

**ANALISA HIDROLOGI KAPASITAS BENDUNG WAMPU KECAMATAN KUTA BULUH
KABUPATEN KARO SUMATERA UTARA**

Oleh :

M. Faddillah ¹⁾

Yasmadi ²⁾

M.Endayanti ³⁾

Rahelina Ginting ⁴⁾

Universitas Darma Agung Medan ^{1,2,3,4)}

E-mail :

fadilsaragih85@gmail.com ¹⁾

tyas.adi0403@gmail.com ²⁾

endayanti@gmail.com ³⁾

grahelina77@gmail.com ⁴⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 April 2023
Revised : 14 Juni 2023
Accepted : 10 Agustus 2023
Published : 25 Agustus 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

The purpose of building the Wampu Dam in the North Sumatra Province was to make the three Irrigation Areas (DI)—Secanggang, Hinai, and Wampu—work better. The irrigation area spans four sub-districts, Stabat, Hinai, Secanggang, and Wampu, and is 10,991 ha in size. In order to ascertain the hydrological characteristics of the drainage area, particularly at the site of the Wampu Dam in the Karo Regency, hydrological analysis is required. In the planning of a water structure, the magnitude of the anticipated flood discharge is determined through hydrological analysis. Rainfall data, which are calculated using the Normal Method, the Log Person III Method, and the Gumbel Method, are the data used to determine the planned flood discharge. Rainfall data are required to obtain the maximum amount of rainfall that affects the watershed and complete climatological data for the purpose of planning the Wampu Dam and calculating hydrological analysis. The longer the data period, the more accurate the hydrological analysis that is obtained is. Analyzing the hydrological capacity of the Wampu dam can help farmers produce more food and make more money for the locals.

Keywords: Irrigation Area, Hydrological Analysis, Rainfall, Flood Discharge, and Mainstay Potential

ABSTRAK

Tujuan dibangunnya Bendungan Wampu di Provinsi Sumatera Utara adalah agar tiga Daerah Irigasi (DI)—Secanggang, Hinai, dan Wampu—berfungsi lebih baik. Daerah irigasi tersebut meliputi empat kecamatan, Stabat, Hinai, Secanggang, dan Wampu dan luasnya 10.991 ha. Untuk mengetahui karakteristik hidrologis daerah pengaliran, khususnya di lokasi Bendungan Wampu di Kabupaten Karo, diperlukan analisis hidrologi. Dalam perencanaan suatu bangunan air, besarnya debit banjir yang diantisipasi ditentukan melalui analisis hidrologi. Data curah hujan yang dihitung menggunakan Metode Normal, Metode Log Person III, dan Metode Gumbel adalah data yang digunakan untuk menentukan debit banjir yang direncanakan. jumlah curah hujan yang mempengaruhi DAS dan melengkapi data klimatologi untuk keperluan perencanaan Bendungan Wampu dan perhitungan analisis hidrologi. Semakin lama periode data, semakin akurat analisis hidrologi yang diperoleh. Menganalisis kapasitas hidrologi bendungan Wampu dapat membantu petani menghasilkan lebih banyak makanan dan menghasilkan lebih banyak uang untuk penduduk setempat.

Kata kunci: Daerah Irigasi, Analisis Hidrologi, Curah Hujan, Debit Banjir, dan Potensi Andalan

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manusia memiliki kebutuhan yang mendesak akan air. Air tidak hanya digunakan untuk minum, tetapi juga digunakan untuk hal-hal lain dalam kehidupan sehari-hari. Air merupakan kebutuhan mendasar bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang di bidang pertanian.

Tujuan dibangunnya Bendungan Wampu di Provinsi Sumatera Utara adalah agar tiga Daerah Irigasi (DI)—Secanggang, Hinai, dan Wampu— berfungsi lebih baik. Daerah irigasi tersebut meliputi empat kecamatan, Stabat, Hinai, Secanggang, dan Wampu, dan luasnya 10.991 ha. Dalam perencanaan suatu bangunan air, besarnya debit banjir yang diantisipasi ditentukan melalui analisis hidrologi. Curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang direncanakan pada tugas akhir ini data untuk menentukan banjir yang direncanakan memulangkan.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang di bahas dalam Analisa Hidrologi Kapasitas Bendung Wampu antara lain

:

1. Bagaimana memperkirakan curah hujan (2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun) di Bendungan Wampu Kuta Buluh Kabupaten Karo ?
2. Bagaimana memperkirakan Debit Banjir pada Bendungan Wampu Kuta Buluh Kabupaten Karo ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Maksud Penelitian

Menganalisis besarnya curah hujan rencana yang mungkin terjadi pada Bendungan Wampu Kabupaten Karo.

2. Tujuan Penelitian

Menganalisis debit banjir rancangan untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang (2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 tahun).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai masukan kepada pihak terkait dalam

hal mengoptimalkan pengelolaan air Bendungan Wampu di Kecamatan Kuta Buluh Kabupaten Karo Sumatera Utara.

2. LANDASAN TEORI

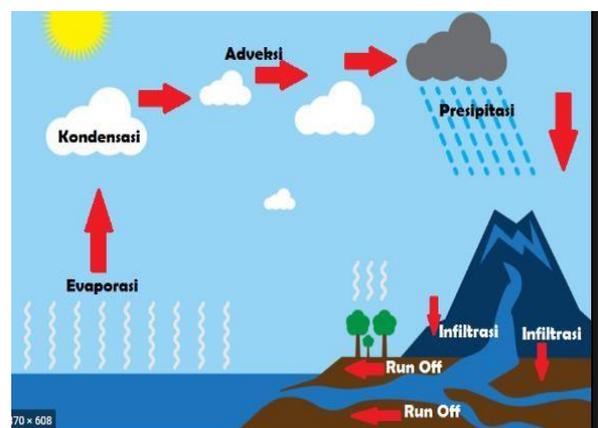
2.1. Pengertian Hidrologi

Dalam perencanaan suatu bangunan air, besarnya debit banjir yang diantisipasi ditentukan melalui analisis hidrologi. Curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang direncanakan pada tugas akhir ini data untuk menentukan banjir yang direncanakan memulangkan.

Pergerakan air dari perairan, khususnya laut, ke atmosfer, dari atmosfer ke darat, dan kemudian kembali ke laut adalah awal dari siklus hidrologi, yaitu perputaran massa air bumi.

Istilah-istilah berikut digunakan dalam siklus hidrologi:

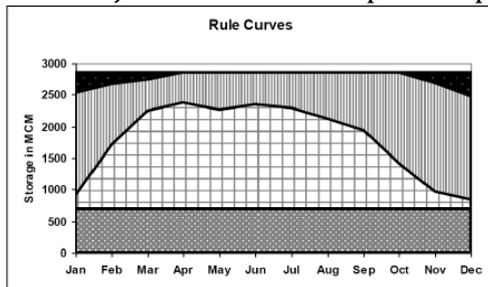
1. Evapotranspirasi, yang meliputi evaporasi, transpirasi, dan evaporasi
2. Kondensasi, atau transformasi uap air menjadi titik-titik air di atmosfer
3. Adveksi, juga dikenal sebagai transportasi air horizontal
4. Proses jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi adalah presipitasi
5. Run Off, aliran bawah tanah yang bergerak kembali ke laut,
6. Infiltrasi, juga dikenal sebagai air yang merembes ke dalam tanah



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.2 Pengolahan Data Hidrologi

Curah hujan dan evapotranspirasi



merupakan parameter hidrologi yang penting untuk perencanaan jaringan irigasi. Persiapan Data adalah tahap awal analisis hidrologi. Untuk memberikan data yang benar-benar berisi informasi yang sesuai, data yang dimaksud adalah data yang dikumpulkan dan diamati secara teratur.

2.3. Ketersediaan Air dan Kapasitas Waduk

Selain dibatasi oleh kapasitas dan ketinggian bendungan dalam kaitannya dengan kuantitas air yang tersedia, sistem pemanfaatan secara keseluruhan harus dirancang sesuai dengan kebutuhan dan keunggulan. Pengertian hidrograf untuk tujuan penentuan kapasitas pelimpah, *cofferdam*, dan lain-lain adalah tujuan lain dari studi hidrologi.

2.4 Analisis Curah Hujan Desain

Metode pendekatan untuk menentukan curah hujan rencana, yang meliputi analisis frekuensi dan curah hujan maksimum yang mungkin (CMB, atau Probable Maximum Precipitation), berfungsi sebagai dasar untuk analisis banjir rancangan dari data hujan.

2.5. Analisis Banjir Desain

Banjir yang direncanakan dibagi menjadi dua bagian di sini: Yang pertama adalah banjir terencana dengan periode ulang tertentu, seperti banjir dengan periode ulang 25, 100, atau 1000 tahun — biasa disebut Q25, Q100, dan Q1000 — dan yang kedua adalah kemungkinan banjir maksimum (BMB). sebaliknya disebut sebagai "Kemungkinan Banjir Maksimum"

Data banjir dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, atau 1000 tahun dan PMB biasanya diperlukan untuk desain bendungan.

Secara umum, ada tiga tahapan perhitungan debit banjir rencana:

1. Perhitungan curah hujan yang direncanakan
2. Perhitungan debit banjir desain

3. Menguji temuan perhitungan debit banjir desain

2.6. Operasi Waduk

Studi pengoperasian waduk bertujuan untuk mengetahui cara terbaik dalam menggunakan air waduk, terutama untuk hal-hal yang berbeda. Dari suatu DAS.

Gambar 2.1 Contoh Pola Operasi Waduk

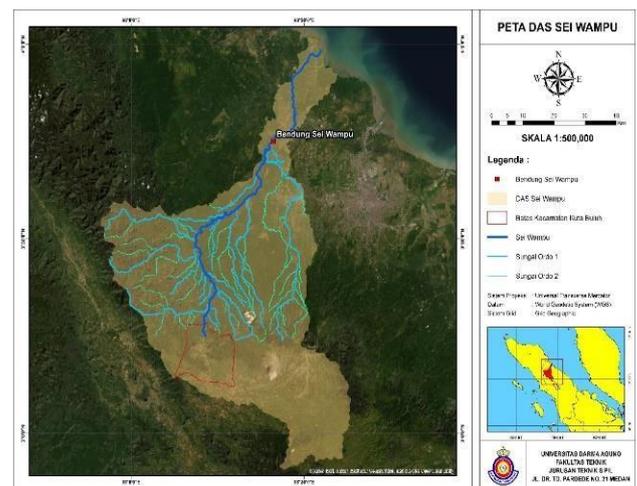
2.7 Perkiraan Sedimen

Sebagian material erosi yang terangkut ke hilir atau pada titik pengukuran melalui jaringan drainase merupakan hasil sedimen.

3. METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Lokasi Penelitian

Bendungan Wampu berada di Kecamatan Kuta Buluh Kabupaten Karo Sumatera Utara memanfaatkan aliran Sungai Mbelin dan Sungai Biang.



Gambar 3.1 Peta Lokasi (DAS) Wampu

3.2 Topografi

Memanfaatkan aliran Sungai Mbelin dan Sungai Biang, Waduk Wampu terletak di Kecamatan Kuta Buluh Kabupaten Karo di Sumatera Utara.

3.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berdasarkan laporan perencanaan Bendungan Wampu sungai yang mengalir pada daerah studi adalah Sungai Mbelin dan Sungai Biang. Diperkirakan debit sungai dasar berkisar $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pada kondisi musim hujan dan sekitar $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ pada kondisi musim kemarau.

3.4 Survei Pendahuluan dan Studi Pustaka

Tujuan dari survey pendahuluan adalah untuk mengetahui keadaan wilayah yang akan diteliti dan mengidentifikasi permasalahan untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut. Survei awal wilayah studi dengan instansi terkait dan terjun langsung ke lapangan dilakukan.

2. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Hasil dari topografi diperoleh hasil analisis dari Daerah Aliran Sungai (*Cachment Area*), kemiringan rata-rata sungai di daerah hulu bendung (mulai dari ujung sungai paling hulu sampai lokasi rencana bendung). Luas DAS = 90 km², dalam analisa digunakan data debit harian maksimum yang didapat dari

pengukuran debit Q pada stasiun pencatat muka air yang terletak dimasing-masing sungai.

4.2. Analisa Data Curah Hujan

1. Analisa Curah Hujan Menurut Metode

Normal

Metode Normal sebagai berikut :

$$X_t = X \cdot K_t$$

Sd dimana :

X_t = curah hujan yang direncanakan dengan

periode kembali
T(mm)

X = rata-rata curah hujan (mm)

K_t = Faktor frekuensi untuk periode ulang T tahun pada tabel

Sd = R adalah simpangan baku data curah hujan,

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n - 1}}$$

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \log X_i)^3}{(n - 1)(n - 2)(Sd)^3}$$

1. Standar Deviasi (Simpangan Baku) :

$$\sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X)^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n - 1}} = 0.098$$

2. Koefisien Variasi (Cv) :

$$C_v = \frac{SD}{X} = \frac{0.098}{110.75} = 0.00088$$

3. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X)^3}{(n - 1)(n - 2)SD^3}$$

$$= \frac{12 \cdot (15315.376)}{(12 - 1)(12 - 2)18.993^3} = 0.25$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n \sum (X_i - X)^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)SD^4}$$

2. Analisa Curah Hujan Menurut Log Pearson Type III

Berikut ini rumus analisis curah hujan menggunakan metode Log Pearson Tipe III:

$$\log X_t = \log X + K_t \cdot Sd \log X$$

$$= 0.29$$

5. Perbandingan (Cs) dan (Cv)

$$: C_v = 0,25 : 0,00088$$

$$= 1,477$$

3. Analisa Curah Hujan Menurut Metode Gumbel

Curah hujan harian maksimum dapat

Dimana :

Log X_t = Curah hujan yang direncanakan dengan periode kembali T (mm)

Sd = Standart deviasi

Log x = Nilai rata-rata Log x

Kt = Faktor frekuensi yang bergantung pada besar Cs

dihitung dengan menggunakan data curah hujan. Metode Gumbel dapat menggunakan data curah hujan harian rata-rata dan tertinggi dari tahun tertentu untuk menganalisis curah hujan.

$$X_t = X + Sd \times \frac{x}{K}$$

Dimana,

X_t = Hujan Rencana atau Debit dengan

periode TX = Nilai rata-rata dari data hujan

Sd = Simpangan Baku

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{X - 1}}$$

X-1

Menentukan dasar frekuensi

$$(K), K = \frac{(X - \bar{X})}{S_x}$$

Yt = Reduced Variate (berdasarkan tabel gumbel)

Yn = Reduced Mean (berdasarkan tabel gumbel)

Sn = Reduced Standar Deviasi (berdasarkan tabel gumbel)

Untuk nilai ;

$$\text{Curah Hujan Rata -Rata : } X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1329}{12} = 110,750$$

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = 1.329 / 12 = 110,750$$

$$\sqrt{\sum (X_i - X)^2}$$

$$Sd = \frac{\quad}{n - 1}$$

$$= \sqrt{\frac{3968.244}{12 - 1}}$$

$$= 18.993$$

4. Analisa Curah Hujan Menurut Metode LogNormal

Perhitungan curah hujan log normal dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$: \text{Log } X_t = \text{Log } X + K_t \cdot S_d \text{ Log } X$$

Dimana :

Log X_t = Rencanakan nilai logaritma hujan dengan periode ulang T tahun

Log X = Nilai rata-rata Log X

Sd Log X = Simpangan baku dari Log X

K_t = Dasar frekuensi, di mana nilai dasar frekuensi bergantung dari T (tabel variable reduksi gasuss)

Dari perhitungan di atas (tabel

$$4.10) \text{Log } X \text{ rata-rata} = 2.0375$$

$$\text{Standar Deviasi } S_d = 0.0998$$

5. Curah Hujan Periode Ulang T Tahun

Metode Normal, Metode Log Person Tipe III, Metode Gumbel, dan Metode Log Normal digunakan untuk menghitung curah hujan

berdasarkan analisis data. Berikut adalah hasil yang diperoleh :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Distribusi

No	Periode Ulang T tahun	Curah Hujan Rencana (Xt) mm			
		Metode Normal	Metode Log Pearson III	Metode Gumbel	Metode Log - Normal
1	2	110.750	108.943	108.176	107.146
2	5	126.651	132.251	111.755	131.451
3	10	135.061	152.300	145.851	151.367
4	20	141.899	159.514	154.300	158.512
5	25	144.007	163.267	157.168	162.263
6	50	149.686	196.969	165.623	195.963
7	100	155.003	231.259	174.350	230.255

Hasil tertinggi adalah curah hujan untuk rencana kala ulang tahun T. Hasil perhitungan berdasarkan Metode Normal, Metode Log Person Tipe III, Metode Gumbel, dan Metode Log Normal adalah Metode Log Person-III Tertinggi Curah Hujan yang Direncanakan.

4.3. Perhitungan Periode Debit Banjir T-Tahun

Dari data-data yang diperoleh diketahui: Luas Daerah yang dialiri sungai = 990 km² Panjang terpanjang Sungai, L = 50 km

$$L' = 0.9 L = 45 \text{ km}$$

$$\text{Elevasi di hulu} = 51.5 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi daerah tinjauan} = 3.120$$

$$\text{mKemiringan sungai I} = 0.00119$$

$$\text{Sumbu terpanjang (a)} = 44.742$$

$$\text{km Sumbu terpendek } b = 2/3 \times a = 29.81 \text{ km}$$

$$Q_t = \alpha \times \beta \times q_{nt} \times A$$

$$\text{Dimana :}$$

Q = Koefisien limpasan = debit yang diharapkan selama t tahun.

q_{nt} = banyaknya air yang mengalir / intensitas maksimum

A = daerah pengaliran (km²)
 α = Koefisien pengaliran diambil 0.240
 Penyaluran Pemusatan (t) :
 $t = 0.1 \times (L')^{0,3} (i)^{0,3} = 0.1 (45)^{0.3} (0.00119)^{0.3}$
 $t = 14.8828 \text{ jam (2jam < t < 19 jam)}$

Koefisien Pengaliran (β) = diambil 0.514
 Kekuatan Tetesan Hujan I =

$$I = \frac{R24}{24} x \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Tabel 4.2 Perhitungan Debit Baniir

No	Periode Ulang Tahun	Rt	A (km ²)	A	β	t	I (mm/jam)	Q (m ³ /det)
1	2	108.943	990.000	0.240	0.514	14.88	7.203	879.676
2	5	132.251	990.000	0.240	0.514	14.88	8.745	1068.003
3	10	152.300	990.000	0.240	0.514	14.88	10.070	1229.911
4	20	159.5144	990.000	0.240	0.514	14.88	10.547	1288.171
5	25	163.2675	990.000	0.240	0.514	14.88	10.796	1318.480
6	50	196.9699	990.000	0.240	0.514	14.88	13.024	1590.646

7	100	231.2597	990.000	0.240	0.514	14.88	15.292	1867.556
---	-----	----------	---------	-------	-------	-------	--------	----------

Qbendung Wampu = 200 m³/d > Q100
 = 0 et tahun = 1867.556 m³/det
 Sehingga bendungan Wampu mampu menampung Debit rencana 100 tahun.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari

1068.003m³/det; Q10 = 1229.911 m³/det; Q20 = 1288.171 m³/det; Q25 = 1318.480 m³/det; Q50 = 1590.646 m³/det; Q100 = 1867.556 m³/det;

2. Qbendung Wampu = 2000 m³/det > Q100 tahun = 1867.556 m³/det

Sehingga bendungan Wampu mampu menampung Debit banjir rencana 100 Tahun.

5.2. Saran

1. Kepada masyarakat sekitar kiranya agar tetap menjaga bendung agar berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dibidang pertanian.
2. Agar masyarakat tetap menjaga pelestarian lingkungan dan tidak menebang pohon secara liar yang akan menyebabkan timbulnya bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Amin dkk., Debit Banjir Rencana, Jurnal Nasional, Jakarta 2017

Dijen, Pengairan Dept, Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan (KP-04).

Dijen, Pengairan Dept, Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02).

Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2003. Pedoman Kriteria Umum Desain

Dijen, Pengairan Dept, Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Irigasi Saluran (KP-03).

Dijen, Pengairan Dept, Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Parameter Bangunan (KP-06).

Sujono, J. 2013. Penurunan Hidrograf Satuan Degan Data Hujan Harian. Yogyakarta: Media Teknik No. 1 Tahun XX Edisi Februari.