

SKRIPSI

Analisis Debit Banjir Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga Dengan Metode Melchior dan Metode Haspers

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Sarjana S1 Pada Program Studi Teknik Sipil.



Disusun Oleh:

KURLIATI HARPIN AP

D01 20 544

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE 2024

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DEBIT BANJIR TERHADAP KAPASITAS SUNGAI MATANGNGA
DENGAN METODE HASPERS DAN METODE MELCHIOR

TUGAS AKHIR

Oleh:

Kurliati Harpin AP

D0120544

(Program Studi Sarjana Teknik Sipil)

Universitas Sulawesi Barat

Tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 2024

Mengetahui,

Tim pembimbing,

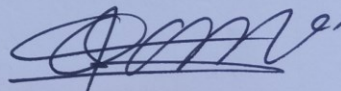
Pembimbing 1



Abdi Manaf, S.T., M.T

NIP. 19700421 200312 1 009

Pembimbing 2



Amalia Nurdin, ST., MT

NIP.19871212 201903 2 017

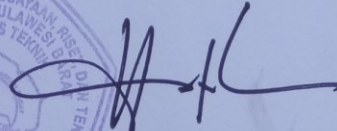
Koordinator Program Studi



Amalia Nurdin, ST., MT

NIP.19871212 201903 2 017

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hafsah Nirwana, ST., MT

NIP.19640405 199003 2 00

PERNYATAAN

Saya yang bertanda yangan dibawah ini:

Nama : Kurliati Harpin AP
NIM : D0120544
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Majene, 2024



Kurliati Harpin Ap

Analisis Debit Banjir Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga Dengan Metode Melchior dan Metode Haspers

Kurliati Harpin AP

Dosen Pembimbing:

Abdi Manaf, S.T.,M.T¹; Amalia Nurdin, S.T.,M.T²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH. Talumung, Majene Sulawesi Barat

Email: Kurliatiharpin01@gmail.com

ABSTRAK

Pada Sungai Matangnga sering terjadi luapan air saat musim hujan, yang menyebabkan terjadinya banjir. Sehingga merugikan masyarakat dalam bidang pertanian. Analisis hidrologi dianggap perlu dilakukan untuk pengamanan sungai, perencanaan pengendalian banjir, serta berbagai bangunan air agar bisa mendapatkan besaran banjir rencana. Untuk menghitung debit banjir di Sungai Matangnga digunakan data curah hujan di stasiun tiga Stasiun terdekat dari lokasi penelitian yaitu pada Stasiun Curah Hujan Mambi, Sumarorong, dan Campalagian, dengan periode pencatatan tahun 2013 s/d 2023. Dalam Penelitian ini Digunakan dua metode yaitu metode Melchior dan Metode Haspers. Dari hasil Perhitungan kedua metode maka di dapatkan debit banjir tertinggi metode Melchior dan Metode Haspers pada Kala Ulang 100 tahun yang memiliki perbedaan dimana Metode Melchior dengan debit puncak (Q) yang terbesar adalah 2919071,179 m³/Det dan Metode Haspers dengan Debit Puncak (Qp) yang terbesar adalah 1015,4 m³/Det. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi debit banjir diantaranya; adanya penumpukan sedimen di beberapa titik pada sungai Matangnga sehingga terjadi penyempitan saluran serta luas penampang saluran yang tidak sesuai hingga tak mampu menampung debit banjir tertinggi yang mengakibatkan meluapnya air sungai ke daratan/pemukiman.

Kata Kunci: *Sungai Matangnga, Metode Melchior, Metode Haspers, Debit Banjir*

Analysis of Flood Discharge on the Capacity of the Matangnga River Using the Melchior Method and the Haspers Method

Kurliati Harpin AP

Supervisor:

Abdi Manaf, S.T., M.T1; Amalia Nurdin, S.T., M.T2

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of West Sulawesi Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH. Talumung, Majene, West Sulawesi

Email: Kurliatiharpin01@gmail.com

ABSTRACT

The Matangnga River often overflows during the rainy season, which causes flooding. So it is detrimental to society in the agricultural sector. Hydrological analysis is considered necessary for river security, flood control planning, and various water structures in order to obtain the planned flood magnitude. To calculate the flood discharge on the Matangnga River, rainfall data at the three stations closest to the research location were used, namely at the Mambi, Sumarorong and Campalagian Rainfall Stations, with a recording period of 2013 to 2023. In this research, two methods were used, namely the Melchior method. and Haspers Method. From the calculation results of the two methods, the highest flood discharge from the Melchior method and the Haspers method at the 100 year return period is obtained, which has the difference that the Melchior method with the largest peak discharge (Q) is 2919071.179 m³/sec and the Haspers method with the peak discharge (Q_p).) the largest is 1015.4 m³/Sec. The factors that influence flood discharge include; There is a buildup of sediment at several points on the Matangnga river, resulting in narrowing of the channel and the cross-sectional area of the channel being inappropriate so that it is unable to accommodate the highest flood discharges which results in the river water overflowing onto land/settlements.

Keywords: Matangnga River, Melchior Method, Haspers Method, Flood Discharge

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir Menurut *Suripin (2003)* adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002) adalah aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran.

Sungai adalah aliran terbuka dengan ukuran geometrik yaitu penampang melintang, profil memanjang dan kemiringan lembah yang berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh banyak faktor diantaranya topografi, iklim, maupun segala gejala alam dalam proses pembentukkannya. Sungai yang menjadi salah satu sumber air, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir.

Kecamatan Matangnga merupakan pemukiman yang sangat sering terjadi banjir. Namun menurut warga setempat pada awal tahun 2023 sampai pertengahan tahun 2023 telah terjadi sekitar lima kali banjir yang sangat tinggi hingga merusak rumah warga dan merusak jembatan gantung yang ada. Pada bulan februari dilakukan pembangunan jembatan untuk menggantikan tembatan gantung yang sudah rusak akibat banjir. Saat pekerjaan jembatan berlangsung terjadi banjir yang menyebabkan terganggunya pembangunan hingga empat bulan hanya satu galian pondasi yang dapat di gali akibat banjir. Pada sungai tersebut juga telah di pasang tanggul dan bronjong namun rusak akibat banjir yang deras.

Berdasarkan bencana diatas menginspirasi penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Debit Banjir Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga Dengan Metode Melchior dan Metode Haspers”**

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana Analisis DAS?
- b. Bagaimana hasil analisa curah hujan di DAS Mapilli?
- c. Bagaimana hasil analisa debit banjir puncak menggunakan Metode Melchior dan Metode Haspers pada sungai Matangnga?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penellitian Tugas Akhit ini adalah sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui bagaimana analisis DAS Mapilli
- b. Mengetahui hasil analisa curah hujan di DAS Mapilli
- c. Mengetahui hasil analisa debit banjir puncak menggunakan Metode Melchior dan Metode Haspers pada sungai Matangnga

1.4 Batasan Masalah

Agar tidak terlalu meluas dalam penelitian ini, hal-hal yang akan dibahas untuk Analisa hanya mengenai:

- a. Penelitian akan membandingkan antara 2 metode Melchior dan Metode Haspers Terhadap Kapasitas Debit Aliran Sungai Matangnga untuk mengetahui debit banjr yang ada di sungai matangnga.
- b. Waktu penelitian ini terbatas pada periode kala ulang tertentu 5,10,20,50,100 tahun.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat digunakan sebagai dasar untuk pengelolaan lingkungan dan infrastruktur di wilayah tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam proses penyusunan proposal penelitian sistematika penulisan sangat dibutuhkan agar penulis dapat menyelesaikan dengan terstruktur. Dalam

penulisan proposal penelitian ini ada beberapa tahap sistematika penulisan diantaranya sebagai berikut :

- BAB I : Pada bab ini berisikan pendahuluan yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan dan sistematika penulisan
- BAB II : pada bab ini memuat tinjauan Pustaka serta teori-teori tentang bahan, metode penelitian dan segala yang bersangkutan dengan penelitian.
- BAB III : pada bab ini memuat tentang tahap-tahap penelitian seperti studi kepustakaan, tempat dan waktu penelitian serta bahan-bahan yang digunakan juga berisi tentang bagan alur penelitian dan metode penelitian.
- BAB IV : Pada bab ini akan disampaikan hasil dan pembahasan data dari penelitian yang telah kami lakukan berdasarkan pada bab-bab sebelumnya.
- BAB V : Pada Bab V Menarik kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang menjelelaskan mengenai isi penelitian, Maksud dan Tujuan penulis, Serta memberikan Saran yang ditujukan kepada penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam tinjauan pustaka ini penelitian menambahkan hasil-hasil penelitian terdahulu sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Siwi et al., 2018	Analisis kapasitas sungai makalu kabupaten minahasa tenggara terhadap debit banjir kala ulang tertentu.	Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode HSS Snyder dan HSS Gama I, diperoleh debit dan tinggi muka air terbesar pada HSS Gamma I yaitu dengan $Q_{100} = 204,131 \text{ m}^3/\text{det}$, dan $y_{100} = 1,853 \text{ m}$, dengan kapasitas daya tampung sungai Makalu dalam kondisi sungai yang sudah ditanggul, $Y = 2,75 \text{ m}$. Dapat disimpulkan bahwa hingga kala ulang 100 tahun, belum terjadi banjir atau luapan air pada daerah tinjauan di sungai Makalu. Penampang sungai disepanjang titik tinjauan

			dengan tinggi rata-rata 2,75m mampu menampung debit maksimum $Q = 529,263 \text{ m}^3/\text{det.}$
2	Rapar et al., 2014	Analisis debit banjir sungai ranoyapo menggunakan metode HSS gama I dan HSS limantara.	Berdasarkan analisis perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa perolehan nilai debit banjir rencana Limantara yang lebih mendekati perolehan debit banjir rencana dari analisis frekuensi dibandingkan dengan HSS Gama I
3	Sartika Ka'u Soekarno & Mangangka, 2016	Analisis debit banjir sungai molompar kabupaten minahasa tenggara” dengan hasil penelitian	Dari hasil analisis di lapangan yang didasarkan pada data tinggi muka air banjir maksimum yang pernah terjadi di Sungai Molompar pada Tahun 2007 setinggi 3,6 m, didapat banjir maksimum sebesar $321,892 \text{ m}^3/\text{detik.}$ Kemudian dari tujuh macam metode yang digunakan untuk analisis debit banjir Sungai Molompar, diperoleh debit banjir maksimum HSS Snyder sebesar $322,326 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang mendekati besaran debit banjir tahun 2007. Dengan demikian, untuk perhitungan

			debit banjir DAS Molompar dapat digunakan Metode HSS Snyder apabila merujuk pada data curah hujan yang digunakan.
4	Yusuf et al., 2021	Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat	Hasil perhitungan kapasitas debit aliran sungai sebesar 215,162 m ³ /detik. Dari perbandingan antara hasil perhitungan debit banjir dan hasil perhitungan kapasitas debit aliran sungai yaitu nilai debit banjir lebih kecil dibanding nilai kapasitas debit aliran sungai sehingga potensi banjir tidak akan terjadi terjadi pada daerah penelitian.
5	Uaity ulahi rabih,2020	Analisis perhitungan debit puncak banjir rancangan dengan metode der weduwen, melchior, haspers, dan nakayasu terhadap debit banjir observasi pada das sidutan	Berdasarkan hasil analisis didapatkan besar debit banjir rancangan dengan metode Der Weduwen, Melchior, Haspers, dan Nakayasu untuk kala ulang 100 tahun berturut-turut 570,619 m ³ /dtk, 416,776 m ³ /dtk, 620,667 m ³ /dtk, dan 102,165 m ³ /dtk, sedangkan debit banjir rancangan analisis frekuensi data pengukuran adalah 135,321 m ³ /dtk. Berdasarkan evaluasi keempat

			metode, Nakayasu menghasilkan debit banjir rancangan yang paling mendekati debit banjir rancangan hasil analisis frekuensi data pengukuran dengan nilai VE, RE, dan RMSE terkecil berturut-turut 29,757%, 4,965%, dan 8,473. Adapun metode Haspers dan metode Der weduwen kurang andal jika digunakan pada DAS Sidutan.
--	--	--	--

2.2 Banjir

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang rentan akibat berbagai bencana alam, terutama banjir. Banjir sudah biasa melanda Indonesia, terutama pada musim hujan. Hal ini mengakibatkan dampak yang sangat buruk pada kehidupan manusia, ekonomi, dan lingkungan. Banjir disebabkan oleh dua kategori, yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan, seperti perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem kontrol banjir yang kurang/tidak tepat. Risiko banjir tidak dapat dihindari sepenuhnya sehingga harus dikelola.

2.2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah keseluruhan daerah kuasa (regime) sungai yang menjadi alur pengatus (drainage) utama. Pengertian DAS sepadan dengan istilah dalam bahasa inggris drainage basin, drainage area, atau river basin. Sehingga batas DAS merupakan garis bayangan sepanjang punggung pegunungan atau tebing/bukit yang memisahkan sistim aliran yang satu dari yang lainnya. Dari pengertian ini suatu DAS terdiri atas dua bagian utama daerah tadah (catchment area) yang membentuk daerah hulu dan daerah penyaluran air yang berada di bawah daerah tadah.

2.2.2 Luas Daerah Aliran Sungai

Luas daerah aliran sungai dapat diperkirakan dengan mengukur daerah tersebut pada peta topografi. Luas tidaknya daerah aliran sungai akan sangat berpengaruh terhadap debit sungai dan daya tagkap hujan yang akan berpengaruh pada volume air yang tertampung, semakin besar luas DAS maka volue air yang dihasilkan dan jumlah limpasan permukaan juga semakin besar sehingga dengan demikian peluang tidak terjadinya banjir juga seakin besar.

2.3 Analisis Hidrologi

2.3.1 Curah Hujan

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan disebut rain gauge. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan.

Pengertian curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan

lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena berdampak dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman.

a. Curah Hujan Yang Hilang

Metode Konvensional/Rata-Rata Aljabar adalah metode yang paling praktis digunakan untuk mencari data curah hujan yang hilang. Stasiun yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan (M Farhan Ihsan K dan Yati Muliati). Metode ini dapat dipakai yang sifat hujannya adalah merata (uniform).

Rumus metode Aljabar yaitu:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{N} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

P : Curah Hujan yang Hilang pada Stasiun 1, 2....(mm)

P₁, P₂, P₃ : Hujan distasiun 1, 2, 3,n (mm)

N : Jumlah Stasiun Hujan

2.3.2 Analisis Curah Hujan Rerata Kawasan

Curah hujan rata-rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun. Dalam pengukuran curah hujan terdapat tiga metode yang dapat digunakan, yaitu: Metode Aritmatik, Metode Ishoyet dan Metode Poligon Thiessen. Dan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Polygon Thiessen.

a. Metode polygon Thiessen

Metode poligon thiessen ini dilakukan dengan memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Cara ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari

tiap stasiun. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum A_n P_n}{\sum A_n} \quad (2.2)$$

Dimana:

P = Curah hujan rata-rata daerah

A_n = Luas daerah pengaruh

P_n = Masing-masing pos hujan

2.3.3 RAPS

Uji konsistensi data hujan dilakukan untuk mengetahui kebenaran data lapangan yang tidak terpengaruh oleh kesalahan pada saat pengukuran. Salah satu metode yang digunakan untuk pengujian konsistensi data hujan yaitu RAPS. Uji konsistensi ini digunakan untuk menguji ketidakkonsistenan antar data dalam stasiun itu sendiri.

Pengujian dilakukan Terhadap penyimpangan kumulatif dari nilai tercatatnya yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$SK^*0 = 0 \dots \dots \dots 2.3$$

$$SK = \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}) \dots \dots \dots 2.4$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \dots \dots \dots 2.5$$

$$SK^{**} = \frac{SK}{Dy} \dots \dots \dots 2.6$$

Dengan:

X_i = Data Curah Hujan

X = Rerata Curah Hujan

N = Jumlah Data Curah Hujan

K = 1, 2, 3, ..., n

Pengujian dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan Kumulatif Penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap

nilai reratanya, rumus untuk nilai statistik Q dan R dapat dilihat sebagai berikut.

$$Q = \text{Maks}(SK^{**}) \dots\dots\dots 2.7$$

$$R = \text{Maks } SK^{**} - \text{Min } SK^{**} \dots\dots\dots 2.8$$

Dengan :

SK^*0 = Simpangan Awal

SK^* = Simpangan Mutlak

SK^{**} = Nilai Konsistensi Data

Q = Nilai Statistik Q untuk $0 \leq k \leq n$

n = Jumlah Data

Dy = Simpangan Rata-rata

R = Nilai Statistik

Berdasarkan nilai statistic tersebut, dapat dicari nilai $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ hasil yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan nilai $Q/\sqrt{n}$ syarat dan nilai $R/\sqrt{n}$ syarat. Jika hasil lebih Kecil maka data tersebut dikatakan dalam batasan konsisten (Sri Hartono Br, 2009). Nilai Statistik Q dan R dapat dilihat pada Tabel 2.2 Berikut.

Tabel 2.2 Nilai Statistik Q dan R

n	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$			$\frac{R}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,1	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,46	1,4	1,5	1,7
40	1,13	1,26	1,5	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	1,5	1,62	1,86
∞	1,22	1,36	1,63	1,6	1,75	2

(Sumber: Harto, 2009)

2.3.4 Analisis Frekuensi

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun.

a. Distribusi Normal

Perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{x}$ = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = faktor frekuensi dari distribusi normal

Tabel 2.3 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0

Tabel 2.3 Lanjutan

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
11	2,500	0,400	0,25
12	3,300	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Sumber: Suripin, 2004)

b. Distribusi Log Normal

Untuk menganalisis frekuensi hujan menggunakan metode distribusi Log Normal dengan persamaan berikut.

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \cdot S_x \cdot \text{Log } X \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasi yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$\text{Log } X$ = Harga rata-rata dari data

$S_x \cdot \text{Log } X$ = Standar deviasi

K = Variabel reduksi

Tabel 2.4 Nilai K untuk distribusi Log Normal

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,01	0,99	-2,33

Tabel 2.4 Lanjutan

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
4	1,05	0,95	-1,64
5	1,11	0,9	-1,28
6	1,25	0,8	-0,84
7	1,33	0,75	-0,67
8	1,43	0,7	-0,52
9	1,67	0,6	-0,25
10	2	0,5	0
11	2,5	0,4	0,25
12	3,33	0,3	0,52
13	4	0,25	0,67
14	5	0,2	0,84
15	10	0,1	1,28
16	20	0,05	1,64
17	50	0,02	2,05
18	100	0,01	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

(Sumber: Suripin, 2004)

c. Distribusi Log-Pearson III

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Log Pearson Type III, dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_{tr}.S_x \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

X_T = Variasi yang diektrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$\text{Log } X$ = Harga rata-rata dari data

S_X = Standar deviasi

Tabel 2.5 Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log Pearson III

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	2,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	2,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	2,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	2,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	2,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	2,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150

Tabel 2.5 Lanjutan

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,069	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,980	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,900	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810

(Sumber: Suripin, 2004)

d. Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode *E.J Gumbel* dengan persamaan sebagai berikut.

$$X_T = X + K \cdot S_X \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

X_T = Variasi yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah rencana untuk periode ulang T (tahun)

X = Harga rata-rata dari data

S_X = Standar deviasi

K = Variabel reduksi

Untuk menghitung variabel reduksi Gumbel mengambil harga:

$$K = \frac{Y_T - Y_N}{S_N} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

Y_T = Reduced variated sebagai fungsi dari periode ulang T

Y_N = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (N)

S_N = Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak Data

Tabel 2.6 Standar deviasi (Y_n) untuk Distribusi Gumbel

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,500	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,518	0,520	0,522
20	0,524	0,525	0,527	0,528	0,530	0,531	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,539	0,540	0,540	0,541	0,542	0,542	0,535
40	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,546	0,547	0,473	0,548	0,548
50	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,552	0,552
60	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554	0,554	0,555
70	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,557	0,557
80	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,559
90	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,560	0,560	0,560	0,560
100	0,560	0,560	0,560	0,560	0,561	0,561	0,561	0,561	0,551	0,561

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2.7 Reduksi Standar Deviasi (S_n) untuk distribusi Gumbel

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	0,99	1,020	1,03	1,04	1,049	1,056
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,091	1,09	1,10	1,104	1,108
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,128	1,13	1,13	1,136	1,138
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,151	1,15	1,15	1,157	1,159
50	1,10	1,16	1,16	1,16	1,16	1,168	1,16	1,17	1,172	1,173
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,180	1,18	1,18	1,183	1,184
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,189	1,19	1,19	1,192	1,193
80	1,90	1,19	1,19	1,19	1,19	1,197	1,19	1,19	1,199	1,200
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,203	1,20	1,20	1,205	1,206
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,208	1,20	1,20	1,209	1,209

(Sumber: Suripin, 2004)

Untuk mendapatkan nilai reduksi varian (Y_{TR}) sebagai fungsi periode ulang Gumbel diperoleh dari table berikut.

Tabel 2.8 Reduksi variant (YTR) sebagai fungsi periode ulang
Gumbel

Periode Ulang, TR (Tahun)	Reduced Variate, YTR (Tahun)	Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced Variate YTR (Tahun)
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	3,3117	10000	9,2121

(Sumber: Suripin, 2004)

2.3.5 Uji Kecocokan Distribusi

Dalam perhitungan curah hujan menggunakan analisis frekuensi terdapat salah satu metode yang mencakup persyaratan yaitu log person type III, untuk mengetahui metode tersebut bisa di terima atau di tolak sehingga wajib melakukan ujidistribusi probabilitas. Dalam melakukan uji distribusi probabilitas terdapat 2 metode, yaitu metode chi kuadrat dan smirnov kolmogorov (Rinaldi A, et al, 2018):

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi Kuadrat diperlukan sebagai parameter kecocokan dari pendistribusi data yang digunakan. Uji chi kuadrat dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

χ^2 = nilai Chi-Khuadrat terhitung

E_f = frekuensi yang diharapkan sesuai kelasnya

Of = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = jumlah sub kelompok dalam satu group

Nilai kritis yang digunakan (α) adalah 5%, adapun derajat kebebasan (dk) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Dk = K - (\alpha + 1) \dots \dots \dots (2.15)$$

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } n \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana:

Dk = derajat kebebasan

K = banyak kelas

α = banyaknya keterikatan

Tabel 2.9 Nilai Parameter Chi Kuadrat Kritis, X^2 (uji satu sisi)

Dk	Derajat Kepercayaan (α)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,02	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,000393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,397
3	0,0717	0,115	0,216	0,357	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12, 592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,186
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,388	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,296	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,364	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,225	7,015	8,231	9,309	28,869	31,410	34,805	37,356
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582

Tabel 2.9 Lanjutan

Dk	Derajat Kepercayaan (α)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,02	0,005
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,787
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,360	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,806	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	411,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,767	14,953	16,791	18,493	43,733	46,979	50,892	53,672

(Sumber: Suripin, 2004)

b. Uji smirnov-kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov juga disebut uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, tetapi dengan memperhatikan kurva dan penggambaran data pada kertas probabilitas (*Triatmodjo, 2008*). Berikut adalah persamaan yang dipakai untuk uji Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$T = \frac{1}{p}$$

P = Probabilitas

T = Periode ulang

m = Nomor urut

n = Jumlah data

Tabel 2.10 Nilai Kritis ΔP

N	A (derajat kepercayaan)			
	20%	10%	5%	1%
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
> 50	Menggunakan Persamaan			

(Sumber: Suripin, 2004)

2.3.6 Debit Banjir Rencana

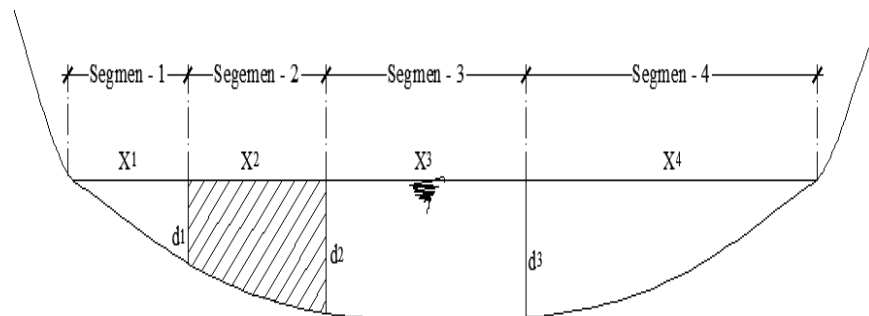
Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang mungkin terjadi pada sungai bersangkutan. Ada beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Metode yang umum dipakai adalah metode hidrograf banjir dan metode rasional.

2.3.7 Debit Aliran Sungai

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/s).

2.3.8 Kapasitas Penampang Sungai

Pengukuran penampang dilakukan untuk menentukan debit aliran sungai, karena penampang sungai tidak beraturan maka digunakan pendekatan matematis untuk menentukan luas penampang basah aliran dengan membagi keseluruhan penampang aliran menjadi beberapa bagian segmen berbentuk segitiga dan trapesium, sehingga dapat diketahui luas Pada masing-masing bagian segmen tersebut.



Gambar 2.1 Penampang Aliran Sungai

(Sumber: Morfologi Sungai)

2.4 Metode Melchior

Metode Melchior digunakan untuk memperkirakan debit banjir rancangan untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) yang luasnya lebih dari 100 km² . Persamaan umum yang digunakan adalah:

$$QT = a \times R \times A \frac{R^{24}}{200} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$Q = Q1 + Q2 \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana:

QT = Periode banjir T tahun yang diukur dalam satuan m³ /d

A = Luas DAS yang diukur dalam satuan km²

R²⁴ = Intesitas hujan mm.

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.

Tabel 2.11 Nilai Intensitas Hujan

Luas Elips (Km²)	I (m³/s/km²)	Luas Elips (Km²)	I (m³/s/km²)	Luas Elips (Km²)	I (m³/s/km²)
0,14	29,6	144	4,75	720	2,3
0,72	22,45	216	4	1080	1,85
1,4	19	288	3,6	1440	1,55
7,2	14,15	360	3,3	2160	1,2
14	11,85	432	3,05	2880	1
29	9	504	2,85	4320	0,7
72	6,25	576	2,65	5760	0,54
108	5,25	648	2,45	7200	0,48

(Sumber: Kamiana, 2011)

Tabel 2.12 Nilai Lama Hujan

F (Km²)	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)

Tabel 2.13 Penambahan persentase Mechior (tc)

tc (menit)	%	tc (menit)	%	tc (menit)	%
0 - 40	2	895 - 980	13	1860 - 1950	24
40 - 115	3	980 - 1070	14	1950 - 2035	25
115 - 190	4	1070 - 1155	15	2035 - 2120	26
190 - 270	5	1155 - 1240	16	2120 - 2210	27
270 - 360	6	1240 - 1330	17	2210 - 2295	28
360 - 450	7	1330 - 1420	18	2295 - 2380	29
450 - 540	8	1420 - 1510	19	2380 - 2465	30
540 - 630	9	1510 - 1595	20	2465 - 2550	31
630 - 720	10	1595 - 1680	21	2550 - 2640	32
720 - 810	11	1680 - 1770	22	2640 - 2725	33
810 - 895	12	1770 - 1860	23	2725 - 2815	34

(Sumber: Kamiana, 2011)

2.5 Metode haspers

Metode Haspers adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana. Dengan metode Haspers, kita dapat mendapatkan debit banjir rencana untuk periode ulang tahun.

Perhitungan debit banjir rencana dengan metode Haspers dapat menghasilkan banjir rancangan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perlu diketahui nilai metode mana yang paling baik digunakan. Persamaan umum yang digunakan adalah:

$$Q_{\max} = \alpha \times \beta \times i \times A \dots\dots\dots (2.20)$$

$$t = 0,1 \cdot L^{0,85} \cdot S^{-0,3} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\alpha = \frac{1+(0,012 \cdot A^{0,7})}{1+(0,075 \cdot A^{0,7})} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{1+(3.7 \times 10^{0.4 t})}{t^2+15} \times \frac{A^{3/4}}{12} \dots\dots\dots (2.23)$$

Di mana :

Q = debit banjir rencana pada periode ulang tertentu (m3 /det)

α = koefisien limpasan air hujan

β = koefisien pengurangan luas daerah hujan

A = luas Daerah pengaliran sungai (km²)

t = waktu konsentrasi hujan (jam)

L = panjang sungai (km)

I = kemiringan sungai

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Analisis DAS dilakukan dengan pengolahan data pada argis sehingga di dapatkan DAS Mapilli dengan luas DAS sebesar 1789,95 km²
2. Hasil Analisis frekuensi curah hujan yang memenuhi syarat yaitu Distribusi Normal dimana didapatkan distribusi curah hujan pada DAS Rangoan periode Ulang Tahun 5, 10, 20, 50, 100 berturut-turut sebesar 428,88 mm, 455,68 mm, 481,88 mm, 502,59 mm, 519,65 mm.
3. Metode Melchior Memiliki Debit puncak (Q) dimana yang terbesar adalah 2919071,179 m³/Det dan Metode Haspers dengan Debit Puncak (Qp) yang terbesar adalah 1015,4 m³/Det.

5.2 Saran

1. Peneliti ini diharapkan dapat menjadi acuan awal sebagai data untuk penelitian selanjutnya.
2. Diperlukan data curah hujan harian dari stasiun Meteorologi Majene yang lebih lengkap lagi untuk bisa mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memilih metode yang ada diatas dan memilih metode yang lebih akurat berdasarkan referensi yang ada.
4. Untuk memperoleh perhitungan debit yang lebih akurat maka diharapkan dalam penelitian selanjutnya dapat menghitung kecepatan aliran pada sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi astuti, & Anastasia margareta (2014). Analisis Peil Kawasan Gondolayu Lor Berdasarkan Debit Banjir Sungai Code. *Journal Uajy*.
- Ady Syaf Putra (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai pulau Kemaro Sampai Dengan Muara Sungai Komering). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Vol 2, No.3*.
- Rapar, S. M. E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2014). Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Gendol Menggunakan Metode HSS Gama I Dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 13–21.
- Sartika Ka’u Soekarno, D., & Mangangka, I. R. (2016). Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 123–133.
- Siwi, A. C., Halim, F., & Binilang, A. (2018). Analisis Kapasitas Sungai Makalu Kabupaten Minahasa Tenggara Terhadap Debit Banjir Kala Ulang Tertentu. *Sipil Statik*, 6(4), 199–210.
- Yusuf, R. M., Rachmat Suganda, B., Nursiyam Barkah, M., & Arfiansyah, K. (2021). Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. *Padjajaran Geoscience Journal*, 5(4), 424–432.
- Zahrul Faudy & Cut Azizah (2008). Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem Ekologi Dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *LENTERA: Vol 6, oktober 2008*.
- Dwi & Aditya Sumarno (2020). Sistem Pengamatan Suhu, Kelembapan Udara, Curah Hujan Serta Ketinggian Air Laut Oleh Badan Meteologi Klimateologi Dan Geofisika (BMKG) Tanjung Emas Semarang. *AMNI Perpustakaan Semarang*.
- Triatmodjo (2008). Hidrologi Terapan. *Betta Offset, Yogyakarta*.

- Suripin (2003). Sistem Drainase perkotaan Yang Berkelanjutan. *Andi, Yogyakarta*.
- Asdak (2007). Hidrologi dan Pengelolaan DAS. *UGM Pers, Yogyakarta*.
- Yuni Maulinda, Astiah Amir, & Meylis Safriani (2022). Analisi Debit Banjir Dengan Menggunakan Metode Haspers dan Melchior Pada DAS Sungai Krueng Tripa. *Journal of the civil Engineering Student Vol.4, No.2*.
- Rinaldi, A & Yulianur, A (2018). Kajian Debit Banjir Rencana Krueng Tripa Menggunakan Hidrograf Satuan Sintesis. *In Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)-13, pp*.
- Uaity Ulahi Rabih (2020). Analisis Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan Dengan Metode Der Weduwen, Melchior, Haspers, dan Nakayasu Terhadap Debit Banjir Observasi Pada DAS Sidutan. *ARTIKEL.20ILIMAH-UAITY*.
- Jeffier Andrew Robot, Tiny Mananoma, Eveline Wuisan, & Hanny Tangkudung (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statik Vol 2, No.1*.
- Humairo Saidah, Atas Pracoyo, & Khairudin (2020). Perbandingan Beberapa Metode Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan. *Journal Unmasmataram Vol 14, No. 1*.
- Delvario (2023). Bab II Perancangan Bendung. *Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Kamiana,I Made. (2011) *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air.Yogyakarta : Graha Ilmu*.
- Harto, S. (1993). *Hidrologi Terapan. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UGM, Yogyakarta*.