

**PEMANFAATAN DATA HUJAN CLIMATE HAZARDS GROUP
INFRARED PRECIPITATION WITH STATION DATA (CHIRPS)
UNTUK ESTIMASI BANJIR DI DAS SIDUTAN**

*Implementation of Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data
(CHIRPS) Rainfall Data for Flood Estimation in Sidutan Watershed*

Artikel Ilmiah
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

LALU MUHAMMAD WIRABUANA

F1A 018 135

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2023

ARTIKEL ILMIAH

PEMANFAATAN DATA HUJAN CLIMATE HAZARDS GROUP INFRARED PRECIPITATION WITH STATION DATA (CHIRPS) UNTUK ESTIMASI BANJIR DI DAS SIDUTAN

Oleh:

Lalu Muhammad Wirabuana

F1A 018 135

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



Agus Suroso, ST., MT.
NIP. 196808131997031002

Tanggal : 30 Mei 2023

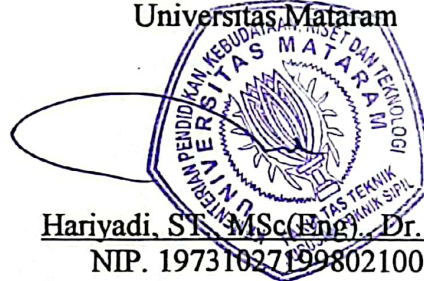
2. Pembimbing Pendamping



Humairo Saidah, ST., MT.
NIP. 197206091997032001

Tanggal : 30 Mei 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Hariyadi, ST., MSc(Eng), Dr. Eng.
NIP. 197310271998021001

ARTIKEL ILMIAH

PEMANFAATAN DATA HUJAN CLIMATE HAZARDS GROUP INFRARED PRECIPITATION WITH STATION DATA (CHIRPS) UNTUK ESTIMASI BANJIR DI DAS SIDUTAN

Oleh:
Lalu Muhammad Wirabuana
F1A 018 135

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 25 Mei 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1
Jurusan Teknik Sipil

Susunan Tim Penguji

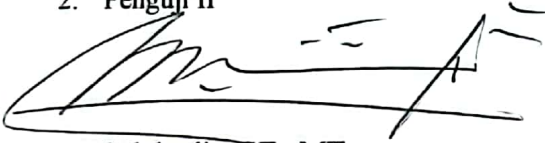
1. Penguji I



Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D.
NIP. 196511131994031001

Tanggal: 30 Mei 2023

2. Penguji II



Salehudin, ST., MT.
NIP. 196612311995121001

Tanggal: 30 Mei 2023

3. Penguji III



M. Bagus Budianto, ST., MT.
NIP. 197012061998031006

Tanggal: 30 Mei 2023

Mataram,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Muhammad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D
NIP. 197202221999031002

PEMANFAATAN DATA HUJAN CLIMATE HAZARDS GROUP INFRARED PRECIPITATION WITH STATION DATA (CHIRPS) UNTUK ESTIMASI BANJIR DI DAS SIDUTAN

Lalu Muhammad Wirabuana¹, Agus Suroso², Humairo Saidah²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Data hujan yang digunakan dalam menentukan debit banjir rancangan pada umumnya berasal dari data pengukuran. Namun di DAS Sidutan masih sangat sulit mendapatkan data hujan pengukuran ini karena jumlah stasiun hujan yang sangat terbatas. DAS Sidutan hanya memiliki satu stasiun hujan yaitu ARR Santong. Penelitian ini bertujuan menguji pemanfaatan data satelit CHIRPS, selain data hujan pengukuran, dalam menghasilkan debit banjir rancangan. Penelitian dilakukan dengan hujan rancangan yang berasal dari data hujan CHIRPS dan data hujan pengukuran. Kemudian mengubahnya menjadi debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan debit banjir rancangan hasil analisis frekuensi menggunakan data debit AWLR Santong. Evaluasi dilakukan dengan mencari nilai Volume Kesalahan (V_E), Kesalahan Relatif (R_E), dan *Root Mean Square Error* (R_{MSE}). Berdasarkan hasil analisis, debit banjir rancangan menggunakan data hujan CHIRPS pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun secara berturut-turut sebesar 58,033 m³/dtk; 77,209 m³/dtk; 88,996 m³/dtk; 103,013 m³/dtk; 112,874 m³/dtk; dan 122,289 m³/dtk. sedangkan yang menggunakan data hujan pengukuran berturut-turut sebesar 46,677 m³/dtk; 59,146 m³/dtk; 68,255 m³/dtk; 80,775 m³/dtk; 90,846 m³/dtk; dan 101,591 m³/dtk. Hasil evaluasi ketelitian debit banjir rancangan yang diperoleh menunjukkan data CHIRPS memiliki nilai R_E sebesar 6,689%, sedangkan untuk data ARR sebesar 7,216%. Untuk nilai V_E , data CHIRPS mendapat nilai sebesar 9,051%, sedangkan untuk data ARR sebesar 14,358%. Dan untuk nilai R_{MSE} , data CHIRPS menghasilkan nilai 39,735, sedangkan untuk stasiun ARR sebesar 38,860.

Kata Kunci: Banjir Rancangan, CHIRPS, Nakayasu, DAS Sidutan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Analisis debit banjir rancangan digunakan untuk keperluan perancangan infrastruktur keairan. Khususnya adalah untuk menentukan besarnya debit banjir rencana dalam penentuan dimensi bangunan keairan pada suatu Daerah Aliran Sungai (Sarminingsih, 2018). Untuk daerah yang memiliki alat pencatat debit, maka debit banjir rancangan dapat langsung ditentukan dengan analisis frekuensi, namun apabila pada daerah tersebut tidak terdapat alat pencatat debit, maka debit banjir rancangan dapat ditentukan dengan menggunakan data curah hujan yang terdapat pada daerah tersebut (Pariartha, 2013).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Sidutan merupakan salah satu DAS utilitas tinggi yang terdapat di Wilayah Sungai (WS) Lombok dan terletak di kabupaten Lombok Utara (BWS, 2020). Di dalam DAS Sidutan terdapat stasiun pencatat tinggi muka air atau *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) dan hanya memiliki satu stasiun pencatat data hujan atau *Automatic Rainfall Recorder* (ARR) (Rizki, 2017). DAS Sidutan memiliki area tangkapan cukup luas dan sungainya memiliki air sepanjang tahun, maka peluang untuk dibangunnya sarana sumber daya air masih sangat besar. Dalam merencanakan sarana sumber daya air, perlu ditentukan terlebih dahulu nilai debit banjir rancangan sesuai dengan karakteristik DAS (Rabih, 2020).

Data curah hujan yang digunakan untuk menentukan debit banjir rancangan pada umumnya berasal dari hasil pengukuran pengamatan cuaca di lapangan. Namun ketersediaan data curah hujan masih menjadi kendala di Indonesia, karena sebaran stasiun pengukuran curah hujan di seluruh Indonesia masih belum merata (Misnawati et al., 2018). Seiring

berkembangnya teknologi, terdapat banyak cara dalam memperoleh informasi data curah hujan, salah satunya dengan menggunakan teknologi satelit. Oleh karena itu, penggunaan data-data satelit memiliki kecenderungan semakin meningkat, seperti satelit *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data* (CHIRPS), *Climate Research Unit* (RCU), *The German Weather Service Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC), *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP), *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) (Misnawati et al., 2018).

Wilayah Indonesia dengan karakteristik topografi yang bervariasi, membuat perlunya data dengan series yang panjang dalam analisis klimatologi yaitu 30 tahun sesuai dengan rekomendasi WMO (Arguez & Vose, 2011). Oleh sebab itu perlu dicari data alternatif lainnya dengan grid yang lebih rapat dengan series panjang. Data curah hujan dari Climate Hazard grup Infra Red Precipitation with Station (CHIRP) diperkenalkan oleh Funk et al (2015) merupakan data *reanalysis* yang dapat menjadi solusi kajian curah hujan dalam series panjang, dengan resolusi spasial $0.05^\circ \times 0.05^\circ$ sejak tahun 1981. Meskipun pada awalnya data CHIRPS digunakan untuk memantau kekeringan khususnya di Afrika (Fadholi & Adzani, 2018; Funk et al., 2015).

Berkaitan dengan hal-hal tersebut, maka penulis bermaksud melakukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat akurasi dari data hujan satelit, terutama data satelit CHIRPS. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan data hujan CHIRPS untuk mencari nilai debit banjir rancangan pada DAS Sidutan dan dibandingkan dengan hasil perhitungan debit banjir observasi. Penulis juga menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu dalam mencari

nilai debit banjir rancangan, karena metode HSS Nakayasu banyak digunakan pada penentuan debit puncak banjir dalam perencanaan bangunan air pada wilayah Indonesia (Soemarto, 1987).

Rumusan Masalah

1. Berapa besar debit banjir rancangan pada DAS Sidutan yang diolah menggunakan HSS Nakayasu dengan *input* data hujan terukur dan data hujan satelit CHIRPS ?
2. Berapa besar debit banjir rancangan pada DAS Sidutan dengan menggunakan data debit terukur ?
3. Bagaimana tingkat kedekatan debit banjir rancangan yang dihasilkan Metode Nakayasu dengan menggunakan *input* data hujan CHIRPS terhadap debit banjir rancangan dari analisis data debit hasil pengukuran di DAS Sidutan ?

Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan pada lingkup pembahasan, maka perlu adanya Batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai Sidutan Lombok Utara
2. Data yang digunakan untuk melakukan analisis debit banjir rancangan adalah data curah hujan harian yang diperoleh dari satelit CHIRPS selama 20 tahun yaitu pada tahun 1999 - 2018 pada titik pos ARR Santong dan 3 titik tambahan di sekitar DAS Sidutan.
3. Pos AWLR yang dipakai adalah stasiun AWLR Santong dengan panjang data selama 20 tahun yaitu 1999-2018.
4. Kala ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50, tahun, dan 100 tahun.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besar debit banjir rancangan pada DAS Sidutan yang diolah menggunakan HSS Nakayasu dengan *input* data hujan terukur dan data hujan satelit CHIRPS
2. Untuk mengetahui besar debit banjir rancangan pada DAS Sidutan dengan menggunakan data debit terukur.
3. Untuk mengetahui tingkat kedekatan debit banjir rancangan yang dihasilkan Metode Nakayasu dengan menggunakan *input* data hujan CHIRPS terhadap debit banjir rancangan dari analisis data debit hasil pengukuran di DAS Sidutan.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa mampu menganalisis debit banjir rancangan menggunakan data curah hujan *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data* (CHIRPS) dengan metode Nakayasu.
2. Sebagai referensi terhadap penelitian selanjutnya yang serupa di wilayah yang berbeda.
3. Dapat menjadi tambahan wawasan bagi mahasiswa yang tertarik dalam bidang hidrologi, khususnya mengenai debit banjir.

DASAR TEORI

Tinjauan Pustaka

Penelitian yang berjudul “Analisis Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan Dengan Metode Der Weduwen, Melchior, Haspers, dan Nakayasu Terhadap Debit Banjir Observasi Pada DAS Sidutan” oleh Rabih (2020) menunjukkan perbandingan nilai debit banjir rancangan di DAS Sidutan dengan

menggunakan metode Der Weduen, Melchior, Hasper, dan Nakayasu. Dari hasil analisis, dihasilkan nilai yang berbeda beda. Adapun besar debit banjir untuk kala ulang 100 tahun untuk keempat metode tersebut berturut-turut 570.619 m³/dtk, 416,776 m³/dtk, 620,667 m³/dtk, dan 102,165 m³/dtk, sedangkan debit banjir rancangan analisis frekuensi data debit pengukuran adalah 135,321 m³/dtk. Berdasarkan evaluasi keempat metode, Nakayasu menghasilkan debit banjir rancangan yang paling mendekati debit banjir rancangan hasil analisis frekuensi data pengukuran dengan nilai V_E , R_E , dan R_{MSE} terkecil berturut-turut 29,757%; 4,965%; dan 8,473.

Penelitian mengenai data hujan satelit yang dilakukan oleh Pratama et al (2022) yang berjudul “Evaluasi Satellite Precipitation Product (GSMaP, CHIRPS, dan IMERG) di Kabupaten Lampung Selatan” mengevaluasi kemampuan data curah hujan satelit GSMaP, CHIRPS, dan IMERG terhadap data pengamatan AWS dengan menggunakan metode matrik statistik. Evaluasi dilakukan berdasarkan skala waktu bulanan, 10 harian (dasarian), dan harian. Pada skala curah hujan bulanan dan desarian, data satelit terbaik ditunjukkan oleh data CHIRPS. Data CHIRPS memiliki linearitas yang baik terhadap data pengamatan AWS dan kemampuan mendeteksi hujan bulanan yang sangat baik, meskipun nilainya masi sedikit overestimate dengan bias sebesar 6%.

LANDASAN TEORI

Banjir Rancangan

Analisis debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai.

Penentuan debit banjir rancangan idealnya dilakukan melalui data historis kejadian banjir, namun pada kasus tertentu sering digunakan melalui pendekatan hujan rancangan, sehingga sudah menjadi suatu keharusan bagaimana menentukan hujan rancangan jika data debit yang tersedia terbatas atau tidak ada (Sarminingsih, 2018).

Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung atau pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. (Triatmodjo, 2008).

Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm). Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/bulan, hujan mingguan, hujan bulanan, dan sebagainya (Triatmodjo, 2010).

Data Hujan Pengukuran di Lapangan

Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan alat penakar hujan. Penakar hujan adalah instrumen yang digunakan untuk mendapatkan dan mengukur jumlah curah hujan pada satuan waktu tertentu.

Data Hujan Satelit CHIRPS

Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data (CHIRPS) merupakan database curah hujan dataran yang merupakan kombinasi dari tiga informasi curah

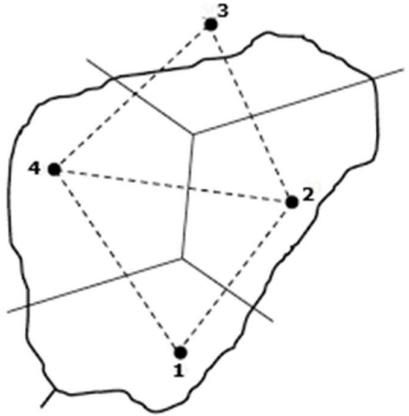
hujan yaitu klimatologi global, estimasi curah hujan berbasis satelit, dan curah hujan hasil pengamatan insitu (Funk et al., 2015).

Curah Hujan Rerata Daerah

Untuk menghitung besaran curah hujan rerata daerah, biasanya dilakukan dengan beberapa metode yaitu (Soemarto, 1987) :

- **Metode Polygon Thiessen**

Cara ini didasarkan oleh nilai rata-rata timbang. Masing-masing pos pencatat memiliki area pengaruh yang diperoleh dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua buah pos pencatat.



Gambar 1. Metode Polygon Thiessen

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$\bar{R} = (A1.R1+A2.R2+\dots+An.Rn)/A \quad (1)$$

dengan :

\bar{R} = Curah hujan rata-rata (mm)

A = Luas total (km²)

A1,A2,...An = Luas daerah pengaruh stasiun 1,2,...n (km²)

R1,R2...Rn = Tinggi curah hujan pada stasiun 1,2,...n (mm)

- **Metode Faktor Reduksi**

Metode faktor reduksi digunakan apabila hanya terdapat satu stasiun hujan pada daerah aliran sungai. Angka reduksi dipengaruhi oleh luas area

daerah aliran sungai, seperti yang terdapat pada Tabel 2.1 faktor reduksi areal (AFR).

Tabel 1. Luas DAS dengan AFR

Luas DAS (km ²)	AFR
1-10	0,99
10-30	0,97
30-30000	1,152 - 0,1233 log A

Sumber; (Loebis,1987)

Uji Konsistensi Data Hujan

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Harto, 1993) :

$$Sk^* = \sum_{i=1}^k (Yi - \bar{Y}) \quad (2)$$

$$k = 1,2,3,\dots,n$$

$$Sk^{**} = \frac{sk^*}{Dy} \quad (3)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (Yi - \bar{Y})^2}{n} \quad (4)$$

dengan :

n = banyak tahun

Yi = data curah hujan ke- i

\bar{Y} = rata - rata curah hujan

Sk* = nilai statistik

Sk** = nilai statistik

Dy = standar deviasi

Nilai statistik (Q)

$$Q = \text{maks } | Sk^{**} | \quad (5)$$

Nilai statistik range (R)

$$R = \text{maks } Sk^{**} - \text{min } Sk^{**} \quad (6)$$

dengan :

Q = nilai statistik

n = jumlah data hujan

Dengan melihat nilai statistik di atas maka dapat dicari nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} . Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai Q/\sqrt{n} syarat dan R/\sqrt{n} syarat.

Tabel 2. Nilai kritis yang diizinkan untuk metode RAPS

N	Q/√n			R/√n		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.46	1.40	1.50	1.70
40	1.13	1.26	1.50	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.86
>100	1.22	1.36	1.62	1.62	1.72	2.00

Sumber; (Harto, 2000)

Pemilihan Jenis Distribusi

Terdapat empat jenis distribusi frekuensi yang cukup banyak dipakai pada bidang hidrologi, antara lain Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson III, Distribusi Normal, dan Distribusi Log Normal (Harahap, 2013).

1. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel dapat digunakan rumus sebagai berikut (Soemarto, 1987) :

$$X = \bar{X} + Sd. K \quad (7)$$

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1987) :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (8)$$

dengan :

X = Nilai debit dengan data ukur T tahun,

\bar{X} = Nilai rata-rata sampel,

S = *Deviasi standard* (simpangan baku),

K = Faktor frekuensi,

Y_t = Nilai reduksi variat (*reduce variate*) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun,

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi mean (*reduce mean*), nilainya tergantung dari jumlah data (n),

S_n = Deviasi standard dari reduksi varian (*reduce standart*

deviation), nilainya tergantung dari jumlah data (n).

2. Distribusi Log Pearson Type III

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987) :

a. Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak n buah

X₁, X₂, X₃,X_n menjadi

LogX₁, LogX₂, LogX₃,LogX_n

b. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus sabagai berikut :

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_i^n \log(xi)}{n} \quad (9)$$

c. Menghitung standard deviasinya dengan rumus sebagai berikut :

$$s \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } xi - \text{Log } \bar{x})^2}{n-1}} \quad (10)$$

d. Menghitung koefisien kemiringan

$$C_k = \frac{n \sum (\log xi - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(s \log x)^3} \quad (11)$$

e. Menghitung koefisien ketajaman / kurtosis

$$C_k = \frac{n \sum (\log xi - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(s \log x)^4} \quad (12)$$

f. Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } Q = \text{Log } \bar{x} + k. S \quad (13)$$

k = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai Cs yang didapat

g. Mencari antilog dari Log Q untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu yang dikehendaki QT.

3. Distribusi Normal

Untuk menganalisis distribusi frekuensi curah hujan pada distribusi normal, dapat menggunakan persamaan berikut :

$$X_T = X + K_t. S \quad (14)$$

dengan:

X_T = nilai curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

X = nilai rata-rata dari = $\frac{\sum_i^n Xi}{n}$

Kt = variable reduksi
S = standar deviasi

4. Distribusi Log Normal

Pada metode Distribusi Log Normal untuk menganalisa frekuensi curah hujan dapat digunakan persamaan berikut :

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X + K \times S_x \text{Log } X \quad (15)$$

dengan :

Log X_t = nilai curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

Log X = nilai rata-rata dari = $\frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n}$

$S_x \text{Log } X$ = Deviasi standard = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } x_i^2 - L_o \sum_i^n x_i)}{n-1}}$

K = Faktor frekuensi atau probabilitas, dimana nilainya untuk berbagai periode ulang yang tersedia dalam table nilai variable reduksi Gauss.

Uji Kecocokan Agihan

1. Uji Chi Square

Metode ini digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal, yang ditentukan menggunakan persamaan berikut ini (Triatmodjo, 2010) :

$$X^2 h = \sum_{i=1}^k \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} \quad (16)$$

dengan :

X^2 = Besar debit pada periode ulang T tahun,

N = Jumlah sub kelompok dalam satu grup,

Of = Jumlah nilai pengamatan pada sub,

Ef = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus :

$$K = 1 + 3.332 \log n \quad (17)$$

Sedangkan harga derajat kebebasan dapat dicari dengan persamaan :

$$DK = K - (\alpha + 1) \quad (18)$$

dengan :

DK = Derajat kebebasan,

K = Jumlah kelas distribusi,

α = Parameter, untuk chi kuadrat = 2

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian ini dimaksudkan untuk mencocokkan apakah sebaran yang telah dibuat pada perhitungan sebelumnya benar. Dalam bentuk persamaan dapat ditulis (Triatmodjo, 2010) :

$$\Delta_{max} = \text{maksimum } [P - P'] \quad (19)$$

dengan :

Δ_{max} = Penyimpangan *absolute* peluang teoritis dan pengamatan,

P = Peluang teoritis

P' = Peluang empiris

Langkah berikutnya adalah membandingkan antara Δ_{max} dengan Δ_{cr} . Interpretasinya adalah :

$\Delta_{max} < \Delta_{crit}$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima,

$\Delta_{max} > \Delta_{crit}$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

Hidrograf Satuan Sintetik

1. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Berikut persamaan-persamaan dan dari HSS Nakayasu (Triatmodjo, 2010):

$$Q_p = \frac{A.R_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (20)$$

$$T_p = t_g + 0,8tr \quad (21)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \quad (L < 15 \text{ km}) \quad (22)$$

$$t_g = 0,4 \times 0,058 \times L \quad (L > 15 \text{ km}) \quad (2.29)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \quad (23)$$

$$Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_p \quad (24)$$

dengan :

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik)

R_0 = hujan satuan (mm)

A = luas DAS (km²)

T_p = jarak waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = waktu yang dibutuhkan oleh penurunan debit, dari debit puncak hingga menjadi 30% dari debit puncak

t_g = waktu konsentrasi (jam)

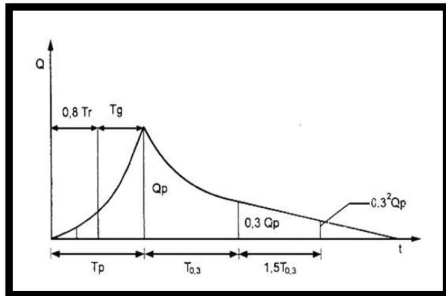
t_r = satuan waktu hujan, diambil 1 jam

α = parameter hidrograf, bernilai antara 1,5 – 3,5

Q_t = debit pada saat t jam (m³/detik)

L = panjang sungai (km)

Gambar di bawah adalah contoh hubungan antara waktu dengan debit puncak pada hidrograf Nakayasu.



Gambar 2. Model Hidrograf Nakayasu

Sumber : (Triatmodjo, 2010)

Persamaan-persamaan pada hidrograf Nakayasu yang digunakan adalah :

a. Pada kurva naik, $0 \leq t \leq T_p$, maka

$$Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_p \quad (25)$$

b. Pada kurva turun, $T_p < t \leq (T_p + T_{0,3})$, maka

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \quad (26)$$

untuk $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$,
maka

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}} \quad (27)$$

dan untuk $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$,

maka

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}} \quad (28)$$

dengan Q_t = debit pada saat t jam (m³/detik).

Analisis Statistik

1. Volume Kesalahan (V_E)

Perhitungan selisih volume (VE) dirumuskan seperti rumus seperti di bawah ini (Indarto, 2010) :

$$V_E = \left| \frac{\sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \right| \times 100\% \quad (29)$$

2. Kesalahan Relatif (R_E)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara besarnya nilai dari variabel satu terhadap variabel (Alnino et al., 2022).

$$R_E = \frac{1}{n} \times \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{X_i} \times 100\% \quad (30)$$

3. Root Mean Square Error (R_{MSE})

Nilai R_{MSE} diperoleh dengan menggunakan rumus berikut (Estingtyas & Wigena, 2011) :

$$R_{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2} \quad (31)$$

Dengan :

Y_i = Debit terhitung (m³/detik)

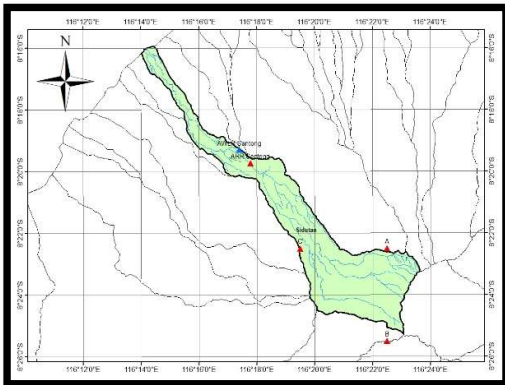
X_i = Debit observasi (m³/detik)

n = Jumlah data

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada DAS Sidutan, tepatnya pada catchment area AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) Santong yang terletak pada bagian hulu DAS. Catchment area AWLR Santong memiliki luas 37,77 km² dengan sungai utama adalah Sungai Sidutan yang secara administratif berada di Kabupaten Lombok Utara. Secara geografis letak Stasiun AWLR Santong berada pada 8°19'44" Lintang Selatan dan 116°17'47" Bujur Timur.



Gambar 3. Peta DAS Sidutan.

Sumber : (ArcMap 10.2, 2013)

Di dalam DAS Sidutan hanya terdapat satu stasiun hujan otomatis (ARR), yaitu Pos ARR Santong. Dalam melakukan analisis debit banjir rancangan, dibutuhkan minimal 3 stasiun hujan untuk menentukan curah hujan rata-rata di daerah yang bersangkutan. Maka dari itu, penelitian dilakukan dengan menggunakan data curah hujan satelit CHIRPS pada pos ARR Santong dan ditambah dengan 3 pos hujan baru. Berikut adalah daftar pos hujan yang digunakan dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Koordinat Pos Hujan Eksisting

No.	Pos	UTM		Geografis	
		X	Y	LS	BT
1	Santong	422524	9079274	8°19'44"	116°17'47"

Sumber : (BWS Nusa Tenggara I, 2021)

Tabel 4. Koordinat Pos Hujan Tambahan

No.	Pos	UTM		Geografis	
		X	Y	LS	BT
1	A	425683	9074181	8°22'30"	116°22'30"
2	B	431197	9068662	8°25'30"	116°22'30"
3	C	425683	9074181	8°22'30"	116°19'30"

Sumber : (ArcMap 10.2, 2013)

Sebaran titik pos hujan tambahan dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Peta Sebaran Titik Pos Hujan Eksisting dan Pos Hujan Tambahan

Sumber : (Google Earth Pro, 2022)

Pelaksanaan Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat diperoleh dari observasi langsung di lapangan (data primer) maupun dari instansi-instansi terkait (data sekunder). Dalam penelitian ini, hanya diperlukan data sekunder, yaitu antara lain :

a. Peta topografi DAS

Data karakteristik DAS untuk mengetahui daerah tangkapan (catchment area), panjang sungai utama, dan kemiringan dasar sungai utama. Penetapan data karakteristik DAS dilakukan berdasarkan peta topografi yang dikelola Balai

Wilayah Sungai Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).

b. Data debit AWLR

Data AWLR yang digunakan adalah data AWLR harian dari Stasiun AWLR Santong. Data ini digunakan untuk mencari nilai debit banjir sebagai pembandingan untuk nilai debit banjir rancangan menggunakan data hujan satelit CHIRPS, dengan panjang data selama 20 tahun (1999-2018). Data curah hujan terukur di lapangan Data curah hujan terukur yang digunakan adalah data hujan harian dari stasiun ARR Santong. Data ini digunakan untuk menguji keakuratan data curah hujan satelit CHIRPS, dengan panjang data selama 19 tahun (2000-2018).

c. Data curah hujan satelit CHIRPS
Cara mendapatkan data CHIRPS (*Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data*)

- 1) Akses data CHIRPS (*Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data*) pada laman resmi <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>
- 2) Klik menu Global daily/ pada laman satelit CHIRPS.
- 3) Klik netcdf/ setelah itu akan muncul menu P05 dan P25.
- 4) Pilih resolusi yang dibutuhkan.
- 5) Download data CHIRPS sesuai tahun yang dibutuhkan.

Perhitungan dan pengolahan data

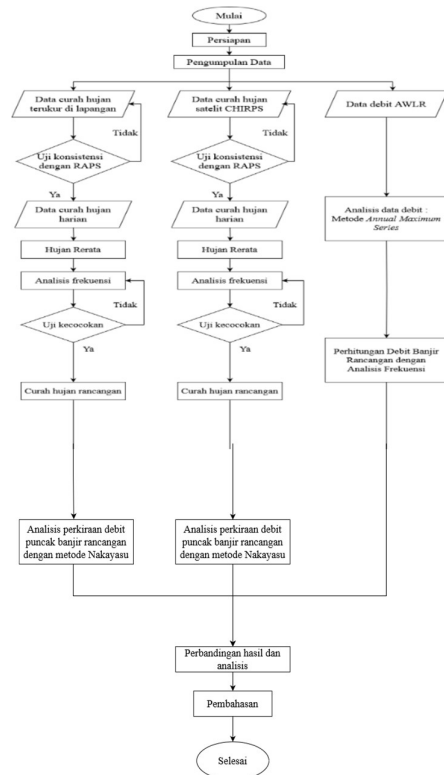
Tahapan-tahapan dalam melakukan perhitungan dan pengolahan data dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mengumpulkan data curah hujan harian pada titik pos hujan terpilih, baik terukur di lapangan maupun data satelit CHIRPS.
2. Uji konsistensi data curah hujan dengan metode Rescaled Adjusted

Partial Sums (RAPS) untuk data curah hujan tahunan hasil pengukuran di lapangan dan curah hujan tahunan satelit CHIRPS.

3. Menganalisis curah hujan rata-rata DAS (*catchment area*) terhadap pos hujan pengukuran ARR Santong dengan metode factor reduksi.
4. Menganalisis curah hujan rata-rata DAS (*catchment area*) terhadap 4 pos hujan CHIRPS yaitu Pos hujan Santong, Pos hujan tambahan A, Pos hujan tambahan B, dan Pos hujan tambahan C dengan metode polygon Thiessen.
5. Melakukan analisis distribusi frekuensi untuk menentukan jenis agihan/distribusi yang digunakan.
6. Melakukan uji kecocokan distribusi frekuensi menggunakan metode *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov*.
7. Menganalisis curah hujan rancangan menggunakan metode berdasarkan persyaratan jenis distribusinya.
8. Mencari koefisien pengaliran pada catchment area AWLR Santong pada DAS Sidutan.
9. Melakukan analisis distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe.
10. Menganalisis perkiraan debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu.
11. Melakukan analisis data debit AWLR menggunakan metode serial data *Annual Maximum Series*, kemudian untuk perhitungan debit banjir kala ulang debit terukur menggunakan analisis frekuensi.
12. Melakukan analisis statistik untuk mengetahui perbandingan dari kesalahan yang terjadi pada perhitungan dengan menggunakan Selisih Volume Kesalahan (V_E), Kesalahan Relatif Error (R_E), dan Root Mean Square Error (R_{MS}).

Bagan Alir Penelitian



Gambar 5. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan debit banjir rancangan antara

lain:

- Analisis curah hujan
- Uji konsistensi (menggunakan metode RAPS)
- Analisis distribusi frekuensi
- Uji kecocokan distribusi frekuensi
- Analisis debit banjir rancangan

Analisis Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan untuk analisis pada catchment area adalah data curah hujan terukur di Lapangan dan data curah hujan Satelit CHIRPS.

Analisis Data Curah Hujan Terukur di Lapangan

Analisis dilakukan menggunakan data hujan pada stasiun ARR Santong.

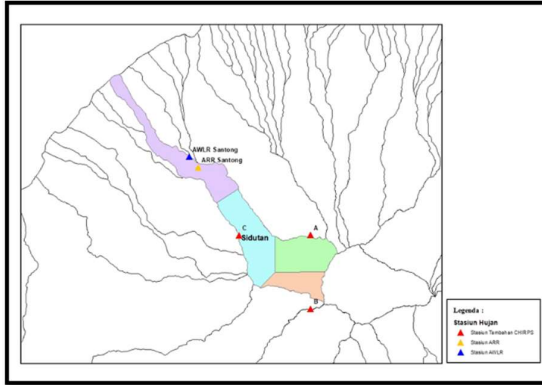
Tabel 5. Curah Hujan Harian maksimum Stasiun Santong

No	Tahun	Tanggal Terjadinya	Hujan(m m)
1	1999	11 Januari 1999	122,20
2	2000	1 Maret 2000	98,90
3	2001	14-Nov-01	67,00
4	2002	25 Januari 2002	183,00
5	2003	7 Desember 2003	98,10
6	2004	3 Februari 2004	182,20
7	2005	4 Maret 2005	83,50
8	2006	25 Februari 2006	220,00
9	2007	23 Desember 2007	135,80
10	2008	30 Januari 2008	114,40
11	2009	13 Januari 2009	112,70
12	2010	3 Februari 2010	69,40
13	2011	23 Desember 2011	87,00
14	2012	4 Februari 2012	189,30
15	2013	20 Februari 2013	226,50
16	2014	21 Januari 2014	173,50
17	2015	11 Maret 2015	118,00
18	2016	7-Apr-16	161,40
19	2017	9 Februari 2017	148,00
20	2018	1 Februari 2018	189,00

Sumber : (BWS Provinsi NTB)

Analisis Data Curah Hujan Satelit CHIRPS

Data hujan yang digunakan yaitu data hujan satelit CHIRPS pada stasiun Santong dan stasiun tambahan A,B, dan C yang koordinatnya terletak pada Tabel 4. Dari keempat stasiun tersebut, didapat data curah hujan rerata daerah dengan menggunakan metode Poligon Thiessen yang dapat dilihat pada tabel 6



Gambar 6. Poligon Thiessen stasiun satelit SHIRPS pada DAS Sidutan

Sumber : (ArcMap 10.2, 2013)

Tabel 6. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata pada Tiap Stasiun dengan Menggunakan Metode Polygon Thiessen

No.	TAHUN	Curah Hujan di Berbagai Stasiun Satelit CHIRPS(mm)				Rata-rata Curah Hujan
		A	B	C	Santong	
1	1999	104.000	123.000	102.000	71.039	95.487
2	2000	110.800	98.600	89.200	81.577	93.050
3	2001	225.100	194.200	203.800	68.332	164.794
4	2002	130.700	169.800	134.000	78.199	120.390
5	2003	158.600	90.300	144.800	72.565	118.038
6	2004	124.700	111.800	140.900	136.209	131.818
7	2005	256.100	169.300	244.400	78.288	184.854
8	2006	114.400	79.400	107.400	67.197	92.656
9	2007	98.900	75.600	103.100	53.795	82.958
10	2008	105.300	92.700	83.500	75.038	87.106
11	2009	98.500	69.500	87.700	73.840	83.431
12	2010	167.900	157.400	173.500	115.821	151.902
13	2011	71.100	70.700	85.900	63.371	73.361
14	2012	86.100	76.400	85.600	59.782	76.366
15	2013	90.000	91.500	88.000	52.129	77.627
16	2014	113.300	99.400	101.100	92.598	101.026
17	2015	78.900	83.100	80.900	81.191	80.819
18	2016	180.300	83.100	205.800	93.184	148.186
19	2017	103.500	102.800	83.300	54.508	81.492
20	2018	161.400	113.400	102.800	85.492	112.338

Sumber : (Hasil Analisis)

Uji Konsistensi Data dengan menggunakan metode RAPS

Tabel 7. Uji RAPS curah hujan tahunan Stasiun ARR Santong

No	Tahun	Curah Hujan mm	(Y _i -Y _̄) ²	Dy ²	SK*	SK**	SK**
1	1999	2277.8	33706.39	1685.319	183.593	0.32	0.32
2	2000	1332.6	580045.2	29002.26	-578.014	-1.006	1.006
3	2001	1300	630764.8	31538.24	-1372.22	-2.389	2.389
4	2002	1407.2	471978.6	23598.93	-2059.23	-3.585	3.585
5	2003	2057.4	1354.755	67.738	-2096.04	-3.649	3.649
6	2004	1744.9	122015.4	6100.769	-2445.34	-4.257	4.257
7	2005	2119.5	639.736	31.987	-2420.05	-4.213	4.213
8	2006	2450.2	126731	6336.551	-2064.06	-3.593	3.593
9	2007	2201.96	11610.71	580.535	-1956.3	-3.406	3.406
10	2008	1683.7	168516	8425.8	-2366.81	-4.12	4.12
11	2009	1362.4	535541.5	26777.07	-3098.62	-5.394	5.394
12	2010	1600	244240.6	12212.03	-3592.82	-6.254	6.254
13	2011	2075.6	346.22	17.311	-3611.43	-6.287	6.287
14	2012	2549.48	207273.5	10363.68	-3156.16	-5.494	5.494
15	2013	3292.8	1436625	71831.26	-1957.57	-3.408	3.408
16	2014	2221.9	16305.5	815.275	-1829.87	-3.185	3.185
17	2015	2293.3	39638.02	1981.901	-1630.78	-2.839	2.839
18	2016	3383.4	1662019	83100.93	-341.586	-0.595	0.595
19	2017	2620	276458.3	13822.91	184.207	0.321	0.321
20	2018	1910	33932.22	1696.611	0	0	0
Jumlah Data Hujan (n)		20					
Total Curah Hujan (mm)		41884.14					
Rata-rata Curah Hujan (mm)		2094.207					
Σ (Y _i - Y _̄) ²		6599742.145					
Σ DY ²		329987.107					
DY		574.445					
Maksimum SK**		0.321					
Minimum SK**		-6.287					
Q = Maks. SK**		6.287					
R = Maks. SK** - Min. SK**		6.607					
Q / n * 0.5	1.41	<	1 / n * 0.5 tab	99%	-	1.42	KONSISTEN
Σ / n * 0.5	1.48	<	1 / n * 0.5 tab	99%	-	1.6	KONSISTEN

Sumber : (Hasil Analisis)

Tabel 8. Rekapitulasi Uji RAPS Curah Hujan Satelit CHIRPS

Pos	Q/n		Hasil uji	R/n		Hasil uji
	Q/n tabel	Q/n hitung		R/n tabel	R/n hitung	
Santong	1,42	> 0,58	konsisten	1,6	> 0,87	Konsisten
A	1,42	> 0,79	konsisten	1,6	> 0,82	Konsisten
B	1,42	> 0,74	konsisten	1,6	> 0,85	Konsisten
C	1,42	> 0,67	konsisten	1,6	> 0,82	Konsisten

Sumber : (Hasil Analisis)

Berdasarkan rekapitulasi hasil uji konsistensi data curah hujan pada keempat pos menggunakan metode RAPS seperti yang terlihat pada Tabel diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa data curah hujan ARR Santong dan satelit CHIRPS pada masing-masing pos adalah konsisten dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam analisis hidrologi.

Curah Hujan Rancangan

- Curah Hujan Rancangan Terukur di Lapangan

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai Cv = 0,354 ; Cs = 0,232

dan $C_k = 2,316$, perhitungan parameter statistik untuk curah hujan rancangan terukur di lapangan dengan metode Log Pearson Type III. Sehingga hasil perhitungan hujan rancangan untuk masing masing kala ulang disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Curah hujan rancangan metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (T) (tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2	126.971
2	5	171.721
3	10	199.226
4	25	231.937
5	50	254.949
6	100	276.921

Sumber : (Hasil Analisis)

• Curah Hujan Rancangan Satelit CHIRPS

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai $C_v = 0.304$; $C_s = 1.032$ dan $C_k = 3.438$, perhitungan parameter statistik untuk curah hujan rancangan Satelit CHIRPS dengan metode Log Pearson Type III disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Curah hujan rancangan metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (T) (tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2	100.469
2	5	129.569
3	10	150.824
4	25	180.042
5	50	203.544
6	100	228.619

Sumber : (Hasil Analisis)

Pehitungan Debit Banjir Rancangan

Untuk menghitung debit banjir rancangan, digunakan metode HSS

Nakayasu, dengan parameter sebagai berikut :

$$\text{Luas DAS (A)} = 37,77 \text{ km}^2$$

(Luas Catchment Area AWLR Santong)

$$\text{Panjang sungai (L)} = 12,6 \text{ km}$$

(panjang sungai dari hulu sampai AWLR)

$$\text{Curah hujan satuan (R}_0) = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Karakteristik DAS } (\alpha) = 2$$

$$\text{Nilai C} = 0,197$$

Berikut merupakan perhitungan nilai debit dengan menggunakan metode HSS Nakayasu pada DAS Sidutan.

- Menghitung waktu konsentrasi (t_g):
 Karena $L < 15 \text{ km}$ maka rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah:

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7}$$

$$= 0,21 \times (12,6)^{0,7}$$

$$= 1,237 \text{ jam}$$
- Menghitung waktu satuan hujan (t_r):

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$= 0,75 \times 1,237 = 0,928 \text{ jam}$$
- Menghitung waktu permulaan banjir sampai puncak banjir (T_p):

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$= 1,237 \times (0,8 \times 0,928)$$

$$= 1.9797 \text{ jam}$$
- Menghitung waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak ($T_{0,3}$): $T_{0,3} = \alpha \times t_g = 2 \times 1,237 = 2,474 \text{ jam}$
- Menghitung debit puncak banjir

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

$$= \frac{37,77 \times 1}{3,6 \times (0,3 \times 1.9797 + 2,474)}$$

$$= 3,4191 \text{ m}^2/\text{dtk}$$

Dan didapatkan debit banjir rancangan untuk data hujan stasiun ARR dan satelit CHIRPS yang disajikan pada tabel 11.

Tabel 11. Debit banjir rancangan data hujan ARR Santong dan Satelit CHIRPS

Kala Ulang	Q ARR (m ³ /dtk)	Q CHIRPS (m ³ /dtk)
Q2	58.033	46.677
Q5	77.209	59.146
Q10	88.996	68.255
Q20	103.013	80.775
Q50	112.874	90.846
Q100	122.289	101.591

Sumber : (Hasil Analisis)

Analisis Debit Banjir Observasi dengan Analisis Frekuensi

• Analisis data debit dengan metode *Annual Maximum Series*

Dalam penelitian ini, metode analisis data debit puncak banjir observasi menggunakan metode *Annual Maximum Series*.

• Data Debit

Perhitungan debit banjir kala ulang terukur pada penelitian ini menggunakan metode Analisis Frekuensi. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai $C_v = 1.115$; $C_s = 2.070$ dan $C_k = 7.013$, maka hasil analisis pemilihan jenis agihan memenuhi persyaratan Log Pearson Type III. Sehingga hasil perhitungan hujan rancangan untuk masing masing kala ulang disajikan dalam table 4.28.

Tabel 12. Debit banjir rancangan metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (T) (tahun)	Debit Banjir Rancangan (m ³ /dtk)
1	2	14,316
2	5	32,087
3	10	51,247
4	25	87,836
5	50	126,926
6	100	179,390

Sumber : (Hasil Analisis)

Analisis Statistik

Tabel 13. Analisis statistik debit banjir rancangan

Kala Ulang	Q KONTROL (X) (m ³ /dtk)	ARR (Y)			CHIRPS (Y)		
		Q (m ³ /dtk)	X-Y	(X - Y) ²	Q (m ³ /dtk)	X-Y	(X - Y) ²
Q2	14,316	58,033	43,717	1,911,207	46,677	32,361	1,047,229
Q5	32,087	77,209	45,122	2,036,019	59,146	27,059	732,208
Q10	51,247	88,996	37,748	1,424,938	68,255	17,007	289,246
Q20	87,836	103,013	15,177	230,350	80,775	7,060	49,849
Q50	126,926	112,874	14,052	197,464	90,846	36,080	1,301,769
Q100	179,390	122,289	57,101	3,260,531	101,591	77,799	6,052,741
Jumlah	491,802	562,414	212,919	9,060,509	447,290	197,367	9,473,042

Sumber : (Hasil Analisis)

Analisis Statistik Stasiun ARR

a. Selisih Volume Kesalahan (V_E)

$$V_E = \left| \frac{\sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \right| \times 100\%$$

$$V_E = \left| \frac{491.802 - 562.414}{491.802} \right| \times 100\%$$

$$= 14,358 \%$$

b. Kesalahan Relatif (R_E)

$$R_E = \frac{1}{n} \times \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{\sum_{i=1}^n X_i} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{6} \times \frac{212,919}{491,802} \times 100\%$$

$$= 7,216 \%$$

c. Root Mean Square Error (R_{MSE})

$$R_{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{6} \times 9060,509}$$

$$= 38,860$$

Analisis Statistik Satelit CHIRPS

a. Selisih Volume Kesalahan (V_E)

$$V_E = \left| \frac{\sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \right| \times 100\%$$

$$V_E = \left| \frac{491.802 - 447.290}{491.802} \right| \times 100\%$$

$$= 9,051 \%$$

b. Kesalahan Relatif (R_E)

$$R_E = \frac{1}{n} \times \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{\sum_{i=1}^n X_i} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{6} \times \frac{197,367}{491,802} \times 100\%$$

$$= 6,689 \%$$

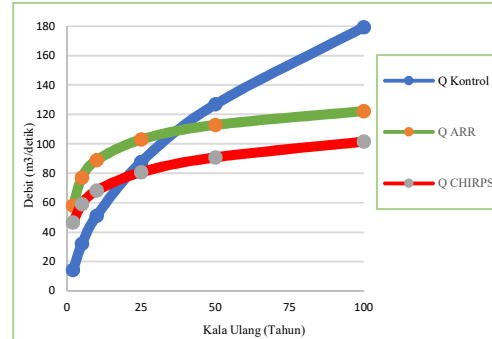
c. Root Mean Square Error (R_{MSE})

$$\begin{aligned} R_{MSE} &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{6} \times 9473.042} \\ &= 39,735 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan uji statistik dapat dilihat bahwa nilai rata-rata V_E untuk debit banjir rancangan data hujan stasiun ARR = 14,358% dan debit banjir rancangan data hujan satelit CHIRPS = 9,051%. Nilai V_E menunjukkan seberapa besar kesalahan debit banjir rancangan terhadap debit banjir observasi. Nilai rata-rata R_E untuk debit banjir rancangan data hujan stasiun ARR = 7,216% dan debit banjir rancangan data hujan satelit CHIRPS = 6,689%. Nilai R_E menunjukkan seberapa besar ketelitian keluaran model perhitungan terhadap data terukur. Sedangkan nilai rata-rata R_{MSE} untuk debit banjir rancangan data hujan ARR = 38.860 dan debit banjir rancangan data hujan satelit CHIRPS = 39,735. Nilai R_{MSE} menunjukkan seberapa besar penyimpangan hasil perhitungan peramalan terhadap data terukur.

Berdasarkan hasil uji statistik diatas, dapat dilihat bahwa banjir rancangan satelit CHIRPS dan banjir rancangan stasiun ARR memiliki nilai hasil yang berbeda, namun kedua data hujan tersebut memiliki selisih nilai V_E, R_E , dan R_{MSE} yang cukup dekat. Debit banjir rancangan yang dihasilkan data hujan satelit CHIRPS mendapat nilai V_E dan R_E yang lebih rendah dibandingkan dengan data hujan stasiun ARR Santong, yaitu berturut-turut sebesar 9,051% dan 6.689%. Namun pada nilai R_{MSE} , debit banjir rancangan menggunakan satelit CHIRPS mendapat nilai yang cukup besar yaitu sebesar 39.735. Hal tersebut dapat disebabkan oleh berbagai factor, diantaranya yaitu dikarenakan pengujian dilakukan dengan membandingkan data curah hujan dengan data debit dan faktor

metode yang digunakan dalam menghitung debit banjir rancangan. Berdasarkan hasil dari perhitungan debit puncak banjir di atas apabila digambarkan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 7. Grafik perbandingan hasil analisis debit banjir rancangan data hujan stasiun ARR dan debit banjir rancangan data hujan satelit CHIRPS terhadap debit

Grafik di atas menggambarkan bahwa hasil debit banjir rancangan dengan data curah hujan satelit CHIRPS menghasilkan debit yang lebih rendah dibandingkan debit banjir rancangan dengan data stasiun ARR. Debit banjir rancangan dari kedua data curah hujan tersebut memiliki nilai yang cukup dekat terhadap debit banjir rancangan dari data debit hasil pengukuran pada kala ulang 2 sampai 50 tahun, dan menjauh pada kala ulang 100 tahun. Dari hasil tersebut, disimpulkan bahwa data hujan satelit CHIRPS dapat menjadi data alternatif sebagai solusi terbatasnya stasiun pengukuran data curah hujan yang tersedia di Indonesia, khususnya pada daerah Lombok Utara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Besar debit banjir rancangan data hujan stasiun ARR dengan menggunakan HSS Nakayasu pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 secara berturut turut yaitu sebesar

58,033 m³/dtk; 77,209 m³/dtk; 88,996 m³/dtk; 103,013 m³/dtk; 112,874 m³/dtk; dan 122,289 m³/dtk. Dan debit banjir rancangan data hujan satelit CHIRPS secara berturut-turut yaitu sebesar 46,677 m³/dtk; 59,146 m³/dtk; 68,255 m³/dtk; 80,775 m³/dtk; 90,846 m³/dtk; dan 101,591 m³/dtk.

2. Besar debit banjir rancangan debit observasi dengan menggunakan analisis frekuensi pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 secara berturut-turut yaitu sebesar 14.316 m³/dtk; 32.087 m³/dtk; 51.247m³/dtk; 87.836 m³/dtk;126.926m³/dtk; 179.390 m³/dtk.
3. Berdasarkan hasil analisis, disimpulkan bahwa debit banjir rancangan menggunakan data satelit CHIRPS memiliki nilai R_E sebesar 6,689%, sedangkan untuk stasiun ARR sebesar 7,216%. Untuk nilai V_E, data hujan satelit CHIRPS mendapat nilai yang lebih rendah, yaitu sebesar 9,051%, sedangkan untuk stasiun ARR sebesar 14,358%. Dan untuk nilai R_{MSE}, data hujan satelit CHIRPS menghasilkan nilai yang lebih tinggi yaitu sebesar 39.735, sedangkan untuk stasiun ARR sebesar 38.860.

Saran

1. Sebaiknya dalam menganalisis menggunakan data debit terbaru dan sekurang-kurangnya 20 tahun.
2. Penelitian lebih lanjut terkait pemanfaatan data curah hujan CHIRPS dapat dilakukan dengan analisis hidrologi lainnya pada daerah-daerah di Indonesia.
3. Metode HSS Nakayasu dapat digunakan sebagai metode perhitungan debit banjir rancangan pada DAS dengan karakteristik yang serupa dengan DAS Sidutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnino, N. F., Suhartanto, E., & Fidari, J. S. (2022). Analisis Hujan TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) menjadi Debit dengan Metode NRECA pada Das Bango. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 1–569. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.45>
- Arguez, A., & Vose, R. S. (2011). The definition of the standard WMO climate normal: The key to deriving alternative climate normals. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(6), 699–704. <https://doi.org/10.1175/2010BAMS2955.1>.
- Bonnier. (1980). *Probability Distribution and Probability Analysis*. Bandung: DPMA.
- BWS Nusa Tenggara I. (2020). *Data Dan Informasi Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Lombok Dan Wilayah Sungai Sumbawa Tahun 2020*. 15(2), 1–23.
- C.D.Soemarto,. (1987). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Chow, V., Maidment, D. and Mays, L. (1988) *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Estiningtyas, W., & Wigena, A. H. (2011). Teknik Statistical Downscaling Dengan Regresi Komponen Utama Dan Regresi Kuadrat Terkecil Parsial Untuk Prediksi Curah Hujan Pada Kondisi El Nino, La Nina, Dan Normal. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(1), 65–72. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i1.87>.

- Fadholi, A., & Adzani, R. (2018). Analisis Frekuensi Curah Hujan Ekstrem Kepulauan Bangka Belitung Berbasis Data Climate Hazard Group Infra-Red Precipitation With Station (CHIRPS). *Jurnal Pendidikan Geografi*, 18(1), 22–32.
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations - A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, 1–21. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>.
- Harahap, R. 2013. *Rekayasa Hidrologi*. Medan: Penerbit Unimed Press.
- Indarto. 2010. *Hidrologi; Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Irwandi, Y. (2020). *Analisis Debit Banjir Di Sekitar Kawasan Ekonomi Khusus (Kek) Mandalika Dengan Menggunakan Software Hec-Hms*. 1–13.
- Jarwanti, D. P., Suhartanto, E., & Fidari, J. S. (2021). Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Data Pos Penakar Hujan di DAS Grindulu, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(2), 772–785. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.36>.
- Kodoatie, J. R. dan Syarief, R. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Krisnayanti, D. S., Welkis, D. F. B., Hepy, F. M., & Legono, D. (2020). Evaluasi Kesesuaian Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) dengan Data Pos Hujan Pada Das Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 16(1), 51–62. <https://doi.org/10.32679/jsda.v16i1.646>
- Loebis, Joesron. (1987). *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Bandung. DPU.
- Misnawati, Boer, R., June, T., & Faqih, A. (2018). Perbandingan Metodologi Koreksi Bias Data Curah Hujan CHIRPS. *LIMNOTEK - Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 25(1), 18–29. <https://limnotek.limnologi.lipi.go.id/index.php/limnotek/article/view/224>.
- Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). MODEL EVALUATION GUIDELINES FOR SYSTEMATIC QUANTIFICATION OF ACCURACY IN WATERSHED SIMULATIONS. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol. 50(3), 885–900.
- Pariartha, G. S. (2013). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Menggunakan Hidrograf Satuan Terukur pada Daerah Aliran Sungai Progo Bagian Hulu. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2), 179–183.
- Pratama, A., Agiel, H. M., & Oktaviana, A. A. (2022). Evaluasi Satellite Precipitation Product (GSMaP, CHIRPS, dan IMERG) di Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Science and Applicative Technology*, 6(1), 32.

<https://doi.org/10.35472/jsat.v6i1.702>.

- Rabih, U. U. (2020). *Analisis Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan Dengan Metode Der Weduwen, Melchior, Haspers, Dan Nakayasu Terhadap Debit Banjir Observasi Pada DAS Sidutan*. 15(2), 1–23.
- Rachman, A. P., Rompis, S. Y. R., & Timboeleng, J. A. (2020) Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kinerja Jalan di Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmia Media Engineering*, 10(1), 69-82.
- Rianto, D. J. (2021). Penentuan Intensitas Curah Hujan Dalam Menentukan Debit Limpasan Untuk Rekomendasi Pembuatan Saluran Air Terhadap Tipe Dinding Saluran Air Yang Berbeda. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(9), 1795-1804.
- Rizki, A. (2017). *Artikel ilmiah analisis hubungan nilai koefisien regim sungai dengan nilai koefisien runoff daerah aliran sungai (studi kasus das sidutan dan das reak)*. 1–18.
- Sarminingsih, A. (2018). Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 53. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i1.53-61>.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono, Dr. 2006. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset Yogyakarta.
- Syahputra, A., & Arifitama, B. (2018). Pengembangan Alat Peraga Edukasi Proses Siklus Air (Hidrologi) Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2018*, 1.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Kodoatie, R. J., Sugiyanto (2002). *Banjir : Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.