Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun PIPITAN - WALANTAKA, Kota Serang, Banten
https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/116

Jumlah Data	Rata-rata HHMT	Hujan Maksimum	Distribusi Terbaik
27 tahun	**103,83 mm**	**147,00 mm**	**Log Normal**

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 27 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	PIPITAN - WALANTAKA	**Periode Data**	1995 s.d. 2022
Lokasi	Desa Walantaka, Kec. Walantaka, Kota Serang	**Provinsi**	Banten
Wilayah Sungai	CIDANAU-CIUJUNG-CIDURIAN	**Koordinat**	-6.151106, 106.219933
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	SEPANG	Serang, Serang, Kota Serang	9,03	0 tahun	-

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	27 tahun	**Tahun kosong**	1 tahun
Data HHMT < 50 mm	0 data	**Status uji data**	Ditampilkan lengkap pada Bagian 5.

Daftar Tahun Kosong

Daftar berikut dihitung otomatis dari rentang tahun awal sampai tahun akhir data HHMT. Tahun kosong perlu dicatat karena dapat memengaruhi interpretasi panjang data efektif.

No.	Tahun Kosong	Keterangan
1	2014	Data hujan harian/HHMT tidak tersedia pada tahun tersebut.

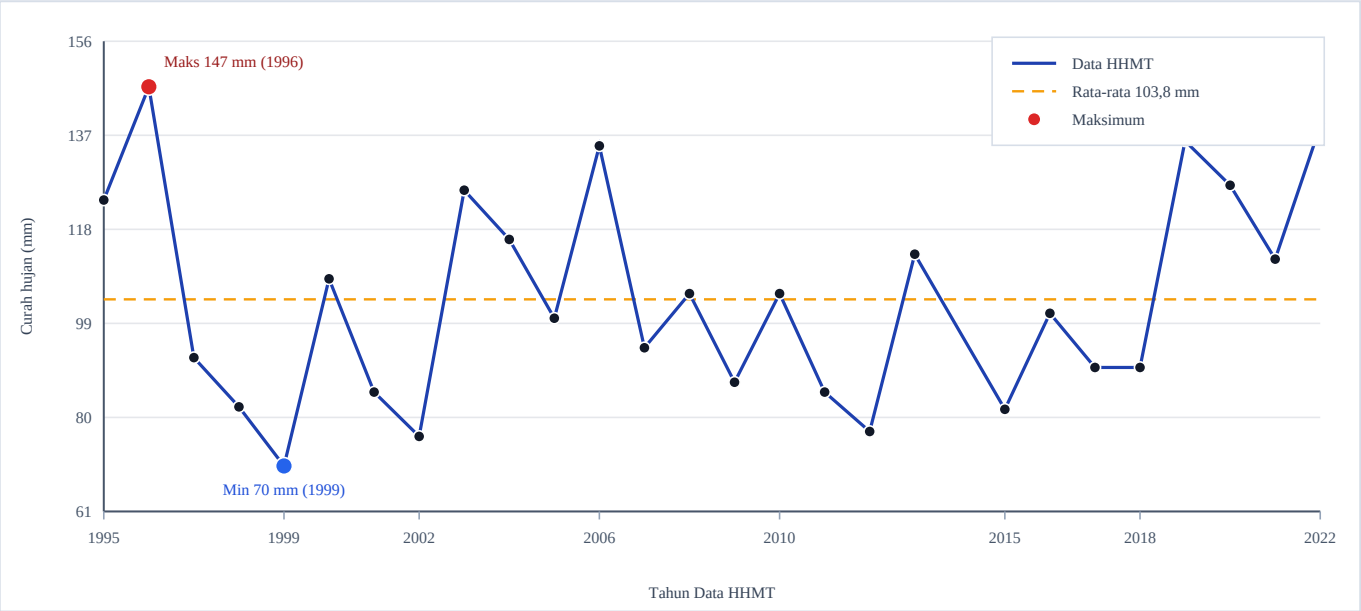
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1995	124,00	24-11-1995	OK
2	1996	147,00	06-01-1996	OK
3	1997	92,00	14-04-1997	OK
4	1998	82,00	27-01-1998	OK
5	1999	70,00	25-12-1999	OK
6	2000	108,00	20-02-2000	OK
7	2001	85,00	08-02-2001	OK
8	2002	76,00	04-06-2002	OK
9	2003	126,00	31-12-2003	OK
10	2004	116,00	29-01-2004	OK
11	2005	100,00	03-11-2005	OK
12	2006	135,00	21-05-2006	OK
13	2007	94,00	23-01-2007	OK
14	2008	105,00	03-02-2008	OK
15	2009	87,00	10-02-2009	OK
16	2010	105,00	20-07-2010	OK
17	2011	85,00	17-09-2011	OK
18	2012	77,00	17-04-2012	OK
19	2013	113,00	17-12-2013	OK
20	2015	81,50	19-02-2015	OK
21	2016	101,00	14-10-2016	OK
22	2017	90,00	05-05-2017	OK
23	2018	90,00	05-05-2018	OK
24	2019	136,00	17-02-2019	OK
25	2020	127,00	01-02-2020	OK
26	2021	112,00	03-02-2021	OK
27	2022	139,00	28-04-2022	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	147,00 mm pada tahun 1996	**Nilai minimum**	70,00 mm pada tahun 1999
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	1	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
1999	70,00	25-12-1999	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 Data	Status	Keterangan
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	2,5168
Uji Pencilan	Batas bawah	60,50 mm
Uji Pencilan	Batas atas	171,03 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	0
Uji Tren	r Spearman	0,15056
Uji Tren	t hitung	0,76147
Uji Tren	t kritis	2,05954
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	1,43515
Uji Homogenitas	F kritis	3,15318
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	574,85897
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	400,55632
Uji Independensi	r1 lag-1	0,16597
Uji Independensi	Batas bawah	-0,41538
Uji Independensi	Batas atas	0,33845

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

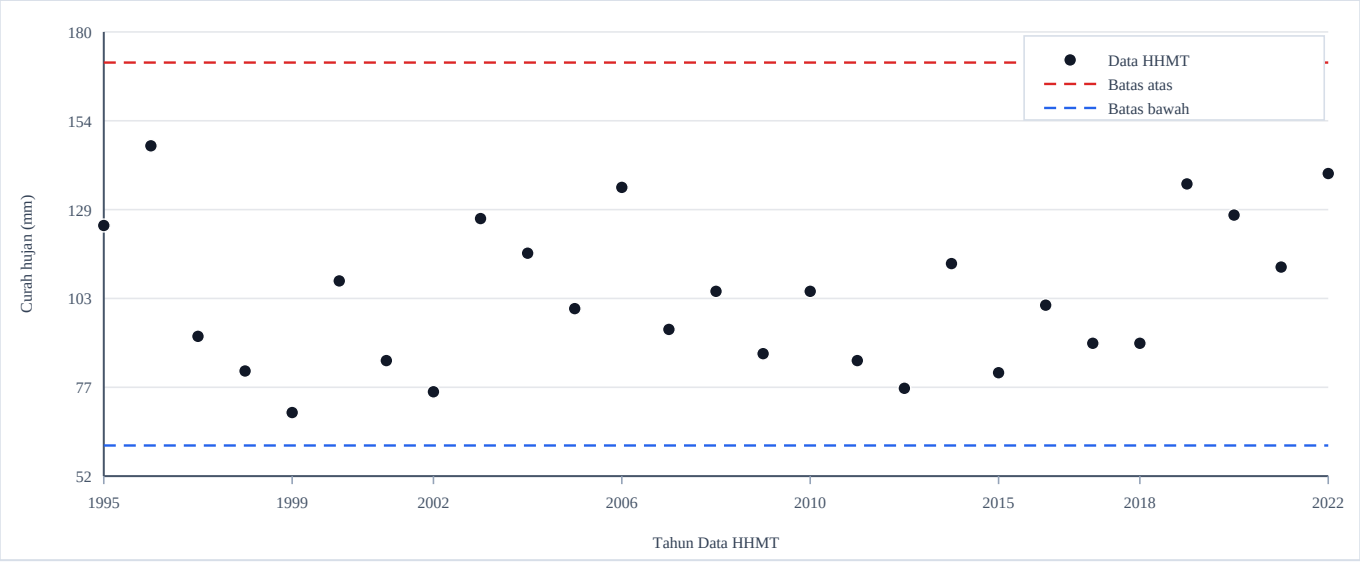
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1995	124,00	2,093422	0,08602	0,00740	0,00064	171,03	60,50	Accept
2	1996	147,00	2,167317	0,15992	0,02557	0,00409	171,03	60,50	Accept
3	1997	92,00	1,963788	-0,04361	0,00190	-0,00008	171,03	60,50	Accept
4	1998	82,00	1,913814	-0,09359	0,00876	-0,00082	171,03	60,50	Accept
5	1999	70,00	1,845098	-0,16230	0,02634	-0,00428	171,03	60,50	Accept
6	2000	108,00	2,033424	0,02602	0,00068	0,00002	171,03	60,50	Accept
7	2001	85,00	1,929419	-0,07798	0,00608	-0,00047	171,03	60,50	Accept
8	2002	76,00	1,880814	-0,12659	0,01602	-0,00203	171,03	60,50	Accept
9	2003	126,00	2,100371	0,09297	0,00864	0,00080	171,03	60,50	Accept
10	2004	116,00	2,064458	0,05706	0,00326	0,00019	171,03	60,50	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
11	2005	100,00	2,000000	-0,00740	0,00005	0,00000	171,03	60,50	Accept
12	2006	135,00	2,130334	0,12293	0,01511	0,00186	171,03	60,50	Accept
13	2007	94,00	1,973128	-0,03427	0,00117	-0,00004	171,03	60,50	Accept
14	2008	105,00	2,021189	0,01379	0,00019	0,00000	171,03	60,50	Accept
15	2009	87,00	1,939519	-0,06788	0,00461	-0,00031	171,03	60,50	Accept
16	2010	105,00	2,021189	0,01379	0,00019	0,00000	171,03	60,50	Accept
17	2011	85,00	1,929419	-0,07798	0,00608	-0,00047	171,03	60,50	Accept
18	2012	77,00	1,886491	-0,12091	0,01462	-0,00177	171,03	60,50	Accept
19	2013	113,00	2,053078	0,04568	0,00209	0,00010	171,03	60,50	Accept
20	2015	81,50	1,911158	-0,09624	0,00926	-0,00089	171,03	60,50	Accept
21	2016	101,00	2,004321	-0,00308	0,00001	0,00000	171,03	60,50	Accept
22	2017	90,00	1,954243	-0,05316	0,00283	-0,00015	171,03	60,50	Accept
23	2018	90,00	1,954243	-0,05316	0,00283	-0,00015	171,03	60,50	Accept
24	2019	136,00	2,133539	0,12614	0,01591	0,00201	171,03	60,50	Accept
25	2020	127,00	2,103804	0,09640	0,00929	0,00090	171,03	60,50	Accept
26	2021	112,00	2,049218	0,04182	0,00175	0,00007	171,03	60,50	Accept
27	2022	139,00	2,143015	0,13561	0,01839	0,00249	171,03	60,50	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	27	**Jumlah hujan**	2.803,5000
Rataan hujan	103,8333	**Rataan log X**	2,007400
S log	0,089667	**CS log**	0,09760
Kn	2,51680	**n**	27
Log XH	2,23307	**XH / batas atas**	171,030
Log XL	1,78173	**XL / batas bawah**	60,496
X maksimum data	147,000	**Keputusan maksimum**	Accept
X minimum data	70,000	**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.

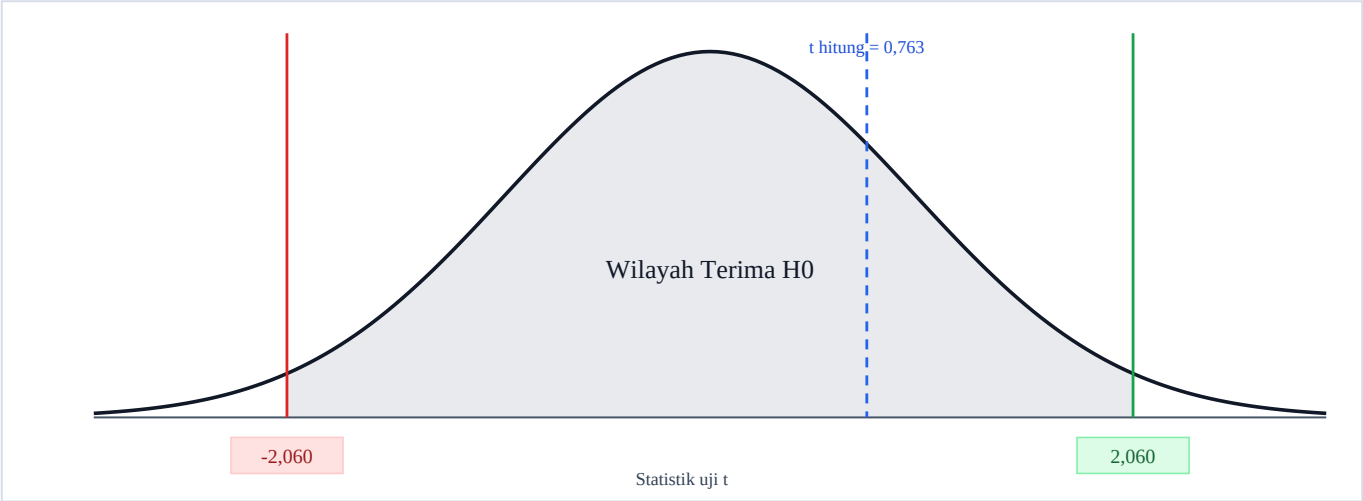
Tabel 5.2 – Uji Tren

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D²
1995	124,00	1	70,00	21,00	1,00	-20,00	400,00
1996	147,00	2	76,00	27,00	2,00	-25,00	625,00
1997	92,00	3	77,00	11,00	3,00	-8,00	64,00
1998	82,00	4	81,50	5,00	4,00	-1,00	1,00
1999	70,00	5	82,00	1,00	5,00	4,00	16,00
2000	108,00	6	85,00	17,00	6,00	-11,00	121,00
2001	85,00	7	85,00	6,50	7,00	0,50	0,25
2002	76,00	8	87,00	2,00	8,00	6,00	36,00
2003	126,00	9	90,00	22,00	9,00	-13,00	169,00
2004	116,00	10	90,00	20,00	10,00	-10,00	100,00
2005	100,00	11	92,00	13,00	11,00	-2,00	4,00
2006	135,00	12	94,00	24,00	12,00	-12,00	144,00
2007	94,00	13	100,00	12,00	13,00	1,00	1,00
2008	105,00	14	101,00	15,50	14,00	-1,50	2,25
2009	87,00	15	105,00	8,00	15,00	7,00	49,00
2010	105,00	16	105,00	15,50	16,00	0,50	0,25
2011	85,00	17	108,00	6,50	17,00	10,50	110,25
2012	77,00	18	112,00	3,00	18,00	15,00	225,00
2013	113,00	19	113,00	19,00	19,00	0,00	0,00
2015	81,50	20	116,00	4,00	20,00	16,00	256,00
2016	101,00	21	124,00	14,00	21,00	7,00	49,00
2017	90,00	22	126,00	9,50	22,00	12,50	156,25
2018	90,00	23	127,00	9,50	23,00	13,50	182,25
2019	136,00	24	135,00	25,00	24,00	-1,00	1,00
2020	127,00	25	136,00	23,00	25,00	2,00	4,00
2021	112,00	26	139,00	18,00	26,00	8,00	64,00
2022	139,00	27	147,00	26,00	27,00	1,00	1,00

Parameter Uji Tren			
n	27	**df**	25
Total D²	2.781,5000	**Kp / r Spearman**	0,15095
t hitung	0,76348	**t tabel**	2,05954
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

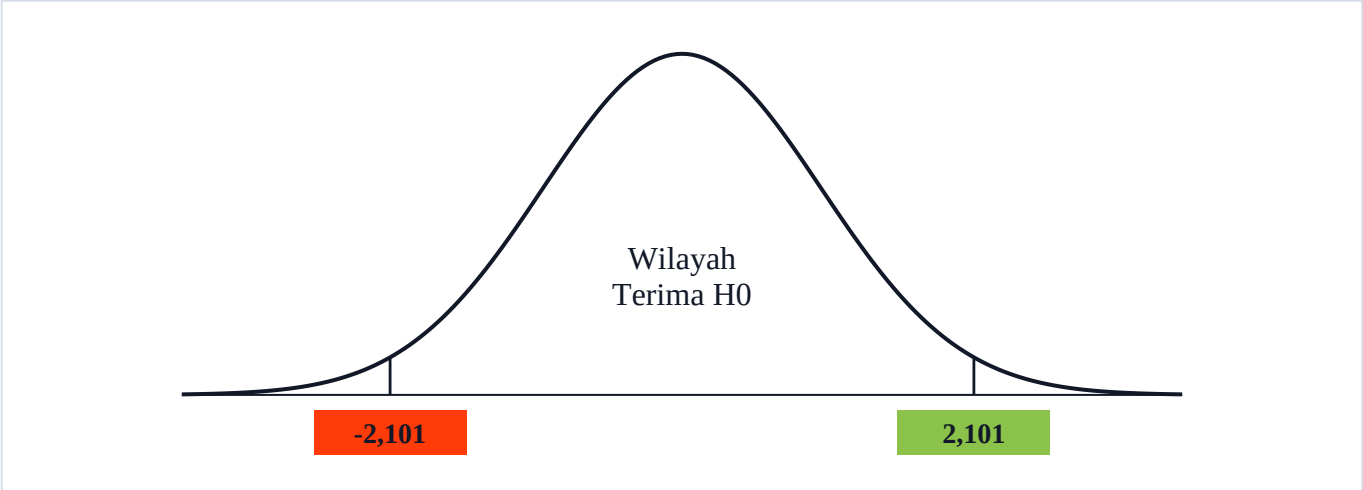
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 – Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	124,00	105,00
2	147,00	87,00
3	92,00	105,00
4	82,00	85,00
5	70,00	77,00
6	108,00	113,00
7	85,00	81,50
8	76,00	101,00
9	126,00	90,00
10	116,00	90,00
11	100,00	136,00
12	135,00	127,00
13	94,00	112,00
14	-	139,00

Uji F			
Varians 1	574,85897	**df 1**	12
Varians 2	400,55632	**df 2**	13
F hitung	1,43515	**N1**	13
F tabel atas	3,15318	**N2**	14
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

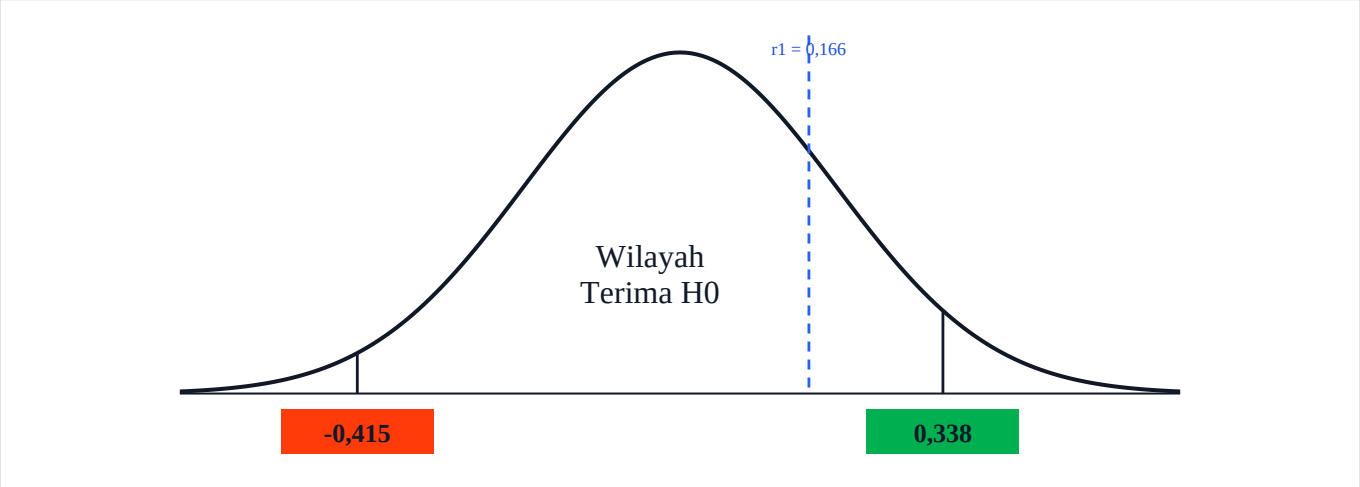
(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1995	124,00	20,17	870,53	406,69
1996	147,00	43,17	-510,81	1.863,36
1997	92,00	-11,83	258,36	140,03
1998	82,00	-21,83	738,69	476,69
1999	70,00	-33,83	-140,97	1.144,69
2000	108,00	4,17	-78,47	17,36
2001	85,00	-18,83	524,19	354,69
2002	76,00	-27,83	-616,97	774,69
2003	126,00	22,17	269,69	491,36
2004	116,00	12,17	-46,64	148,03
2005	100,00	-3,83	-119,47	14,69
2006	135,00	31,17	-306,47	971,36
2007	94,00	-9,83	-11,47	96,69
2008	105,00	1,17	-19,64	1,36
2009	87,00	-16,83	-19,64	283,36
2010	105,00	1,17	-21,97	1,36
2011	85,00	-18,83	505,36	354,69
2012	77,00	-26,83	-245,97	720,03
2013	113,00	9,17	-204,72	84,03
2015	81,50	-22,33	63,28	498,78
2016	101,00	-2,83	39,19	8,03
2017	90,00	-13,83	191,36	191,36
2018	90,00	-13,83	-444,97	191,36
2019	136,00	32,17	745,19	1.034,69
2020	127,00	23,17	189,19	536,69

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
2021	112,00	8,17	287,19	66,69
2022	139,00	35,17	709,19	1.236,69

Parameter Uji Independen			
Jumlah	2.803,5000	**n**	27
Rata-rata	103,8333	**Batas bawah**	-0,41538
r1	0,16597	**Batas atas**	0,33845
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	27 tahun	Memenuhi	Layak untuk analisis frekuensi awal.
Tahun kosong	1 tahun	Perlu catatan	Perlu dicantumkan dan ditinjau dampaknya terhadap kontinuitas seri.
Uji pencilan	Tidak ada pencilan signifikan	Baik	Nilai ekstrem masih dalam batas statistik.
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Homogen	Baik	Varians antar periode relatif seragam.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	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	27 tahun
Minimum	70,00 mm (1999)
Maksimum	147,00 mm (1996)
Rata-rata	103,83 mm
Median	101,00 mm
Standar deviasi sampel	21,58 mm
Koefisien variasi	0,208
Skewness sampel	0,392
Excess kurtosis	-0,904

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.

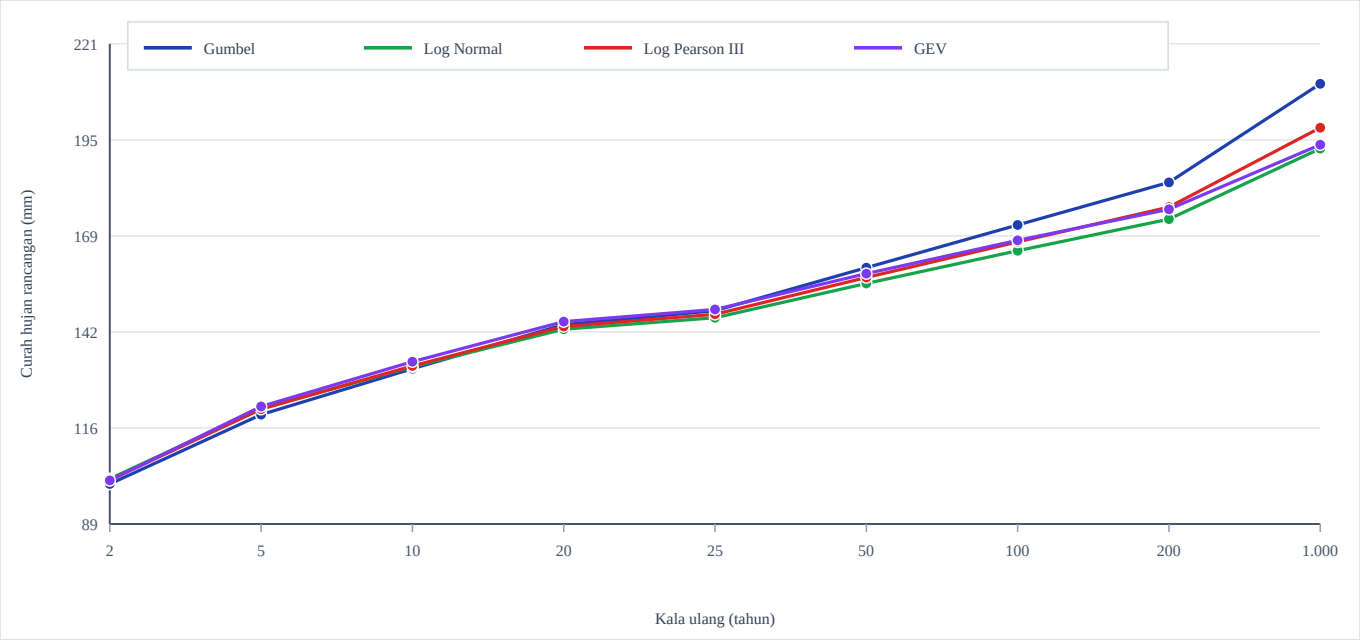
Analisa curah hujan rancangan dihitung dengan distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV

2	100,288	101,719	101,378	101,269
5	119,360	121,022	120,862	121,607
10	131,987	132,530	132,756	133,923
20	144,100	142,853	143,609	144,945
25	147,942	146,009	146,961	148,288
50	159,778	155,436	157,072	158,143
100	171,527	164,436	166,859	167,299
200	183,232	173,127	176,439	175,840
1.000	210,348	192,527	198,269	193,598

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: $\bar{x}$ = 103,833 mm; S = 21,581 mm; μ = 94,12063; β = 16,82683.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	**100,288**

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
5	80,000%	1,49994	0,71945	**119,360**
10	90,000%	2,25037	1,30455	**131,987**
20	95,000%	2,97020	1,86580	**144,100**
25	96,000%	3,19853	2,04383	**147,942**
50	98,000%	3,90194	2,59228	**159,778**
100	99,000%	4,60015	3,13667	**171,527**
200	99,500%	5,29581	3,67907	**183,232**
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	**210,348**

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 = 2,00740; S_Y = 0,08967.

T	P	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,00740	**101,719**
5	80,000%	0,84162	2,08287	**121,022**
10	90,000%	1,28155	2,12231	**132,530**
20	95,000%	1,64485	2,15489	**142,853**
25	96,000%	1,75069	2,16438	**146,009**
50	98,000%	2,05375	2,19155	**155,436**
100	99,000%	2,32635	2,21600	**164,436**
200	99,500%	2,57583	2,23837	**173,127**
1.000	99,900%	3,09023	2,28449	**192,527**

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 = 2,00740; S_Y = 0,08967; C_s = 0,09760.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,01626	2,00594	**101,378**
5	80,000%	0,84162	0,83519	2,08229	**120,862**
10	90,000%	1,28155	1,28984	2,12306	**132,756**
20	95,000%	1,64485	1,67042	2,15718	**143,609**
25	96,000%	1,75069	1,78218	2,16720	**146,961**
50	98,000%	2,05375	2,10445	2,19610	**157,072**
100	99,000%	2,32635	2,39722	2,22235	**166,859**
200	99,500%	2,57583	2,66759	2,24659	**176,439**
1.000	99,900%	3,09023	3,23257	2,29725	**198,269**

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 = 94,21279; α = 19,58766; k = 0,09443. L1 = 103,83333; L2 = 12,53276; t3 = 0,11094.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	**101,269**
5	80,000%	**121,607**
10	90,000%	**133,923**
20	95,000%	**144,945**
25	96,000%	**148,288**
50	98,000%	**158,143**
100	99,000%	**167,299**
200	99,500%	**175,840**
1.000	99,900%	**193,598**

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	0,09420	0,29000	Diterima	2,29334	5,93687	Diterima	-

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chikritis	Chi	Catatan
Log Normal	**0,08131**	**0,29000**	**Diterima**	**1,62955**	**5,93687**	**Diterima**	**Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.**
Log Pearson III	0,08208	0,29000	Diterima	1,58783	3,74676	Diterima	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,07393	0,29000	Diterima	1,14786	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 = 101,719 mm; rata-rata HHMT = 103,83 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 = 101,719 mm; median HHMT = 101,00 mm; rasio R2/median = 1,01	Wajar	Median dipakai sebagai pembanding karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 Log Normal = 164,436 mm; maksimum historis = 147,00 mm	Wajar	Nilai T=100 distribusi terpilih lebih besar atau sama dengan maksimum historis.
R1000 terhadap maksimum historis	R1000 Log Normal = 192,527 mm; maksimum historis = 147,00 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	146,009	148,288	2,279	1,5%	Selisih kecil-sedang
50	155,436	159,778	4,341	2,8%	Selisih kecil-sedang
100	164,436	171,527	7,091	4,2%	Selisih kecil-sedang
1000	192,527	210,348	17,821	9,0%	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 = 164,436 mm. R1000 = 192,527 mm. Maksimum historis = 147,00 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 27 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 164,436 mm dibanding maksimum historis 147,00 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	Cek kelengkapan data pada tahun kosong dan dokumentasikan penyebab kekosongan data.	Menjaga transparansi seri data dan menghindari bias interpretasi panjang data.	Tinggi
3	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
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 Log Normal 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	$\bar{x}$	103,833	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	21,581	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	94,12063	-
Gumbel	Parameter skala	β	16,82683	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,00740	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,08967	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,00740	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,08967	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	0,09760	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	94,21279	-
GEV	Parameter skala	α	19,58766	-
GEV	Parameter bentuk	k	0,09443	-

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.