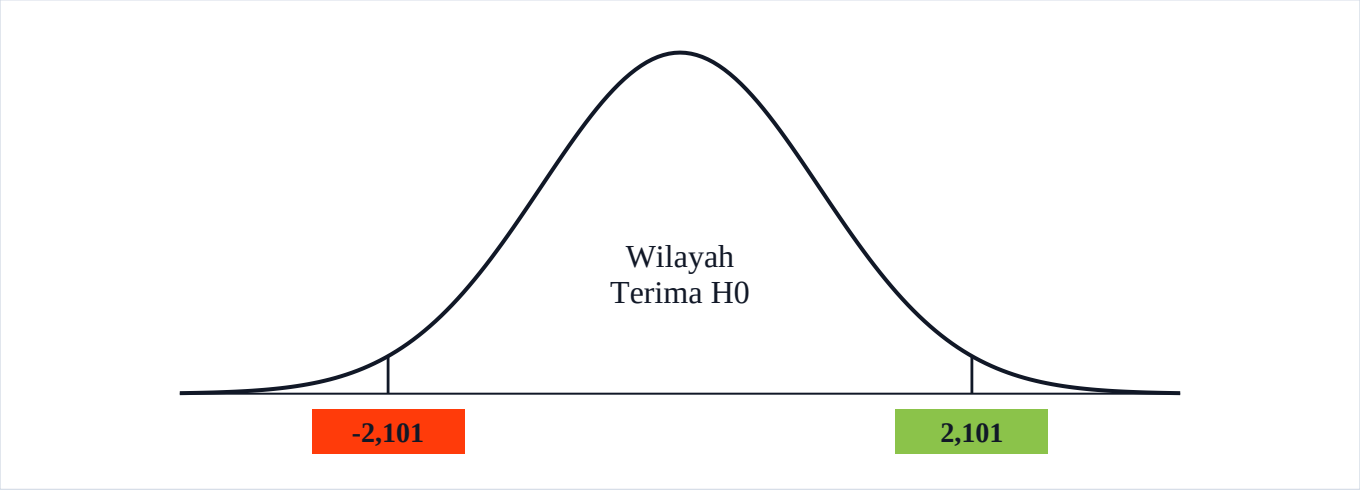
Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	98,00	101,50
2	83,00	105,00
3	87,00	132,50
4	145,00	112,50
5	93,50	99,50
6	104,00	80,50
7	87,00	85,00
8	129,00	70,00
9	124,00	70,00
10	129,00	120,00
11	83,00	108,50
12	63,00	72,00
13	96,00	92,50
14	94,00	100,00
15	99,50	89,00
16	103,50	101,00
17	107,00	96,50
18	115,00	130,50
19	117,50	136,00
20	96,00	136,00
21	67,00	73,00
22	90,50	111,00

Uji F			
Varians 1	403,05898	**df 1**	21

Uji F			
Varians 2	449,58279	**df 2**	21
F hitung	1,11543	**N1**	22
F tabel atas	2,40859	**N2**	22
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

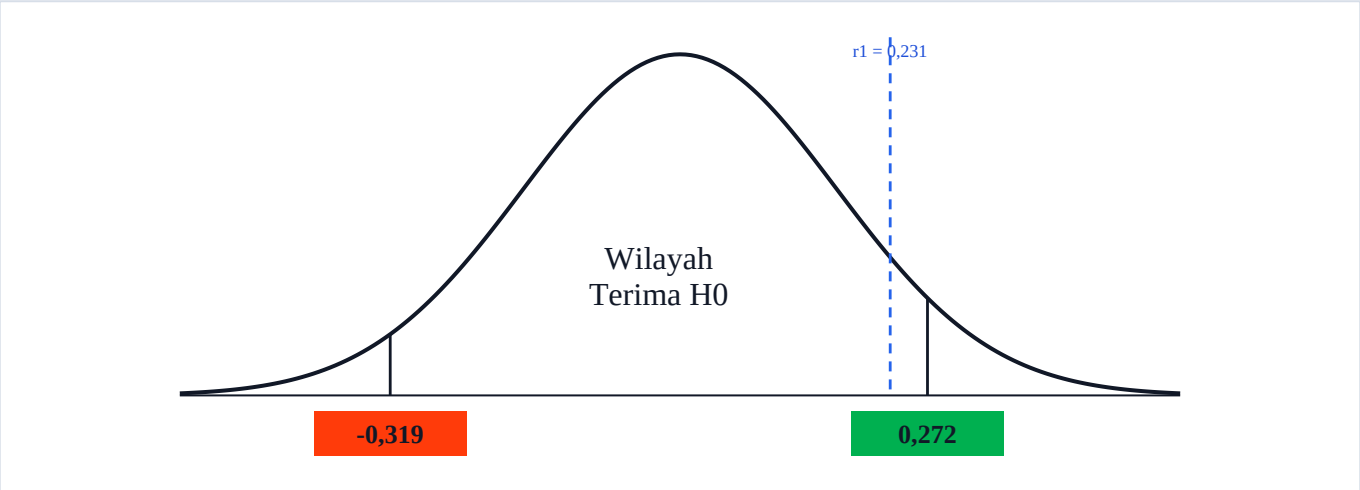
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1976	98,00	-2,77	49,28	7,69
1977	83,00	-17,77	244,78	315,87
1978	87,00	-13,77	-609,13	189,69
1979	145,00	44,23	-321,65	1.956,05
1980	93,50	-7,27	-23,47	52,89
1981	104,00	3,23	-44,45	10,42
1982	87,00	-13,77	-388,77	189,69
1983	129,00	28,23	655,64	796,78
1984	124,00	23,23	655,64	539,51
1985	129,00	28,23	-501,68	796,78
1986	83,00	-17,77	671,32	315,87
1987	63,00	-37,77	180,28	1.426,78
1988	96,00	-4,77	32,32	22,78
1989	94,00	-6,77	8,62	45,87
1990	99,50	-1,27	-3,47	1,62
1991	103,50	2,73	16,98	7,44
1992	107,00	6,23	88,60	38,78
1993	115,00	14,23	237,98	202,42
1994	117,50	16,73	-79,83	279,80

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1995	96,00	-4,77	161,19	22,78
1996	67,00	-33,77	346,94	1.140,60
1997	90,50	-10,27	-7,47	105,53
1998	101,50	0,73	3,07	0,53
1999	105,00	4,23	134,12	17,87
2000	132,50	31,73	372,07	1.006,62
2001	112,50	11,73	-14,93	137,53
2002	99,50	-1,27	25,80	1,62
2003	80,50	-20,27	319,76	410,98
2004	85,00	-15,77	485,37	248,78
2005	70,00	-30,77	946,96	946,96
2006	70,00	-30,77	-591,68	946,96
2007	120,00	19,23	148,57	369,69
2008	108,50	7,73	-222,33	59,71
2009	72,00	-28,77	238,03	827,87
2010	92,50	-8,27	6,39	68,44
2011	100,00	-0,77	9,10	0,60
2012	89,00	-11,77	-2,68	138,60
2013	101,00	0,23	-0,97	0,05
2014	96,50	-4,27	-127,02	18,26
2015	130,50	29,73	1.047,21	883,71
2016	136,00	35,23	1.240,96	1.240,96
2017	136,00	35,23	-978,36	1.240,96
2018	73,00	-27,77	-284,04	771,32
2019	111,00	10,23	-28,36	104,60

Parameter Uji Independen			
Jumlah	4.434,0000	**n**	44
Rata-rata	100,7727	**Batas bawah**	-0,31865
r1	0,23112	**Batas atas**	0,27214
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.

Uji konsistensi antarstasiun belum dapat dihitung. Tidak tersedia stasiun pembanding dengan data HHMT yang memadai pada radius pencarian.

5.6. Grafik Scatter Antarstasiun

Grafik scatter belum dapat ditampilkan. Jumlah data overlap antara stasiun utama dan stasiun pembanding kurang dari 3 tahun.

5.7. Double Mass Curve

Double mass curve belum dapat ditampilkan. Jumlah data overlap antara stasiun utama dan stasiun pembanding kurang dari 3 tahun.

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	44 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	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	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembanding dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	Log Normal	Sementara	Perlu dibaca bersama evaluasi kewajaran hujan rancangan dan sensitivity analysis antar distribusi.

Catatan homogenitas: Hasil uji homogenitas menunjukkan seri data dapat dianggap homogen berdasarkan kriteria uji yang digunakan.

6. Statistik Deskriptif Curah Hujan

Jumlah data	44 tahun
Minimum	63,00 mm (1987)
Maksimum	145,00 mm (1979)
Rata-rata	100,77 mm
Median	99,50 mm
Standar deviasi sampel	20,41 mm
Koefisien variasi	0,203
Skewness sampel	0,226
Excess kurtosis	-0,522

Interpretasi statistik: Data HHMT relatif mendekati simetris berdasarkan nilai skewness. Nilai excess kurtosis relatif dekat dengan nol sehingga bentuk distribusi tidak terlalu jauh dari distribusi normal. Interpretasi statistik digunakan sebagai indikator awal. Pemilihan distribusi tetap mengacu pada uji kecocokan distribusi, kualitas data, dan pertimbangan teknis perencana.

7. Ringkasan Analisa Curah Hujan Rancangan

Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Normal dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencana.

Analisa curah hujan rancangan dihitung dengan distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
2	97,420	98,735	99,463	99,529
5	115,455	117,435	117,461	118,161
10	127,395	128,579	127,678	128,484
20	138,849	138,576	136,566	137,106
25	142,482	141,631	139,235	139,606
50	153,675	150,759	147,090	146,666
100	164,785	159,471	154,432	152,808
200	175,854	167,884	161,395	158,176
1.000	201,495	186,659	176,544	168,216

Gambar 7.1. – Grafik perbandingan curah hujan rancangan beberapa distribusi

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

8. Detail Perhitungan Curah Hujan Rancangan

8.1 Metode Gumbel

Langkah perhitungan:

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

Rumus: X_T = μ + β × Y_T; Y_T = -ln[-ln(P)]. Parameter: $\bar{x}$ = 100,773 mm; S = 20,408 mm; μ = 91,58822; β = 15,91175.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**97,420**
5	80,000%	1,49994	0,71945	**115,455**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**127,395**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**138,849**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**142,482**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**153,675**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**164,785**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**175,854**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**201,495**

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 = 1,99447; S_Y = 0,08950.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	1,99447	**98,735**
5	80,000%	0,84162	2,06980	**117,435**
10	90,000%	1,28155	2,10917	**128,579**
20	95,000%	1,64485	2,14169	**138,576**
25	96,000%	1,75069	2,15116	**141,631**
50	98,000%	2,05375	2,17828	**150,759**
100	99,000%	2,32635	2,20268	**159,471**
200	99,500%	2,57583	2,22501	**167,884**
1.000	99,900%	3,09023	2,27105	**186,659**

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 = 1,99447; S_Y = 0,08950; C_s = -0,21331.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	0,03564	1,99766	**99,463**
5	80,000%	0,84162	0,84271	2,06990	**117,461**
10	90,000%	1,28155	1,24741	2,10612	**127,678**
20	95,000%	1,64485	1,57396	2,13534	**136,566**
25	96,000%	1,75069	1,66790	2,14375	**139,235**
50	98,000%	2,05375	1,93418	2,16758	**147,090**
100	99,000%	2,32635	2,17055	2,18874	**154,432**
200	99,500%	2,57583	2,38455	2,20789	**161,395**
1.000	99,900%	3,09023	2,81989	2,24685	**176,544**

8.4 Metode GEV

Langkah perhitungan:

1. Urutkan data HHMT dan hitung probability weighted moments.
2. Turunkan L-moments: L1, L2, dan L-skewness t3.
3. Estimasi parameter GEV: lokasi (ξ), skala (α), dan bentuk (k).
4. Untuk setiap kala ulang T, hitung P = 1 - 1/T.
5. Hitung kuantil GEV sebagai X_T.
6. Bandingkan hasil dengan distribusi lain melalui uji kecocokan.

Rumus: Kuantil GEV dihitung dari parameter ξ, α, dan k. Parameter: ξ = 92,60232; α = 19,55658; k = 0,18810. L1 = 100,77273; L2 = 11,71036; t3 = 0,05506.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**99,529**
5	80,000%	**118,161**
10	90,000%	**128,484**
20	95,000%	**137,106**
25	96,000%	**139,606**
50	98,000%	**146,666**
100	99,000%	**152,808**
200	99,500%	**158,176**
1.000	99,900%	**168,216**

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

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

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,09323	0,24000	Diterima	4,04311	5,93687	Diterima	-
Log Normal	**0,06192**	**0,24000**	**Diterima**	**3,03911**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Pearson III	0,06489	0,24000	Diterima	3,52359	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,05932	0,24000	Diterima	3,27902	3,74676	Diterima	Distribusi ekstrem utama; hasil perlu dilihat bersama uji Chi-Square.

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

10. Evaluasi Kewajaran Hujan Rancangan

10.1. Pemeriksaan Kewajaran Dasar

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

Aspek Evaluasi	Hasil Pemeriksaan	Status	Catatan Teknis

R2 terhadap rata-rata HHMT	R2 Log Normal = 98,735 mm; rata-rata HHMT = 100,77 mm; rasio R2/rata-rata = 0,98	Wajar	Hujan rancangan T=2 umumnya berada di sekitar nilai pusat data. Selisih besar dapat menunjukkan pengaruh bentuk distribusi atau karakter data.
R2 terhadap median HHMT	R2 Log Normal = 98,735 mm; median HHMT = 99,50 mm; rasio R2/median = 0,99	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 159,471 mm; maksimum historis = 145,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 186,659 mm; maksimum historis = 145,00 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	139,235	142,482	3,247	2,3%	Selisih kecil-sedang
50	146,666	153,675	7,009	4,7%	Selisih kecil-sedang
100	152,808	164,785	11,977	7,6%	Selisih kecil-sedang
1000	168,216	201,495	33,279	18,2%	Selisih kecil-sedang

Catatan kewajaran:

- Jumlah data kurang dari 50 tahun; uji kecocokan dan ekstrapolasi kala ulang tinggi perlu dibaca sebagai indikasi, bukan keputusan tunggal.

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

11. Rekomendasi Distribusi untuk Desain

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

Tujuan Penggunaan	Distribusi/Strategi Disarankan	Catatan Teknis
Analisis statistik awal	Log Normal	Distribusi Log Normal merupakan distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan statistik yang tersedia.
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 = 159,471 mm. R1000 = 186,659 mm. Maksimum historis = 145,00 mm.

Rekomendasi desain: Distribusi Log Normal dapat digunakan sebagai acuan statistik awal. Untuk nilai desain final, terutama apabila bangunan memiliki risiko tinggi atau kala ulang besar, disarankan membandingkan hasilnya dengan Gumbel dan Log Pearson III serta mempertimbangkan keputusan teknis perencana.

12. Kesimpulan Teknis

1. Data HHMT memiliki panjang data 44 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
2. Hasil uji data menunjukkan seri data tidak menunjukkan pencilan signifikan, tidak menunjukkan tren signifikan, homogen, dan independen.
3. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Log Normal.
4. Nilai R100 distribusi terpilih adalah 159,471 mm dibanding maksimum historis 145,00 mm.
5. Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembanding memadai.
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	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 Normal 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	$\bar{x}$	100,773	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	20,408	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	91,58822	-
Gumbel	Parameter skala	β	15,91175	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,99447	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,08950	-

Distribusi	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	1,99447	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,08950	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	-0,21331	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	92,60232	-
GEV	Parameter skala	α	19,55658	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,18810	-

15. Catatan Kelayakan dan Penggunaan Hasil

Catatan kelayakan hasil: Nilai curah hujan rancangan pada laporan ini merupakan hasil analisis frekuensi sementara. Hasil uji data awal tidak menunjukkan masalah utama pada uji data awal, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi Log Normal dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencana.

Hasil curah hujan rancangan pada laporan ini digunakan sebagai dasar awal untuk analisa lanjutan. Untuk debit banjir rencana, tahapan berikutnya adalah hujan wilayah, distribusi hujan rencana, hujan efektif, transformasi hujan-limpasan dengan HSS/metode lain, serta kalibrasi dan validasi apabila data observasi tersedia.