

Analisis Daya Tampung Waduk Sebagai Pengendali Banjir di Kawasan Sungai Wanggu

Eva Safitri Maladeni, Nelam Patricia

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lakidende

Correspondence email: evasafitrimaladeni@gmail.com

Abstrak. Waduk boulevard merupakan bagian dari sistem pengendali banjir di kota kendari, seperti daerah-daerah lain di Indonesia. Waduk Wanggu terletak di Kelurahan Lepo-lepo, kecamatan Baruga kota Kendari. waduk mempunyai volume tampungan 267.142m^3 . dan luas DAS wanggu $348,75\text{ km}^2$. Waduk pengendali banjir ini berfungsi untuk menampung luapan banjir dari sungai wanggu ketika hujan turun dengan intensitas tinggi. Maka dalam penelitian ini untuk mengetahui kemampuan kapasitas tampungan waduk dari tahun ke tahun maka dilakukan analisis hujan rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun. Perlunya menganalisis hujan rancangan guna mengetahui apakah waduk dapat mereduksi banjir hingga 100 tahun atau tidak. Dalam analisis hujan rencana ini menggunakan metode log person type III dan analisis debit banjir ini menggunakan Metode Rasional. Dari hasil penelitian diperoleh debit banjir dengan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar $9.670\text{m}^3/\text{det}$.

Kata kunci : Kapasitas Tampung Waduk, Curah Hujan, Debit Banjir

Abstract: Reservoir Boulevard is part of the flood control system in the city of Kendari, like other areas in Indonesia. Wanggu Reservoir is located in Lepo Lepo Village, Baruga District, Kendari City. The reservoir has a storage volume of 267.142m^3 . dan luas DAS wanggu $348,75\text{ km}^2$. This flood control reservoir functions to accommodate flood overflow from the Wanggu River when it rains with high intensity. So in this study to determine the capacity of the reservoir capacity from year to year, a design rain analysis was carried out with return periods of 2, 5, 10, 25, 50, 100 years. It is necessary to analyze the design rainfall to find out whether the reservoir can reduce flooding for up to 100 years or not. In the rain analysis this plan uses the log person type III method and the flood discharge analysis uses the Rational Method. From the research results, it was found that the flood discharge with a return period of 100 years is $9,670\text{m}^3/\text{the}$.

Keywords: Reservoir Capacity, Rainfall, Flood Discharge

PENDAHULUAN

Indonesia secara umum dan Sulawesi Tenggara khususnya merupakan salah satu daerah yang dikaruniai dengan sumber-sumber air yang cukup. Air merupakan sendi utama kehidupan manusia. Air bukan hanya sekedar memenuhi kebutuhan mendasar manusia sebagai air minum, namun juga berfungsi untuk sumber kehidupan seperti mengairi lahan pertanian, perikanan, hingga pembangkit listrik. Terdapat berbagai kegiatan perekonomian lain juga sangat tergantung kepada ketersediaan air, bahkan air bisa menjadi salah satu limiting factor dalam pertumbuhan ekonomi jika ketersediannya sangat terbatas.

Banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi. Definisi banjir adalah keadaan dimana suatu daerah tergenang oleh air dalam jumlah yang besar. Kedatangan banjir dapat diprediksi dengan memperhatikan curah hujan dan aliran air. Namun kadangkala banjir dapat datang tiba-tiba akibat dari angin badai atau kebocoran tanggul yang biasa disebut banjir bandang. Pengendalian banjir dengan waduk hanya dapat dilakukan pada bagian hulu dan biasanya dikaitkan dengan pengembangan sumber daya air. Yang perlu diperhatikan dalam pengendalian banjir dengan waduk adalah perlambatan waktu tiba banjir, penurunan debit banjir yang dilepas ke hilir dan rasio alokasi volume waduk untuk pengendalian banjir terhadap volume untuk pengembangan dan pengelolaan sumber daya air.

Waduk atau reservoir adalah danau alam atau danau buatan, kolam penyimpanan atau pembendungan sungai yang bertujuan untuk menyimpan air. Waduk dapat dibangun dilembah sungai pada saat pembangunan sebuah bendungan atau penngalian tanah atau teknik konstruksi konvensional seperti pembuatan tembok atau menuang beton. Istilah reservoir dapat juga digunakan untuk menjelaskan penyimpanan air di dalam tanah seperti sumber air di bawah sumur minyak atau sumur air. Waduk pada umumnya dibangun untuk pengembangan sumber daya air sungai,

dengan menampung air pada waktu musim hujan untuk memperbaiki kondisi aliran sungai terutama pada musim kemarau. Hal ini untuk mengantisipasi kebutuhan air yang meningkat terutama pada musim kemarau. Waduk yang mempunyai faktor tampungan atau dapat menampung air, mempunyai efek terhadap aliran air di hilir waduk. Dengan kata lain waduk dapat merubah pola *inflow-outflow* hidrograf. Perubahan *outflow* hidrograf di hilir waduk biasanya menguntungkan terhadap pengendalian banjir, dengan adanya debit banjir yang lebih kecil dan perlambatan waktu banjir.

Waduk pengendali banjir ini berfungsi untuk menampung luapan banjir dari sungai wanggu sehingga bisa mengurangi luas genangan banjir pada DAS wanggu ketika hujan turun dengan intensitas tinggi serta bersamaan dengan naiknya permukaan laut. maka tindakan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi debit air yang besar di kawasan wanggu adalah dengan menghitung intensitas hujan dengan berbagai periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun. Perhitungan intensitas hujan menentukan besarnya debit banjir rencana, sehingga dapat mengantisipasi debit air yang besarpada setiap kemungkinan yang akan terjadi pada tiap kala ulang tahun.

Tinjauan Pustaka

Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Siklus hidrologi yaitu air dari laut ke atmosfer melalui permukaan bumi dalam bentuk hujan, yang mengalir di dalam tanah dan di atas permukaan tanah sebagai sungai yang menuju ke laut.

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi, bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur, dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air atau kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Triantmodjo 2010).

Evaporasi adalah merupakan proses penguapan air yang berawal dari permukaan bentangan air atau juga dari bahan padat yang mengandung air (Lakitan, 2011).

Teori Analisis Hidrolika

Hidrolika adalah bagian dari ilmu yang mempelajari perilaku air baik dalam keadaan diam atau yang disebut hidrostatis maupun dalam keadaan bergerak atau disebut hidrodinamika. Untuk mengetahui karakteristik suatu aliran air sungai dengan lebar penampang yang besar memerlukan pendekatan beberapa pengamatan dengan melakukan pengukuran. Dalam hidrologi ilmu hidrologi sangat dibutuhkan dalam pendekatan secara nyata atau kondisi sesungguhnya.

Aliran air dalam sungai sangat beragam dan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah debit sungai yang tergantung pada daerah aliran sungai tersebut. Faktor kemiringan sungai yang dapat digunakan sebagai petunjuk tingkat kecepatan aliran. Kemudian faktor lebar penampang sungai yang dapat mempengaruhi kecepatan arus. Dengan faktor-faktor itulah terjadi dampak minor dan mayor terhadap penyebab terjadinya erosi dan sedimentasi.

Mendapatkan data debit dan beberapa input nilai angka koefisien kekasaran saluran maka akan diperoleh suatu nilai output berupa nilai tinggi muka air dan kecepatan aliran yang paling mendekati hasil pengamatan yang telah dilakukan. Data tersebutlah menjadi titik acuan untuk penelitian angkutan sedimen yang berada pada suatu saluran. Untuk mengetahui perilaku sedimen pada kondisi tertentu apakah terjadi keadaan seimbang, erosi, maupun sedimentasi. Juga untuk memprediksi kuantitas angkutan sedimen pada proses tersebut. Proses yang terjadi secara alami kuantitasnya ditentukan oleh gaya geser aliran serta diameter butiran sedimen, angkutan sedimen dapat menyebabkan terjadinya perubahan dasar sungai. Angkutan sedimen pada suatu ruas sungai yang dibatasi oleh tebing kanan dan kiri akan mengalami erosi atau pengendapan tergantung besar kecilnya debit aliran. Sedangkan untuk mengetahui seberapa besar ruang dasar sungai juga dilakukan penelitian dengan mengambil data dari lebar, panjang, dan kedalaman sungai di Pias Jembatan Bantar dan *Intake Sapon*. Dengan teori-teori yang telah ada yaitu seperti *Meyer Peter Muller* (1948), *Mardjikoeno, P, 1987* dapat dilakukan komparasi untuk menganalisa angkutan sedimen yang ada pada saluran sungai di Pias Jembatan Bantar dan *Intake Sapon*.

Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan yang bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung 6 air sebanyak satu liter. Untuk menentukan salah satu faktor yang menentukan besarnya kebutuhan air adalah curah hujan. Data curah hujan didapatkan dari stasiun hujan yang tersebar di daerah pengaliran sungai. Data yang tercatat merupakan data curah hujan harian, yang kemudian akan diolah menjadi data curah hujan harian maksimum tahunan. Baru setelah itu diubah menjadi debit banjir rencana periode ulang tertentu.

Banjir

Banjir adalah peristiwa bencana alam yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Penyebab banjir mencakup curah hujan yang tinggi, permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka laut, wilayah terletak pada suatu cekungan yang di kelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air, pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai, aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah, serta kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai. Meskipun berada di wilayah “bukan langganan banjir”. Setiap orang harus tetap waspada dengan kemungkinan bencana alam ini. Banjir hampir terjadi di setiap musim hujan tiba.

Banjir datang tanpa mengenal tempat siapa yang menghuni tempat tersebut, tetapi dapat diminimalisir dampaknya dengan cara penanggulangan terhadap banjir (Kodoatie dan Roestam Sjarief, 2006). Ada 5 macam dalam mengurangi dampak banjir pada individu dan masyarakat, yaitu :

1. bendungan dan waduk
2. tanggul (levee) dan penahan banjir (floodwall)
3. peningkatan kapasitas saluran drainase atau sungai
4. tindakan-tindakan perbaikan lahan
5. penahanan di suatu lokasi (on-site detention)

METODE

Analisis data merupakan proses penyederhanaan data dalam bentuk yang lebih mudah diinterpretasikan. Data yang terimpun dari lapangan dan data kepustakaan akan dibandingkan, kemudian dilakukan analisis untuk tarik kesimpulannya.

1. Analisis Curah Hujan

Analisis ini dilakukan untuk mencari jumlah curah hujan maksimum rata-rata tiap tahun yang diperoleh dari data curah hujan maksimum harian. Pengambilan data curah hujan yaitu dari tahun 2016–2020. Dengan menentukan periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun. Analisis distribusi curah hujan menggunakan metode log person type III, rumus yang digunakan terletak pada (2.7) sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K \cdot S \text{Log}_x$$

2. Analisis debit banjir

Analisis ini dilakukan untuk mencari debit banjir maksimum, yaitu menentukan besarnya debit banjir tiap kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun. Berdasarkan luas (DAS) waduk (=348,75 m²) ini termaksud DAS kecil maka Metode yang cocok digunakan adalah Metode Rasional. Rumus yang digunakan terletak pada (2.18) sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

3. Analisis Volume tampung waduk

Analisis ini dilakukan untuk mencari volume waduk berdasarkan gambar potongan memanjang dan melintang waduk, bertujuan untuk mengetahui kapasitas tampungan waduk apakah mampu menampung debit air hingga periode kala ulang 100 tahun atau tidak. rumus yang di gunakan adalah rumus bangun ruang. Bangun ruang adalah bentuk bangun (struktur objek) di ruang 3 dimensi yang dapat di ukur untuk mencari volume dan luas permukaan. Dan rumus yang di gunakan sebagai berikut :

$$\pi \cdot r^2 \cdot t$$

HASIL

Curah Hujan Maksimum

Pengumpulan data curah hujan diperoleh dari data arsip BWS (Balai Wilayah Sungai IV Sulawesi Tenggara), Berdasarkan data curah hujan maksimum tiap stasiun maka diperoleh tabel 4.1

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Harian

Stasiun lepo-lepo												
Thn	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
2016	27,0	45,0	66,5	60,0	30,5	49,0	35,0	19,0	20,0	76,0	38,0	27,0
2017	68,0	39,5	46,5	96,0	56,5	84,0	91,0	28,5	29,5	24,0	17,0	42,0
2018	68,0	67,5	62,0	43,0	66,5	77,5	66,5	6,5	29,0	0,0	0,5	5,5
2019	49,5	51,0	39,0	70,0	50,0	96,0	28,0	2,5	4,5	9,0	4,5	38,0
2020	65,5	70,0	72,0	64,0	26,0	65,5	38,5	83,5	45,0	16,0	71,0	12,0

Stasiun tanea												
Thn	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des
2016	18,0	31,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	11,0	16,0	25,0	25,0	25,0
2017	25,0	25,5	25,5	25,5	25,5	31,0	31,0	31,0	20,0	15,0	31,0	25,0
2018	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	25,0	20,0	0,0	31,0	31,0
2019	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	7,0	21,0	18,0	25,0	31,0
2020	30,0	23,0	23,0	55,0	30,0	42,0	37,5	0,0	31,0	25,0	30,5	32,0

Sumber : Balai Wilayah Sungai IV Sulawesi Tenggara, 2022

Analisis Curah Hujan Kawasan

Ada 3 macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan yaitu metode rata-rata aljabar, poligon Thiessen, dan isohyet. Penggunaan metode dilakukan dengan mempertimbangkan dua faktor berikut (Suripin,2003):

- 1) Berdasarkan jaring-jaring pos penakar hujan. (BAB:2-Tabel 2.1)
- 2) Berdasarkan luas das. (BAB:2-Tabel 2.2)

Tabel 2. Pertimbangan dua faktor untuk penggunaan metode

Data DAS wangu	
Berdasarkan Jumlah Pos Penakar Hujan	Berdasarkan Luas DAS
2 pos (sta.lepo-lepo dan sta. Tanea)	348,75 m ²
Jumlah pos penakar hujan terbatas	Jumlah DAS kecil (<500 m ²)

Sumber : Balai Wilayah Sungai IV Sulawesi Tenggara, 2022

Berdasarkan hasil pertimbangan dua faktor pada tabel 4.2. Maka metode yang di gunakan adalah metode rata-rata aljabar.

Analisis Metode Rata–RataAljabar

Untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah pengukuran yang dilakukan, maka curah hujan maksimum tiap bulan pada masing-masing stasiun di jumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Dengan Persamaan rumus yang di gunakan sebagai berikut:

Diketahui :

$$R = \frac{R1+R2+R3....+Rn}{n} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$R = \frac{27,0 +18,0}{2}$$

$$= 22,5 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan maksimum rata-rata aljabar selanjutnya bisa di lihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Analisis Curah Hujan Kawasan Dengan Rata-Rata Aljabar
Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Aljabar

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Xi
2016	22,5	38,0	45,75	42,5	27,75	37,0	30,0	15,0	18,0	50,5	31,5	26,0	32,04
2017	46,5	32,5	36,0	60,75	41,0	57,5	61,0	29,75	24,75	19,5	24,5	33,5	38,90
2018	49,5	49,25	46,5	37,0	48,75	54,25	48,75	15,75	24,5	0,0	15,75	18,25	34,02
2019	40,0	41,0	35,0	50,5	40,5	63,5	29,5	4,8	12,8	13,5	14,8	34,5	31,69
2020	47,75	46,5	63,5	49,25	28,0	53,75	38,0	41,75	38,0	20,5	50,75	22,25	41,67
R													35,66

Sumber: hasil perhitungan 2022

Analisis Jenis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Untuk menentukan jenis distribusi frekuensi curah hujan yang akan digunakan dalam mengolah data curah hujan rencana, maka dilakukan perhitungan Dispersi yaitu menghitung standar Deviasi, koefisien Variasi, koefisien Skewness, dan koefisien Kurtosis.

Sebelum menghitung dispersi maka terlebih dahulu dilakukan uji dispersi seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. Uji Dispersi

Tahun	Xi	X	Xi-X	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3	(Xi-X)^4
2016	32,04	35,66	-3,6	13,1	-47,5	171,9
2017	38,90	35,66	3,2	10,5	33,8	109,3
2018	34,02	35,66	-1,6	2,70	-4,42	7,236
2019	31,69	35,66	-4,0	15,8	-62,8	249,7
2020	41,67	35,66	6,0	36,1	216,5	1299,6
Jumlah	178,31		0,0	78,1	135,6	1837,7
Xrata-rata	35,66					

Sumber: hasil perhitungan 2022

Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Menentukan besarnya debit banjir rencana pada kala ulang tahun. Berdasarkan luas DAS waduk = 348,75 m² adalah DAS kecil maka metode yang di gunakan adalah metode rasional. Dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (4.20)$$

Diketahui :

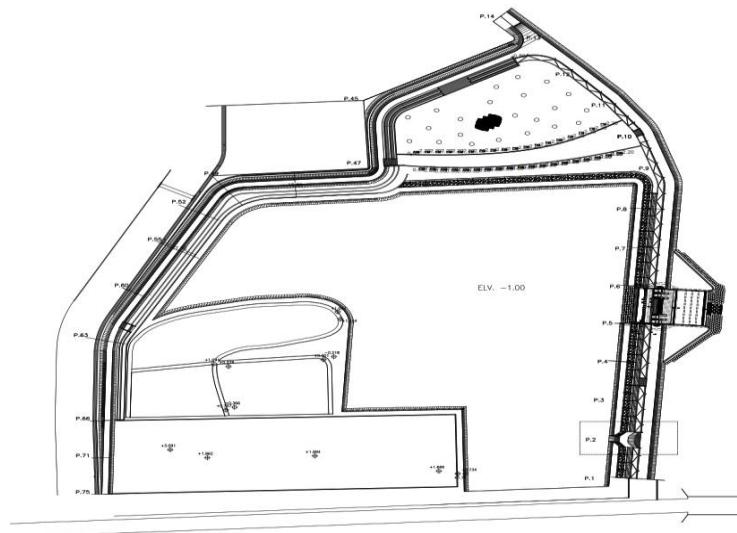
- Kala ulang 2 tahun
 $Q = 0,278 \times 1,08 \times 0,029 \times 348,75 = 3,01 \text{ m}^3/\text{det}$
- Kala ulang 5 tahun
 $Q = 0,278 \times 1,08 \times 1,727 \times 348,75 = 181 \text{ m}^3/\text{det}$
- Kala ulang 10 tahun
 $Q = 0,278 \times 1,08 \times 6,970 \times 348,75 = 730 \text{ m}^3/\text{det}$
- Kala ulang 25 tahun
 $Q = 0,278 \times 1,08 \times 25,14 \times 348,75 = 2.632 \text{ m}^3/\text{det}$
- Kala ulang 50 tahun
 $Q = 0,278 \times 1,08 \times 51,24 \times 348,75 = 5.366 \text{ m}^3/\text{det}$
- Kala ulang 100 tahun
 $Q = 0,278 \times 1,08 \times 92,32 \times 348,75 = 9.670 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 5. Hasil analisis debit banjir metode rasional

Periode ulang	C	I	A	Q (m ³ /det)
2	1,08	0,029	348,75	3,01
5	1,08	1,727	348,75	181
10	1,08	6,970	348,75	730
25	1,08	25,14	348,75	2.632
50	1,08	51,24	348,75	5.366
100	1,08	92,32	348,75	9.670

Sumber : Perhitungan, 2022

Kapasitas Waduk



Gambar 1. Waduk hulu

Sumber : BWS IV Sulawesi, 2022

Hitung Volume Tampung Waduk



Gambar 2. Potongan memanjang waduk

Sumber : Balai wilayah sungai VI, 2022

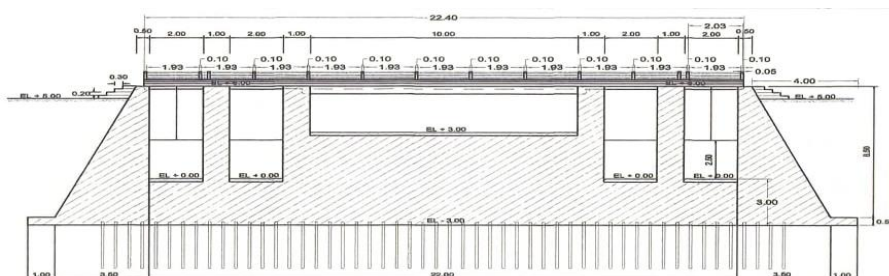
Volume atau kapasitas adalah perhitungan seberapa banyak ruang yang dapat di tempati suatu objek. Ada banyak cara untuk menghitung sebuah volume dan salah satu cara menghitung volume yaitu dengan menggunakan rumus ($\pi \cdot r^2 \cdot t$).

dimana :

π = pi yang nilainya 22/7 atau 3,14.

r = jari-jari atau setengah dari diameter panjang

t = tinggi



Gambar 1. Potongan melintang waduk

Sumber : Balai wilayah sungai VI

Keterangan :

Panjang penampang = 200 meter

Jari-jari = 100 meter

Tinggi penampang melintang = 8.5 meter

Diketahui :

$$\begin{aligned}V &= 22/7 \times 100^2 \times 8.5 \\ &= 22/7 \times 85.000 \\ &= 267.143 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan penampang waduk yang di hitung maka diketahui volume atau kapasitas waduk adalah 267.143 m³

SIMPULAN

1. Hasil debit banjir metode rasional dengan kala ulang 100 tahun = 9.670 m³/det.
2. Berdasarkan hasil perhitungan gambar penampang waduk maka diperoleh volume waduk = 267.142 m³. Maka dapat di simpulkan bahwa kapasitas waduk dapat menampung debit air hingga kala ulang 100 tahun.

Saran

Saran yang bisa penulis berikan untuk peneliti berikutnya yaitu, agar dapat menganalisis pengaruh sedimentasi terhadap volume waduk yang bisa menyebabkan kekurangan pada tampungan waduk. Dan untuk mencegah terjadinya banjir pada daerah sungai wanggu maka warga setempat dan pengunjung harus lebih memperhatikan kebersihan agar tidak membuang sampah sembarangan terutama pada sungai dan waduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Breusers H.N.C, 1981. Meyer-Peter and Muller International Course In Hydraulic Engineering, Belanda.
- Kodoatie, Robert J., dan Roestam Sjarief, 2006. Pengelolaan Sumber Bencana Terpadu Banjir, Longsor, Kekeringan dan Tsunami. Jakarta
- Lakitan, B. 2011. Dasar- Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta : Rajawali Pers.
- Mardjiko, P, 1987, Angkutan Sedimen, Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas gadjah Mada.
- Suripin. 2003. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Penerbit Andi. Semarang.
- Triatmodjo, B. 2010. Perencanaan Pelabuhan. Penerbit BETA OFFSET, Edisi Pertama, Yogyakarta.