

Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

Stasiun PANGKALAN KASAI, Indragiri Hulu, Riau

<https://hidrologi.net/hujanmaksimumtahunan/1561>

Jumlah Data 38 tahun	Rata-rata HHMT 107,49 mm	Hujan Maksimum 353,00 mm	Distribusi Terbaik GEV
--------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------

Kesimpulan singkat analisa: Data HHMT memiliki panjang data 38 tahun dan status panjang data: **Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun**. Hasil uji data awal menunjukkan pencilan, ketidakhomogenan. Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah **GEV**. Karena status uji data masih perlu review teknis, hasil curah hujan rancangan perlu digunakan sebagai hasil sementara sampai verifikasi data selesai.

1. Informasi Stasiun Hujan

Nama Stasiun	PANGKALAN KASAI	Periode Data	1984 s.d. 2021
Lokasi	Desa Kelurahan Pangkalan Kasai, Kec. Siberida, Indragiri Hulu	Provinsi	Riau
Wilayah Sungai	INDRAGIRI-AKUAMAN	Koordinat	-0.591390, 102.390280
Pengelola	BWS SUMATERA III		

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	38 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 1984–2021.

3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

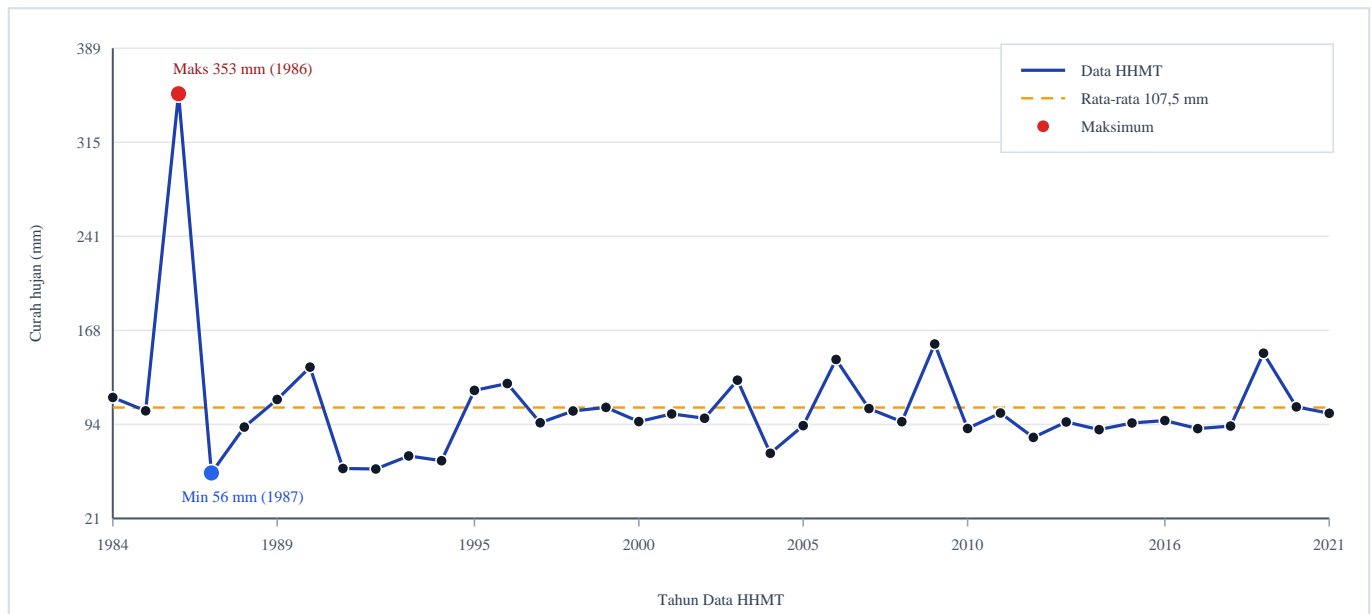
Data berikut adalah seri Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (HHMT) yang menjadi dasar uji data, statistik deskriptif, dan analisa curah hujan rancangan.

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1	1984	115,40	24-06-1984	OK
2	1985	104,90	30-03-1985	OK

No.	Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
3	1986	353,00	08-01-1986	Pencilan atas
4	1987	56,30	24-11-1987	OK
5	1988	92,20	20-03-1988	OK
6	1989	113,80	28-11-1989	OK
7	1990	139,10	07-03-1990	OK
8	1991	59,80	16-12-1991	OK
9	1992	59,40	10-12-1992	OK
10	1993	69,60	09-03-1993	OK
11	1994	65,90	18-05-1994	OK
12	1995	120,90	18-10-1995	OK
13	1996	126,30	29-03-1996	OK
14	1997	95,60	09-12-1997	OK
15	1998	104,80	06-06-1998	OK
16	1999	107,60	09-10-1999	OK
17	2000	96,50	16-12-2000	OK
18	2001	102,50	18-10-2001	OK
19	2002	99,10	19-11-2002	OK
20	2003	128,90	25-04-2003	OK
21	2004	71,70	22-07-2004	OK
22	2005	93,30	03-07-2005	OK
23	2006	145,10	17-04-2006	OK
24	2007	106,70	20-05-2007	OK
25	2008	96,40	12-03-2008	OK
26	2009	157,20	04-10-2009	OK
27	2010	91,10	17-09-2010	OK
28	2011	103,20	25-05-2011	OK
29	2012	84,10	07-04-2012	OK
30	2013	96,20	27-09-2013	OK
31	2014	90,20	29-12-2014	OK
32	2015	95,40	21-11-2015	OK
33	2016	97,30	19-03-2016	OK
34	2017	91,00	01-06-2017	OK
35	2018	93,00	30-11-2018	OK
36	2019	150,00	30-01-2019	OK
37	2020	108,00	29-10-2020	OK
38	2021	103,00	12-04-2021	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	353,00 mm pada tahun 1986	Nilai minimum	56,30 mm pada tahun 1987
Jumlah data > 150 mm	2 data	Jumlah data < 50 mm	0 data
Jumlah pencilan terdeteksi	1 data berdasarkan batas uji pencilan.		

Daftar Data Pencilan

Tahun	HHMT	Batas bawah	Batas atas	Status
1986	353,00 mm	43,31 mm	237,28 mm	Pencilan atas

Evaluasi Data Rendah dan Data Tinggi

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

Kriteria Evaluasi	Ambang	Jumlah Data	Catatan
Data sangat rendah	< 50 mm	0	Indikasi awal untuk cek kelengkapan data harian.
Data rendah	< 75 mm	6	Perlu ditinjau jika jauh di bawah pola umum seri data.
Data tinggi	> 150 mm	2	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
1987	56,30	24-11-1987	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1991	59,80	16-12-1991	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1992	59,40	10-12-1992	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1993	69,60	09-03-1993	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
1994	65,90	18-05-1994	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.
2004	71,70	22-07-2004	Rendah, perlu ditinjau kewajaran data tahunan.

Daftar Data Tinggi

Tahun	HHMT (mm)	Tanggal	Catatan
1986	353,00	08-01-1986	Sangat tinggi, perlu verifikasi kejadian ekstrem.
2009	157,20	04-10-2009	Tinggi, menjadi kandidat kejadian hujan ekstrem tahunan.

5. Uji Data HHMT

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

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

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

Detail Parameter Uji Data

Uji	Parameter	Nilai
Uji Pencilan	Kn	2,6604
Uji Pencilan	Batas bawah	43,31 mm
Uji Pencilan	Batas atas	237,28 mm
Uji Pencilan	Jumlah pencilan	1
Uji Tren	r Spearman	-0,02024
Uji Tren	t hitung	-0,12148
Uji Tren	t kritis	2,02809
Uji Tren	Arah	tidak_signifikan
Uji Homogenitas	F hitung	7,51824
Uji Homogenitas	F kritis	2,59559
Uji Homogenitas	Varian kelompok awal	4.044,58251
Uji Homogenitas	Varian kelompok akhir	537,96924
Uji Independensi	r1 lag-1	-0,12276
Uji Independensi	Batas bawah	-0,34486
Uji Independensi	Batas atas	0,29080

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

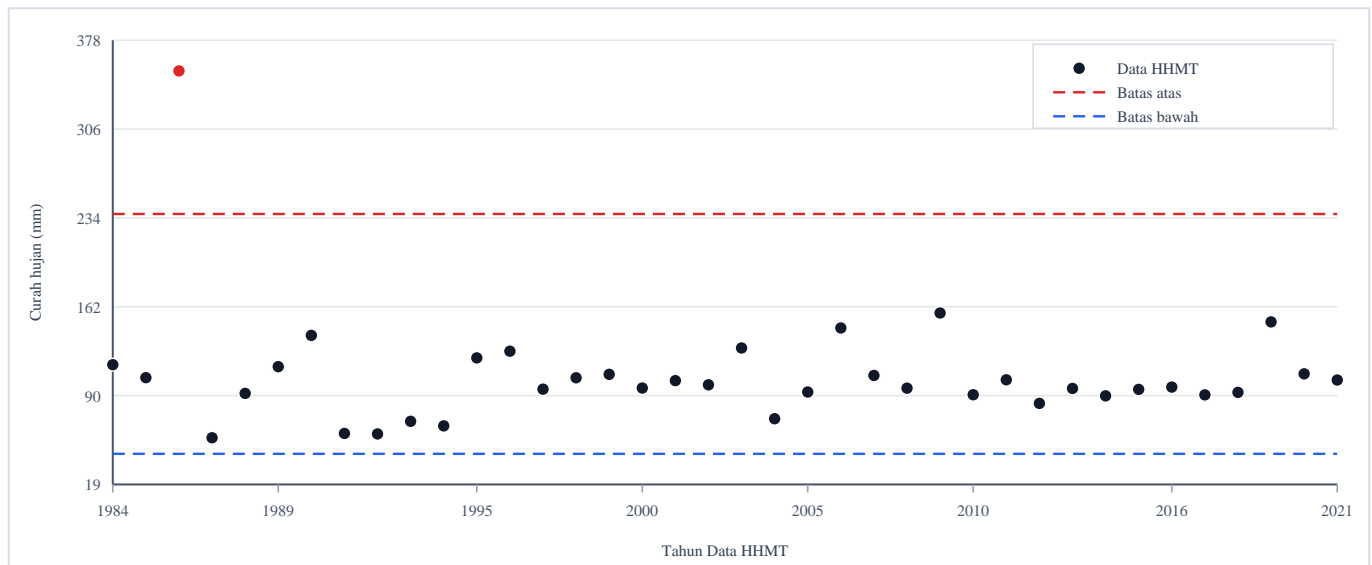
No.	Tahun	Data	Log X	log Xi - log X	(log Xi - log X)^2	(log Xi - log X)^3	X max	X min	Status
1	1984	115,40	2,062206	0,05628	0,00317	0,00018	237,28	43,31	Accept
2	1985	104,90	2,020775	0,01485	0,00022	0,00000	237,28	43,31	Accept
3	1986	353,00	2,547775	0,54185	0,29360	0,15909	237,28	43,31	Pencilan atas
4	1987	56,30	1,750508	-0,25542	0,06524	-0,01666	237,28	43,31	Accept
5	1988	92,20	1,964731	-0,04119	0,00170	-0,00007	237,28	43,31	Accept
6	1989	113,80	2,056142	0,05022	0,00252	0,00013	237,28	43,31	Accept
7	1990	139,10	2,143327	0,13740	0,01888	0,00259	237,28	43,31	Accept
8	1991	59,80	1,776701	-0,22922	0,05254	-0,01204	237,28	43,31	Accept
9	1992	59,40	1,773786	-0,23214	0,05389	-0,01251	237,28	43,31	Accept
10	1993	69,60	1,842609	-0,16332	0,02667	-0,00436	237,28	43,31	Accept
11	1994	65,90	1,818885	-0,18704	0,03498	-0,00654	237,28	43,31	Accept
12	1995	120,90	2,082426	0,07650	0,00585	0,00045	237,28	43,31	Accept
13	1996	126,30	2,101403	0,09548	0,00912	0,00087	237,28	43,31	Accept
14	1997	95,60	1,980458	-0,02547	0,00065	-0,00002	237,28	43,31	Accept
15	1998	104,80	2,020361	0,01444	0,00021	0,00000	237,28	43,31	Accept
16	1999	107,60	2,031812	0,02589	0,00067	0,00002	237,28	43,31	Accept
17	2000	96,50	1,984527	-0,02140	0,00046	-0,00001	237,28	43,31	Accept
18	2001	102,50	2,010724	0,00480	0,00002	0,00000	237,28	43,31	Accept
19	2002	99,10	1,996074	-0,00985	0,00010	0,00000	237,28	43,31	Accept
20	2003	128,90	2,110253	0,10433	0,01088	0,00114	237,28	43,31	Accept
21	2004	71,70	1,855519	-0,15041	0,02262	-0,00340	237,28	43,31	Accept
22	2005	93,30	1,969882	-0,03604	0,00130	-0,00005	237,28	43,31	Accept
23	2006	145,10	2,161667	0,15574	0,02426	0,00378	237,28	43,31	Accept
24	2007	106,70	2,028164	0,02224	0,00049	0,00001	237,28	43,31	Accept
25	2008	96,40	1,984077	-0,02185	0,00048	-0,00001	237,28	43,31	Accept
26	2009	157,20	2,196453	0,19053	0,03630	0,00692	237,28	43,31	Accept
27	2010	91,10	1,959518	-0,04641	0,00215	-0,00010	237,28	43,31	Accept
28	2011	103,20	2,013680	0,00775	0,00006	0,00000	237,28	43,31	Accept
29	2012	84,10	1,924796	-0,08113	0,00658	-0,00053	237,28	43,31	Accept
30	2013	96,20	1,983175	-0,02275	0,00052	-0,00001	237,28	43,31	Accept
31	2014	90,20	1,955207	-0,05072	0,00257	-0,00013	237,28	43,31	Accept
32	2015	95,40	1,979548	-0,02638	0,00070	-0,00002	237,28	43,31	Accept
33	2016	97,30	1,988113	-0,01781	0,00032	-0,00001	237,28	43,31	Accept
34	2017	91,00	1,959041	-0,04688	0,00220	-0,00010	237,28	43,31	Accept
35	2018	93,00	1,968483	-0,03744	0,00140	-0,00005	237,28	43,31	Accept
36	2019	150,00	2,176091	0,17017	0,02896	0,00493	237,28	43,31	Accept
37	2020	108,00	2,033424	0,02750	0,00076	0,00002	237,28	43,31	Accept
38	2021	103,00	2,012837	0,00691	0,00005	0,00000	237,28	43,31	Accept

Parameter Uji Pencilan			
Jumlah data	38	Jumlah hujan	4.084,5000
Rataan hujan	107,4868	Rataan log X	2,005925
S log	0,138825	CS log	1,31675
Kn	2,66040	n	38

Parameter Uji Pencilan			
Log XH	2,37526	XH / batas atas	237,277
Log XL	1,63660	XL / batas bawah	43,311
X maksimum data	353,000	Keputusan maksimum	Detect pencilan Max
X minimum data	56,300	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

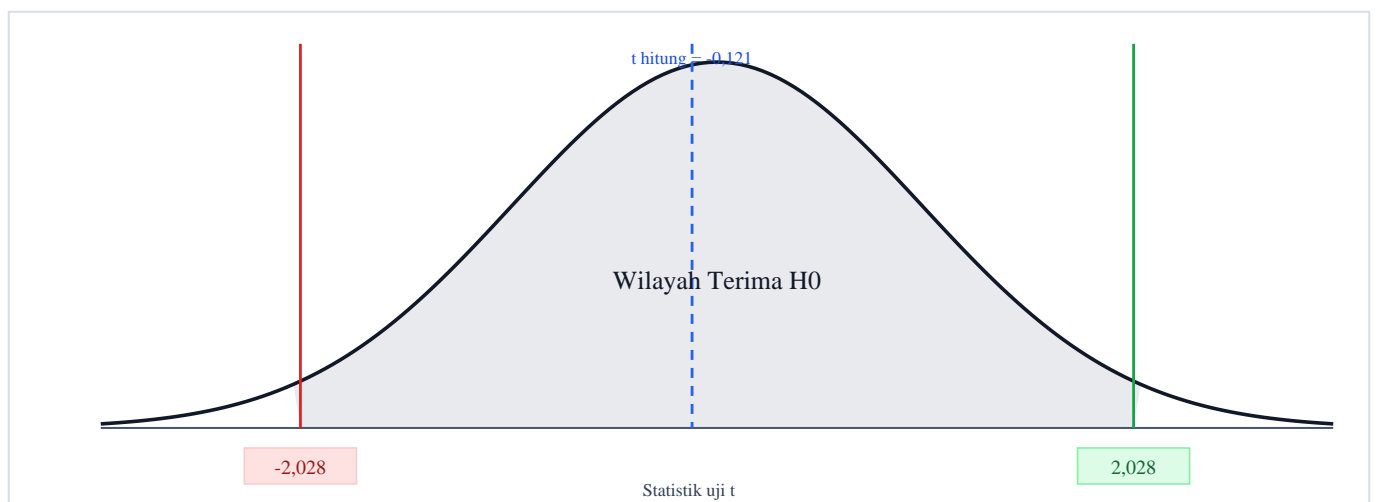
Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
1984	115,40	1	56,30	30,00	1,00	-29,00	841,00
1985	104,90	2	59,40	25,00	2,00	-23,00	529,00
1986	353,00	3	59,80	38,00	3,00	-35,00	1.225,00
1987	56,30	4	65,90	1,00	4,00	3,00	9,00
1988	92,20	5	69,60	11,00	5,00	-6,00	36,00
1989	113,80	6	71,70	29,00	6,00	-23,00	529,00
1990	139,10	7	84,10	34,00	7,00	-27,00	729,00
1991	59,80	8	90,20	3,00	8,00	5,00	25,00
1992	59,40	9	91,00	2,00	9,00	7,00	49,00
1993	69,60	10	91,10	5,00	10,00	5,00	25,00
1994	65,90	11	92,20	4,00	11,00	7,00	49,00
1995	120,90	12	93,00	31,00	12,00	-19,00	361,00
1996	126,30	13	93,30	32,00	13,00	-19,00	361,00
1997	95,60	14	95,40	15,00	14,00	-1,00	1,00
1998	104,80	15	95,60	24,00	15,00	-9,00	81,00
1999	107,60	16	96,20	27,00	16,00	-11,00	121,00

Tahun	Data	No	Data terurut	Kyi	Kxi	D=Kxi-Kyi	D ²
2000	96,50	17	96,40	18,00	17,00	-1,00	1,00
2001	102,50	18	96,50	21,00	18,00	-3,00	9,00
2002	99,10	19	97,30	20,00	19,00	-1,00	1,00
2003	128,90	20	99,10	33,00	20,00	-13,00	169,00
2004	71,70	21	102,50	6,00	21,00	15,00	225,00
2005	93,30	22	103,00	13,00	22,00	9,00	81,00
2006	145,10	23	103,20	35,00	23,00	-12,00	144,00
2007	106,70	24	104,80	26,00	24,00	-2,00	4,00
2008	96,40	25	104,90	17,00	25,00	8,00	64,00
2009	157,20	26	106,70	37,00	26,00	-11,00	121,00
2010	91,10	27	107,60	10,00	27,00	17,00	289,00
2011	103,20	28	108,00	23,00	28,00	5,00	25,00
2012	84,10	29	113,80	7,00	29,00	22,00	484,00
2013	96,20	30	115,40	16,00	30,00	14,00	196,00
2014	90,20	31	120,90	8,00	31,00	23,00	529,00
2015	95,40	32	126,30	14,00	32,00	18,00	324,00
2016	97,30	33	128,90	19,00	33,00	14,00	196,00
2017	91,00	34	139,10	9,00	34,00	25,00	625,00
2018	93,00	35	145,10	12,00	35,00	23,00	529,00
2019	150,00	36	150,00	36,00	36,00	0,00	0,00
2020	108,00	37	157,20	28,00	37,00	9,00	81,00
2021	103,00	38	353,00	22,00	38,00	16,00	256,00

Parameter Uji Tren			
n	38	df	36
Total D²	9.324,0000	Kp / r Spearman	-0,02024
t hitung	-0,12148	t tabel	2,02809
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

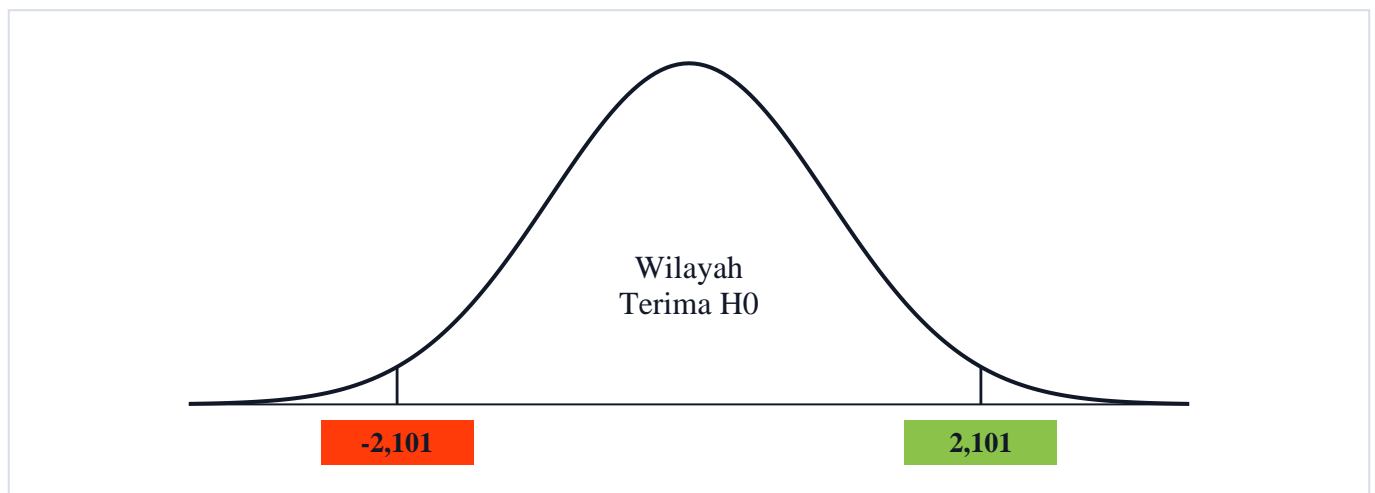
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

Tabel B.6 - Uji Homogenitas

No.	Variabel 1	Variabel 2
1	115,40	128,90
2	104,90	71,70
3	353,00	93,30
4	56,30	145,10
5	92,20	106,70
6	113,80	96,40
7	139,10	157,20
8	59,80	91,10
9	59,40	103,20
10	69,60	84,10
11	65,90	96,20
12	120,90	90,20
13	126,30	95,40
14	95,60	97,30
15	104,80	91,00
16	107,60	93,00
17	96,50	150,00
18	102,50	108,00
19	99,10	103,00

Uji F			
Varians 1	4.044,58251	df 1	18
Varians 2	537,96924	df 2	18
F hitung	7,51824	N1	19
F tabel atas	2,59559	N2	19
Keterangan	Unequal Variance	Keputusan	Tolak H0
Artinya	Varian Tidak Seragam		

Gambar 5.3. - Kurva batas uji homogenitas



5.4. Uji Independen

Uji independen dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam seri curah hujan tahunan saling bebas atau masih memiliki ketergantungan antar tahun. Data hidrologi yang digunakan untuk analisis frekuensi idealnya bersifat independen, sehingga nilai pada suatu tahun tidak dipengaruhi secara signifikan oleh nilai tahun sebelumnya.

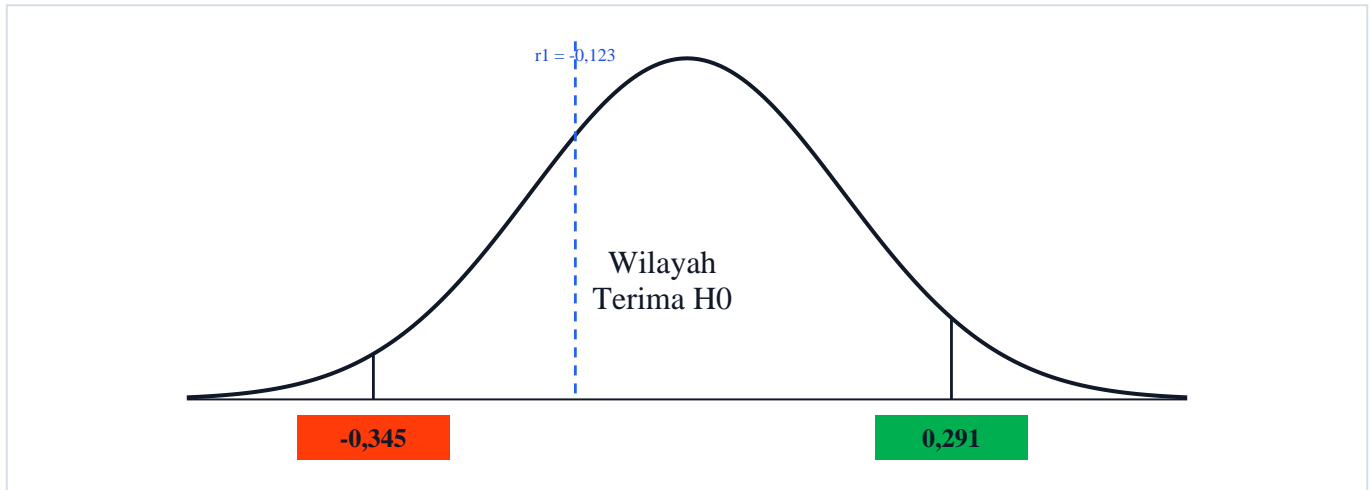
Tabel B.7 - Uji Independen

(1) i	(2) Xi	(3) Xi - Xav	(4) (3)i × (3)i+1	(5) (3)i × (3)i
1984	115,40	7,91	-20,47	62,62
1985	104,90	-2,59	-635,10	6,69
1986	353,00	245,51	-12.567,04	60.276,71
1987	56,30	-51,19	782,49	2.620,09
1988	92,20	-15,29	-96,51	233,69
1989	113,80	6,31	199,58	39,86
1990	139,10	31,61	-1.507,53	999,39
1991	59,80	-47,69	2.293,11	2.274,03
1992	59,40	-48,09	1.821,86	2.312,34
1993	69,60	-37,89	1.575,59	1.435,41
1994	65,90	-41,59	-557,81	1.729,47
1995	120,90	13,41	252,34	179,91
1996	126,30	18,81	-223,63	353,93
1997	95,60	-11,89	31,94	141,30
1998	104,80	-2,69	-0,30	7,22
1999	107,60	0,11	-1,24	0,01
2000	96,50	-10,99	54,79	120,71
2001	102,50	-4,99	41,82	24,87
2002	99,10	-8,39	-179,59	70,34
2003	128,90	21,41	-766,31	458,52
2004	71,70	-35,79	507,70	1.280,70
2005	93,30	-14,19	-533,61	201,27
2006	145,10	37,61	-29,60	1.414,75
2007	106,70	-0,79	8,72	0,62
2008	96,40	-11,09	-551,16	122,92
2009	157,20	49,71	-814,64	2.471,40
2010	91,10	-16,39	70,25	268,53
2011	103,20	-4,29	100,26	18,38
2012	84,10	-23,39	263,96	546,94
2013	96,20	-11,29	195,11	127,39
2014	90,20	-17,29	208,94	298,83
2015	95,40	-12,09	123,13	146,09
2016	97,30	-10,19	167,95	103,77
2017	91,00	-16,49	238,84	271,82
2018	93,00	-14,49	-615,88	209,87
2019	150,00	42,51	21,82	1.807,37
2020	108,00	0,51	-2,30	0,26
2021	103,00	-4,49	-35,51	20,13

Parameter Uji Independen			
Jumlah	4.084,5000	n	38
Rata-rata	107,4868	Batas bawah	-0,34486
r1	-0,12276	Batas atas	0,29080
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	38 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.

Aspek Pemeriksaan	Hasil	Status	Implikasi
Uji tren	Tidak ada tren signifikan	Baik	Data relatif stasioner terhadap waktu.
Uji homogenitas	Tidak homogen	Perlu review	Perlu pemeriksaan penyebab perbedaan antar periode.
Uji independensi	Independen	Baik	Memenuhi asumsi kemandirian data.
Konsistensi antarstasiun	Belum dievaluasi	Perlu review	Belum tersedia stasiun pembandingan dengan data overlap yang memadai.
Distribusi terbaik	GEV	Sementara	Perlu dibaca bersama evaluasi kewajaran hujan rancangan dan sensitivity analysis antar distribusi.

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

6. Statistik Deskriptif Curah Hujan

Jumlah data	38 tahun
Minimum	56,30 mm (1987)
Maksimum	353,00 mm (1986)
Rata-rata	107,49 mm
Median	98,20 mm
Standar deviasi sampel	47,27 mm
Koefisien variasi	0,440
Skewness sampel	3,926
Excess kurtosis	20,122

Interpretasi statistik: Data HHMT menunjukkan skewness positif kuat (3,926), sehingga terdapat kecenderungan ekor kanan dan nilai ekstrem tinggi. Nilai excess kurtosis positif tinggi (20,122) 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, ketidakhomogenan, sehingga nilai hujan rancangan perlu dikaji ulang setelah verifikasi data pencilan, homogenitas, dan konsistensi seri data. Distribusi GEV dipilih sebagai distribusi terbaik sementara dan belum menggantikan keputusan teknis perencanaan.

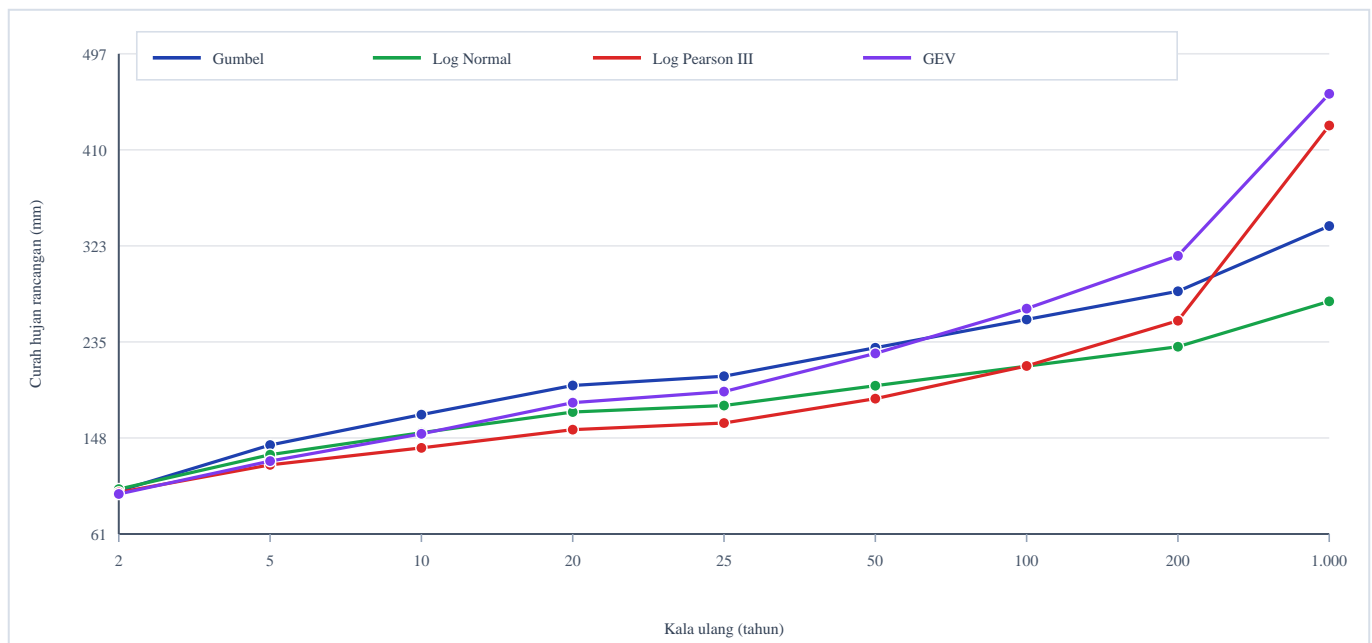
Analisa curah hujan rancangan dihitung dengan distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
2	99,722	101,374	98,367	96,935

Kala Ulang	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	GEV
5	141,492	132,667	123,431	126,866
10	169,147	152,699	138,886	151,663
20	195,674	171,503	155,474	180,031
25	204,089	177,404	161,500	190,102
50	230,011	195,451	183,681	224,830
100	255,742	213,246	213,421	265,610
200	281,379	230,948	254,601	313,633
1.000	340,765	272,224	432,204	461,071

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: $\bar{x} = 107,487$ mm; $S = 47,265$ mm; $\mu = 86,21496$; $\beta = 36,85257$.

T	P	Y_T	K_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,36651	-0,16428	99,722

T	P	Y _T	K _T	X _T (mm)
5	80,000%	1,49994	0,71945	141,492
10	90,000%	2,25037	1,30455	169,147
20	95,000%	2,97020	1,86580	195,674
25	96,000%	3,19853	2,04383	204,089
50	98,000%	3,90194	2,59228	230,011
100	99,000%	4,60015	3,13667	255,742
200	99,500%	5,29581	3,67907	281,379
1.000	99,900%	6,90726	4,93551	340,765

8.2 Metode Log Normal

Langkah perhitungan:

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

Rumus: $Y = \log_{10}(X)$; $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $\bar{Y} = 2,00593$; $S_Y = 0,13883$.

T	P	K _T	log X _T	X _T (mm)
2	50,000%	0,00000	2,00593	101,374
5	80,000%	0,84162	2,12276	132,667
10	90,000%	1,28155	2,18384	152,699
20	95,000%	1,64485	2,23427	171,503
25	96,000%	1,75069	2,24896	177,404
50	98,000%	2,05375	2,29104	195,451
100	99,000%	2,32635	2,32888	213,246
200	99,500%	2,57583	2,36352	230,948
1.000	99,900%	3,09023	2,43493	272,224

8.3 Metode Log Pearson III

Langkah perhitungan:

1. Transformasikan data HHMT menjadi $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung \bar{Y} , 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: $\bar{Y} = 2,00593$; $S_Y = 0,13883$; $C_s = 1,31675$.

T	P	Z	K_T	log X_T	X_T (mm)
2	50,000%	0,00000	-0,09420	1,99285	98,367
5	80,000%	0,84162	0,61589	2,09143	123,431
10	90,000%	1,28155	0,98493	2,14266	138,886
20	95,000%	1,64485	1,33790	2,19166	155,474
25	96,000%	1,75069	1,45686	2,20817	161,500
50	98,000%	2,05375	1,85946	2,26407	183,681
100	99,000%	2,32635	2,32892	2,32924	213,421
200	99,500%	2,57583	2,88085	2,40586	254,601
1.000	99,900%	3,09023	4,53638	2,63569	432,204

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: $\xi = 88,87208$; $\alpha = 21,04696$; $k = -0,23983$. $L1 = 107,48684$; $L2 = 19,23777$; $t3 = 0,33303$.

T	P	X_T (mm)
2	50,000%	96,935
5	80,000%	126,866
10	90,000%	151,663
20	95,000%	180,031
25	96,000%	190,102
50	98,000%	224,830
100	99,000%	265,610
200	99,500%	313,633
1.000	99,900%	461,071

9. Uji Distribusi dan Distribusi Terbaik Sementara

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

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chi hitung	Chi kritis	Chi	Catatan
Gumbel	0,20246	0,25000	Diterima	11,15022	5,93687	Ditolak	-

Distribusi	Dmax	D kritis	K-S	Chihitung	Chikritis	Chi	Catatan
Log Normal	0,15230	0,25000	Diterima	62,26893	5,93687	Ditolak	Pembandingan untuk data positif dengan transformasi log.
Log Pearson III	0,17477	0,25000	Diterima	8,48159	3,74676	Ditolak	Tetap perlu diperhatikan karena data menunjukkan skewness tinggi.
GEV	0,18577	0,25000	Diterima	4,66990	3,74676	Ditolak	Terpilih sementara berdasarkan skor gabungan uji.

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

10. Evaluasi Kewajaran Hujan Rancangan

10.1. Pemeriksaan Kewajaran Dasar

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

Aspek Evaluasi	Hasil Pemeriksaan	Status	Catatan Teknis
R2 terhadap rata-rata HHMT	R2 GEV = 96,935 mm; rata-rata HHMT = 107,49 mm; rasio R2/rata-rata = 0,90	Wajar	Hujan rancangan T=2 umumnya berada di sekitar nilai pusat data. Selisih besar dapat menunjukkan pengaruh bentuk distribusi atau karakter data.
R2 terhadap median HHMT	R2 GEV = 96,935 mm; median HHMT = 98,20 mm; rasio R2/median = 0,99	Wajar	Median dipakai sebagai pembandingan karena lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem.
R100 terhadap maksimum historis	R100 GEV = 265,610 mm; maksimum historis = 353,00 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 GEV = 461,071 mm; maksimum historis = 353,00 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	161,500	204,089	42,589	23,2%	Selisih kecil-sedang
50	183,681	230,011	46,330	22,2%	Selisih kecil-sedang
100	213,246	265,610	52,365	22,1%	Selisih kecil-sedang
1000	272,224	461,071	188,847	50,1%	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 GEV dapat digunakan sebagai hasil statistik terpilih sementara. Untuk kebutuhan desain, terutama kala ulang menengah-besar, disarankan tetap melakukan *sensitivity analysis* terhadap Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV; memeriksa konsistensi dengan stasiun hujan terdekat; serta mempertimbangkan kewajaran regional sebelum menetapkan hujan rancangan final.

11. Rekomendasi Distribusi untuk Desain

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

Tujuan Penggunaan	Distribusi/Strategi Disarankan	Catatan Teknis
Analisis statistik awal	GEV	Distribusi GEV merupakan distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan statistik yang tersedia. 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 = 265,610 mm. R1000 = 461,071 mm. Maksimum historis = 353,00 mm.

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

12. Kesimpulan Teknis

- Data HHMT memiliki panjang data 38 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
- Hasil uji data menunjukkan seri data menunjukkan indikasi penciliran yang perlu review, tidak menunjukkan tren signifikan, tidak homogen, dan independen.
- Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah GEV.
- Nilai R100 distribusi terpilih adalah 265,610 mm dibanding maksimum historis 353,00 mm. Nilai ini perlu diberi catatan kewajaran karena lebih kecil dari maksimum historis.
- Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan perbandingan memadai.
- 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	Periksa riwayat stasiun, perubahan alat, perpindahan lokasi, dan lingkungan sekitar pos hujan.	Menilai kemungkinan penyebab ketidakhomogenan seri data.	Tinggi

No.	Rekomendasi	Tujuan	Prioritas
3	Gunakan hasil uji konsistensi antarstasiun sebagai validasi silang dengan memperhatikan skor gabungan korelasi, overlap, jarak, dan rasio rata-rata; jangan hanya memilih berdasarkan overlap terpanjang.	Memastikan pemilihan stasiun pembanding lebih representatif terhadap karakter data stasiun utama.	Tinggi
4	Lakukan sensitivity analysis terhadap distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.	Menilai pengaruh pemilihan distribusi terhadap curah hujan rancangan kala ulang menengah-besar.	Tinggi
5	Gunakan distribusi GEV 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}	107,487	mm
Gumbel	Standar deviasi sampel	S	47,265	mm
Gumbel	Parameter lokasi	μ	86,21496	-
Gumbel	Parameter skala	β	36,85257	-
Log Normal	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,00593	-
Log Normal	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,13883	-
Log Pearson III	Rata-rata log basis 10	Ybar	2,00593	-
Log Pearson III	Standar deviasi log basis 10	S_Y	0,13883	-
Log Pearson III	Koefisien kemencengan log	C_s	1,31675	-
GEV	Parameter lokasi	ξ	88,87208	-
GEV	Parameter skala	α	21,04696	-
GEV	Parameter bentuk	k	-0,23983	-

15. Catatan Kelayakan dan Penggunaan Hasil

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