



Analisis Hujan Ekstrim *Probable Maximum Precipitation* (PMP) menggunakan metode *Hersfield* dan Perhitungan Debit Banjir
(Studi Kasus: Sungai Kluet Utara Kabupaten Aceh Selatan)¹Akmal, ²Yulia, ³Aris Aranda¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh¹akmal@unmuha.ac.id, ²yulia@unmuha.ac.id, ³ariesaranda445@gmail.com**Abstract**

Extreme rain is rain with the lowest intensity of 50 mm/24 hours or 20 mm/hour. River is an elongated surface water flow and flows from a higher place (upstream) to a lower place (downstream). The area of Kluet is 1429.93 km and the area of Kluet River is 163.51 km² and the length of the river is 68.26 km. The problem is that Kluet Utara River experiences high rainfall, resulting in overflows that flatten agricultural land and submerge residential areas. The purpose of the study was to calculate the planned return period rainfall, analyze the PMP (probable Maximum Precipitation) value and analyze the flood discharge to evaluate the PMF (Probable Maximum Flood) value and the return flood discharge. The benefits of this research are used to see the PMF value and return period rainfall to analyze the frequency of flooding Kluet Utara Watershed (DAS). The scope of the research was to calculate rainfall and flood discharge in Kluet Utara Watershed and secondary data which includes 10 years rainfall data obtained from BMKG (Meteorology, Climatology and Geophysics Agency) Indrapuri Aceh Besar and watershed maps obtained from PT. Mediatama Indoconsult. Processing of rainfall data on return period used Log Pearson III Method and PMP used Hersfield Method while calculating the planned flood discharge using Melchior Method. The results of the research is the rainfall value for the return period for the lowest rainfall in the 2 year return period is as high as 211,836 mm and the highest rainfall for the 1000 year return period is 566,239 mm, so that the flood discharge plan for the return period for the lowest flood discharge in the 2 year return period is equal to 2061,342 m³/s and the highest flood discharge at the 1000 year return period is 5510,490 m³/s. The PMP value was obtained at 2128,432 mm so that the PMF was obtained at 20714,772 m³/s. Log Pearson III and PMP methods can be used to calculate the rainfall in Kluet Utara and the results from the rainfall are used to calculate the planned flood discharge using Melchior Method.

Keywords: Rainfall, Flood Discharge, Log Pearson III, Hersfield, Melchior**Abstrak**

Hujan ekstrim adalah hujan dengan intensitas paling rendah 50 mm/24 jam atau 20 mm/jam. Sungai merupakan suatu aliran air permukaan berbentuk memanjang dan mengalir dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir) terbentuk secara alami. Luas daerah Kluet adalah 1429,93 km² serta luas Sungai Kluet adalah 163,51 km² dan panjang sungai 68,26 km. Permasalahan Sungai Kluet Utara mengalami curah hujan tinggi, sehingga mengakibatkan luapan sehingga meratakan lahan pertanian serta merendam pemukiman warga. Tujuan penelitian untuk menghitung curah hujan rencana kala ulang, menganalisis nilai PMP (Probable Maximum Precipitation) dan menganalisis debit banjir untuk mengevaluasi nilai PMF (Probable Maximum Flood) dan debit banjir kala ulang. Manfaat penelitian ini digunakan untuk melihat nilai PMF dan curah hujan kala ulang untuk menganalisis frekuensi banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kluet Utara. Ruang lingkup penelitian menghitung curah hujan dan debit banjir pada DAS Kluet Utara dan data sekunder yang meliputi data curah hujan 10 tahun diperoleh dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Indrapuri Aceh Besar serta peta DAS diperoleh dari PT. Mediatama Indoconsult. Pengolahan data curah hujan kala ulang menggunakan dengan Metode Log Pearson III dan PMP menggunakan Metode Hersfield sedangkan menghitung debit banjir rencana menggunakan Metode Melchior. Hasil penelitian yaitu nilai curah hujan kala ulang untuk curah hujan terendah pada kala ulang 2 tahun setinggi 211,836 mm dan curah hujan tertinggi pada kala ulang 1000 tahun setinggi 566,239 mm, sehingga didapat debit banjir rencana kala ulang untuk debit banjir terendah pada kala ulang 2 tahun sebesar 2061,324 m³/det dan debit banjir tertinggi pada kala ulang 1000 tahun sebesar 5510,490 m³/det. Nilai PMP didapat 2128,432 mm sehingga PMF didapat 20714,772 m³/det. Metode Log Pearson III dan PMP dapat digunakan menghitung curah hujan Kluet Utara dan hasil dari curah hujan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan Metode Melchior.

Kata kunci: Curah Hujan, Debit Banjir, Log Pearson III, Hersfield, Melchior.

1. Pendahuluan

Sungai merupakan suatu aliran air permukaan yang berbentuk memanjang dan mengalir dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir) terbentuk secara alami. Karena sungai terbentuk secara alami dan memiliki fungsi untuk mengalirkan air dan penampang curah hujan, maka sungai sering di sebut drainase alam. Hujan ekstrim adalah hujan dengan intensitas paling rendah 50 mm/24 jam atau 20 mm/jam. Terjadinya banjir/peluapan dapat dibedakan oleh beberapa macam, yaitu debit terlalu besar atau kapasitas pengaliran sungai berkurang. Hal ini dapat terjadi oleh gejala alamiah atau akibat kekurangan perhatian kegiatan manusia dalam melakukan pembinaan/pengelolaan sungai untuk berbagai kepentingan.

Kluet Utara terdapat di Kabupaten Aceh Selatan dengan luas wilayah Kabupaten Aceh Selatan mencapai 4173,82 km² atau 417382 ha. Kluet sendiri memiliki luas daerah 1429,93 km² serta DAS (Daerah Aliran Sungai) Kluet memiliki luas sungai seluas 163,51 km² dan panjang sungai sepanjang 68,26 km. Sungai Kluet saat ini juga menjadi bencana bagi masyarakat. Betapa tidak, sejak tahun 2017 silam, setiap curah hujan yang tinggi, maka akan mengakibatkan luapan sungai yang meratakan lahan pertanian serta merendam pemukiman warga [1].

Tujuan dari penelitian adalah untuk menghitung curah hujan rencana pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun yang akan datang menggunakan Metode Log Pearson III, menganalisis besarnya nilai PMP (Probable Maximum Precipitation) dengan menggunakan Metode Hersfield dan menganalisis debit banjir menggunakan Metode Melchior untuk mengevaluasi besarnya nilai PMF (Probable Maximum Flood) dan debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun) pada DAS Kluet Utara yang terdapat di Kabupaten Aceh Selatan. Manfaat penelitian ini dapat digunakan untuk melihat Curah Hujan Maksimum dan kala ulang yang dapat digunakan untuk menganalisis frekuensi banjir di Daerah Aliran Sungai Kluet Utara.

Berdasarkan hasil pengolahan data nilai curah hujan yang didapat pada Metode Log Pearson Tipe III adalah 211,836 mm (periode ulang 2 tahun), 265,461 mm (periode ulang 5 tahun), 301,995 mm (periode ulang 10 tahun), 349,945 mm (periode ulang 25 tahun), 387,258 mm (periode ulang 50 tahun), 425,598 mm (periode ulang 100 tahun), 465,586 mm (periode ulang 200 tahun), 566,239 mm (periode ulang 1000 tahun).

Perhitungan PMP (curah hujan maksimum yang mungkin terjadi) pada DAS Kluet adalah 2128,432 mm. Metode PMP digunakan hanya untuk menghitung curah hujan maksimum, hasil dari PMP digunakan untuk menghitung PMF.

Perhitungan curah hujan kala ulang Metode Melchior digunakan nilai curah hujan kala ulang Metode Log Pearson Tipe III sedangkan perhitungan PMF digunakan nilai PMP Metode Hersfield. Dapat disimpulkan bahwa dari hasil yang telah didapatkan maka metode curah hujan digunakan untuk melihat ketinggian maksimum atau pun kala ulang yang akan datang dan dapat digunakan untuk dalam mengevaluasi debit banjir maksimum atau kala ulang di Sungai Kluet Utara Aceh Selatan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari alam yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan. Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur dengan jalan mengukur tinggi air hujan tersebut dengan berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Hasil dari pengukuran tersebut dinamakan dengan curah hujan [2].

Hujan sering dibedakan menurut faktor penyebab pengangkatan yang menyebabkannya. Tipe-tipe Presipitasi diantaranya yaitu, Hujan Siklonik, Hujan

Frontal, Hujan Gelombang-Udara Panas, Hujan Konvektif dan Hujan Orografik. Hujan Orografik yang dihasilkan dari pengangkatan mekanis di atas rintangan-rintangan pegunungan. Di daerah yang tidak datar, pengaruh orografik begitu menonjol sehingga pola hujan badai cenderung menyerupai pola hujan tahunan rata-rata. Akibat iklim yang ekstrim maka curah hujan menjadi tidak signifikan. Hal itulah yang menyebabkan pola hujan tahunan rata-rata juga menjadi tidak signifikan [2].

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai atau DAS adalah tempat atau kawasan berkumpulnya dari air hujan yang jatuh, sehingga DAS menerima, menyimpan dan mengalirkan air hujan di atas sungai. Selain itu daerah aliran sungai ini adalah tempat yang mengalami siklus hidrologi yaitu perjalanan air dari permukaan laut sampai ke atmosfer, kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti dan tertahan di sungai, danau atau waduk, dan di dalam tanah sehingga dimanfaatkan oleh makhluk hidup [3].

Daerah Aliran Sungai adalah daerah yang dibatasi oleh punggung gunung atau pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama. Pada suatu titik stasiun yang ditinjau dan ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju Sungai utama yang ditinjau sedangkan yang jatuh di luar DAS akan mengalir ke sungai lain di sebelahnya luas dan diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit Sungai pada umumnya semakin besar dan semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai [2].

Daerah aliran sungai atau DAS menunjukkan suatu luasan yang berkontribusi pada aliran permukaan. Batas DAS merupakan batas wilayah imajiner yang dibatasi oleh punggung-punggung pegunungan. Air mengalir dari bagian hulu DAS melalui anak-anak sungai ke sungai utama sampai akhirnya

keluar melalui satu outlet. Outlet merupakan titik terendah di dalam batas DAS. Luas DAS sangatlah relatif tergantung dari luas daerah tangkapan hujan (catchment area) yang berkontribusi menghasilkan aliran air. Luas DAS dapat mencapai beberapa kilometer persegi hingga ratusan kilometer persegi. Satu DAS dapat hanya mencakup wilayah di dalam satu desa, tetapi dapat juga mencakup beberapa kabupaten, beberapa wilayah provinsi bahkan beberapa negara. Input utama atau air yang mengalir di dalam DAS berasal dari hujan yang jatuh di berbagai tempat dalam DAS. Hujan tersebut diukur oleh jaringan alat ukur (stasiun hujan) yang terpasang di dalam wilayah DAS. Hujan rerata DAS ditentukan berdasarkan data hujan yang terekam dari sejumlah stasiun. Hujan digunakan untuk mewakili input ke dalam DAS sementara debit digunakan untuk menggambarkan output dari sistem DAS. Karakteristik hujan yang terjadi, bentuk dan kerapatan jaringan sungai, karakteristik DAS, dan faktor lain akan berpengaruh terhadap karakteristik debit yang keluar dari DAS [3].

2.3 PMP (*Probable Maximum Precipitation*)

PMP (*Probable Maximum Precipitation*) didefinisikan sebagai hujan maksimum boleh jadi di suatu pos hujan untuk durasi tertentu. PMP juga merupakan besaran hujan rancangan terbesar yang dapat digunakan untuk menyelamatkan bangunan hidrolik yang mengandung resiko besar. Nilai PMP (*Probable Maximum Precipitation*) akan digunakan untuk menghitung nilai PMF (*Probable Maximum Flood*) [4].

2.4 PMF (*Probable Maximum Flood*)

PMF (*Probable Maximum Flood*) adalah banjir maksimum yang mungkin dapat terjadi di suatu daerah dengan durasi tertentu. Sasaran utama dari analisis hidrologi adalah menetapkan nilai rancangan debit sungai pada lokasi tertentu dengan tingkat resiko yang dapat diterima, sesuai dengan tingkat kerugian yang mungkin dialami. Untuk merancang bangunan dengan resiko bencana besar, khususnya jika menyangkut korban jiwa manusia, diinginkan debit rancangan tanpa

resiko gagal sama sekali. Debit rancangan tersebut adalah PMF (Probable Maximum Flood) atau Banjir Maksimum Boleh Jadi (BMB). PMF (*Probable Maximum Flood*) dihitung berdasarkan hasil perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*). Jika data debit maksimum terbesar untuk suatu DAS dapat diamati dan diukur, maka perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*) menjadi sederhana [4].

2.5. Perhitungan Curah Hujan

Perhitungan curah hujan digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana. Untuk meramal curah hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi data hujan [5]. Ada beberapa metode analisis frekuensi yang dapat digunakan yaitu:

1. Harga Rata-rata

$$\sum X = \sum X_i / n \quad (1)$$

Dimana:

$\sum X$ = Jumlah nilai rata-rata

$\sum X_i$ = Jumlah nilai variant

n = Lamanya pengamatan

2. Standar Deviasi (S)

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Log X_i - Log X)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Dimana:

S_{log} = Standar Deviasi

$Log X$ = Nilai log rata-rata.

n = lamanya pengamatan

3. Koefisien Skewness (CS)

$$CS = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3 \quad (3)$$

Dimana:

CS = koefisien kemencengan

$Log X_i$ = Nilai log variat

$Log X$ = Nilai log rata-rata

S = Standar Deviasi

n = lamanya pengamatan

4. Metode Log Pearson III

$$Log X_T = Log X + (K \times S \log) \quad (4)$$

Dimana:

$Log X_T$ = Curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (dalam bentuk log)

$Log X$ = Harga rata – rata (mm)

$S \log$ = Deviasi standar

K = Variable standar Log Pearson type III

$$X_T = n^{Log X_T} \quad (5)$$

Dimana:

X_T = Curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (mm)

$Log X_T$ = Curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (dalam bentuk log)

n = Lamanya pengamatan.

2.6 Metode *Hersfield*

Metode *Hersfield* merupakan prosedur statistic yang digunakan untuk memperkirakan nilai hujan maksimum boleh jadi. Metode ini digunakan untuk kondisi dimana data meteorologi sangat kurang atau perlu perkiraan secara cepat. Metode *Hersfield* sangat sesuai dihitung untuk DAS yang luasnya < 1000 km²

1. Menghitung nilai $\sum X_i$, $\sum X$, $\sum X^2$,

$$\sum X_i = X_{i1} + X_{i2} + (\text{terusan}) \quad (6)$$

Dimana:

$\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).

X_i = Curah hujan maksimum harian (mm).

$$\sum X = \sum X_i / n_1 \quad (7)$$

Dimana:

$\sum X$ = Rata-rata nilai curah huj maksimum harian (mm).

$\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).

n = Jumlah data

$$\sum X^2 = \sum X_i - X_{i\text{besar}} \quad (8)$$

Dimana:

$\sum X^2$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian dikurangi data Terbesar (mm).

$\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).

$X_{i\text{besar}}$ = Nilai curah hujan maksimum harian terbesar (mm).

2. Menghitung nilai X_n dan X_{n-m} f

$$X_n = \sum X_i / n_1 \quad (9)$$

Dimana:

X_n = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan (mm).
 $\sum X_i$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian (mm).
 n = Jumlah data.

$$X_{n-m} = \sum X_2 / n_2 \quad (10)$$

Dimana:

X_n = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan (mm)
 X_{n-m} = Rata-rata hujan maksimum tahunan tanpa nilai maksimum (mm)
 n_2 = Jumlah data dikurang satu.
 $\sum X_2$ = Perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian dikurangi data terbesar (mm).

3. Menghitung nilai Standar Deviasi (S_n) dan Standar Deviasi tanpa nilai max (S_{n-m})

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{n-1}^n (X-X)^2}{n-1}} \quad (11)$$

Dimana:

S_n = Standar deviasi.
 S_{n-m} = Standar deviasi tanpa nilai maksimum.
 n = Jumlah data

$$S_{n-m} = S_n - (X_{n-m} / X_n) \quad (12)$$

Dimana:

S_{n-m} = Standar deviasi tanpa nilai maksimum.
 S_n = Standar deviasi.
 X_{n-m} = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan tanpa nilai maksimum.

4. Faktor Penyesuaian Rata-rata Terhadap Pengamatan (X_{n2}) dan Faktor Penyesuaian Standar Deviasi (S_{n2})

$$X_{n2} = X_{n-m} / X_n \quad (13)$$

Dimana:

X_{n2} = Faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan.
 X_{n-m} = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan tanpa nilai maksimum.
 X_n = Rata-rata hujan harian maksimum tahunan.

$$S_{n2} = S_{n-m} / S_n \quad (14)$$

Dimana

S_{n2} = Faktor penyesuaian standar deviasi.
 S_{n-m} = Standar deviasi tanpa nilai maksimum.
 S_n = Standar deviasi.

5. Menghitung Nilai Rata-rata Terkoreksi (X_{nc}) dan Nilai Standar Deviasi Terkoreksi (S_{nc})

$$X_{nc} = X_{n-m} \cdot X_{n2} \cdot X_F \quad (15)$$

Dimana:

X_{nc} = Nilai rata-rata terkoreksi (mm)
 X_{n-m} = Nilai rata-rata tanpa nilai max
 X_{n2} = Faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan (mm)
 X_F = Faktor penyesuaian rata-rata terkoreksi 10 tahun.

$$S_{nc} = S_{n-m} \cdot S_{n2} \cdot S_F \quad (16)$$

Dimana:

S_{nc} = Nilai standar deviasi terkoreksi.
 S_{n-m} = Nilai rata-rata tanpa nilai max.
 S_{n2} = Faktor penyesuaian rata-rata terhadap Standar Deviasi
 S_F = Faktor penyesuaian standar deviasi 10 tahun.

6. Menghitung Nilai PMP (X_{pmax})

$$X_{pmax} = (X_{nc} + (K_m \times S_{nc})) \times 1.13 \quad (17)$$

Dimana:

X_{pmax} = Curah Hujan Maksimum yang mungkin terjadi
 X_{nc} = Nilai Rata-rata Terkoreksi (mm)
 K_m = Variabel Statistik.
 S_{nc} = Nilai standar deviasi terkoreksi.

2.7 Perhitungan Debit Banjir

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Debit banjir rencana ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air.

2.8 Metode *Melchior*

Metode *Melchior* yang digunakan dalam perhitungan debit banjir pada wilayah Kluet

Utara karena metode ini cocok untuk perhitungan sungai seluas 163,510 km². Menghitung besarnya debit dengan Metode Melchior harus mengikuti langkah-langkah perhitungan seperti menentukan nilai koefisien pengaliran (α), menentukan koefisien reduksi (β), menentukan intensitas hujan (I), menghitung Debit Banjir Rencana (Q) untuk suatu daerah pengaliran.

1. Koefisien Pengaliran (α)

Melchior menetapkan koefisien pengaliran (α) sebagai angka perbandingan antara limpasan dan curah hujan total, yang besarnya tergantung dari kemiringan, vegetasi, keadaan tanah, temperature angin penguapan dan lama hujan pada umumnya koefisien pengaliran ini bernilai antara 0,42 - 0,62

2. Kemiringan Rata-rata Sungai (S)

$$S = H / 0,9 \times L \quad (18)$$

Dimana:

S = kemiringan rata-rata sungai.

H = Beda tinggi antara tinggi titik pengamatan dan titik terjauh sungai (Km).

L = Panjang Sungai.

3. Kecepatan Rata-rata Aliran (V)

$$Q = \beta_1 \times I_{Coba} \times F \quad (19)$$

Dimana:

Q = Debit banjir (m³/detik)

β = Koefisien reduksi

I_{Coba} = Intesitas curah hujan (m³/detik/km²)

F = Luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai (km²)

$$V = 1,31 \times (Q \times S^2)^{0,2} \quad (20)$$

Dimana:

V = kecepatan rata-rata aliran (m/detik)

Q = Debit Banjir (m³/detik)

S = kemiringan rata-rata sungai

4. Waktu Konsentrasi (t_c):

$$t_c = \frac{10 \times L}{36 \times V} \quad (21)$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi (jam).

L = Panjang sungai (km)

V = kecepatan rata-rata aliran (m³/detik).

5. Koefisien Reduksi (β);

$$\beta = \beta_1 \times \beta_2 \quad (22)$$

Dimana:

β = Koefisien reduksi

a. Menghitung nilai β_1

$$F_1 = \frac{1}{4} \pi a \times b \quad (23)$$

Dimana:

F = Luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai (km²)

a = Sumbu pendek Elips (km)

b = Sumbu panjang Elips (km)

$$F_2 = \frac{1970}{\beta_1 - 0,12} - 3960 + (1720 \times \beta_1) \quad (24)$$

Dimana:

F = Luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai (Km²)

β = Koefisien reduksi

nilai β_1 dapat kan dengan cara *try and error*. Bisa dikatakan nilai β_1 dapat digunakan jika nilai $F_1 = F_2$.

b. Menentukan nilai β_2

Nilai β_2 ditentukan berdasarkan hubungan antara F dan lama hujan (t_c), dapat dilihat pada lampiran B tabel 2.2 halaman 52.

6. Intesitas Curah Hujan (I)

$$I = \frac{10 \times \beta \times R_{24}}{36 \times t_c} \quad (25)$$

Dimana:

I = Intesitas curah hujan (m³/detik/km²)

R_{24} = Hujan harian (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

β = Koefisien Reduksi.

7. Debit Banjir (Q)

Rumus Metode Melchior menghitung PMF (*Probable Maximum Flood*) :

$$Q_{pmax} = \alpha \times I \times A \times (X_{pmax} / 200) \quad (26)$$

Dimana:

Q_{pmax} = Debit banjir maksimum kemungkinan terjadi (m³/detik)

α = Koefisien Pengaliran.

I = Intesitas curah hujan (m³/detik/km²).

A = Luas Sungai (m²).

X_{pmax} = Curah hujan maksimum mungkin terjadi (mm).

Rumus Metode Melchior menghitung Debit Banjir Rencana Periode Kala Ulang:

$$Q_T = \alpha \times I \times A \times (R_T / 200) \quad (27)$$

Dimana:

Q_T = Debit banjir rencana periode kala ulang ($m^3/detik$)

α = Koefisien Pengaliran.

I = Intesitas curah hujan ($m^3/detik/km^2$).

A = Luas sungai (m^2).

R_T = Curah hujan rencana periode kala ulang (mm).

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data yang berhubungan dengan analisa kebutuhan air dan perencanaan instalasi pengolahan air. Beberapa data yang dikumpulkan yaitu:

1. Data curah hujan 10 tahunan (BMKG Indrapuri Aceh Besar);
2. Peta DAS (PT. Mediatama Indoconsult);
3. Peta lokasi (Google Earth);
4. Peta Kabupaten Aceh Selatan (Situs resmi Pemerintah Kabupaten Aceh Selatan);
5. Peta Provinsi Aceh (Situs resmi Pemerintah Aceh).

3.2 Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan data yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan seperti analisis data-data yang akan dipergunakan untuk menganalisa besar nilai debit banjir dan besar nilai debit banjir.

3.1.1 Pengolahan data

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mengolah data yang sudah didapat untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan berkaitan dengan analisa besar nilai curah hujan kala ulang, curah hujan maksimum mungkin terjadi (PMP), besar nilai debit banjir kala ulang dan debit banjir maksimum mungkin terjadi (PMF) yang akan datang pada sungai Kecamatan Kluet Utara. Untuk mengetahui jumlah besar nilai debit banjir dan besar nilai debit banjir di masa yang akan datang dilakukan analisis menggunakan program Microsoft Excel 2013 dengan

menggunakan data curah hujan maksimum harian dan peta DAS yang telah diperoleh.

3.3.1 Menghitung nilai Dispersi

1. Menghitung jumlah nilai rata-rata ($\sum X$) dan menghasilkan nilai log rata-rata ($\log X$);
2. Menghitung Standar Deviasi (S);
3. Menghitung koefisien kemencengan (Cs).

3.3.2 Menghitung curah hujan rencana kala ulang Metode Log Pearson III

Berikut langkah-langkah perhitungan Curah hujan rencana periode ulang tahun menggunakan Metode Log Pearson III:

1. Menentukan nilai variabel standar (K);
2. Menghitung curah hujan rencana periode ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000) tahun dalam bentuk log ($\log XT$);
3. Setelah nilai curah hujan rencana periode ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000) tahun dalam bentuk log ($\log XT$) didapat maka nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung curah hujan rencana periode ulang tahun sebenarnya

3.3.3 Menghitung nilai PMP (Probable Maximum Precipitation).

Perhitungan nilai PMP digunakan Metode Hershfield untuk menghitung PMP. Berikut penjelasannya:

1. Menghitung nilai perjumlahan nilai curah hujan maksimum harian ($\sum Xi$) dan menghitung rata-rata nilai curah hujan maksimum harian ($\sum X$);
2. Menghitung nilai rata-rata hujan harian maksimum tahunan (Xn);
3. Menghitung nilai standar deviasi (S_n);
4. Menghitung faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan ($Xn2$);
5. Menentukan nilai faktor penyesuaian rata-rata pencatatan 10 tahun (XF) dan faktor penyesuaian standar deviasi pencatatan 10 tahun (SF);
6. Perhitungan nilai PMP ($Xpmax$) untuk nilai Km masih belum diketahui.

3.3.4 Menghitung nilai PMF (Probable Maximum Flood) dan debit banjir kala ulang

Perhitungan nilai PMF dan debit banjir rencana kala ulang metode yang digunakan adalah Metode Melchior karena metode ini

cocok digunakan untuk luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang seluas 163,510 km². Adapun langkah-langkah perhitungan PMF Metode Melchior adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai koefisien pengaliran (α), nilai yang diambil adalah 0,52;
2. Menghitung kemiringan rata-rata sungai (S);
3. Menghitung nilai kecepatan rata-rata aliran (V);
4. Menghitung waktu konsentrasi (tc),;
5. Menghitung koefisien reduksi (β);
6. Menghitung intensitas curah hujan (I),;
7. Menghitung nilai PMF (Qpmax);
8. Menghitung debit banjir rencana kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000) tahun (Qt).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata pada curah hujan Sungai Kluet Utara pertama-tama dilakukan pengumpulan data harian hujan yang diperoleh dari data BMKG Indrapuri Aceh Besar, setelah itu dilakukan rekapitulasi hujan harian maksimum per-bulan, setelah didapatkan data harian hujan per-bulan dilakukan pengumpulan data harian hujan per tahun. Nilai curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata Per tahun

Tahun	X ₂₄ (mm)
2009	208
2010	250
2011	149
2012	200
2013	350
2014	274
2015	170
2016	195
2017	184
2018	250
ΣX_{24} (mm)	2230

4.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Kala Ulang dengan Metode Log Pearson III

Setelah mendapatkan curah hujan rata-rata dari stasiun yang berpengaruh di daerah aliran sungai, selanjutnya dilakukan perhitungan dispersi yaitu menghitung nilai rata-rata curah hujan maksimum (ΣXi), standar deviasi (S_{log}), koefisien kemencengan (Cs).

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dispersi Metode Log Pearson III

Tahun	Xi	Log Xi	logXi-logX	(logXi-logX) ²	(logXi-logX) ³
2009	208	2,318	-0,02	0,001	-0,000
2010	250	2,397	0,03	0,003	0,000
2011	149	2,173	-0,17	0,028	-0,005
2012	200	2,301	-0,04	0,002	-0,000
2013	350	2,544	0,20	0,042	0,009
2014	274	2,438	0,10	0,01	0,001
2015	170	2,230	-0,11	0,019	-0,001
2016	195	2,290	-0,05	0,002	-0,000
2017	184	2,265	-0,07	0,006	-0,000
2018	250	2,398	0,06	0,004	0,000
Jumlah (Σ)	2254	23,39	-3×10^{-15}	0,11	0,004
Rata-rata	225,4	2,339			
S log			0,109		
Cs			0,500		

Dari hasil perhitungan yang telah didapat nilai rata-rata untuk maksimum curah hujan adalah 61,800 dan nilai log dari curah hujan maksimum rata-rata adalah 1,770, nilai standar deviasi (S_{log}) didapat 0,131 dan koefisien skewness (Cs) didapat 2,000..

Metode Perhitungan Log Person III untuk menganalisa hujan rencana, pada metode ini telah diperhitungkan nilai rata-rata (X) dan Standar Deviasi (S_{log}), dan koefisien skewness (Cs). Untuk nilai K (koefisien Metode Log person III) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Variable Standar (K) Untuk Metode Log Pearson III

CS	0,5
2	-0,083
5	0,808
10	1,323
25	1,910
50	2,311
100	2,686
200	3,041
1000	3,815

Nilai koefisien skewness (Cs) yang didapat dalam perhitungan adalah 2,00 maka nilai variable standar (K) Metode Log Pearson III yang didapat untuk kala ulang 2 tahun digunakan -0,307, kala ulang 5 tahun digunakan 0,609, kala ulang 10 tahun digunakan 1,302, kala ulang 25 tahun digunakan 2,219, kala ulang 50 tahun digunakan 2,912, kala ulang 100 tahun digunakan 3,605, kala ulang 200 tahun digunakan 4,298, kala ulang 1000 tahun digunakan 5,910. Nilai koefisien (K) digunakan untuk menghitung nilai curah hujan untuk Metode Log Pearson III. Berikut di bawah ini adalah hasil curah hujan jkala ulang.

Tabel 4. Hasil Curah Hujan Kala Ulang Metode Log Pearson III

Tahun	X _T (mm)
2	211,836
5	265,461
10	301,995
25	349,945
50	387,258
100	425,598
200	465,586
1000	566,239

Nilai tertinggi pada dalam perhitungan ini didapat 565,691 mm pada kala ulang 1000 tahun dan nilai terendah yang didapat adalah 212,020 pada kala ulang 2 tahun.

nilai-nilai yang didapat setiap kala ulang adalah 211,836 mm (kala ulang 2 tahun), 265,461 mm (kala ulang 5 tahun), 301,995 mm (kala ulang 10 tahun), 349,945 mm (kala ulang 25 tahun), 387,258 mm (kala ulang 50 tahun), 425,598 mm (kala ulang 100 tahun), 465,586 mm (kala ulang 200 tahun), 566,239 mm (kala ulang 1000 tahun).

4.3 Hasil Perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*)

Sebelum melakukan perhitungan PMP nilai rata-rata disusun sesuai urutan terbesar sampai terkecil agar lebih mudah untuk melihat nilai tertinggi dan terendah dalam perhitungan nilai PMP. Hasil dari perhitungan

PMP akan dijadikan PMF (*Probable Maximum Flood*) sehingga dapat dilihat juga debit banjir maksimum yang mungkin terjadi. Nilai-nilai curah hujan maksimum harian didapat dari data curah hujan dari taguhun 2009 sampai tahun 2018. Berikut tabel curah hujan harian maksimum yang telah diurutkan dari nilai curah hujan maksimum yang terbesar sampai yang terkecil dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Hujan Harian Maksimum Sesuai Urutan

Tahun	X ₂₄ (mm)
2013	350
2014	274
2018	250
2010	250
2009	208
2012	200
2016	195
2017	184
2015	170
2011	149
ΣX ₂₄ (mm)	2230
n	10
Rata-rata	222,30

Perhitungan ini memiliki data curah hujan 10 tahun dari 2009 sampai 2018. nilai rata-rata hujan harian maksimum tertinggi didapat 350 pada tahun 2013 dan nilai nilai rata-rata hujan harian maksimum terendah didapat 149 pada tahun 2011. Nilai total yang didapat 2230 dan rata-rata nilai total 222,30. Hasil perhitungan PMP dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan PMP Metode Hersfield

PMP (<i>Probable Maximum Precipitation</i>)				
X _{n2}	X _F	X _{nc} (mm)	K _m	X _{pmax} (mm)
101%	105%	221,527		
Sn2	S _F	S _{nc}	19,20	2128,432
116%	130%	87,892		

Hasil yang didapat dalam perhitungan ini harus menghitung nilai nilai rata-rata tanpa nilai max (X_{n-m}) hasilnya 208,889 mm, standar deviasi tanpa nilai max (S_{n-m}) hasilnya 58,284. Kedua nilai tersebut (X_{n-m} dan S_{n-m}) digunakan untuk menghitung nilai

Xn2 yang hasilnya 101 % dan nilai Sn2 yang hasilnya 116 %. Dari hasil nilai Xn2 digunakan untuk menghitung nilai rata-rata terkoreksi (Xnc) yang hasilnya 221,527 mm dan hasil nilai Sn2 digunakan untuk menghitung standar deviasi terkoreksi (Snc) yang hasilnya 87,892 mm. Dengan panjang pencatatan 10 tahun maka didapat faktor penyesuaian rata-rata (X_F) sebesar 105% (di ambil dari lampiran B gambar B.4 halaman 46) dan panjang pencatatan 10 tahun maka didapat faktor penyesuaian standar deviasi (S_F) sebesar 130%.

Perhitungan PMP harus menentukan nilai Km Garis untuk durasi 24 jam dan data curah hujan 10 tahun didapatkan nilai Km 19,200. Dari hasil nilai Xnc, Snc, dan Km maka nilai X_{Pmax} yang didapat adalah 2162,406 mm.

4.4 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

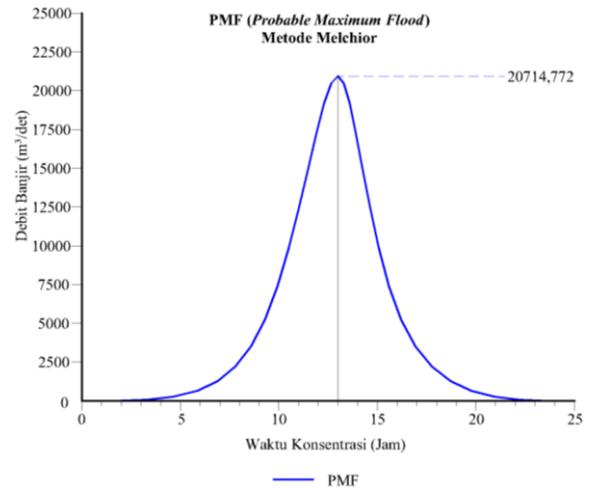
Metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir adalah Metode Melchior karena metode ini dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir pada daerah DAS Kluet dengan luas DAS 163,510 km² dan panjang sungai 68,260 km. Sebelum melakukan perhitungan debit banjir harus melakukan perhitungan koefisien pengaliran (α) nilai yang didapat 0,520, kemiringan rata-rata sungai (S) nilai yang didapat 0,001, Kecepatan rata-rata aliran (V) nilai yang didapat 1,503 m/detik, waktu konsentrasi (t_c) nilai yang didapat 13 jam, koefisien reduksi (β) nilai yang didapat 0,466 dan Intesitas curah hujan (I) nilai yang didapat 22,893 m³/detik/km².

Hasil PMF (*Probable Maximum Flood*) dengan menggunakan Metode Melchoir hasil PMF ini menggunakan nilai hasil dari PMP untuk mendapatkan PMF. Hasil perhitungan PMP dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan PMF Metode Melchior

PMF (<i>Probable Maximum Flood</i>)		
A (Km ²)	X _{pmax} (mm)	Q _{pmax} (m ³ /det)
163,510	2128,432	20714,772

Hasil dari perhitungan PMP (*Probable Maximum Precipitation*) adalah 2128,432 maka nilai PMF (*Probable Maximum Flood*) yang didapat dengan menggunakan Metode Melchior adalah 20714,772 m³/det. Berikut gambar grafik PMF:



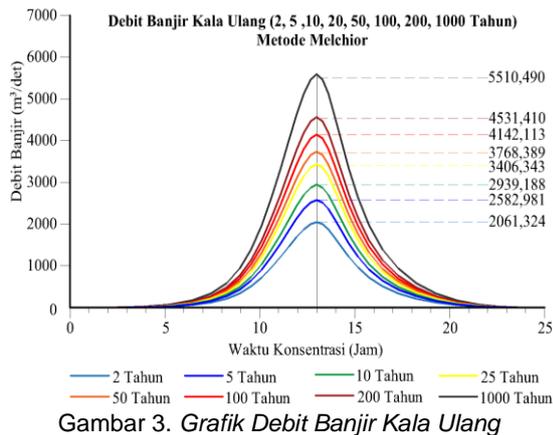
Gambar 2. Grafik PMF

Berdasarkan hasil dari grafik tersebut menjelaskan debit maksimum = 20714,772 m³/det (garis biru) pada waktu ke 13 jam.

Perhitungan Debit banjir rencana kala ulang (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000 tahun) menggunakan Metode Melchoir. Berikut adalah hasil perhitungannya:

Tabel 8. Hasil Debit Banjir Rencana Kala Ulang Metode Melchior

Tahun	Q (m ³ /det)
2	2061,324
5	2582,981
10	2939,188
25	3406,343
50	3768,389
100	4142,113
200	4531,410
1000	5510,490



Gambar 3. Grafik Debit Banjir Kala Ulang

Berdasarkan hasil dari grafik tersebut adalah menjelaskan hasil perhitungan kala ulang curah hujan (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 1000, tahun) dengan menggunakan Metode Log Pearson III didapat hasil debit banjirnya dengan menggunakan Metode Melchior sehingga didapat nilai debit banjir pada waktu 13 jam. Pada kala ulang 2 tahun = 2061,324 m³/det (garis biru muda), kala ulang 5 tahun = 2582,981 m³/det (garis biru), kala ulang 10 tahun = 2939,188 m³/det (garis hijau), kala ulang 25 tahun = 3406,343 m³/det (garis kuning), kala ulang 50 tahun = 3768,389 m³/det (garis orange), kala ulang 100 tahun = 4142,113 m³/det (garis merah) kala ulang 200 tahun = 4531,410 m³/det (garis merah tua), kala ulang 1000 tahun = 5510,490 m³/det (garis hitam).

5. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan tentang menghitung curah hujan periode kala ulang menggunakan metode Log Pearson III, PMP (*Probable Maximum Precipitation*) dengan metode Hershfield dan debit banjir rencana dan PMF (*Probable Maximum Flood*) Menggunakan metode Melchior pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kluet Utara Aceh Selatan. Tinggi nilai Curah hujan kala ulang menggunakan Metode Log Pearson III adalah kala ulang 2 tahun (X_2) = 211,836 mm, kala ulang 5 tahun (X_5) = 265,461 mm, kala ulang 10 tahun (X_{10}) = 301,995 mm, kala ulang 25 tahun (X_{25}) = 349,945 mm, kala ulang 50 tahun (X_{50}) = 387,258 mm, kala ulang 100 tahun (X_{100}) = 425,598 mm, kala ulang 200 tahun (X_{200}) =

465,586 mm, kala ulang 1000 tahun (X_{1000}) = 566,239 mm dan Tinggi nilai PMP (*Probable Maximum Precipitation*) dengan menggunakan Metode Hershfield adalah 2128,432 mm. Sedangkan nilai PMF (*Probable Maximum Flood*) menggunakan Metode Melchior adalah PMF (Q_{pmax}) = 20714,772 m³/det dan nilai debit curah hujan kala ulang tahun menggunakan metode Melchior adalah kala ulang 2 tahun (Q_2) = 2061,324 m³/det, kala ulang 5 tahun (Q_5) = 2582,981 m³/det, kala ulang 10 tahun (Q_{10}) = 2939,188 m³/det, kala ulang 25 tahun (Q_{25}) = 3406,343 m³/det, kala ulang 50 tahun (Q_{50}) = 3768,389 m³/det, kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 4142,113 m³/det, kala ulang 200 tahun (Q_{200}) = 4531,410 m³/det, kala ulang 1000 tahun (Q_{1000}) = 5510,490 m³/det.

Daftar Pustaka

- [1] Haerussalam, 2005. *Tinjauan Analisis Debit Banjir Pada Bendung Kalamisu Kabupaten Sinjai*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [2] Qanun Kabupaten Aceh Selatan Nomor 4, 2019. *RPJM (Rencana Pembangunan Jangka Menengah) Kabupaten Aceh Selatan 2018 – 2023*. Provinsi Aceh Kabupaten Aceh Selatan.
- [3] Ratna Oktavia Budiono, 2014. *Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode Hershfield*. Jember: Universitas Jember.
- [4] Sosrodarsono, Suyono., dan K. Takeda. 2003. *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramitha.
- [5] Suripin., 2003. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Yogyakarta Andi Publisher.