

# ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG TERHADAP BERBAGAI KALA ULANG BANJIR DI SUNGAI LOBONG, KECAMATAN TUTUYAN KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW TIMUR

Gravenno Sahusilawane

Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [gravenno1997@gmail.com](mailto:gravenno1997@gmail.com)

## ABSTRAK

*Sungai Lobong di Bolaang Mongondow Timur pernah meluap dan membanjiri beberapa daerah yang dilewatinya yang mengakibatkan kerugian bagi warga yang tinggal disekitar sungai maupun pengguna jalan raya. Untuk mengantisipasi banjir yang akan terjadi, dibutuhkan studi mengenai kapasitas penampang sungai Lobong.*

*Analisis dilakukan dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2010 s/d 2018 berasal dari pos hujan Buyat-Buyat. Data tahun 2009 diambil dari pos hujan terdekat yaitu Nuangan-Lanut. Setelah didapat besaran hujan, dilakukan pemodelan hujan aliran, simulasi debit banjir, debit puncak, serta simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur dilakukan dengan program komputer HEC-HMS*

*Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang sungai Lobong yang ditinjau, sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.*

**Kata kunci:** Kapasitas Penampang, Sungai Lobong, Kala ulang, Tinggi Muka Air, HEC-HMS.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sungai Lobong terletak di desa Kayumoyondi, kecamatan Tutuyan, kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Hulu sungai tersebut berada di Gunung Tapaibeken. Pada setiap musim penghujan, sungai ini meluap dan telah merendam pemukiman warga sekitar bantaran sungai dan pengguna jalan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan analisis kapasitas penampang sungai Lobong terhadap berbagai kala ulang banjir, dengan demikian dapat direncanakan penanggulangan banjir di bantaran sungai Lobong.

### Rumusan Masalah

Sungai Lobong sering mengalami banjir namun belum memiliki data kapasitas tampung penampang sungai, sebagai acuan untuk melakukan pengendalian banjir.

### Batasan Penelitian

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

1. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
2. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
3. Analisis dihitung dengan bantuan program komputer yaitu: *Hydrologic Engineering Center-The Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* untuk analisis hidrologi dan *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)* untuk analisis hidraulika.
4. Penampang melintang sungai yang ditinjau adalah sepanjang 200 meter menuju hulu dari titik awal pengukuran yaitu di sekitar jembatan Lobong di desa Kayumoyondi yang terbagi atas 8 segmen.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas tampung penampang sungai Lobong terhadap berbagai kala ulang banjir di sekitaran jembatan Lobong.

### Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan yaitu menjadi bahan informasi untuk instansi terkait yang berwenang dalam

melakukan penanggulangan masalah banjir di sungai Lobong.

## LANDASAN TEORI

### Daur Hidrologi

Daur hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Susunan secara siklis peristiwa tersebut tidaklah sederhana:

1. Daur tersebut dapat berupa daur pendek, yaitu hujan yang jatuh di laut, danau atau sungai yang segera dapat mengalir kembali ke laut.
2. Tidak adanya keseragaman waktu yang diperlukan oleh suatu daur. Pada musim kemarau kelihatannya daur berhenti sedangkan di musim hujan daur berjalan kembali.
3. Intensitas dan frekuensi daur tergantung pada keadaan geografis dan iklim, yang mana hal ini merupakan akibat adanya matahari yang berubah-ubah letaknya terhadap meridian bumi sepanjang tahun (sebenarnya yang berubah-ubah letaknya adalah planet bumi terhadap matahari).
4. Berbagai bagian daur dapat menjadi sungai kompleks, sehingga kita hanya dapat mengamati bagian akhirnya saja dari suatu hujan yang jatuh di atas permukaan tanah dan kemudian mencari jalannya untuk kembali ke laut.

### Daerah Aliran Sungai (DAS)

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. Memperhatikan keperluan untuk berbagai kepentingan analisis berikutnya, dan dipertimbangkan pula segi kepraktisan pemakaian, maka peta dengan skala 1:50.000

dipandang mencukupi. Dari peta yang dimiliki, ditetapkan titik–titik tertinggi di sekeliling sungai utama (*main stream*) yang dimaksudkan, masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS di titik kontrol tertentu.

### 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 *Polygon Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili.

Curah hujan rata–rata dengan cara *Polygon Thiessen* dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan:

- $\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata.
- $R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik–titik pengamatan.
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengamatan.

### Analisis Frekuensi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi seperti : curah hujan, temperatur, penguapan, debit sungai dan lain sebagainya yang akan selalu berubah menurut waktu. Komponen data hidrologi dapat disusun dalam bentuk daftar atau tabel.

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. Tujuan Analisis frekuensi adalah untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang

kejadian tersebut dengan menggunakan 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.

**1. Rata-rata Hitung (*Mean*)**

Rata-rata hitung merupakan nilai rata-rata dari sekumpulan data:

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

dengan:

- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata.
- $X_i$  = Nilai varian.
- $n$  = Jumlah data.

**2. Simpangan Baku (Standar Deviasi)**

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai S akan besar, tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka S akan kecil.

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

dengan :

- S = Standar deviasi.
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata.
- $X_i$  = Nilai varian.
- $n$  = Jumlah data.

**3. Koefisien Variasi**

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata – rata hitung dari suatu distribusi.

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (4)$$

dengan :

- $C_v$  = Koefisien variasi.
- S = Standar deviasi.
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata.

**4. Koefisien *Skewness* (Kemencengan)**

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetris atau menceng.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (5)$$

dengan:

- $C_s$  = Koefisien *Skewness*,
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata.
- $X_i$  = Nilai varian.
- $n$  = Jumlah data.
- S = Standar deviasi.

**5. Koefisien Kurtosis**

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi.

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (6)$$

dengan :

- $C_k$  = Koefisien kurtosis.
- $X_i$  = Nilai variasi.
- S = Standar deviasi.
- $n$  = Jumlah data.
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata.

**Distribusi Probabilitas**

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya. Peluang kumulatif dari sebuah varian adalah peluang dari suatu variabel acak yang mempunyai nilai sama atau kurang dari suatu nilai tertentu.

Salah satu tujuan dalam analisa distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*). Menurut Triatmodjo (2009), Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu ( $xT$ ) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu.

Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penulisan ini adalah:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, misal dalam analisis frekuensi hujan, analisis statistik dari distribusi rata-rata curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan dan sebagainya. Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss

2. Distribusi Log-Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu yang mengubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X.

3. Distribusi Gumbel  
Distribusi Gumbel atau disebut juga distribusi ekstrem tipe I (*extreme type I distribution*).
4. Distribusi Log Pearson III  
Bentuk distribusi log pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik.

**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  $C_k$ . Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut :

- 1) Distribusi Normal  
 $C_s \approx 0 ; C_k \approx 3$
- 2) Distribusi Log-Normal  
 $C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$   
 $C_k \approx C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
- 3) Distribusi Gumbel  
 $C_s \approx 1,14 ; C_k \approx 5,40$
- 4) Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Normal III.

**Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Data yang dibutuhkan untuk menentukan debit banjir rencana antara lain data curah hujan, luas *catchment area* dan data penutup lahan. Debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode.

Dalam penelitian ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir.

**HSS-SCS**

Hidrograf Tidak berdimensi SCS (*Soil Consevation Services*) adalah hidrograf satuan sintetis dimana debit dinyatakan sebagai nisbah debit  $q$  terhadap debit puncak  $q_p$  dan waktu dalam nisbah waktu  $t$  terhadap waktu naik dari hidrograf satuan  $T_p$ .

Jika debit puncak dan waktu keterlambatan dari suatu durasi hujan efektif (*Lag Time*)

diketahui, maka hidrograf satuan dapat diestimasi dari UH sintesis SCS.

$$\begin{aligned} \text{Lag Time } (t_p) &= 0,6 \times T_c \\ \text{Waktu Naik } (T_p) &= \frac{tr}{2} + t_p \\ \text{Time base } (t_b) &= 5 \times T_p \\ q_p &= \frac{CA}{T_p} \end{aligned}$$

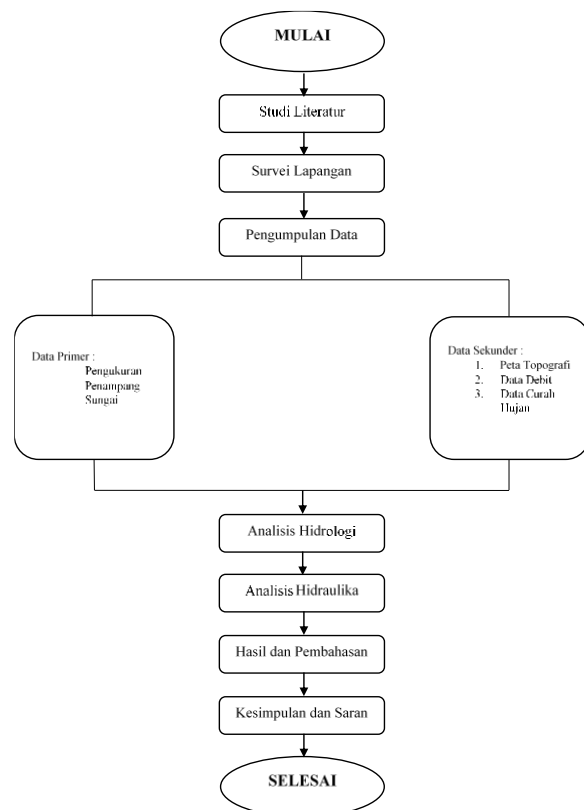
**Analisis Hidrolika**

Aliran dikatakan langgeng (*steady*) jika kecepatan tidak berubah selama selang waktu tertentu.

Aliran alami umumnya bersifat tidak tetap, hal 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

**ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Daerah Aliran Sungai**

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Lobong. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan menggunakan Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bolaang Mongondow Timur tahun 2013-2033. Sehingga diperoleh luas DAS Lobong sebesar 12,5 km<sup>2</sup>.



Gambar 2. Gambar DAS Lobong  
Sumber: Peta Rupa Bumi Kotabunan.

**Analisis Curah Hujan**

Analisis curah hujan di DAS Lobong dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2010 sampai dengan tahun 2018 dan untuk data curah hujan harian maksimum tahun 2009 menggunakan pos hujan terdekat yaitu pos hujan Nuangan-Lanut. Hal ini dikarenakan tidak adanya data curah hujan harian tahun 2009 pada pos hujan Buyat-Buyat. Pos hujan yang digunakan hanya 1 Pos Hujan MRG Buyat-Buyat. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2009 sampai 2018.

**Uji Data Outlier**

Data outlier adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Uji outlier dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Uji data outlier mempunyai 3 syarat, yaitu:

1. Jika  $Cs_{log} \geq 0,4$  maka: uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.

2. Jika  $Cs_{log} \leq -0,4$  maka: uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data.
3. Jika  $-0,4 < Cs_{log} < 0,4$  maka : uji outlier tinggi atau rendah, koreksi data. Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai-nilai parameter statistik, nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien kemencengan (*Skewness*) dari data yang ada dan data pengamatan diubah dalam nilai log.

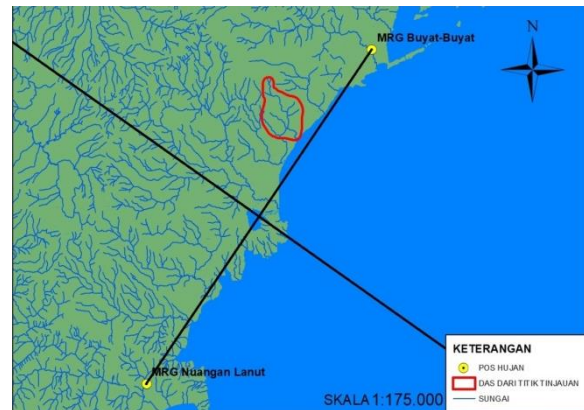
Untuk nilai  $Cs_{log}$  lebih dari 0,4:

$$Kn = (-0,62201) + ( 6,28446 n^{\frac{1}{4}}) - ( 2,49835n^{\frac{1}{2}}) + ( 0,491436 n^{\frac{3}{4}}) - (0,037911 n)$$

Untuk nilai  $Cs_{log}$  kurang dari -0,4:

$$Kn = (-3,62201) + ( 6,28446 n^{\frac{1}{4}}) - ( 2,49835n^{\frac{1}{2}}) + ( 0,491436 n^{\frac{3}{4}}) - (0,037911 n)$$

Kemudian dilakukan uji outlier pada data curah hujan MRG Buyat-Buyat. Hasil uji outlier mendapatkan bahwa data-data curah hujan tersebut tidak menyimpang.



Gambar 3. Gambar Polygon Thiessen  
Sumber: Global Mapper, Data GIS BWSS-I

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

No.	TAHUN	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2009	75
2	2010	103,8
3	2011	93,6
4	2012	76,9
5	2013	110,2
6	2014	89,7
7	2015	111,9
8	2016	84,7
9	2017	86
10	2018	97,2

Sumber : BWSS-I

**Penentuan Tipe Distribusi Hujan**

Jenis sebaran hujan 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).

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	Cs = 0	0,1723	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	2,9262	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3 . Cv = 0,4195	0,1723	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3 = 3,3145	2,9262	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1.14	0,1723	Tidak Memenuhi
	Ck = 5.40	2,9262	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

**Analisis Curah Hujan Rencana**

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter Statistik Log Pearson-III

Ranking	R=X	Log X (Y)	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>3</sup>
1	75	1,875061	-0,08917	0,007951296	-0,000709017
2	76,9	1,885926	-0,0783	0,006131668	-0,00048014
3	84,7	1,927883	-0,03635	0,001321169	-4,80217E-05
4	86	1,934498	-0,02973	0,000884043	-2,62851E-05
5	89,7	1,952792	-0,01144	0,000130848	-1,49675E-06
6	93,6	1,971276	0,007045	4,96256E-05	3,4959E-07
7	97,2	1,987666	0,023435	0,000549197	1,28704E-05
8	103,8	2,016197	0,051966	0,00270047	0,000140333
9	110,2	2,042182	0,07795	0,006076248	0,000473645
10	111,9	2,04883	0,084599	0,007156954	0,00060547
$\Sigma$		19,64231	-1,6E-15	0,032951518	-3,22935E-05

Rata-rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 19,64231 = 1,964231$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,032951518}{10-1}} = 0,060509$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3 = \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,060509^3} \times$$

$$-3,22935E - 05$$

$$= -0,020245705 \text{ (Kemencengan Negatif)}$$

Faktor frekuensi K untuk tiap kala ulang terdapat pada tabel nilai  $K_T$  untuk kemencengan negatif yang ditentukan dengan menggunakan nilai  $C_{S_{\log X}}$  dan kala ulang dalam tahun.

Nilai K untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

- 5 Tahun : 0,84280983
- 10 Tahun : 1,27957051
- 25 Tahun : 1,743914
- 50 Tahun : 2,043067
- 100 Tahun : 2,31101817

Tabel 4. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (TR)	Log $X_{TR}$	$X_{TR}$
5 Tahun	2,0152285	103,6 mm
10 Tahun	2,041	110,1 mm
25 Tahun	2,069	117,4 mm
50 Tahun	2,087	122,4 mm
100 Tahun	2,104	127,1 mm

**Pola Distribusi Hujan Jam-jaman**

Distribusi hujan jam-jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan dari daerah sekitar yaitu pola hujan daerah Bolaang Mongondow.

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana Kala Ulang 5 Tahun

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
% distribusi hujan	33	28	15	9	6	5	2	2
P (mm)	34,18	28,9	15,54	9,32	6,25	5,2	2,1	2,1

Tabel 6. Distribusi Hujan Rencana Kala Ulang 10 Tahun

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
% distribusi hujan	33	28	15	9	6	5	2	2
P (mm)	36,32	30,82	16,51	9,91	6,60	5,50	2,20	2,20

Tabel 7. Distribusi Hujan Rencana Kala Ulang 25 Tahun

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
% distribusi hujan	33	28	15	9	6	5	2	2
P (mm)	38,75	32,88	17,61	10,57	7,04	5,87	2,35	2,35

Tabel 8. Distribusi Hujan Rencana Kala Ulang 50 Tahun

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
% distribusi hujan	33	28	15	9	6	5	2	2
P (mm)	40,4	34,3	18,4	11,02	7,34	6,12	2,45	2,45

Tabel 9. Distribusi Hujan Rencana Kala Ulang 100 Tahun

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
% distribusi hujan	33	28	15	9	6	5	2	2
P (mm)	41,94	35,58	19,06	11,44	7,62	6,35	2,54	2,54

**Perhitungan Nilai SCS Curve Number**

Tabel 10. Perhitungan nilai CN DAS Lobong

Jenis Penutup Lahan	Luas (km2)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan (penutupan jelek)	3,9295178	31,4361424	66	20,747854
Tanah yang diolah dan ditanami (dengan konservasi)	7,4247736	59,3981888	81	48,1125329
Ladang (tanpa konservasi)	0,4640468	3,7123744	71	2,63578582
Pemukiman (30% kedap air)	0,6816618	5,4532944	72	3,926372
Total	12,5	100		75,422545

Nilai CN rata-rata untuk DAS Lobong adalah 75,422545.

**Analisis Debit Banjir Rencana**

Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS akan menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan *SCS Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*.

Pertama, akan dihitung asumsi *lag time* awal dari DAS Lobong dengan data parameter DAS sebagai berikut:

L = 8,28231 km.  
 s = 0,10257 m/m.  
 n = 0,076

Perhitungan dilakukan dengan persamaan berikut:

$$T_c = \frac{0,606(L.n)^{0,467}}{s^{0,234}}$$

$$= 0,831784 \text{ jam}$$

$$T_l = 0,6 \cdot T_c$$

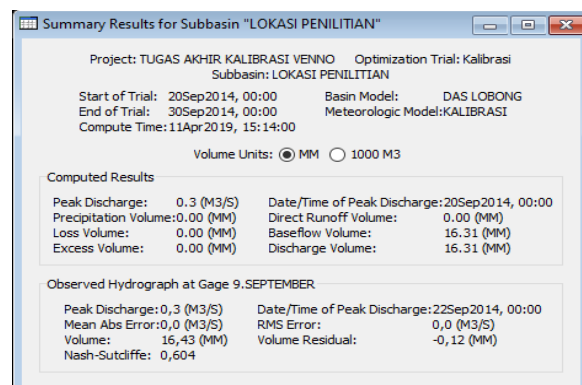
$$= 0,499070 \text{ jam}$$

**Kalibrasi Parameter HSS SCS**

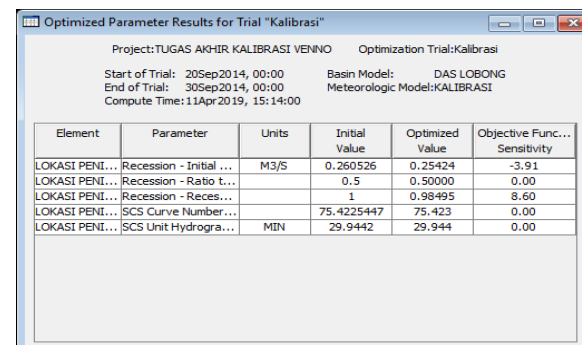
Kalibrasi merupakan suatu proses dimana nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Kalibrasi Parameter HSS SCS perlu dilakukan untuk mencari nilai parameter HSS SCS teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi HEC-HMS dengan data debit terukur.

Kalibrasi dilakukan pada DAS lokasi penelitian dengan data debit terukur dilapangan.

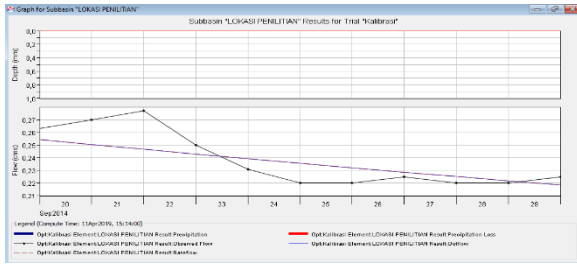
Data hujan dan data debit dimasukkan ke komponen Time-Series Data. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data tahun 2014, dengan waktu mulai pada 20 September 2014 dan waktu selesai 30 September 2014. Data debit yang digunakan adalah data debit perbandingan sungai Noongan dengan menggunakan metode analisis regional.



Gambar 4. Rangkuman Hasil Kalibrasi



Gambar 5. Parameter Teroptimasi Hasil Kalibrasi DAS Lobong



Gambar 6. Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

Tabel 11. Kriteria Nilai Nash Sutcliffe Efficiency

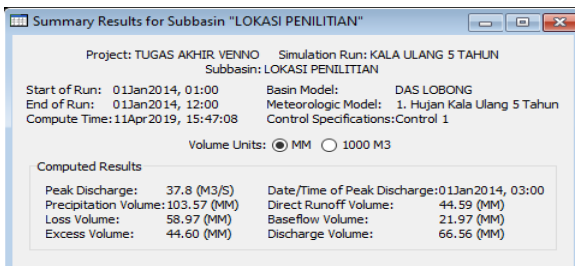
$NSE > 0,75$	Baik
$0,36 < NSE < 0,75$	Memenuhi
$NSE < 0,36$	Tidak Memenuhi

Sumber : Motovilov et al (1999)

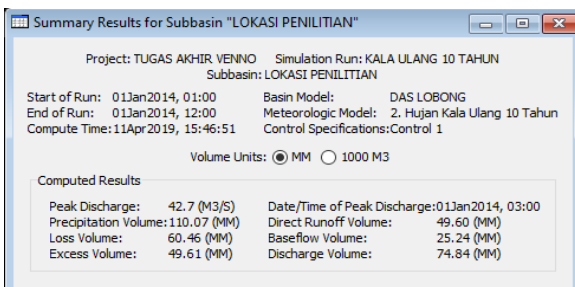
### Simulasi Debit Banjir dengan HEC-HMS

Setelah kalibrasi, semua parameter terkali- brasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir.

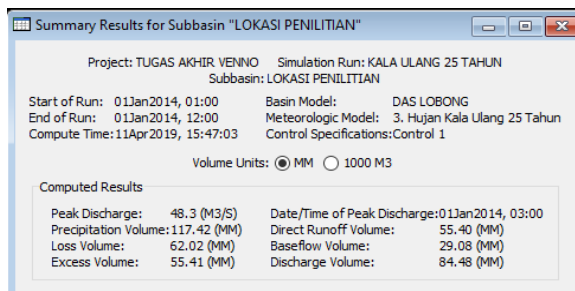
Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi dengan HEC-HMS sebagai berikut:



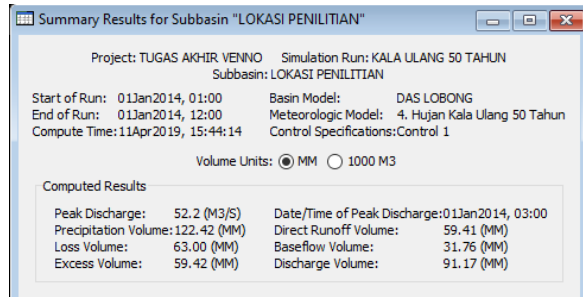
Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



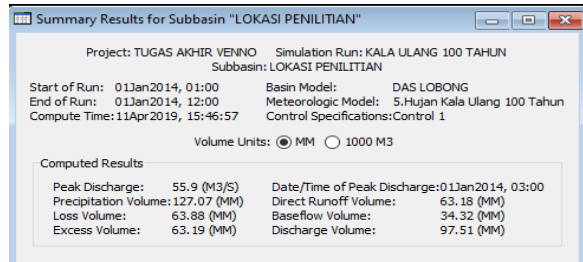
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



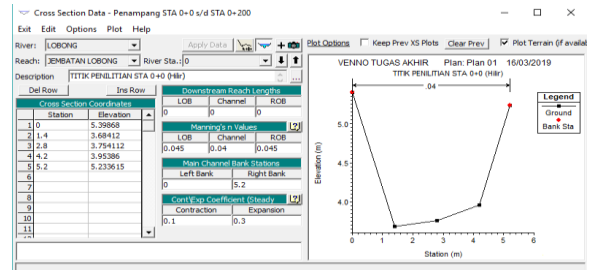
Gambar 10. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



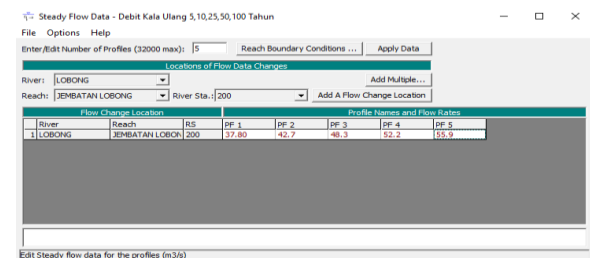
Gambar 11. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

### Analisis Tinggi Muka Air

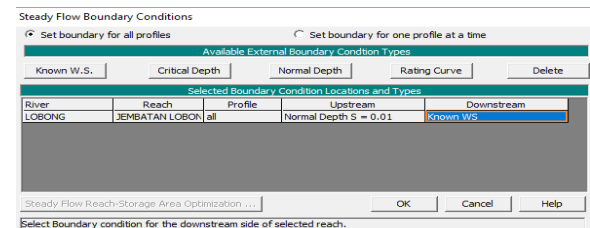
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien  $n$  Manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*Steady Flow*).



Gambar 12. Memasukkan Data Penampang Sungai



Gambar 13. Pengisian Data Debit

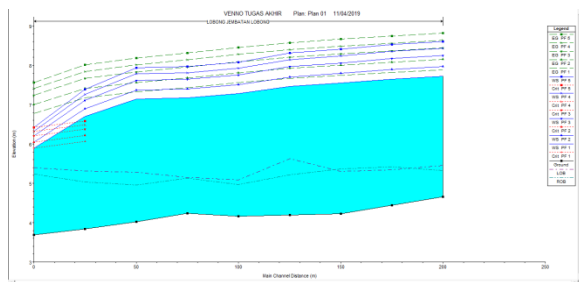


Gambar 14. Pengisian Reach Boundary Conditions



### Simulasi Tinggi Muka Air dengan HEC-RAS

Hasil simulasi tinggi muka air menunjukkan penampang STA 0 + 0, STA 0 + 25, STA 0 + 50, STA 0 + 75, STA 0 + 100, STA 0 + 125, STA 0 + 150, STA 0 + 175, dan STA 0 + 200 dengan kala ulang 5 tahun, kala ulang 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun semua penampang sudah tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi.



Gambar 15. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Lobong

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, besar hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan

debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam DAS Lobong yaitu koefisien penutup lahan, kelambatan waktu di dalam DAS, dan koefisien  $n$  dalam perhitungan menggunakan HSS SCS.

Perhitungan curah hujan rencana dan untuk hasil perhitungan debit puncak tiap kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun dalam menggunakan program komputer HEC-HMS, debit yang didapat masing-masing mengalami kenaikan.

Hasil perhitungan menunjukkan penampang STA 0 + 0, STA 0 + 25, STA 0 + 50, STA 0 + 75, STA 0 + 100, STA 0 + 125, STA 0 + 150, STA 0 + 175, dan STA 0 + 200 dengan kala ulang 5 tahun, kala ulang 10 tahun, kala ulang 25 tahun, kala ulang 50 tahun, dan kala ulang 100 tahun sudah tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi.

### Saran

Perlu dibuatkan tanggul terutama di sepanjang penampang sungai yang diukur agar tidak terjadi luapan dan perlu dilakukan perawatan rutin pada sungai seperti pembersihan rumput.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. *Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bolaang Mongondow Timur tahun 2013-2033*.
- \_\_\_\_\_. *Peta Rupa Bumi Kotabunan*
- \_\_\_\_\_. 2000. *HEC-HMS Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- \_\_\_\_\_. 2016. *HEC-RAS 5.0 Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- \_\_\_\_\_. 2016. *HEC-RAS 5.0 Users Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- BWSS 1, Data Hujan Harian Pos Hujan Buyat-Buyat*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- BWSS 1, Data Hujan Harian Pos Hujan Nuangan-Lanut*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- BWSS 1, Data Debit Harian Sungai Noongan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- BWSS 1, Global Mapper; Data GIS Balai Wilayah Sungai Sulawesi I*.
- Kairupan, Reynaldo C., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Wilayah Bolaang Mongondow*. Jurnal Sipil Tekno Vol.15 No.68 Desember 2017 ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

- Mamuaya, Frana L., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.2 Februari 2019 (179-188) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Meruntu, Philips A., Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Tingkulu di Kecamatan Tikala Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.4 April 2019 (379-388) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Motovilov, Y. G., Gottschalk, L., England, K. & Rodhe, A. 1999. *Validation of a Distributed Hydrological Model Against Spatial Observations*. Elsevier Agricultural and Forest Meteorology, 98 : 257-277.
- Sumarauw, Jeffry., 2013. *Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry., 2017. *Analisis Frekwensi Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry., 2017. *Hidrograf Satuan Sintetis*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry., 2018. *HEC-HMS*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit, C. J., 2013. *The Impact Of Water Project On River Hydrology*. Tekno, 11(59). Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Talumepa, Marcio Yosua., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.10 Desember 2017 (699-710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.