

# ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI BIYONGA KECAMATAN LIMBOTO KABUPATEN GORONTALO

Satrio Bagus Utomo

Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [satriobagusutomo@gmail.com](mailto:satriobagusutomo@gmail.com)

## ABSTRAK

*Sungai Biyonga merupakan salah satu sungai di Kabupaten Gorontalo yang melewati Kelurahan Hunggaluwa, Kecamatan Limboto. Sungai ini sudah pernah meluap dan menyebabkan kerugian bagi warga sekitar. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan debit banjir dan elevasi tinggi muka air yang dapat terjadi.*

*Pada penelitian ini dilakukan perkiraan debit banjir rencana di Sungai Biyonga dengan analisis hidrologi untuk mengetahui besaran debit banjir rencana. Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode tertentu. Analisis menggunakan beberapa metode yaitu metode data debit tersedia ataupun tidak tersedia data debit. Sungai Biyonga memiliki data debit pengukuran sehingga tidak di perlukan analisis curah hujan. Data debit harian maksimum selama 12 tahun, yaitu dari tahun 2007 s/d 2018 berasal dari pos pengukuran debit Kayu Bulan. Dilakukan analisis frekuensi debit dengan kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Analisis Hidraulika untuk prediksi elevasi tinggi muka air menggunakan program HEC-RAS versi 5.07.*

*Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang Sungai Biyonga untuk Kala Ulang 5 Tahun (STA 0 + 145 m, STA 0 + 272 m, STA 0 + 395 m, STA 0 + 490 m), dan Kala Ulang 10 Tahun (STA 0 + 145 m, STA 0 + 272 m) masih dapat menampung debit banjir sedangkan untuk Kala Ulang 10 Tahun (STA 0 + 395 m dan STA 0 + 490 m), Kala Ulang 25 Tahun, Kala Ulang 50 Tahun dan Kala Ulang 100 Tahun semua penampang sudah tidak dapat menampung debit banjir.*

**Kata kunci:** *Sungai Biyonga, Debit Banjir Rencana, Tinggi Muka Air, HEC-RAS*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

DAS Biyonga terletak di Kecamatan Limboto, Kabupaten Gorontalo dan bermuara di Danau Limboto. Sungai Biyonga memiliki luas DAS sebesar 74,12 Km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama 27,52 Km. Alur Sungai Biyonga melewati beberapa kelurahan yang berada pada wilayah Kecamatan Limboto antara lain Kelurahan Biyonga, Kelurahan Kayu Merah, Kelurahan Kayu Bulan, dan Kelurahan Hunggaluwa Bawah. Sungai Biyonga sering kali meluap disebabkan oleh volume debit yang besar, sehingga tidak dapat menampung kelebihan air.

Menurut informasi dari masyarakat sekitar dan didukung media berita, terjadi banjir di Sungai Biyonga pada 4 Desember 2018 akibat volume debit yang meningkat melebihi kapasitas tampung sungai. Meluapnya air di Sungai Biyonga menyebabkan kerugian antara lain berupa kerusakan dan terendamnya rumah penduduk, infrastruktur pemerintahan serta sarana dan

prasarana umum lainnya (sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, jalan, pasar, pertokoan dan lain sebagainya). Berdasarkan masalah yang terjadi di atas dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis debit banjir untuk memprediksi potensi berapa besaran debit banjir yang akan terjadi, jika terjadi hujan pada periode ulang tertentu.

### Rumusan Masalah

Terjadi luapan dari Sungai Biyonga sehingga menimbulkan genangan banjir di daerah pemukiman masyarakat.

### Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Lokasi yang akan diteliti adalah DAS Sungai Biyonga dengan titik tinjau 125 meter arah hilir Jembatan Biyonga.
2. Data debit yang akan digunakan adalah data debit maksimum sesaat tahunan.
3. Analisis hidraulika menggunakan program HEC-RAS untuk mendapatkan elevasi tinggi muka air banjir
4. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25,

- 50, dan 100 tahun
5. Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 490 meter mengarah dari titik kontrol ke hilir Sungai Biyonga

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan besaran debit banjir dan elevasi tinggi muka air Sungai Biyonga untuk berbagai kala ulang.

### **Manfaat Penelitian**

Dengan adanya studi ini diharapkan dapat bermanfaat dalam penanggulangan masalah banjir di lokasi penelitian.

## **LANDASAN TEORI**

### **Daur Hidrologi**

Hidrologi sendiri adalah ilmu yang mempelajari peredaran air di atmosfer, di permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi baik dalam bentuk uap air maupun dalam bentuk cair. Peredaran air tersebut mengikuti suatu siklus yang disebut sebagai siklus hidrologi.

Menurut Wilson E. M (1993), siklus hidrologi berawal dari air laut menguap akibat radiasi matahari dan awan uap bergerak di atas tanah. Presipitasi terjadi sebagai salju, hujan batu es, dan hujan di atas tanah dan air mulai mengalir ke hilir menuju laut. Salju dan es di atas permukaan tanah merupakan air dalam simpanan sementara.

Hujan yang jatuh di atas permukaan tanah dapat terintersepsi oleh tumbuhan dan menguap kembali ke atmosfer. Sebagian presipitasi tersebut merembes (infiltrasi) ke dalam tanah dan bergerak dibawah tanah atau disebut juga perkolasi ke dalam zona tanah jenuh di bawah bidang batas air jenuh (*water-table*), atau permukaan freatik. Air dalam zona ini mengalir perlahan-lahan melalui akuifer-akuifer masuk ke sungai dan kadang-kadang langsung ke laut. Air yang merembes juga sebagian mengalir ke dalam tumbuhan dan menjadi transpirasi melalui permukaan dan tumbuh-tumbuhan.

Air yang tertinggal di permukaan tanah sebagian menguap menjadi embun, tapi sebagian besar dari air ini bergabung menjadi aliran dan mengalir sebagai air limpasan permukaan menuju alur sungai. Permukaan air sungai dan danau juga menguap, jadi

masih banyak pula air yang berkurang disini. Akhirnya air yang tertinggal yang tidak merembes atau menguap akan kembali ke laut melalui alur sungai. Air tanah (*ground water*) umumnya bergerak sangat pelan, bersatu dengan air sungai atau kembali ke laut dan meresap ke dalam laut, dan siklus hidrologi berlangsung kembali berulang-ulang.

### **Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Menurut Sri Harto (2003), Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasar pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian.

Untuk menentukan batas DAS sangat diperlukan peta topografi. Peta topografi adalah peta yang memuat semua keterangan tentang suatu wilayah tertentu, baik jalan, kota, desa, sungai, jenis tumbuh-tumbuhan, tata guna lahan lengkap dengan garis-garis kontur.

### **Analisis Curah Hujan**

Untuk mendapatkan perkiraan besar banjir yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui pula. Yang diperlukan adalah besaran kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS. Jadi tidak hanya besaran hujan yang terjadi di suatu stasiun pengukuran hujan, melainkan data kedalaman hujan dari beberapa stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS.

Curah hujan rata-rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran dapat dihitung dengan metode Poligon *Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili.

### **Analisis Frekuensi**

Dalam sistem hidrologi, ada waktu-waktu terjadinya kejadian ekstrim seperti hujan badai, banjir, dan kekeringan. Besarnya kejadian ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya. Bencana yang sangat parah cenderung jarang terjadi dibandingkan dengan bencana yang tidak terlalu parah. Menurut Triatmodjo (2008), analisis frekuensi

bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas

### Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata-rata hitung (*mean*), simpangan baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (koefisien *skewness*) dan koefisien kurtosis.

### Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya.

Salah satu tujuan dalam analisis distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*).

Menurut Bambang Triatmodjo (2008), periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu ( $x_T$ ) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu.

### Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan. Secara teoritis, langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan yaitu  $C_s$ ,  $C_v$ , dan  $C_k$ .

### Hujan Efektif

*The Soil Conservation Service* (SCS, 1972, dalam Chow 1988) telah mengembangkan metode untuk menghitung hujan efektif dari hujan deras, dalam bentuk hujan rencana tersebut diubah menjadi debit rencana dengan menggunakan macam-macam metode yang ada antara lain:

- a. Metode hidrograf satuan sintesis,
- b. Metode Rasional.

### Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Sumarauw Jeffry (2017) mengungkapkan bahwa debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode

antara lain:

#### 1. Data Debit Tersedia

Metode Analisis Frekuensi dari data debit tersedia, analisisnya dapat menggunakan fungsi distribusi yang paling sesuai seperti Normal, Log Normal, Gumbel atau Log Pearson III.

#### 2. Tidak Tersedia Data Debit

Jika data debit tidak tersedia, maka analisis dilakukan dengan menghitung hujan rencana terlebih dahulu dengan memasukan data curah hujan minimal 10, setelah didapat hujan rencana, hasil hujan rencana tersebut diubah menjadi debit rencana dengan menggunakan macam-macam metode yang ada antara lain:

### Hidrograf

Hidrograf adalah penyajian antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Teori klasik hidrograf satuan (*unit hydrograph*) pertama kali diperkenalkan oleh L.K. Sherman (1932). Ada beberapa macam hidrograf yang menunjukkan tanggapan menyeluruh DAS terhadap masukan tertentu. Sesuai dengan sifat dan perilaku DAS yang bersangkutan, hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya.

1. Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), yaitu hubungan antara perubahan tinggi muka air dengan waktu.
2. Hidrograf debit (*discharge hydrograph*), yaitu hubungan antara debit dengan waktu. Hidrograf debit ini sering disebut sebagai hidrograf.
3. Hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*), yaitu hubungan antara kandungan sedimen dengan waktu.

Hidrograf terdiri dari tiga bagian yaitu sisi naik (*rising limb*), puncak (*crest*), dan sisi turun (*recession limb*). Bentuk hidrograf dapat ditandai dengan 3 sifat pokoknya yaitu waktu puncak (*time of rise*), debit puncak (*peak discharge*), dan waktu dasar (*base time*).

### Analisis Hidraulika

Aliran dikatakan langgeng (*steady*) jika kecepatan tidak berubah selama selang waktu tertentu. Aliran alami umumnya bersifat tidak tetap, ini disebabkan karena bentuk geometris hidroliknya saluran, sungai-sungai di lapangan tidak teratur, adanya tanaman pada tebing saluran, adanya bangunan air, perubahan dasar saluran, dan lainnya. Komponen pada model ini digunakan untuk menghitung profil muka

air pada kondisi aliran langgeng (*steady*). Komponen pada *steady flow* dapat memodelkan profil muka air pada kondisi aliran subkritis, superkritis dan sistem gabungan.

### METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Pelaksanaan Penelitian:

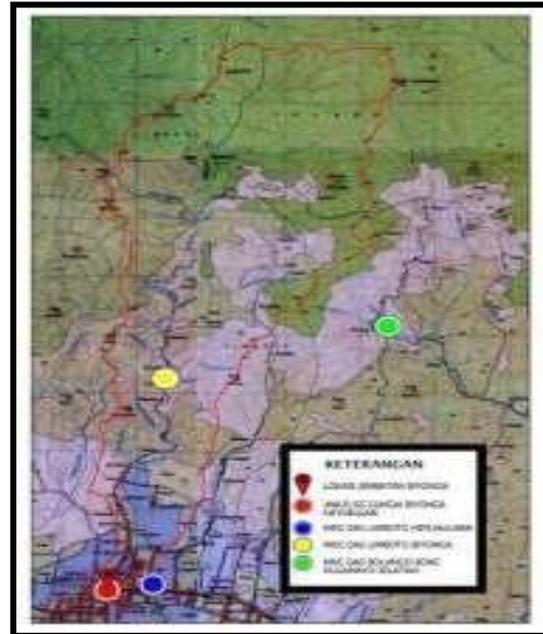


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Daerah Aliran Sungai

Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program komputer *Google Earth* dengan menggunakan data yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-II. Sehingga diperoleh luas DAS Biyonga sebesar 67.13090311 km<sup>2</sup>.



Gambar 2. Gambar DAS Biyonga  
Sumber: *Google Earth*, Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi II

#### Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir menggunakan data debit terukur yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai II dengan periode pencatat tahun 2007 sampai dengan tahun 2018. Pos debit itu ialah Pos Debit Biyonga Kayubulan. Sehingga tidak perlu melewati perhitungan curah hujan dan analisis program HEC-HMS, maka data debit tersebut dihitung dengan menggunakan analisis frekuensi debit berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi.

Berikut merupakan data debit tahunan maksimum dari tahun 2007 sampai 2018.

Tabel 1. Data Debit Tahunan Maksimum

No	Tahun	Pos Debit Biyonga Kayubulan (m <sup>3</sup> /det)
1	2007	53,71
2	2008	61,07
3	2009	12,74
4	2010	24,15
5	2011	9,61
6	2012	11,46
7	2013	102,79
8	2014	14,21
9	2015	6,79
10	2016	78,58
11	2017	32,16
12	2018	21,01

**Analisis Frekuensi Debit**

Analisis frekuensi debit dilakukan untuk menentukan besarnya debit yang terjadi pada periode ulang tertentu. Analisis frekuensi debit meliputi penentuan tipe distribusi debit, kemudian perhitungan besarnya debit berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi.

**Penentuan Tipe Distribusi Debit**

Penentuan sebaran data mengacu pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$Cs = 0$	1,141900474	Tidak Memenuhi
	$Ck = 3$	3,986215635	Tidak Memenuhi
Log Normal	$Cs = Cv^2 + 3 \cdot Cv$ $= 3,30270134$	1,141900474	Tidak Memenuhi
	$Ck = Cv^2 + 6Cv^4 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ $= 27,8013486$	3,986215635	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs = 1,14$	1,141900474	Tidak Memenuhi
	$Ck = 5,40$	3,986215635	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Jenis sebaran debit bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata-rata hitung atau *mean* ( $\bar{X}$ ), simpangan baku (*S*) koefisien kemencengan (*Cs*), koefisien variasi (*Cv*) dan koefisien kurtosis (*Ck*).

**Debit Rencana**

Analisis debit rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Hasil perhitungan debit rencana dipelihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit Banjir Rencana

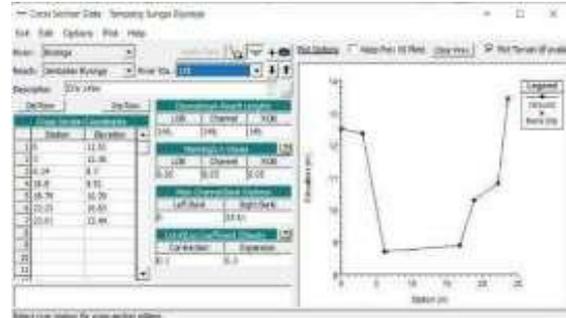
Kala Ulang (TR)	Log $X_{TR}$	$X_{TR}$
5 Tahun	1,684270103	48,3359 m <sup>3</sup> /det
10 Tahun	1,917510815	82,7010 m <sup>3</sup> /det
25 Tahun	2,202440324	159,3823 m <sup>3</sup> /det
50 Tahun	2,418846064	262,3288 m <sup>3</sup> /det
100 Tahun	2,613476492	410,6544 m <sup>3</sup> /det

Sumber: Hasil Olahan

**Analisis Tinggi Muka Air**

Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan

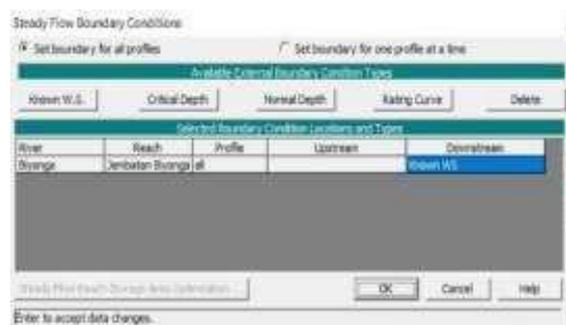
data masukan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien *n Manning*, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*Steady Flow*). Data penampang sungai Biyonga diambil sepanjang 490 meter, yaitu 125 m ke arah hilir Jembatan Biyonga.



Gambar 3. Data Penampang Melintang STA 0 + 145 m



Gambar 4. Pengisian Data Debit

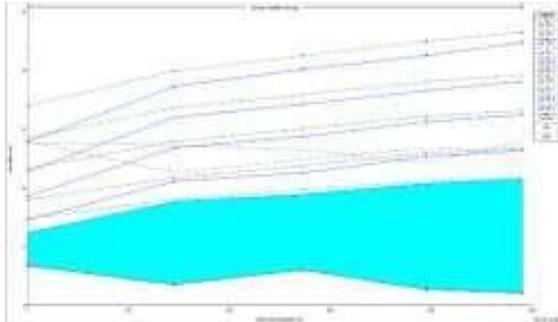


Gambar 5. Pengisian Reach Boundary Conditions

**Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer HEC-RAS**

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang Sungai Biyonga STA 0 + 145 tidak dapat menampung debit kala ulang 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun. STA 0 + 272 tidak dapat menampung debit kala ulang 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun. STA 0 + 395 tidak dapat menampung debit kala ulang 10 tahun, 25

tahun, 50 tahun, 100 tahun. STA 0 + 490 tidak dapat menampung debit kala ulang 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun.



Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Biyonga

48,335 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 10 tahun = 82,701 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 25 tahun = 159,382 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 50 tahun = 262,328 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 100 tahun = 410,654 m<sup>3</sup>/det. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang Sungai Biyonga untuk Kala Ulang 5 Tahun (STA 0 + 145 m, STA 0 + 272 m, STA 0 + 395 m, STA 0 + 490 m), dan Kala Ulang 10 Tahun (STA 0 + 145 m, STA 0 + 272 m) masih dapat menampung debit banjir sedangkan untuk Kala Ulang 10 Tahun (STA 0 + 395 m dan STA 0 + 490 m), Kala Ulang 25 Tahun, Kala Ulang 50 Tahun dan Kala Ulang 100 Tahun semua penampang sudah tidak dapat menampung debit banjir. Hal ini disebabkan karena tinggi muka air banjir melebihi tinggi tebing sungai.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun =

### Saran

Alternatif solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan banjir yang terjadi adalah perlu adanya pembangunan tanggul dengan tinggi yang sesuai untuk menanggulangi banjir pada sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. *Data Debit Harian Sungai Biyonga*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Manado.
- \_\_\_\_\_. 2016. *HEC-RAS 5.0 Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- \_\_\_\_\_. 2016. *HEC-RAS 5.0.7 Users Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- Sri Harto Br., 2003. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sumarauw, Jeffry. 2017. *Analisis Frekwensi Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo. Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Wilson, E.M., 1993. *Hidrologi Teknik*. Penerbit ITB, Bandung.