

ANALISA CURAH HUJAN RANCANGAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BENDUNGAN MANIKIN KABUPATEN KUPANG

Muhammad I. Ananta¹ (irfan_ananta@student.ub.ac.id)

Lily M. Limantara² (lilymont@ub.ac.id)

Jadfan S. Fidari³ (jadfan@ub.ac.id)

Hamdan Nurdin⁴ (hamdan.nurdin@bmkgo.go.id)

ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki kondisi iklim yang kering dan memiliki pola curah hujan yang tidak menentu. Pada musim hujan, curah hujan yang tinggi menyebabkan masalah banjir di daerah aliran sungai Manikin. Perencanaan bangunan keairan seperti bendungan perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan banjir. Analisis curah hujan rancangan dibutuhkan dalam perencanaan bangunan keairan. Analisis dilakukan dengan menggunakan tiga jenis distribusi yaitu, Distribusi Gumbel, Log Pearson III, dan Log Normal. Uji Goodness of fit dilakukan untuk mengetahui kesesuaian distribusi yang digunakan. Selain uji tersebut, pemilihan jenis distribusi juga disesuaikan terhadap sifat distribusinya. Data hujan yang didapatkan, dilakukan uji kelayakan terlebih dahulu. Berdasarkan hasil dari uji homogenitas, uji ketiadaan tren, uji stasioner, dan uji persistensi disimpulkan bahwa data dapat digunakan dilakukan analisis berikutnya. Data hujan tahun 2021 di Stasiun Oeletsala melewati batas outlier sehingga tidak digunakan. Hasil perhitungan uji chi-square dan smirnov-kolmogorov menunjukkan bahwa semua jenis distribusi dapat diterima. Berdasarkan sifat distribusi, jenis distribusi Log Pearson III lebih cocok untuk digunakan di DAS Bendungan Manikin.

Kata Kunci: analisa frekuensi, *goodness of fit*, distribusi probabilitas

ABSTRACT

East Nusa Tenggara Province has a dry climate and erratic rainfall patterns. In the rainy season, high rainfall causes flooding problems in the Manikin river basin. Water structures such as dams must be planned to overcome flooding problems. Design rainfall analysis is needed in the planning of water structures. The analysis was conducted using three types of distributions, namely, Gumbel Distribution, Log Pearson III, and Log Normal. A goodness of fit test is conducted to determine the suitability of the distribution. In addition to this test, the selection of the distribution type is also adjusted to the nature of the distribution. The rainfall data obtained is tested first. Based on the results of the homogeneity test, trend absence test stationary test, and persistence test, it is concluded that the data can be used for further analysis. The 2021 rain data at Oeletsala Station crosses the outlier limit, so it is not used. The chi-square and smirnov-kolmogorov test results show that all types of distributions are acceptable. Based on the distribution properties, the Log Pearson III distribution type is more suitable for use in the Manikin Dam watershed.

Keywords: frequency analysis, *goodness of fit*, probability distribution

PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Timur adalah sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di bagian timur Indonesia. Kondisi iklim di Nusa Tenggara Timur (NTT) umumnya kering dan memiliki pola curah hujan yang tidak menentu. Pola curah hujan di NTT sangat dipengaruhi oleh perubahan

¹ Universitas Brawijaya (Penulis Korespondensi);

² Universitas Brawijaya;

³ Universitas Brawijaya;

⁴ BMKG

iklim, sehingga seringkali terjadi kekeringan pada musim hujan atau banjir pada musim kemarau. Hal ini merupakan tantangan besar bagi perencanaan dan pengelolaan sumber daya air serta pertanian di daerah tersebut. Pemanfaatan sumber daya air pun menjadi penting untuk dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat.

Pembangunan Bendungan Manikin sendiri merupakan salah satu upaya untuk mengoptimalkan sumber air bersih yang penting bagi masyarakat Kabupaten Kupang, khususnya untuk keperluan irigasi, industri, dan domestik. Namun, dalam perencanaan pembangunan bendungan, diperlukan data analisis curah hujan rancangan untuk menentukan kapasitas bendungan yang sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis curah hujan rancangan di daerah aliran sungai Manikin, Kabupaten Kupang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai curah hujan rancangan di daerah tersebut, sehingga dapat digunakan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur keairan seperti bendungan.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Damayanti, et. al (2022) dengan menggunakan data tahun 1977-2018. Ditemukan bahwa jenis distribusi yang cocok untuk digunakan di DAS Manikin adalah Log Pearson III. Penelitian lainnya juga dilakukan dengan menggunakan perbandingan antara distribusi normal, distribusi gumbel, distribusi log normal, distribusi log pearson III, serta distribusi Iwai Kadoya dengan hasil distribusi yang paling dominan yaitu log pearson III (Fauzi, Handayani, & Rinaldi, 2012; Krisnayanti, Hunggurami, & Heo, 2020). Pemilihan distribusinya menggunakan *goodness of fit* seperti yang dilakukan juga oleh (Handajani, 2005; Kementerian PUPR, 2017; Pudyastuti & Musthofa, 2020; Upomo & Kusumawardani, 2016; Widyawati, Yuniarti, & Goejantoro, 2020).

Ruang lingkup penelitian ini mencakup pengumpulan data curah hujan di daerah aliran sungai Manikin selama beberapa tahun terakhir, analisis statistik untuk menentukan curah hujan rancangan, dan pembuatan model hidrologi untuk memprediksi debit sungai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan pembangunan bendungan di Kabupaten Kupang, serta membantu mengatasi masalah kekeringan, masalah banjir, dan meningkatkan ketersediaan air bersih di daerah tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Metode Mengisi Data Hujan yang Hilang

Pendekatan statistik dapat dilakukan di bidang hidrologi untuk mengisi nilai data yang kosong atau hilang dengan memanfaatkan data dari stasiun pencatat hujan lainnya yang berdekatan. Metode yang dapat digunakan yaitu metode normal rasio (S, Zakaria, Khotimah, & Romdania, 2021).

$$\frac{P_x}{N_x} = \frac{1}{N} \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} \dots + \frac{P_n}{N_n} \right) \quad (1)$$

Uji Konsistensi Data RAPS

Rescaled Adjusted Sums (RAPS) adalah pengujian yang dilakukan untuk individual stasiun. Pengujian ketidakkonsistenan antar data dalam stasiun dapat diketahui dengan melihat pergeseran nilai rata-rata (Harto, 1993).

$$Sk^*_0 = 0 \quad (2)$$

$$Sk^* = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \quad (3)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad (4)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \quad (5)$$

$$Qy = Maks|Sk^{**}| \quad (6)$$

dengan

X_i = Data hujan (mm),
 $\bar{X}$ = Rerata hujan (mm),
 n = jumlah data hujan,
 Q_y = nilai statistik Q untuk $0 \leq k \leq n$

Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah suatu analisis untuk mengevaluasi apakah data curah hujan dari stasiun yang berbeda homogen atau sama persis. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Limantara, 2018):

$$Z_M = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{S_d} \quad (7)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \quad (8)$$

dimana:

μ_i = rata-rata pada kelompok ke-i,
 S_{d_i} = simpangan baku pada kelompok ke-i,
 n_1 = jumlah sampel pertama,
 n_2 = jumlah sampel kedua

Uji Ketiadaan Tren

Uji ketiadaan tren adalah suatu analisis statistik yang ditujukan untuk mengetahui apakah suatu data berdistribusi acak atau mengikuti tren tertentu.. Beberapa cara yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan tren antara lain sebagai berikut:

Uji Korelasi Peringkat Spearman

Uji ketiadaan tren metode Spearman adalah suatu analisis statistik non-parametrik yang ditujukan untuk mengetahui apakah suatu data memiliki tren atau tidak. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Limantara, 2018):

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \quad (9)$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

dimana:

KP = koefisien korelasi rank spearman,
 n = banyaknya pasangan ranking,
 T_t = urutan ranking waktu,
 R_t = urutan ranking hujan,
 dt = selisih urutan ranking waktu dan hujan,
 t = nilai distribusi t

Uji Mann-Whitney

Uji ketiadaan tren metode Mann-Whitney adalah suatu analisis statistik non-parametrik yang ditujukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata diantara dua kelompok atau sampel yang independen. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Limantara, 2018):

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_2}{2} (N_1 + 1) - R_m \quad (11)$$

$$U_2 = N_1 N_2 - U_1 \quad (12)$$

$$Z = \frac{\frac{U - (N_1 N_2)}{2}}{\left[\frac{1}{12} \{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)\} \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (13)$$

dimana:

U_1, U_2 = nilai statistik U,

N_i = jumlah data sampel pada kelompok ke-i,

R_m = jumlah total peringkat pada kelompok pertama

Uji Tanda Cox-Stuart

Uji ketiadaan tren metode Cox dan Stuart adalah suatu analisis statistik non-parametrik yang ditujukan untuk mengetahui apakah terdapat tren yang nyata dalam data sekuensial. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Limantara, 2018):

$$Z = \frac{sd - \frac{n}{6}}{\left(\frac{n}{12}\right)^{\frac{1}{2}}} \text{ (untuk jumlah data lebih dari 30)} \quad (14)$$

$$Z = \frac{sd - \frac{n}{6} - 0.50}{\left(\frac{n}{12}\right)^{\frac{1}{2}}} \text{ (untuk jumlah data kurang dari 30)} \quad (15)$$

dimana:

Sd = simpangan baku (mm),

n = jumlah data

Uji Stasioner

Uji stasioner adalah metode analisis statistik yang dilakukan untuk mengetahui apakah sebuah rangkaian data memiliki sifat stasioner atau tidak. Uji-f dapat dilakukan untuk menguji kestabilan nilai varian (Limantara, 2018).

$$F = \frac{N_1 Sd_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 Sd_2^2 (N_1 - 1)} \quad (16)$$

dimana:

F = perbandingan F,

N_i = jumlah data sampel pada kelompok ke-i,

Sd_i = simpangan baku pada kelompok ke-i

Pengujian kesamaan jenis rata-rata dapat memakai persamaan di bawah ini:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \quad (17)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 Sd_1^2 + N_2 Sd_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

dimana:

t = variabel t hitung,

$\bar{X}_i$ = rata-rata pada kelompok ke-i,

N_i = jumlah data sampel pada kelompok ke-i,

Sd_i^2 = simpangan baku pada kelompok ke-i

Uji Persistensi

Uji persistensi adalah salah satu teknik analisis untuk memeriksa apakah suatu variabel memiliki tren atau pola yang persisten atau cenderung berubah-ubah secara acak. Rumus yang digunakan (Limantara, 2018):

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^m (di)^2}{m^3 - m} \quad (19)$$

$$t = KS \left[\frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (20)$$

dimana:

KS = korelasi serial,

m = jumlah data dikurangi satu,

N = jumlah data sampel,
 d_i = selisih peringkat data ke- X_i dan ke- X_{i+1} ,
 t = nilai distribusi t

Uji Outliers

Uji outliers merupakan teknik statistik yang ditujukan untuk mengidentifikasi data yang berbeda atau tidak biasa dari data lain dalam suatu sampel. Rumus yang digunakan (Limantara, 2018):

$$Y_H = \bar{Y} + K_n \cdot S \quad (21)$$

$$Y_L = \bar{Y} - K_n \cdot S \quad (22)$$

dimana:

Y_H = batas atas,

Y_L = batas bawah,

$\bar{Y}$ = rata-rata nilai logaritmik,

K_n = nilai yang dipengaruhi oleh jumlah data,

S_d = simpangan baku logaritmik,

n = jumlah data

Hujan Rata-Rata Daerah

Analisa hujan rata-rata daerah dilakukan untuk memahami pola curah hujan di suatu daerah dalam periode waktu tertentu. Metode yang dapat digunakan yaitu metode aljabar. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Limantara, 2018):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (23)$$

dimana:

n = jumlah stasiun pencatat hujan,

$\bar{x}$ = rata-rata tinggi hujan (mm),

x_i = tinggi hujan pada stasiun ke- i (mm)

Analisa Distribusi Frekuensi

Analisis distribusi frekuensi adalah analisis yang digunakan dalam bidang hidrologi untuk memodelkan frekuensi kejadian data hidrologi seperti curah hujan, debit sungai, atau tinggi muka air. Menurut Limantara (2018), data hidrologi lebih sesuai menggunakan distribusi gumbel, log normal, dan log pearson III.

1. Distribusi gumbel

Distribusi ini disebut dengan nama distribusi ekstrem, karena digunakan untuk mengestimasi nilai ekstrem seperti debit sungai maksimum atau curah hujan maksimum. Syarat penggunaan distribusi gumbel yaitu nilai C_s sebesar 1.1396 dan nilai C_k sebesar 5.4002 (Triatmodjo, 2008). Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$x_T = \bar{x} + k \cdot S_d \quad (29)$$

dimana:

$\bar{x}$ = hujan rata-rata (mm),

S_d = simpangan baku hujan (mm),

x_T = hujan pada kala ulang ke- T tahunan (5th, 10th ..., dst),

k = faktor frekuensi gumbel

Faktor frekuensi gumbel dicari menggunakan persamaan berikut:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (30)$$

dimana:

- k = faktor frekuensi gumbel,
 Y_t = nilai reduksi dari periode ulang tertentu,
 Y_n = nilai reduksi dari rata-rata,
 S_n = nilai reduksi dari simpangan baku.

2. Distribusi log normal

Distribusi log normal adalah distribusi probabilitas yang digunakan dalam analisis hidrologi untuk mengestimasi nilai data yang memiliki variasi yang besar. Distribusi ini cenderung digunakan pada data yang memiliki nilai terkecil di atas nol (positif). Syarat penggunaan distribusi log normal yaitu nilai C_s kurang dari $C_v^3 + 3C_v$ dan nilai $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ (Triatmodjo, 2008). Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\log x_T = \overline{\log x} + k \cdot S_{\log x} \quad (31)$$

dengan

- $\frac{x_T}{\overline{\log x}}$ = hujan pada kala ulang ke-T tahunan (5th, 10th ..., dst)
 $\overline{\log x}$ = rata-rata hujan logaritmik,
 k = faktor frekuensi, dan
 $S_{\log x}$ = simpangan baku hujan logaritmik.

3. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log-Pearson III adalah jenis distribusi probabilitas yang sering digunakan dalam analisis hidrologi. Distribusi Log-Pearson III dapat digunakan pada data yang memiliki nilai minimum nol atau bahkan negatif. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$\log x_T = \overline{\log x} + k \cdot S_{\log x} \quad (32)$$

dengan

- $\frac{x_T}{\overline{\log x}}$ = hujan pada periode ulang ke-T tahunan; T= 2th, 5th, ..., dst,
 $\overline{\log x}$ = rata-rata hujan logaritmik,
 k = faktor frekuensi, dan
 $S_{\log x}$ = simpangan baku hujan logaritmik.

Uji goodness of fit distribusi frekuensi

Goodness of fit pada distribusi frekuensi hujan adalah suatu teknik statistik yang digunakan untuk menguji apakah suatu distribusi probabilitas cocok atau sesuai dengan data frekuensi hujan yang diamati.

1. Chi-Square

Penilaian kesesuaian distribusi terhadap data teoritis ke arah vertikal dapat menggunakan Uji Chi-Square (Limantara, 2018). Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai χ^2 yang dihasilkan dari perbedaan antara nilai observasi dengan nilai yang diestimasi menggunakan distribusi probabilitas tertentu.

$$\chi^2_{kritis} > \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (33)$$

dengan

- O_i = frekuensi hujan yang diamati pada kelas ke-i
 E_i = frekuensi hujan yang diharapkan pada kelas ke-i
 χ^2 = nilai statistik uji Chi-Square

2. Smirnov-Kolmogorov

Kesesuaian distribusi terhadap penyimpangan data ke arah horizontal dinilai menggunakan uji smirnov-kolmogorov (Limantara, 2018). Smirnov-kolmogorov didasarkan pada perhitungan nilai Δ , yaitu nilai statistik yang menunjukkan seberapa jauh kurva teoritis distribusi probabilitas dari

kurva empiris data yang diamati.

$$\Delta_{kritis} > maks|Pe - Pt| \quad (34)$$

dengan

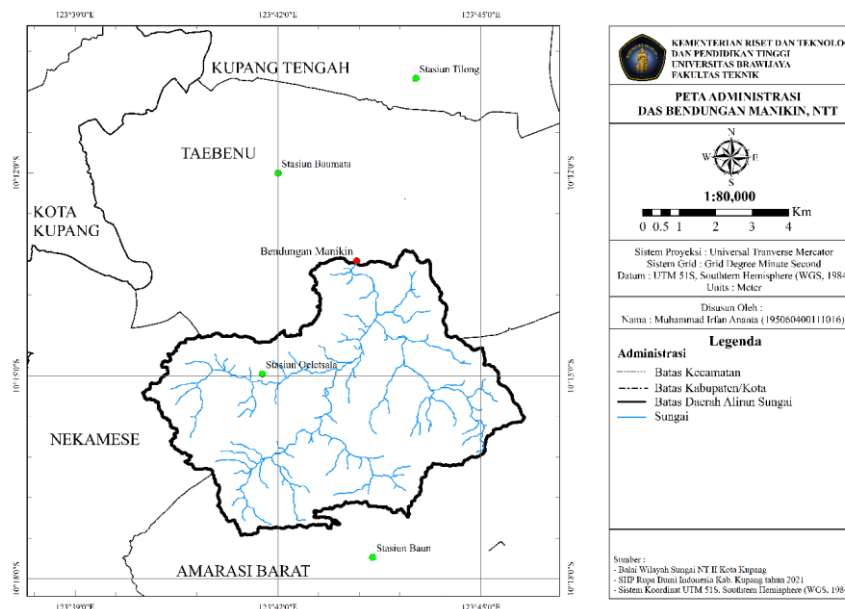
Δ = nilai statistik uji Smirnov-Kolmogorov

Pe = nilai empiris distribusi kumulatif pada titik x

Pt = nilai teoritis distribusi kumulatif pada titik x

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di daerah aliran sungai Bendungan Manikin yang terletak di Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kegiatan penelitian dimulai dengan studi literatur terhadap topik terkait dan dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan. Data curah hujan harian yang dipakai berasal dari BMKG Kelas II dan BWS Nusa Tenggara II Kota Kupang. Analisis terhadap data dilakukan meliputi uji homogenitas, uji ketiadaan tren, uji stasioner, uji persistensi, uji outlier, analisis hujan rerata, analisis frekuensi, analisis distribusi frekuensi dan uji *goodness of fit*. Analisis hujan rerata menggunakan metode aljabar. Kemudian analisis distribusi frekuensi menggunakan distribusi gumbel, log normal, dan log pearson III. Pemilihan distribusi berdasarkan uji *goodness of fit* dan syarat dari sifat masing-masing distribusi. Peta administrasi DAS Bendungan Manikin ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Administrasi DAS Bendungan Manikin, NTT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hujan harian yang dipakai dalam analisis ini mencakup rentang waktu 40 tahun dari tahun 1982 hingga 2021 yang berasal dari Stasiun Baun dan Stasiun Oeletsala. Pengisian data curah hujan setidaknya membutuhkan 3 stasiun yang berdekatan. Stasiun Baun, Stasiun Oeletsala, dan Stasiun Tilong merupakan stasiun yang digunakan untuk melengkapi data curah hujan yang kosong karena hilang.

Sebelum analisis curah hujan rancangan, data yang diperoleh perlu dipastikan keandalan dan validitasnya. Hasil perhitungan dari uji konsistensi data menunjukkan pada tiap-tiap stasiun individu nilai statistik Q_y kurang dari nilai Q_y syarat, sehingga menunjukkan bahwa data tersebut masih dalam batasan konsisten. Sedangkan pada uji stasioner dilakukan untuk memeriksa apakah data memiliki tren atau fluktuasi yang signifikan dalam jangka waktu tertentu. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata dan varian stabil pada Stasiun Baun maupun Stasiun Oeletsala.

Pada analisis curah hujan rancangan data yang digunakan harus homogen, tidak memiliki tren atau kecendrungan dalam jangka waktu tertentu, dan tidak menyimpang dari populasi. Uji homogenitas, uji ketiadaan tren, uji persistensi, dan uji outlier penting untuk mengetahui bahwa data hidrologi memiliki karakteristik yang tepat sehingga hasil yang dihasilkan lebih akurat dan dapat diandalkan.

Berdasarkan hasil perhitungan uji homogenitas, Stasiun Baun dan Stasiun Oeletsala mempunyai nilai Z_m yang lebih kecil dibandingkan Z_{cr} . Sehingga dapat dikatakan bahwa data tersebut homogen dan diukur dari suatu regime yang tidak berubah.

Uji Ketidadaan Tren menggunakan metode Spearman, Mann & Whitney, dan Cox & Stuart. Pada Uji Ketidadaan Tren metode Spearman, diperoleh bahwa pada masing-masing stasiun yang digunakan, nilai t kurang dari nilai t_{cr} . Sedangkan pada metode Mann & Whitney dan Cos & Stuart nilai Z kurang dari Z_{cr} . Oleh karena itu, berdasarkan 3 metode yang digunakan dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat tren atau pola yang menunjukkan peningkatan atau penurunan yang signifikan dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 1 Hasil perhitungan analisis data hujan stasiun Baun

Pengujian	α	$Z_m/F/t$	$Z_{cr}/F_{cr}/t_{cr}$	Kesimpulan
Uji Homogenitas	1%	0.005	2.576	$-Z_{cr} < Z_m < Z_{cr}$ Data Homogen
	5%	0.005	1.96	$-Z_{cr} < Z_m < Z_{cr}$ Data Homogen
Uji Ketidadaan Tren Spearman	1%	-0.225	2.58	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
	5%	-0.225	1.96	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
Uji Ketidadaan Tren Mann-Whitney	1%	0.183	2.58	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
	5%	0.183	1.96	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
Uji Ketidadaan Tren Cox dan Stuart	1%	0.183	2.58	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
	5%	0.183	1.96	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
Uji Stasioner (Uji-F)	1%	0.003	3.03	$F < F_{cr}$ Varian Stabil
	5%	0.003	2.174	$F < F_{cr}$ Varian Stabil
Uji Stasioner (Uji-t)	1%	0.031	2.576	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Rata-rata Stabil
	5%	0.031	1.96	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Rata-rata Stabil
Uji Persistensi Spearman	1%	-0.423	2.58	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Data Bersifat Acak
	5%	-0.423	1.96	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Data Bersifat Acak

Pada Uji Persistensi diperoleh nilai t kurang dari nilai t_{cr} di Stasiun Baun dan Stasiun Oeletsala. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data hujan tidak memiliki kecendrungan untuk tetap dalam satu arah atau tren dalam jangka waktu tertentu. Uji outlier dilakukan untuk memeriksa apakah ada nilai yang signifikan atau tidak biasa yang dapat mempengaruhi hasil analisis. Pada Stasiun Oeletsala tidak terdapat data yang signifikan atau tidak biasa dapat dilihat pada gambar 2. Namun pada Stasiun Baun, terdapat data yang melewati batas atas yaitu pada Tahun 2021 yang ditunjukkan di gambar 3. Oleh karena itu pada analisis selanjutnya, data hujan pada Tahun 2021 perlu dihilangkan karena dapat mengakibatkan hasil perhitungan yang kurang akurat dan dapat diandalkan. Rekapitulasi hasil perhitungan analisis data hujan dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

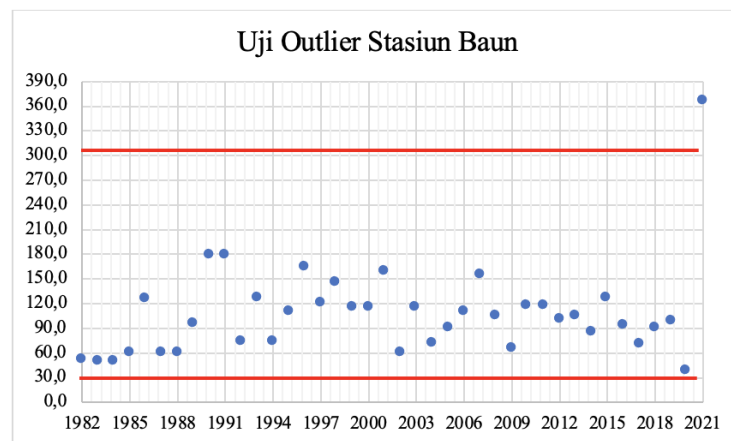
Proses penentuan hujan harian maksimum tahunan dilakukan dengan mengambil data hujan terbesar pada tiap-tiap tahun. Kemudian hujan harian maksimum dari masing-masing stasiun hujan dilakukan analisis hujan rata-rata daerah yang ditunjukkan di tabel 3.

Hujan rancangan dicari menggunakan metode Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. Perhitungan dilakukan pada berbagai kala ulang yang ditunjukkan di tabel 4. Hasil perhitungan menunjukkan nilai yang berbeda-beda pada tiap-tiap metode. Sedangkan nilai hujan rancangan pada tiap kala ulang meningkat berdasarkan tingkat probabilitas atau kemungkinan hujan dapat

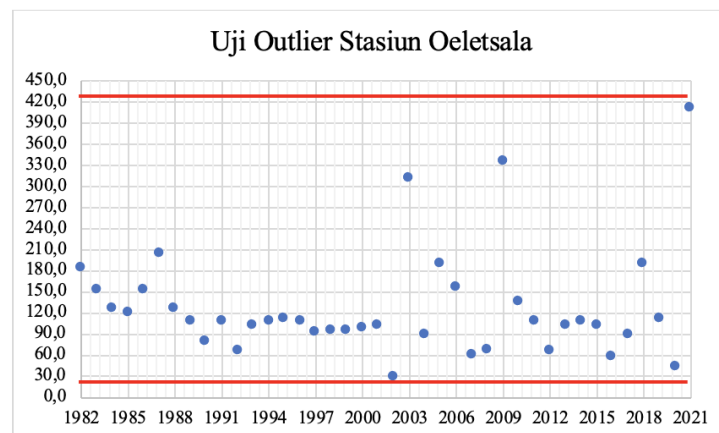
terjadi. Semakin kecil probabilitas hujan dapat melampaui atau menyamai, maka semakin besar curah hujan yang dapat terjadi.

Tabel 2 Hasil perhitungan analisis data hujan stasiun Oeletsala

Pengujian	α	Zm/F/t	Zcr/Fcr/tcr	Kesimpulan
Uji Homogenitas	1%	0.001	2.576	$-Z_{cr} < Z_m < Z_{cr}$ Data Homogen
	5%	0.001	1.96	$-Z_{cr} < Z_m < Z_{cr}$ Data Homogen
Uji Ketiadaan Tren Spearman	1%	0.591	2.576	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
	5%	0.591	1.96	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
Uji Ketiadaan Tren Mann-Whitney	1%	-0.784	2.576	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
	5%	-0.784	1.96	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
Uji Ketiadaan Tren Cox dan Stuart	1%	0.183	2.576	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
	5%	0.183	1.96	$-Z_{cr} < Z < Z_{cr}$ Tidak ada tren
Uji Stasioner (Uji-F)	1%	0.001	3.03	$F < F_{cr}$ Varian Stabil
	5%	0.001	2.174	$F < F_{cr}$ Varian Stabil
Uji Stasioner (Uji-t)	1%	0.015	2.576	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Rata-rata Stabil
	5%	0.015	1.96	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Rata-rata Stabil
Uji Persistensi Spearman	1%	0.666	2.576	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Data Bersifat Acak
	5%	0.666	1.96	$-t_{cr} < t < t_{cr}$ Data Bersifat Acak



Gambar 2. Grafik Uji Outlier Stasiun Baun



Gambar 3. Grafik Uji Outlier Stasiun Oeletsala

Tabel 3 Hasil Perhitungan curah hujan rata-rata daerah

Tahun	Pos Hujan		Hujan Rata-rata Harian (mm)	Tahun	Pos Hujan		Hujan Rata-rata Harian (mm)
	St. Baun (mm)	St. Oeletsala (mm)			St. Baun (mm)	St. Oeletsala (mm)	
1982	52.0	183.0	117.5	2002	60.0	0.0	30.0
1983	51.0	153.0	102.0	2003	13.0	310.0	161.5
1984	11.0	125.0	68.0	2004	72.0	28.0	50.0
1985	0.0	120.0	60.0	2005	60.0	190.0	125.0
1986	60.0	153.0	106.5	2006	110.0	75.0	92.5
1987	50.0	204.0	127.0	2007	155.0	16.0	85.5
1988	51.0	125.0	88.0	2008	105.0	0.0	52.5
1989	0.0	108.0	54.0	2009	0.0	336.0	168.0
1990	100.0	80.0	90.0	2010	10.0	135.0	72.5
1991	180.0	108.0	144.0	2011	24.0	108.0	66.0
1992	60.0	66.0	63.0	2012	101.0	0.0	50.5
1993	127.0	3.0	65.0	2013	106.0	21.0	63.5
1994	0.0	108.0	54.0	2014	0.0	108.0	54.0
1995	5.0	112.0	58.5	2015	127.0	71.3	99.2
1996	165.0	108.7	136.8	2016	93.5	58.6	76.0
1997	120.0	73.0	96.5	2017	71.0	28.0	49.5
1998	145.0	92.0	118.5	2018	60.0	190.0	125.0
1999	115.0	64.6	89.8	2019	99.4	111.8	105.6
2000	115.0	99.8	107.4	2020	38.9	43.7	41.3
2001	160.0	103.6	131.8	2021	365.5	411.2	388.3

Nilai hujan rancangan yang dihasilkan Distribusi Gumbel, Log Pearson III, dan Log Normal menghasilkan hasil yang berbeda-beda. Nilai hujan rancangan terbesar dihasilkan oleh penggunaan Distribusi Gumbel. Sedangkan Distribusi Log Normal mempunyai nilai yang terkecil.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Hujan Rancangan

Tr (tahun)	Hujan Rancangan (mm)		
	Gumbel	Log-Pearson III	Log Normal
2	82.976	82.947	81.678
5	117.616	115.755	115.324
10	140.550	136.614	138.113
25	169.528	161.986	167.396
50	191.026	180.210	189.537
100	212.364	197.898	211.944
200	233.625	215.201	234.764
1000	282.874	254.380	289.869

Nilai Δ maks di uji Smirnov-Kolmogorov kurang dari Δ cr untuk semua jenis distribusi dan pada tingkat kepercayaan 5% dan 1%. Sedangkan pada Uji Chi Square, ditemukan bahwa nilai X^2 kurang dari X^2_{cr} untuk semua jenis distribusi dan pada tingkat kepercayaan 5% dan 1% yang ditunjukkan pada tabel 5 dan 6. Dari dua uji ini diperoleh hasil bahwa semua jenis distribusi diterima.

Sebelum digunakan sebagai hujan rancangan, distribusi yang dipilih harus berdasarkan persyaratan dari sifat-sifat distribusinya. Berdasarkan hasil yang diperoleh, hanya distribusi Log

Pearson III yang memenuhi syarat. Oleh karena pada analisa hujan rancangan di DAS Bendungan Manikin, digunakan jenis distribusi Log Pearson III. Hasil perhitungan uji persyaratan distribusi frekuensi ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov

No.	Distribusi	α	Δ_{maks}	Δ_{cr}	Keterangan
1	Gumbel	5%	0.0774	0.2178	$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ Distribusi Diterima
2	Gumbel	1%	0.0774	0.2610	$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ Distribusi Diterima
3	Log Pearson III	5%	0.0825	0.2178	$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ Distribusi Diterima
4	Log Pearson III	1%	0.0825	0.2610	$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ Distribusi Diterima
5	Log Normal	5%	0.0734	0.2178	$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ Distribusi Diterima
6	Log Normal	1%	0.0734	0.2610	$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ Distribusi Diterima

Tabel 6 Rekapitulasi Uji Chi-Square

No.	Distribusi	α	X^2	X^2_{cr}	Keterangan
1	Gumbel	5%	5.4615	7.815	$x^2 < x^2_{cr}$ Distribusi Diterima
2	Gumbel	1%	5.4615	11.345	$x^2 < x^2_{cr}$ Distribusi Diterima
3	Log Pearson III	5%	4.5385	7.815	$x^2 < x^2_{cr}$ Distribusi Diterima
4	Log Pearson III	1%	4.5385	11.345	$x^2 < x^2_{cr}$ Distribusi Diterima
5	Log Normal	5%	4.5385	7.815	$x^2 < x^2_{cr}$ Distribusi Diterima
6	Log Normal	1%	4.5385	11.345	$x^2 < x^2_{cr}$ Distribusi Diterima

Tabel 7 Rekapitulasi Persyaratan Distribusi Frekuensi

Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Log Normal	$C_s = 1.243$	$C_s = 2.603$	Ditolak
	$C_k = 5.866$	$C_k = 0.483$	Ditolak
Gumbel	$C_k = 5.4002$	$C_k = 0.483$	Ditolak
	$C_s = 1.1396$	$C_s = 2.603$	Ditolak
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	$C_s = 2.603$	Diterima

KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap data hujan diperoleh bahwa data homogen, tidak mempunyai kecenderungan ke arah tertentu, stasioner, dan bersifat acak. Data hujan tahun 2021 pada Stasiun Oeletsala melewati batas atas outlier sehingga tidak digunakan pada analisis hujan rancangan. Berdasarkan uji Chi Square dan Smirnov Kolmogorov untuk tiga metode distribusi hujan rancangan. Distribusi Gumbel, Log Pearson III, dan Log Normal dinyatakan memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya. Hujan rancangan dengan Distribusi Log Normal menghasilkan nilai yang paling kecil, sedangkan hujan rancangan dengan Distribusi Gumbel menghasilkan hujan rancangan terbesar. Metode distribusi yang cocok untuk digunakan yaitu distribusi Log Pearson III, karena distribusi tersebut memiliki sifat yang lebih fleksibel berdasarkan syarat statistiknya.

SARAN

Bagi instansi, perlu dilakukan pemasangan stasiun hujan lain untuk mendapatkan sebaran hujan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Damayanti, A. C., Limantara, L. M., & Haribowo, R. (2022). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, HSS ITB-1, dan HSS Limantara pada DAS Manikin di Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* (Vol. 2). Retrieved from <https://jtresda.ub.ac.id/>
- Fauzi, M., Handayani, Y. F., & Rinaldi. (2012). Pemilihan Distribusi Frekuensi Hujan Harian Maksimum Tahunan Pada Wilayah Sungai Akuaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 11(1), 18–24.
- Handajani, N. (2005). Analisa Distribusi Hujan dengan Kala Ulang Tertentu. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 1(3), 1–13.
- Harto, S. (1993). Hidrologi terapan. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Kementerian PUPR. (2017). Modul perhitungan hidrologi pelatihan perencanaan bendungan tingkat dasar. Jakarta.
- Krisnayanti, D. S., Hunggurami, E., & Heo, R. S. (2020). Perbandingan Debit Banjir Rancangan Dengan Metode HSS Nakayasu, Gama I, Dan Limantara Pada DAS Raknamo. *Jurnal Teknik Sipil*, IX. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/348580501>
- Limantara, I. L. M. (2018). *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi.
- Pudyastuti, P. S., & Musthofa, R. A. (2020). Analisa Distribusi Curah Hujan Harian Maksimum di Stasiun Pengukur Hujan Terpilih di Wilayah Klaten Periode 2008-2018. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 13(1), 10–15.
- S, A. P. D., Zakaria, A., Khotimah, S. N., & Romdania, Y. (2021). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, Rata-rata Aljabar dan Linear Regression (Studi Kasus Data Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Wilayah Lampung Tengah). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(4), 853–862.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta, Indonesia: Beta Offset.
- Upomo, T. C., & Kusumawardani, R. (2016). Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness of Fit Test. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 18(2), 139–148.
- Widyawati, Yuniarti, D., & Goejantoro, R. (2020). Analisis Distribusi Frekuensi dan Periode Ulang Hujan (Studi Kasus: Curah Hujan Kecamatan Long Iram Kabupaten Kutai Barat Tahun 2013-2017). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 11(1), 65–70.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada BMKG Kelas II Kota Kupang dan BWS Nusa Tenggara II Kota Kupang atas data curah hujan yang telah diberikan. Data curah hujan yang diperoleh melalui kerja sama yang baik ini sangat berharga dalam mendukung penelitian ini. Kami sangat mengapresiasi kerja keras tim di BMKG dan BWS yang telah bekerja keras dalam pengumpulan, pengolahan, dan penyediaan data curah hujan yang akurat dan terpercaya. Kami berharap kerja sama ini dapat terus berlanjut di masa depan untuk meningkatkan kualitas riset dan pengembangan bidang hidrologi di Indonesia. Sekali lagi, terima kasih banyak atas kerja sama dan dukungan yang diberikan.