

ARTIKEL ILMIAH

**ANALISIS PERHITUNGAN DEBIT PUNCAK BANJIR
RANCANGAN DENGAN METODE DER WEDUWEN, MELCHIOR,
DAN HASPERS TERHADAP DEBIT BANJIR OBSERVASI PADA
DAS LABALAJU**

*Flood Discharges Design Analysis using Der Weduwen, Melchior, and
Haspers Methods on Flood Observation in Labalaju Watershield*

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Gelar Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

EGGY AHMAD FAHREZI

F1A116015

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2023

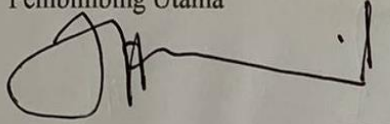
ARTIKEL ILMIAH

**ANALISIS PERHITUNGAN DEBIT PUNCAK BANJIR
RANCANGAN DENGAN METODE DER WEDUWEN, MELCHIOR,
DAN HASPERS TERHADAP DEBIT BANJIR OBSERVASI PADA
DAS LABALAJU**

Oleh :
Eggy Ahmad Fahrezi
F1A 116 015

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing :

1. Pembimbing Utama



Ir. Anid Supriyadi, MT.
NIP.19660813 199403 1001

Tanggal : 2023

2. Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Hartana, ST., MT.
NIP. 19740315 199803 1002

Tanggal : 2023

Mengetahui,
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Widyadarmas Mataram



Natiyadi, ST., MSc(Eng)., Dr. Eng
NIP. 19731027 199802 1001

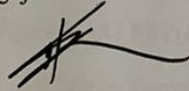
ARTIKEL ILMIAH

**ANALISIS PERHITUNGAN DEBIT PUNCAK BANJIR
RANCANGAN DENGAN METODE DER WEDUWEN, MELCHIOR,
DAN HASPERS TERHADAP DEBIT BANJIR OBSERVASI PADA
DAS LABALAJU**

Oleh :
Eggy Ahmad Fahrezi
F1A 116 015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal, 30 Mei 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Susunan Tim Penguji

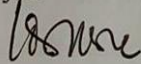
3. Penguji I



Dr. Ery Setiawan, ST., MT.
NIP.19711227 199903 1003

Tanggal :2023

4. Penguji II



Humairo Saidah, ST., MT.
NIP. 19720609 199703 2001

Tanggal :2023

5. Penguji III



M. Bagus Budianto, ST., MT.
NIP. 19701206 199803 1006

Tanggal :2023

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Muhanna Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D
NIP. 19720222 199903 1002

**ANALISIS PERHITUNGAN DEBIT PUNCAK BANJIR RANCANGAN
DENGAN METODE DER WEDUWEN, MELCHIOR, DAN HASPERS
TERHADAP DEBIT BANJIR OBSERVASI PADA DAS LABALAJU**
*Flood Discharges Design Analysis using Der Weduwen, Melchior, and
Haspers Methods on Flood Observation in Labalaju Watershield*

Eggy Ahmad Fahrezi¹, Ir. Anid Supriyadi, MT², Dr. Eng. Hartana, ST., MT²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

INTISARI

Analisis debit puncak banjir sangat diperlukan dalam perencanaan bangunan air. Penentuan debit puncak banjir yang tepat akan menghasilkan dimensi air yang lebih efektif dan ekonomis. Studi ini menguji keakuratan metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers dalam menghasilkan debit banjir rancangan yang sesuai untuk DAS Labalaju

Studi ini dilakukan pada DAS Labalaju dengan menggunakan data sekunder berupa peta topografi, data debit, dan data curah hujan. Konsistensi data curah hujan harus diuji terlebih dahulu menggunakan metode RAPS sebelum melakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan curah hujan rancangan. Data karakteristik DAS dibutuhkan untuk memperkirakan besarnya debit puncak banjir dibandingkan dengan metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers yang kemudian akan dibandingkan terhadap debit puncak banjir rancangan analisis frekuensi data debit terukur.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan besar debit banjir rancangan dengan metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers untuk kala ulang 100 tahun berturut-turut 171,460 m³/dtk, 41,19 m³/dtk, dan 163,25 m³/dtk, sedangkan debit banjir rancangan analisis frekuensi data pengukuran adalah 49,23 m³/dtk. Berdasarkan evaluasi ketiga metode, Melchior 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 26,21%, 4,37%, dan 2,97. Adapun metode Der Weduwen dan Haspers kurang andal jika digunakan pada DAS Labalaju

Kata kunci: Banjir Rancangan, Der Weduwen, Melchior, Haspers, Analisis Frekuensi

PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras karena landau, tetapi durasinya Panjang (Kodoatie & Sugiyanto, 2001).

Pengembangan kawasan untuk pemenuhan berbagai kebutuhan seperti sarana pemukiman, pertanian, perdagangan industri, perkantoran, jalan dan lain-lain. Dari tahun ke tahun semakin meningkat sebagai dampak pertumbuhan penduduk dan pengembangan aktivitasnya, hal tersebut menyebabkan menurunnya kualitas daerah aliran sungai sehingga menyebabkan terjadinya hal-hal yang menimbulkan kerugian, yang paling nyata yaitu kekeringan di musim kemarau dan banjir di musim hujan.

DAS (Daerah Aliran Sungai) merupakan suatu wilayah daratan yang topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya kelaut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (catchment area) yaitu suatu ekosistem yang terdiri atas sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaatan sumber daya alam (Asdak, 2014)

Dari ketersediaan data hujan, karakteristik DAS, data debit, ada 6 kelompok metode perhitungan debit rencana, salah satunya adalah metode empiris. Metode empiris dipergunakan apabila data hujan dan karakteristik daerah aliran tersedia. metode yang terdapat dalam kelompok ini adalah metode Rasional, Der Weduwen, Haspers, Melchior dan Hidrograf Satuan (Kamiana, 2011).

DAS Labalaju berada di Kecamatan Dompu DAS ini memiliki luas 241,32 km² (BWS, 2021). Daerah Aliran Sungai (DAS) Labalaju adalah salah satu DAS yang penting di WS Sumbawa. DAS ini merupakan DAS yang termasuk kategori DAS Basah (Surplus) dan DAS ini memiliki jumlah air yang berlimpah dan sering menyebabkan banjir di Kabupaten Dompu sehingga pengelolaan akan DAS sangat penting. Berkaitan dengan hal tersebut,

maka perlu ditentukan metode penentuan debit banjir rancangan yang lebih tepat agar perencanaan sarana sumber daya air menjadi lebih ekonomis dan sesuai dengan karakteristik DAS Labalaju.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis bermaksud untuk melakukan pengujian terhadap tiga metode empiris perhitungan debit puncak banjir yaitu metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers untuk mendapatkan metode penentuan debit banjir yang lebih baik untuk DAS Labalaju.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat disimpulkan permasalahan yang menjadi dasar dalam penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Berapa besar debit banjir rancangan pada DAS Labalaju dengan metode Der Weduwen, Melchior, Haspers dan hasil pengukuran?
2. Bagaimana perbandingan ketiga metode tersebut terhadap hasil perhitungan debit banjir pengukuran?
3. Metode manakah yang menghasilkan debit banjir rancangan yang lebih mendekati debit banjir pengukuran?

Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan mandiri dengan mengolah data-data yang didapat dari instansi pemerintah (BWS-NT 1).
2. Pos ARR yang digunakan adalah stasiun hujan Dompu dengan panjang data selama 11 tahun 2008-2018.
3. Pos AWLR yang digunakan adalah AWLR Rabalaju dengan panjang data selama 11 tahun yaitu 2008-2018.

DASAR TEORI

Tinjauan Pustaka

Suriansyah dkk (2021), melakukan penelitian tentang analisis debit banjir pada sungai Menyuke. Analisa debit banjir menggunakan metode Gumbel pada periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun berturut-turut adalah 85,7 mm, 108,4 mm, 123,4 mm, 137,6 mm, 156,5 mm, dan 170,4 mm. Untuk hasil analisis debit banjir maksimum pada daerah aliran sungai Menyuke dengan luas 999 km² dan panjang sungai 118 km menggunakan metode Melchior untuk periode 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun berturut-turut adalah 439 m³/detik, 555 m³/detik, 632 m³/detik, 705 m³/detik, 801 m³/detik, dan 872 m³/detik.

Marcelia (2014), melakukan penelitian tentang analisis debit banjir pada

DAS Bangga menggunakan metode Rasional, Melchior, Weduwen, Haspers, dan HSS Nakayasu, dari hasil yang didapatkan bahwa nilai debit banjir rancangan yang terkecil dan mendekati dengan nilai debit terukur adalah metode Rasional dan yang terbesar adalah metode Haspers. Penyimpangan nilai debit banjir rancangan hasil olahan data curah hujan metode Rasional terhadap debit banjir rancangan hasil olahan data debit (terukur) sungai metode distribusi log person III tergolong penyimpangan yang kecil, pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun berturut-turut 23,41%, 5,21%, -2,38, -9,40%, -13,38%, dan -16,64%.

Sari (2013), melakukan penelitian tentang analisis debit banjir pada DAS Batang menggunakan analisis metode log normal dari hasil yang di dapatkan pada Tr 2 tahun sebesar 54.04 m³/detik, Tr 5 tahun sebesar 104.43 m³/detik, Tr 10 tahun sebesar 147.46 m³/detik, Tr 25 tahun sebesar 2033.39 m³/detik, Tr 50 tahun sebesar 269.74 m³/detik, dan Tr 100 tahun sebesar 335.99 m³/detik. Debit banjir dengan menggunakan metode HSS Nakayasu lebih mendekati dengan data terukur. persentase penyimpangan periode ulang 2 tahun adalah 79%, periode ulang 5 tahun sebesar 18%, periode ulang 10 tahun sebesar 14%, periode ulang 25 tahun sebesar 23%, periode ulang 50 tahun sebesar 24% dan periode ulang 100 tahun sebesar 32%.

Landasan Teori

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggungpunggungan gunung atau pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik atau stasiun yang ditinjau. 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 disebelahnya. Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin besar DAS semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai (Triatmodjo, 2008).

Hidrologi

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang berpengaruh pada wilayah hulu adalah curah hujan (presipitasi). Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimanya (Soemarto,1999). Analisis hidrologi dilakukan guna mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi Daerah Aliran Sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain. Sedangkan untuk analisis sedimentasi dilakukan guna mengetahui potensi sedimentasi yang diperkirakan terjadi sebelum dibangun Embung Jlantah, digunakan sebagai dasar untuk menentukan besarnya tampungan sedimen yang diperlukan.

Uji Konsistensi Data Hujan

Untuk memperoleh hasil analisis yang baik, data hujan harus di uji konsistensinya. Pengujian konsistensi dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sum*)

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

$$Sk^{**} = \frac{S_k^*}{Dy}$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots, n$$

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

$$Sk^* = \sum_{i=0}^k (Y_i - \bar{Y})$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots, n$$

dengan:

Sk*, Sk**, Dy = nilai statistik

Yi = data curah hujan (mm)

Ȳ = rerata curah hujan (mm)

n = jumlah data hujan

Nilai statistik Q

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |Sk^{**}|$$

Nilai statistik R (Range)

$$R = \max_{0 < k < n} Sk^{**} - \min_{0 < k < n} Sk^{**}$$

dengan:

Q = nilai statistic

n = jumlah data

Analisis Hujan Rancangan

Analisis Distribusi Frekuensi / Agihan

Jenis distribusi rekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu (Harto,1993)

:

1. Agihan Normal

2. Agihan Log Normal
3. Agihan Log Pearson Tipe III
4. Agihan Gumbel

Pemilihan Agihan

Parameter statistic yang diperlukan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

- a. Rata. Rata hitung (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

dengan:

\bar{X} = nilai rerata curah hujan (mm)

X_i = data curah hujan (mm)

n = jumlah data

- b. Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- c. Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

- d. Koefisien kepengcangan (Cs)

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

- e. Koefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Tabel 1. Syarat penentuan jenis agihan

No	Agihan	Syarat
1	Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3
2	Log Normal	Cs = 3Cv + Cv ² Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
3	Gumbel	Cs = 1,1396 Ck = 5,4002
4	Log Pearson Type III	Tidak Ada Syarat (Seluruh Nilai di Luar Ketiga Agihan Lainnya)

Sumber : Bambang Triatmodjo, 2008.

Uji Kecocokan Agihan

Uji Chi-Kuadrat (*chi-square*)

Uji chi-kuadrat dirancang untuk menentukan apakah persamaan tersebut Distribusi yang dipilih mewakili distribusi statistik dari data sampel Analisis. Parameter uji chi-square dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995) :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dengan :

X_h^2 = parameter Chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Interpretasinya yaitu :

- a. $X_h^2 < X_{cr}^2$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima,
- b. $X_h^2 > X_{cr}^2$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas masing-masing Data yaitu dari selisih antara distribusi empiris dan distribusi teoritis, disebut Δ_{max} , dalam bentuk persamaan dapat ditulis sebagai (Suripin, 2004) :

$$\Delta_{max} = \text{maksimum } [P - P']$$

dengan :

Δ_{max} = penyimpangan absolut peluang teoritis dan pengamatan

P = peluang teoritis

P' = peluang empiris

Langkah berikutnya adalah membandingkan antara Δ_{max} dengan Δ_{crit} , Interpretasinya adalah :

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

Analisis Debit Banjir Rancangan

Analisis debit banjir rancangan dilakukan untuk mengetahui besar debit banjir yang akan terjadi untuk tiap kala ulang tertentu. Debit banjir rancangan yang akan dipakai didasarkan pada rumus empiris. Dalam penelitian ini menggunakan metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers.

1. Metode Der Weduwen

Metode Der Weduwen yang digunakan untuk menghitung debit maksimum di daerah pengaliran Jakarta dirumuskan sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

$$Q_{max} = \alpha \cdot \beta \cdot l \cdot A$$

dengan :

Q_{max} = debit maksimum (m^3 / dt).

α = koefisien pengaliran

β = koefisien reduksi

l = intensitas hujan ($m^3 / dt / km^2$)

A = luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

Koefisien pengaliran (α) ditentukan dengan rumus:

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{l+7}$$

Koefisien reduksi (β) ditentukan dengan rumus:

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120+A}$$

Lamanya hujan (t dalam satuan jam) ditentukan dengan rumus :

$$t = \frac{0,476 \times A^{\frac{3}{8}}}{(\alpha \times \beta \times I)^{\frac{1}{8}} \times (S)^{\frac{1}{4}}}$$

dengan :

S = kemiringan dasar sungai rata-rata

Besarnya intensitas hujan (I) dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{67,65}{t+1,45}$$

Untuk menghitung debit maksimum dengan periode ulang i tahun (Qi) untuk daerah pengaliran di luar Jakarta ditentukan dengan rumus (Kamiana, 2011) :

$$Q_i = Q_{maks} \times \frac{R_i}{240}$$

2. Metode Melchior

Metode Melchior yang berlaku untuk daerah pengaliran di wilayah Jakarta secara umum dirumuskan sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

$$Q_{maks} = \alpha \times I \times A$$

dengan :

Q_{maks} = debit maksimum (m³ /dt)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien reduksi

I = intensitas hujan (m³ /dt/km²)

A = luas Daerah Aliran Sungai (km²)

Menentukan koefisien pengaliran (α)

Melchior menetapkan koefisien pengaliran (α) sebagai angka perbandingan antara limpasan dan curah hujan total, yang besarnya berkisar antara 0,42 – 0,62 dan disarankan memakai 0,52.

Menentukan koefisien reduksi (β), ditentukan dengan rumus :

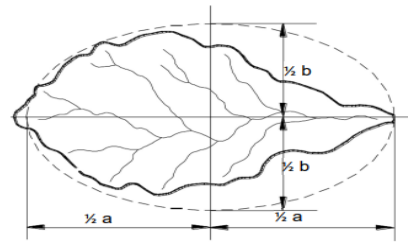
$$\beta = \beta_1 \times \beta_2$$

Nilai β_1 ditentukan berdasarkan rumus :

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

dengan :

F = luas elips yang mengelilingi daerah aliran sungai dengan sumbu panjang (a) tidak lebih dari 1,5 kali sumbu pendek (b). besaran F dinyatakan dalam km², dan nilainya > luas daerah pengaliran (A).



Gambar 1 Ilustrasi penggambaran elips

Sumber : KP 01 Jaringan Irigasi, 2013

Nilai β_2 ditentukan berdasarkan hubungan antara F dan lama hujan disajikan table 2.

Tabel 2 Persentase β_2 menurut Melchior.

F (km ²)	Lama Hujan, t (jam)										
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16	24
0	44	64	80	89	92	92	93	94	95	96	100
10	37	57	70	80	82	84	87	90	91	95	100
50	29	45	57	66	70	74	79	83	88	94	100
300	20	33	43	52	57	61	69	77	85	93	100
-	12	23	32	42	50	54	66	74	83	92	100

Sumber : Kamiana, 2011.

Menentukan intensitas hujan (I)

$$I = \frac{10 \times \beta \times R_{24maks}}{36 \times t_c}$$

$$t_c = \frac{10 \times L}{36 \times V}$$

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

dengan :

R_{24} = hujan harian (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

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

Q = $\beta_1 \times I_{coba} \times F$ (m³ /dtk)

S = Kemiringan rata-rata dasar sungai

L = Panjang sungai Menghitung Q_{maks} untuk suatu daerah pengaliran

3. Metode Haspers

Metode Haspers yang digunakan untuk menghitung debit maksimum dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{maks} = \alpha \times \beta \times I \times A$$

dengan :

Q_{maks} = debit maksimum (m³ /dt)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien reduksi

I = intensitas hujan (m³ /dt/km²)

A = luas Daerah Aliran Sungai (km²)

Koefisien pengaliran (α) ditentukan dengan rumus:

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times A^{0,7}}{1 + 0,75 \times A^{0,7}}$$

Koefisien reduksi (β) ditentukan dengan rumus:

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + (3,7 \times 10^{-0,4xt})}{t^2 + 15} \times \frac{A^3}{12}$$

Waktu konsentrasi (tc) dihitung dengan rumus :

$$t_c = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3}$$

dengan :

S = Kemiringan rata-rata dasar sungai

L = Panjang sungai utama (km)

Besarnya curah hujan r (mm) untuk lama hujan tertentu t=tc (jam) dan hujan harian maksimum R24 (mm) dirumuskan sebagai berikut: Untuk t < 2 jam

$$r = \frac{t \times R_{24}}{t + 1 - 0,0008 \times (260 - R_{24}) \times (2 - t)^2}$$

Untuk 2 jam < t < 19 jam

$$r = \frac{t \times R_{24}}{t + 1}$$

Untuk 19 jam < t < 30 hari

$$r = 0,707 \times R_{24} \times (t + 1)^{\frac{1}{2}}$$

Besarnya intensitas hujan ditentukan berdasarkan hubungan antara r (mm) dan t (jam) dengan rumus :

$$l = \frac{r}{3,6 \times t}$$

Debit Banjir Observasi Analisis Frekuensi

Penentuan debit banjir dengan menggunakan analisis frekuensi memiliki prosedur analisis yang sama dengan analisis frekuensi data curah hujan rancangan pada Data debit banjir atau hujan yang digunakan untuk analisis frekuensi dipilih dari seri data lengkap hasil observasi selama beberapa tahun. Apabila data debit adalah harian, maka dalam satu tahun terdapat 365 data debit. Data yang digunakan untuk analisis frekuensi dapat dibedakan menjadi dua tipe berikut ini (Triatmodjo, 2008).

A. Metode Melchior

Metode ini digunakan apabila jumlah data kurang dari 10 tahun data runtut waktu. *Partial Duration Series* adalah rangkaian data debit/banjir yang besarnya di atas suatu nilai batas bawah tertentu. Dengan demikian dalam satu tahun bisa terdapat lebih dari satu data yang digunakan dalam analisis (Triatmodjo, 2008).

B. Metode Annual Maximum Series

Dalam penerapan metode Annual Series, untuk memperkirakan debit banjir rancangan, dilaksanakan dengan mengumpulkan data debit banjir terbesar setiap satu tahun, dari data runtut waktu dari

pos duga air sungai suatu DAS atau sub DAS, dimana penelitian dilaksanakan, minimal 10 tahun data. Satu tahun data, di Indonesia disarankan tidak sama dengan satu tahun kalender, akan tetapi dimulai dari awal bulan terkering (misal dimulai tanggal 1 Oktober dan berakhir tanggal 30 September tahun berikutnya), hal ini dimaksudkan agar data yang dipilih betul-betul merupakan variabel acak bebas. Dalam satu tahun data, maka datanya harus lengkap, tanpa terdapat periode kosong terutama pada musim penghujan (Triatmodjo, 2008).

Analisis Statistik

Dalam menganalisa suatu peramalan ada beberapa kriteria untuk mengevaluasi ketelitian peramalan, yaitu selisih volume kesalahan (VE), kesalahan relatif antara hujan hitungan dengan hujan hitungan dengan hujan terukur (RE), dan rata-rata akar jumlah kuadrat dari perbedaan peramalan dan data (RMSE).

Persamaan yang digunakan untuk mengevaluasi ketelitian peramalan tersebut adalah sebagai berikut :

A. Selisih Volume Kesalahan

Besarnya selisih volume kesalahan (VE) merupakan perbandingan antara hujan hasil peramalan dengan hujan terukur, apakah hasil suatu keluaran model tersebut mendekati dengan data hujan terukur sehingga bisa dinilai apakah model tersebut dikategorikan sesuai atau tidak.

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

B. Kesalahan Relatif Error (RE)

Analisis kesalahan relatif suatu model dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar ketelitian keluaran model yang memperlihatkan unjuk kerja yang baik dari parameter-parameter model tersebut.

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

C. Rata-rata Akar Jumlah Kuadrat dari perbedaan data hasil peramalan dan data terukur (RMSE)

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

dengan :

X_i = debit observasi periode ke-i

n = jumlah data

Y_i = debit simulasi periode ke-i

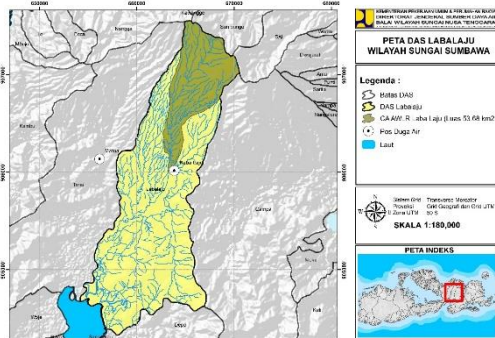
VE = selisih volume kesalahan (%)

RMS = Root Mean Square Error
 RE = kesalahan relatif error (%)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada *catchment area* AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) Rabalaju yang terletak pada DAS Labalaju bagian hulu. Secara geografis letak Stasiun AWLR Rabalaju berada pada $8^{\circ}29'58.99''$ LS dan $118^{\circ}29'19.02''$ BT.



Gambar 2. Peta DAS Labalaju.

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperlukan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebagai berikut :

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 Rabalaju. Data ini dikelola oleh Balai Wilayah Sungai Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).

C. Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data hujan harian dari Stasiun Dompu. Data ini dikelola oleh Balai Wilayah Sungai Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).

Analisis Data

Analisis Data Curah Hujan

1. Uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sum).

- Analisis curah hujan rata-rata DAS (*catchment area*) dengan metode koefisien reduksi
- Analisis distribusi frekuensi untuk menentukan jenis agihan/distribusi yang digunakan.
- Uji kecocokan distribusi frekuensi menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.
- Analisis curah hujan rancangan menggunakan metode berdasarkan persyaratan jenis distribusinya.
- Analisis perkiraan debit puncak banjir rancangan menggunakan metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers

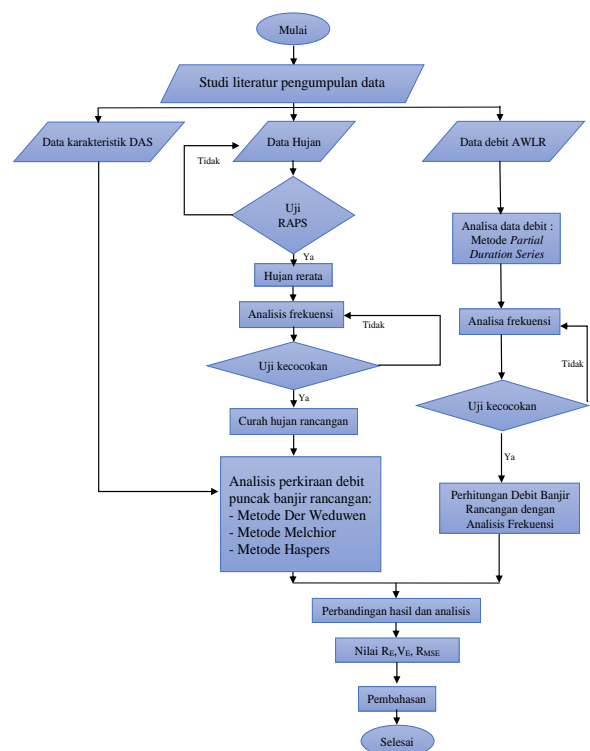
Analisis Data Debit AWLR

Data debit yang akan digunakan dalam perhitungan ini adalah data yang dianalisis menggunakan metode serial data *Partial Duration Series*. Untuk perhitungan debit banjir kala ulang debit terukur menggunakan analisis frekuensi.

Analisis Statistik

Analisis statistik digunakan 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_{MSE}).

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan guna mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.

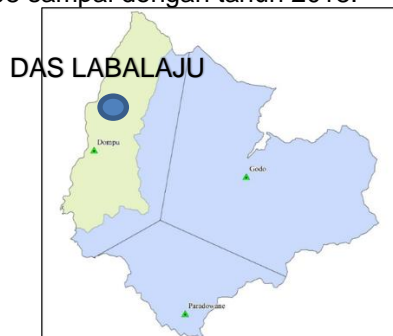
Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan debit banjir rancangan antara lain :

- 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 stasiun yang berpengaruh terhadap DAS Labalaju. Terdapat beberapa pos curah hujan yang dekat dengan DAS Sidutan diantaranya pos ARR Godo dengan koordinat 8°45'00" LS dan 118°24'36" BT, ARR Paradowane dengan koordinat 8°42'00" LS dan 118°34'48" BT, dan ARR Dompu dengan koordinat 8°32'9,83" LS dan 118°26'48,54" BT. Berdasarkan hasil poligon thiesen dari gambar 4.1 maka stasiun hujan yang berpengaruh pada catchment area DAS Labalaju adalah ARR Dompu saja.

Dalam studi ini digunakan data curah hujan selama 11 tahun yaitu data dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2018.



Gambar 4. Poligon Thiesen catchment area DAS Sidutan

Uji Kecocokan Data dengan menggunakan metode RAPS

Dalam penelitian ini uji konsistensi data curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode RAPS. Hasil uji disajikan pada table 3.

Tabel 3. Uji RAPS curah hujan tahunan Stasiun Dompu

NO	TAHUN	HUJAN (mm)	Sk**	Dv ²	Sk**	Sk**
1	2	3	4	5	6	7
1	2008	510.30	-1141.53	118463.36	-2.18	2.18
2	2009	1332.60	-1460.77	9264.50	-2.79	2.79
3	2010	1300.00	-1812.60	11253.30	-3.47	3.47
4	2011	1407.20	-2057.23	5440.47	-3.94	3.94
5	2012	2057.40	-1651.66	14953.16	-3.16	3.16
6	2013	1744.90	-1558.60	787.41	-2.98	2.98
7	2014	2119.50	-1090.93	19882.97	-2.09	2.09
8	2015	2450.20	-292.56	57944.57	-0.56	0.56
9	2016	2201.96	257.57	27512.73	0.49	0.49
10	2017	1683.70	289.43	92.32	0.55	0.55
11	2018	1362.40	0.00	7615.57	0.00	0.00
Total		18170.16		273210.37		
Rata-Rata		1651.83				
Hasil Akar				522.70		
N	11					
Sk** maks	0,55	Sk** maks = maks kolom 6				
Sk** min	-3,94	Sk** min = maks kolom 6				
Q	3,94	Q = maks kolom 7				
R	4,49	R = SK** maks - SK** min				
Q(n) ⁽¹⁻²⁾ hit	1,19	<	Q(n) ⁽¹⁻²⁾ tabel	99%	= 1,3	KONSISTEN
R(n) ⁽¹⁻²⁾ hit	1,35	<	R(n) ⁽¹⁻²⁾ tabel	99%	= 1,4	KONSISTEN

Curah Hujan Rancangan

Pemilihan data hujan yang digunakan dalam analisis hujan rancangan adalah hujan harian maksimum tahunan. Berdasarkan analisis pemilihan jenis agihan, selanjutnya dihitung parameter statistic untuk memilih sebaran yang cocok. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai Cv = 0,35 ; Cs = -1,15 dan Ck = 5,41, hasil perhitungan menunjukkan bahwa jenis agihan yang dipilih mendekati persyaratan Log Pearson Tipe III. Sedangkan hasil uji kecocokan distribusi disajikan pada table 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kecocokan Distribusi Data

Uji Kecocokan	Nilai Tabel	Nilai Hitung	Kesimpulan
Chi- Kuadrat	5,991	3,09	Diterima
Smirnov-Kolmogorof	39,6	11	Diterima

Dari hasil perhitungan parameter statistic curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson Tipe III, diperoleh nilai rata-rata Log X = 1,71 dan S LogX = 0,25, didapatkan curah hujan rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 100 tahun disajikan pada table 5.

Tabel 5. Curah hujan rancangan metode Log Pearson Tipe III

No	Kala Ulang (T) (tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2	63.30
2	5	77.82
3	10	80.79
4	25	82.00
5	50	82.29
6	100	82.37

Perhitungan Debit Banjir Rancangan

A. Metode Der Weduwen

Luas DAS (A) = 53,68 km²

Panjang Sungai (L) = 17,8 km

Kemiringan sungai (S) = 0,06

Perhitungan :

Digunakan t coba = 3,24 jam

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120+A} = \frac{120 + \frac{3,24+1}{3,24+9} \times 53,68}{120+53,68} = 0,80$$

$$I = \frac{67,65}{t+1,45} = \frac{67,65}{3,24+1,45} = 14,32$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{t+7} = 1 - \frac{4,1}{3,24+7} = 0,81$$

$$t = \frac{0,48 \times A^{\frac{3}{8}}}{(\alpha \beta x I)^{\frac{3}{8}} \times (S)^{\frac{3}{2}}} = \frac{0,48 \times 53,68^{\frac{3}{8}}}{(0,81 \times 0,798 \times 14,32)^{\frac{3}{8}} \times 0,06^{\frac{3}{2}}} = 3,24 \text{ jam}$$

Karena nilai t hitung sama dengan nilai t asumsi awal, maka hitungan Q_{maks} dapat dilakukan dan mendapatkan hasil = 499,52 m³/dtk. Selanjutnya perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang, sehingga didapatkan hasil seperti yang disajikan pada table 6.

Tabel 6. Perhitungan debit banjir rancangan dengan metode Der Weduwen

No	kala ulang (Tahun)	R (mm)	I (m ³ /dtk/km ²)	A	B	Q (m ³ /dtk)	Q kala ulang (m ³ /dtk)
1	2	63.30	14.42	0.81	0.80	499.52	131.74
2	5	77.82	14.42	0.81	0.80	499.52	161.97
3	10	80.79	14.42	0.81	0.80	499.52	168.15
4	25	82.00	14.42	0.81	0.80	499.52	170.67
5	50	82.29	14.42	0.81	0.80	499.52	171.28
6	100	82.38	14.42	0.81	0.80	499.52	171.46

B. Metode Melchior

Luas DAS (A) = 53,68 km²

Panjang Sungai (L) = 17,8 km

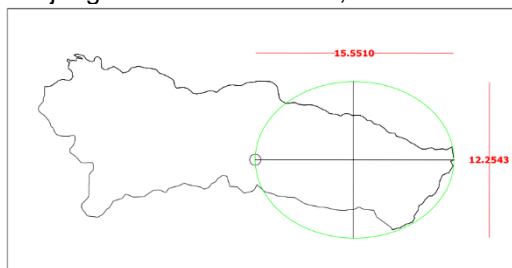
Kemiringan sungai (S) = 0,06

Koefisien Pengaliran (α) = 0,52

Luas Elips (Gambar Ellips disajikan pada gambar 4.2) :

Panjang sumbu a = 15,55 km

Panjang sumbu b = 12,25 km



Gambar 5. Penggambaran ellips Metode Melchior

Perhitungan :

Menghitung luas elips :

$$F = \frac{1}{4} \times \pi \times a \times b$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 15,55 \times 12,25$$

$$= 149,67$$

Menghitung nilai koefisien reduksi 1 (β₁)

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

$$149,67 = \frac{1970}{\beta_1 - 0,12} - 3960 + (1720 \times \beta_1)$$

$$\beta_1 = 0,87$$

Menghitung debit maksimum :

Digunakan I coba = 3,583

$$Q = \beta_1 \times I_{coba} \times F$$

$$= 0,8786 \times 3,583 \times 149,67$$

$$= 471,16 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Menghitung kecepatan rata-rata aliran :

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

$$= 1,31 \times (471,16 \times 0,06^2)^{0,2}$$

$$= 1,46 \text{ m/dtk}$$

Menghitung waktu konsentrasi :

$$t_c = \frac{10 \times L}{36 \times V} = \frac{10 \times 17,8}{36 \times 1,46} = 3,4 \text{ jam}$$

Menghitung nilai koefisien reduksi (β)

Nilai β₂ dapat dihitung dengan melihat tabel 2 yang menunjukkan hubungan antara luas elips (F) dengan lama hujan. Sehingga nilai β₂ = 0,60

$$B = \beta_1 \times \beta_2$$

$$= 0,88 \times 0,60$$

$$= 0,53$$

Menghitung besarnya intensitas hujan :

$$I = \frac{10 \times \beta \times R_{24}^{\text{maks}}}{36 \times t_c} = \frac{10 \times 0,52 \times 82,61}{36 \times 3,4} = 3,58 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$$

Karena nilai I hitung sama dengan nilai I asumsi awal, Selanjutnya perhitungan debit banjir rancangan untuk berbagai kala ulang didapatkan hasil seperti yang disajikan pada table 7.

Tabel 7. Perhitungan debit banjir rancangan dengan metode Melchior

No	Kala ulang (Tahun)	R (mm)	V (m/dtk)	A	β	I (m ³ /dtk/km ²)	Qmaks (m ³ /dtk)	Q kala ulang (m ³ /dtk)
1	2	63.30	1.46	0.52	0.53	3.58	100.01	31.65
2	5	77.82	1.46	0.52	0.53	3.58	100.01	38.92
3	10	80.79	1.46	0.52	0.53	3.58	100.01	40.40
4	25	82.00	1.46	0.52	0.53	3.58	100.01	41.01
5	50	82.29	1.46	0.52	0.53	3.58	100.01	41.15
6	100	82.38	1.46	0.52	0.53	3.58	100.01	41.19

C. Metode Haspers

Luas DAS (A) = 53,68 km²

Panjang Sungai (L) = 17,8 km

Kemiringan sungai (S) = 0,06

Perhitungan :

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times A^{0,7}}{1 + 0,75 \times A^{0,7}} = \frac{1 + 0,012 \times 53,68^{0,7}}{1 + 0,75 \times 53,68^{0,7}} = 0,54$$

$$t_c = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3}$$

$$= 0,1 \times 17,8^{0,8} \times 0,06^{-0,3}$$

$$= 2,33 \text{ jam}$$

Menghitung nilai reduksi didapatkan nilai $\beta = 0,82$

Karena nilai $t_c = 2,33 < 2,33 < 19$ jam maka didapatkan $r = 44,50$ mm.

$$I = \frac{r}{3,6 \times t} = \frac{44,50}{3,6 \times 2,33} = 5,31 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$$

Menghitung debit banjir rancangan kala ulang dan didapatkan hasil yang disajikan pada table 8.

Tabel 8. Perhitungan debit banjir rancangan dengan metode Haspers

No	Kala ulang (Tahun)	R (mm)	r (mm)	α	β	I (m ³ /dtk/km ²)	t (jam)	Q kala ulang (m ³ /dtk)
1	2	63.30	44.50	0.54	0.82	5.31	2.33	125.50
2	5	77.82	54.69	0.54	0.82	6.53	2.33	154.23
3	10	80.79	56.77	0.54	0.82	6.78	2.33	160.11
4	25	82.00	57.62	0.54	0.82	6.88	2.33	162.50
5	50	82.29	57.83	0.54	0.82	6.90	2.33	163.08
6	100	82.38	57.89	0.54	0.82	6.91	2.33	163.25

Analisis Debit Banjir Observasi dengan Analisis Frekuensi

Analisis data debit dengan metode Partial Duration Series

Dalam penelitian ini, metode analisis data debit puncak banjir observasi menggunakan metode *Partial Duration Series*. Untuk penelitian data menggunakan metode ini, digunakan batas ambang sebanyak 30 data terbesar. Ambang batas data tersebut diambil karena untuk penelitian, sampel data yang dinilai cukup adalah 30 sampel (Roscoe, 1975, in Sekaran 2005). Pada penelitian ini data debit yang digunakan adalah data yang tercatat pada AWLR Rabalaju.

Analisis Distribusi Frekuensi data debit

Perhitungan debit banjir kala ulang data terukur pada penelitian ini menggunakan metode Analisis Frekuensi. Dari hasil perhitungan parameter statistic curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson Tipe III. Diperoleh nilai rata-rata Log X = 16,13 dan S LogX = 10,20, sehingga diperoleh debit banjir rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 100 tahun disajikan pada table 10.

Tabel 10. Debit banjir rancangan Metode Log Pearson Tipe III

No	Kala Ulang (T) (tahun)	Debit Rancangan (mm)
1	2	20,206
2	5	27,499
3	10	32,515
4	25	39,060
5	50	44,073
6	100	49,230

Analisis Statistik

Perhitungan analisis ketelitian uji statistic peramalan debit puncak banjir rancangan menggunakan metode Der Weduwen, Melchior dan Haspers unttuk setiap kala ulang disajikan sebagai berikut

1. Selisih Volume Kesalahan (VE)

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

$$V_E = \frac{20,21 - 131,74}{20,21} \times 100\% = 552,00\%$$

2. Kesalahan Relatif (RE)

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

$$R_E = \frac{1}{6} \times \frac{20,21 - 131,74}{20,206} \times 100\% = 92,00\%$$

3. Rata – rata akar jumlah kuadrat dari perbedaan data hasil peramalan dan data terukur (RMSE)

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

$$= \sqrt{\frac{1}{6} \times (131,74 - 20,21)^2} = 45,53\%$$

Perhitungan nilai analisis ketelitian uji statistic untuk seluruh kala ulang disajikan pada tabel 11, 12 dan 13.

Tabel 11. Hasil perhitungan analisis statistic pengujian volume kesalahan (V_E)

Kala Ulang	QKONTROL (m ³ /dtk)	Q Der Weduwen		Q Melchior		Q Haspers	
		(m ³ /dtk)	Ve (%)	(m ³ /dtk)	Ve (%)	(m ³ /dtk)	Ve (%)
Q2	20,206	131,745	552,005	31,653	56,653	125,498	521,091
Q5	27,499	161,972	379,084	38,916	15,106	154,234	356,369
Q10	32,515	168,155	305,180	40,402	2,650	160,109	283,969
Q25	39,060	170,671	237,289	41,006	18,962	162,500	221,296
Q50	44,073	171,285	198,925	41,153	28,179	163,083	184,752
Q100	49,230	171,456	167,611	41,195	35,703	163,246	154,923
Rata-rata			306,683		26,209		287,400

Tabel 12. Hasil perhitungan analisis statistik pengujian kesalahan relative (R_E)

Kala Ulang	QKONTROL (m ³ /dtk)	Q Der Weduwen		Q Melchior		Q Haspers	
		(m ³ /dtk)	Re (%)	(m ³ /dtk)	Re (%)	(m ³ /dtk)	Re (%)
Q2	20,206	131,745	92,001	31,653	9,442	125,498	86,849
Q5	27,499	161,972	63,181	38,916	2,518	154,234	59,395
Q10	32,515	168,155	50,863	40,402	0,442	160,109	47,662
Q25	39,060	170,671	39,548	41,006	3,160	162,500	36,883
Q50	44,073	171,285	33,154	41,153	4,697	163,083	30,792
Q100	49,230	171,456	27,935	41,195	5,950	163,246	25,820
Rata-rata			51,114		4,368		47,900

Tabel 13. Hasil perhitungan analisis statistic pengujian Rata-rata Akar Jumlah Kuadrat (R_{MSE})

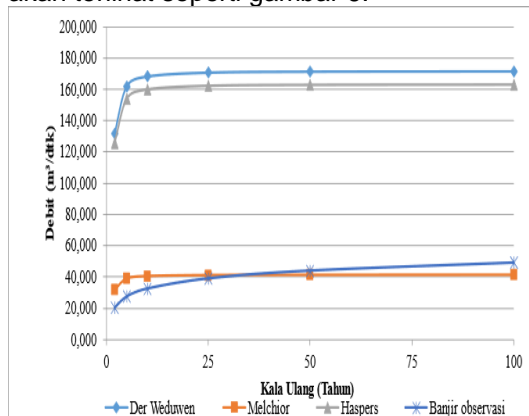
Kala Ulang	QKONTROL	Q Der Weduwen		Q Melchior		Q Haspers	
	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	Rms	(m ³ /dtk)	Rms	(m ³ /dtk)	Rms
Q2	20,206	131,745	45,535	31,653	4,673	125,498	42,985
Q5	27,499	161,972	54,898	38,916	4,661	154,234	51,739
Q10	32,515	168,155	55,375	40,402	3,220	160,109	52,090
Q25	39,060	170,671	53,730	41,006	0,794	162,500	50,394
Q50	44,073	171,285	51,934	41,153	1,192	163,083	48,586
Q100	49,230	171,456	49,899	41,195	3,280	163,246	46,547
Rata-rata			51,895		2,970		48,724

Setelah dilakukan uji statistik seperti yang disajikan pada tabel 4.20, 4.21, dan 4.22 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata VE untuk metode Der Weduwen = 306,68%, Melchior = 26,21%, dan Haspers = 287,4%. Nilai VE menunjukkan seberapa besar kesalahan debit banjir rancangan terhadap debit banjir observasi.

Nilai rata-rata R_E untuk metode Der Weduwen = 51,11%, Melchior = 4,36%, dan Haspers = 47,9%. Nilai R_E menunjukkan seberapa besar ketelitian keluaran model perhitungan terhadap data terukur. Sedangkan nilai rata-rata R_{MSE} untuk metode Der Weduwen = 51,89, Melchior = 2,97, dan Haspers = 48,72. Nilai R_{MSE} menunjukkan seberapa besar penyimpangan hasil perhitungan peramalan terhadap data terukur.

Berdasarkan hasil uji statistik di atas, dapat diketahui bahwa metode Melchior adalah metode yang paling mendekati debit banjir observasi, sedangkan metode Der Weduwen memiliki perbedaan yang paling besar.

Berdasarkan hasil dari perhitungan debit puncak banjir di atas apabila digambarkan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar 6.



Gambar 6. Grafik perbandingan hasil analisis Metode Der Weduwen, Melchior dan Haspers terhadap debit terukur

Grafik di atas digambarkan bahwa perbedaan hasil perkiraan debit puncak banjir Sungai Labalaju dengan keempat metode tersebut berbeda-beda. Berdasarkan hasil gambar 6. di atas metode Melchior memiliki hasil yang paling mendekati debit banjir observasi yang digunakan sebagai pembandingan, dengan nilai *relative errors* sebesar 4,37% dan *Root Mean Square Error* sebesar 2,97. Sedangkan hasil perhitungan yang memiliki selisih terbesar adalah metode Der Weduwen dengan nilai *relative errors* sebesar 51,11% dan nilai *Root Mean Square Error* sebesar 51,89.

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa metode Haspers dan metode Der Weduwen kurang andal jika digunakan pada DAS Labalaju.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Besar debit banjir rancangan dengan metode Der Weduwen, Melchior, Haspers memiliki nilai yang berbeda-beda. Adapun besar debit banjir untuk kala ulang 100 tahun untuk ketiga metode tersebut berturut-turut 171,46m³/dtk; 41,19 m³/dtk; dan 163,25 m³/dtk, sedangkan debit banjir rancangan analisis frekuensi data pengukuran adalah 49,23 m³/dtk.
2. Besar debit banjir rancangan dengan metode Der Weduwen, Melchior, dan Haspers terhadap debit banjir rancangan analisis frekuensi data pengukuran memiliki nilai yang berbeda, dengan metode Melchior memiliki nilai VE, RE, dan RMSE terkecil berturut-turut 26,21%; 4,37%; dan 2,97. Sedangkan metode Der Weduwen memiliki nilai VE, RE, dan RMSE terbesar berturut-turut 306,68%; 51,11%; dan 51,90.
3. Berdasarkan evaluasi ketiga metode, Melchior menghasilkan debit banjir rancangan yang paling mendekati debit banjir rancangan hasil frekuensi data pengukuran, dibandingkan metode Der Weduwen dan Haspers.

Saran

Adapun saran-saran yang ingin penulis sampaikan berdasarkan kesimpulan diatas sebagai berikut :

1. Sebaiknya dalam analisis menggunakan data hujan dan data debit terbaru, sekurang-kurangnya 20 tahun.
2. Penelitian lebih lanjut terkait metode perhitungan debit banjir rancangan dapat dilakukan pada DAS lainnya yang ada di wilayah Sumbawa.
3. Metode Melchior dapat digunakan sebagai metode perhitungan debit banjir rancangan pada DAS dengan karakteristik yang serupa dengan DAS Labalaju.

Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.

Triatmodjo, B. 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, S. 1993. Analisa Hidrologi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Kamiana, I Made. 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Khairudin. 2013. Perbandingan Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan Dengan Metode Weduwen, Melchior, Dan Haspers Terhadap Metode Serial Data Pada DAS Babak. Tugas Akhir. Universitas Mataram.
- Loebis, J. 1992, Banjir Rencana untuk Bangunan Air, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Marcellia, Haricahyono, T., dan Abu, A. 2014. Ketelitian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan di Das Bangga. Jurnal Infrastruktur volume 4.
- Maulinda, Y. 2022. Analisis Debit Banjir Dengan Menggunakan Metode Haspers Dan Melchior Pada Das Sungai Krueng Tripa. Tugas Akhir. Universitas Teuku Umar.
- Sari. 2013. Penerapan Metode Empiris Di Das Batang Lembang Untuk Perhitungan Debit Banjir Rancangan. Tugas Akhir. Universitas Siliwangi.
- Soemarto, C. D. 1987. Hidrologi Teknik. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. 1995. Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 1977. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta
- Suriansyah. 2021. Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Menyuke Kabupaten Landak. Tugas Akhir. Universitas Tanjungpura Pontianak