

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. |

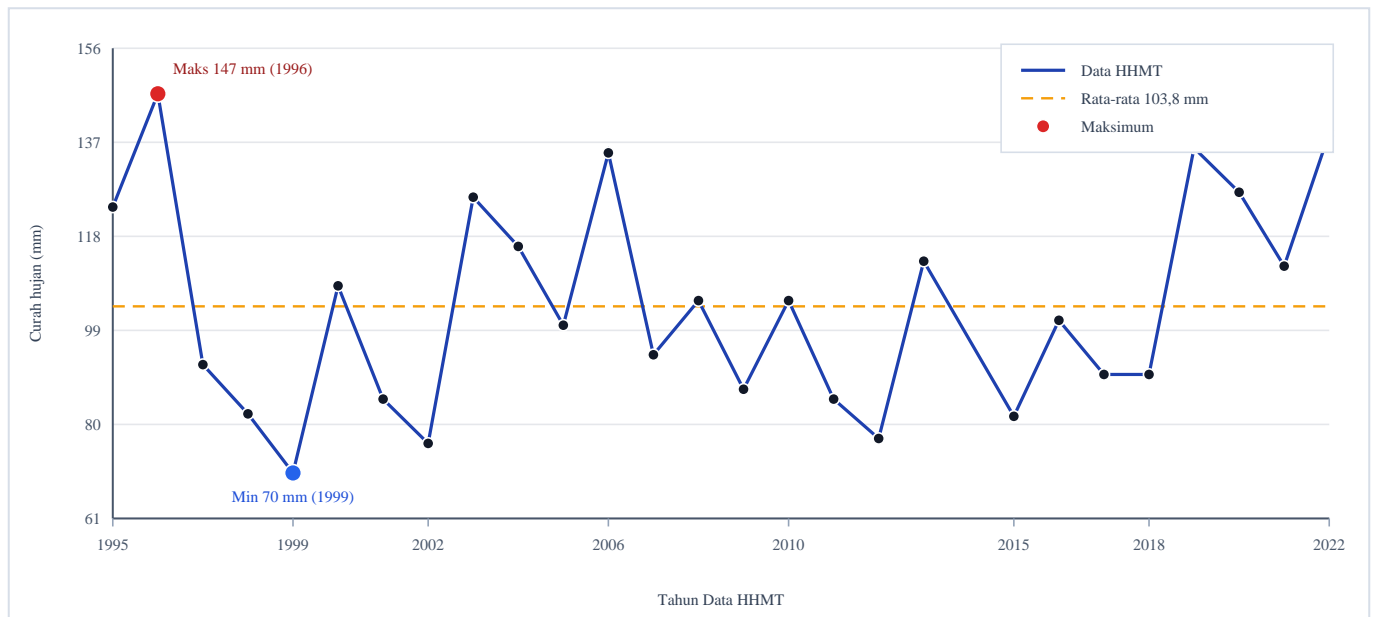
3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

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

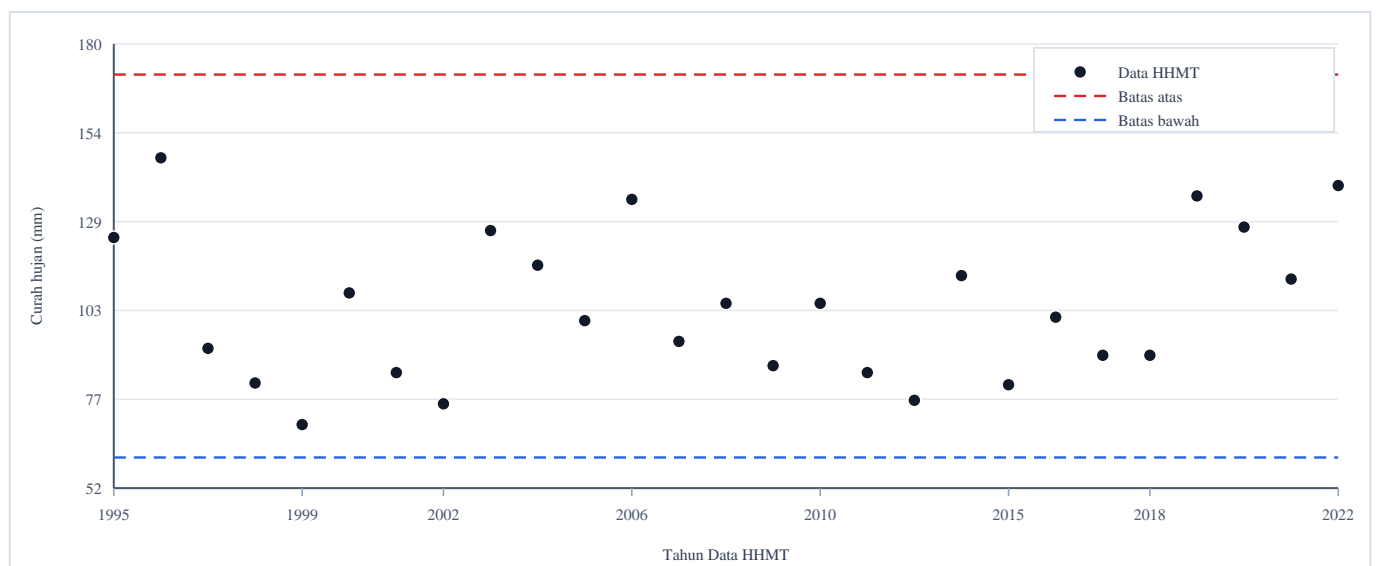
| No. | Tahun | Data | Log X | log Xi - log X | (log Xi - log X) ² | (log Xi - log X) ³ | X max | X min | Status |
|-----|-------|--------|----------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|-------|--------|
| 1 | 1995 | 124,00 | 2,093422 | 0,08602 | 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.

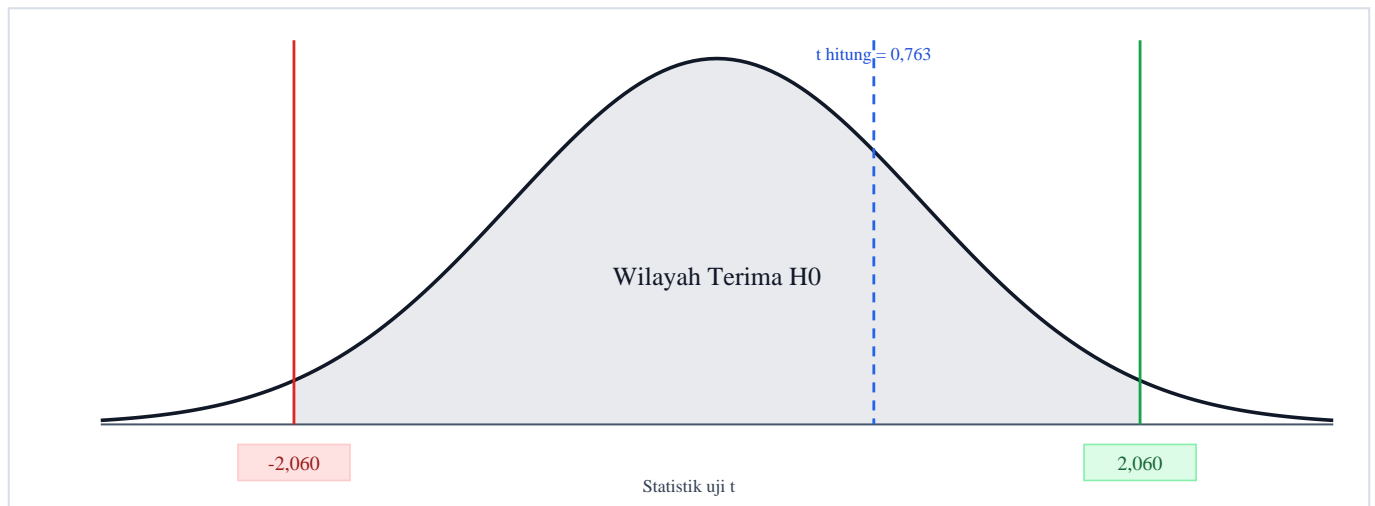
Tabel 5.2 - Uji Tren

| Tahun | Data | No | Data terurut | Kyi | Kxi | D=Kxi-Kyi | D ² |
|-------|--------|----|--------------|-------|-------|-----------|----------------|
| 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

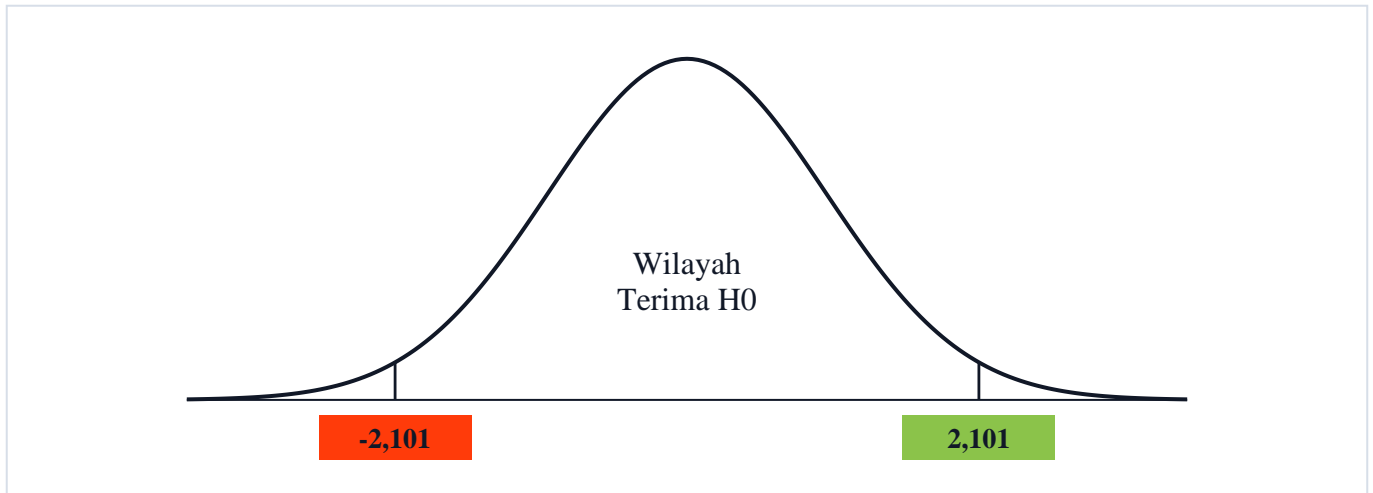
Uji homogenitas dilakukan untuk memeriksa apakah seri data curah hujan berasal dari populasi yang seragam atau tidak berubah karakteristiknya sepanjang periode pengamatan. Dalam praktiknya, data dibagi menjadi dua kelompok periode, kemudian varians kedua kelompok dibandingkan.

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 | Varians 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

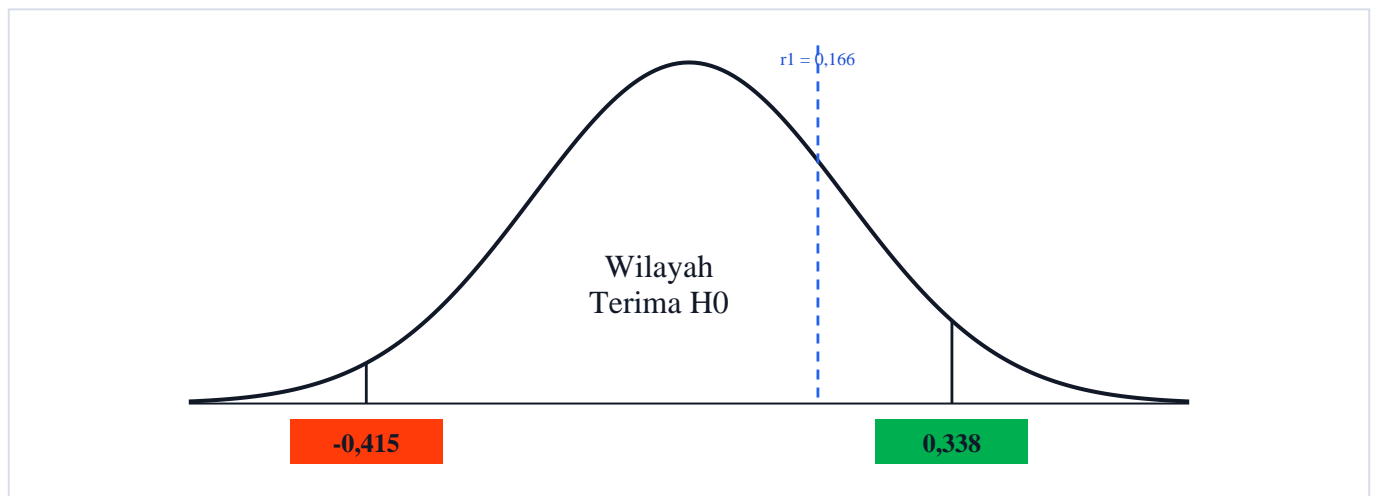
| (1) i | (2) Xi | (3) Xi - Xav | (4) (3)i × (3)i+1 | (5) (3)i × (3)i |
|----------|-----------|-----------------|----------------------|--------------------|
| 1995 | 124,00 | 20,17 | 870,53 | 406,69 |
| 1996 | 147,00 | 43,17 | -510,81 | 1.863,36 |
| 1997 | 92,00 | -11,83 | 258,36 | 140,03 |
| 1998 | 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 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 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 perencanaan.

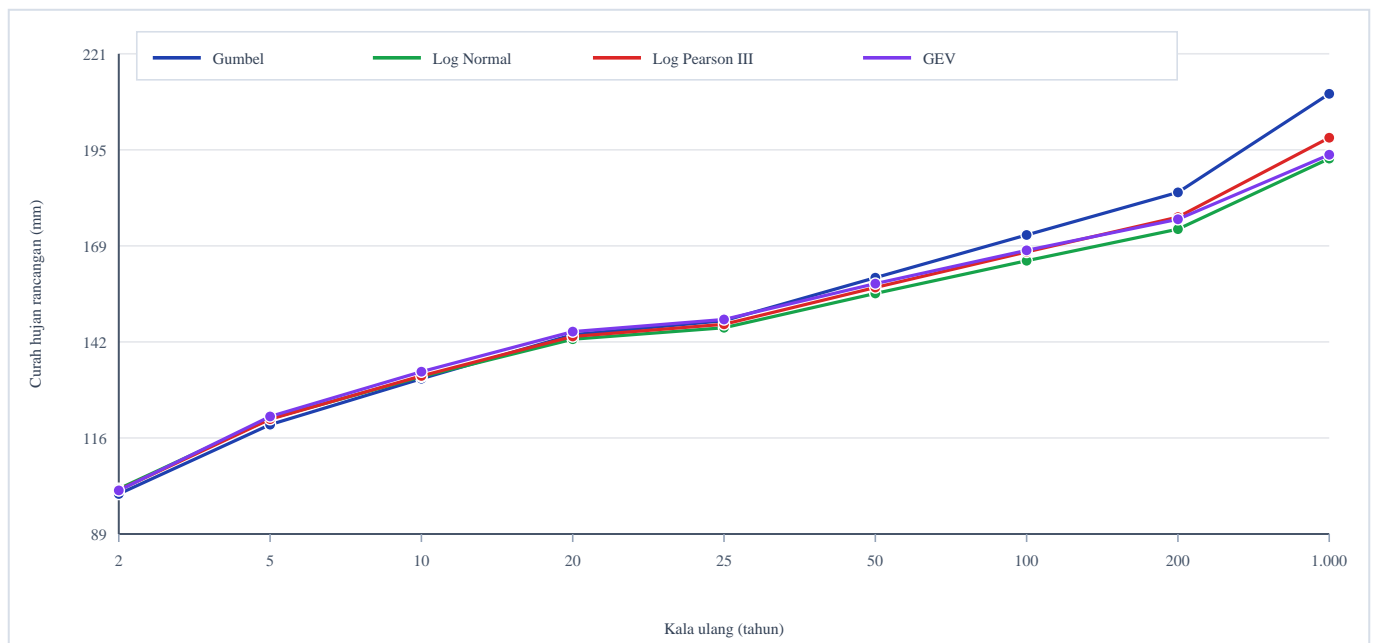
Analisa curah hujan rancangan dihitung dengan distribusi Gumbel, Log Normal, Log Pearson III, dan GEV.

| Kala Ulang | Gumbel | Log Normal | Log Pearson III | GEV |
|------------|--------|------------|-----------------|-----|
|------------|--------|------------|-----------------|-----|

| | | | | |
|-------|---------|---------|---------|---------|
| 2 | 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 $X_T = \mu + \beta \times Y_T$.

Rumus: $X_T = \mu + \beta \times Y_T$; $Y_T = -\ln[-\ln(P)]$. Parameter: $\bar{x} = 103,833$ mm; $S = 21,581$ mm; $\mu = 94,12063$; $\beta = 16,82683$.

| 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 $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung rata-rata log (Y_{bar}) dan standar deviasi log (S_Y).
3. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$.
4. Ambil K_T dari invers distribusi normal standar.
5. Hitung $Y_T = Y_{\text{bar}} + K_T \times S_Y$.
6. Konversi menjadi $X_T = 10^{Y_T}$.

Rumus: $Y = \log_{10}(X)$; $Y_T = Y_{\text{bar}} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $Y_{\text{bar}} = 2,00740$; $S_Y = 0,08967$.

| 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 $Y = \log_{10}(X)$.
2. Hitung Y_{bar} , S_Y , dan koefisien kemencengan log (C_s).
3. Untuk setiap kala ulang T, hitung $P = 1 - 1/T$ dan nilai Z.
4. Hitung faktor frekuensi K_T yang dipengaruhi C_s .
5. Hitung $Y_T = Y_{\text{bar}} + K_T \times S_Y$.
6. Konversi menjadi $X_T = 10^{Y_T}$.

Rumus: $Y_T = Y_{\text{bar}} + K_T \times S_Y$; $X_T = 10^{Y_T}$. Parameter: $Y_{\text{bar}} = 2,00740$; $S_Y = 0,08967$; $C_s = 0,09760$.

| 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: $\xi = 94,21279$; $\alpha = 19,58766$; $k = 0,09443$. $L1 = 103,83333$; $L2 = 12,53276$; $t3 = 0,11094$.

| 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 perencanaan.

| 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 <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 = 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 perencanaan.

12. Kesimpulan Teknis

- Data HHMT memiliki panjang data 27 tahun dengan status: Panjang data memenuhi ≥ 20 tahun.
- Hasil uji data menunjukkan seri data tidak menunjukkan pencilan signifikan, tidak menunjukkan tren signifikan, homogen, dan independen.
- Distribusi terbaik sementara berdasarkan uji kecocokan adalah Log Normal.
- Nilai R100 distribusi terpilih adalah 164,436 mm dibanding maksimum historis 147,00 mm.
- Hasil konsistensi antarstasiun menunjukkan bahwa uji konsistensi antarstasiun belum dapat memberikan pembandingan 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 | 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 pembandingan 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 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.