



## Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Marinsow Di Desa Kalinaun Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara

Charly Ambat<sup>#a</sup>, Jeffry S. F. Sumarauw<sup>#b</sup>

<sup>#Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia</sup>  
<sup>aambatcharly@gmail.com, bjeffrysumarauw@ymail.com</sup>

### Abstrak

Sungai Marinsow merupakan salah satu sungai di Kabupaten Minahasa Utara Kecamatan Likupang Timur. Letak Sungai Marinsow melewati Desa Kalinaun. Sungai Marinsow pernah mengalami peningkatan tinggi muka air sehingga menyebabkan banjir, oleh karena itu dibutuhkan analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air yang dapat terjadi. Analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air dilakukan dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2009 s/d 2018 pos hujan Araren-Pinenek dan pos hujan Klimatologi Maen. Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan SCS *Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) menggunakan metode *recession*. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir menggunakan uji koefisien determinasi ( $r^2$ ). Untuk batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. Hasil uji koefisien determinasi ( $r^2$ ) menunjukkan nilai  $0,8615$ . Kemudian dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer HEC-HMS. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Marinsow yang ditinjau sudah tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

*Kata kunci: Sungai Marinsow, Debit Banjir Rencana, Tinggi Muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS.*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Sungai Marinsow yang terletak di Desa Kalinaun, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara ini sering mengalami banjir hampir setiap tahunnya. Banjir yang terburuk terjadi pada tahun 2015 dan 2016 berdasarkan keterangan masyarakat yang bercocok tanam di bantaran sungai Marinsow. Lahan pertanian warga di sekitar sungai Marinsow terendam banjir, sehingga mengakibatkan gagal panen. Berdasarkan peristiwa yang terjadi di atas, maka diperlukan analisis hidrologi untuk mengetahui besarnya debit banjir dan analisis hidraulika untuk menganalisis tinggi muka air saat terjadi banjir di Sungai Marinsow dengan kala ulang tertentu.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yaitu kapasitas tampung penampang sungai terhadap debit aliran pada saat musim penghujan yang sering mengakibatkan banjir.

### 1.3. Batasan Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini, penelitian dibatasi pada hal-hal

sebagai

Berikut;

- Titik kontrol DAS pada penelitian ini berada di Jembatan Marinsow.
- Data curah hujan yang akan digunakan adalah data curah hujan harian maksimum.
- Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 50 dan 100 tahun.
- Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu satu segmen sepanjang 200 meter mengarah ke hulu Sungai Marinsow.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir serta elevasi tinggi muka air Sungai Marinsow di Desa Kalinaun pada berbagai kala ulang.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam penanggulangan banjir di Sungai Marinsow sehingga bisa mengurangi kerugian dan dampak buruk yang akan ditimbulkan oleh banjir.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai Marinsow terletak di Desa Kalinaun, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Sungai ini dilalui jalan ke arah Marinsow dan Pulisan. Lokasi Penelitian:  $1^{\circ}38'24''N$   $125^{\circ}07'36''E$ .



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian  
Sumber: Google Earth

### 2.2. Survey Lokasidan Pengumpulan Data

Survey lokasi dilakukan untuk mengetahui kondisi umum Sungai Marinsow secara langsung. Survey ini bertujuan untuk mendapatkan data primer berupa data penampang Sungai

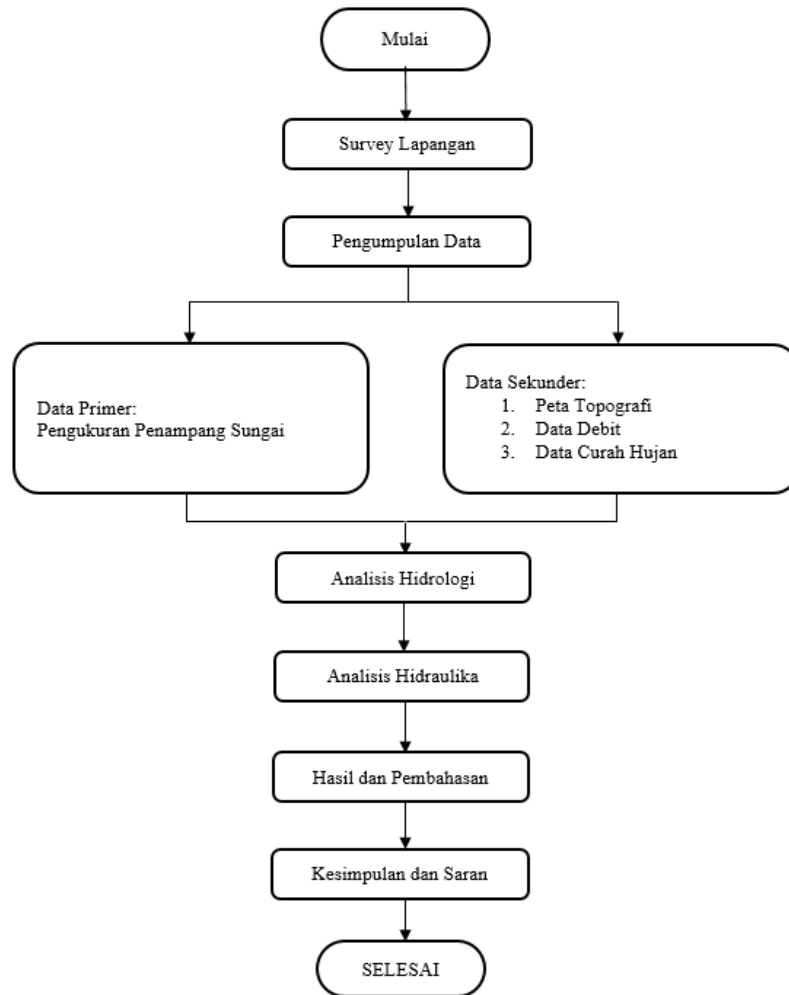
Marinsow. Data sekunder yang diperlukan sebagai data pendukung yaitu berupa data curah hujan, data debit dan peta topografi.

### 2.3. Prosedur Penelitian

Skripsi ini disusun berdasarkan studi kasus melalui survey atau pengamatan secara langsung di lokasi penelitian serta pengumpulan data primer dan sekunder yang selanjutnya dianalisis berdasarkan metode-metode yang tersedia.

### 2.4. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian mengikuti alur pada bagan yang ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

## 3. Landasan Teori

### 3.1. Daur Hidrologi

Daur hidrologi merupakan proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Neraca air tahunan diberikan dalam nilai relatif terhadap hujan yang jatuh di daratan (100%). Air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap menjadi uap air. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuhan (*intersepsi*) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang

sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir ke dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. 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 sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut siklus hidrologi.

### 3.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Sri Harto (dikutip dalam Rapar dkk., 2014), 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.

### 3.3. 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.

### 3.4. 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 (dikutip dalam Nadia dkk., 2019), analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas

### 3.5. 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.

### 3.6. 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 (dikutip dalam Sondak dkk., 2019), 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.

### 3.7. 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 CS, CV, dan CK. Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

- a. Distribusi Normal  
 $CS \approx 0$  ;  $CK \approx 3$
- b. Distribusi Log-Normal  
 $CS \approx CV^3 + 3 CV$   
 $CK \approx CV^8 + 6 CV^6 + 15 CV^4 + 16 CV^2 + 3$
- c. Distribusi Gumbel  
 $CS \approx 1,14$  ;  $CK \approx 5,4$

Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log Pearson III.

### 3.8. Hujan Efektif

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 CS, CV, dan CK. Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

*The Soil Conservation Service* (SCS, 1972, dalam Chow 1988) telah mengembangkan metode untuk menghitung hujan efektif dari hujan deras, dalam bentuk persamaan berikut:

$$P_e = \frac{(P-0,2 S)^2}{P+0,8 S}$$

dengan:

$P_e$  = Kedalaman hujan efektif (mm).

$P$  = Kedalaman hujan (mm).

$S$  = Retensi potensial maksimum air oleh tanah yang sebagian besar adalah karena Infiltrasi.

Persamaan diatas merupakan persamaan dasar untuk menghitung kedalaman hujan efektif. Retensi potensial maksimum mempunyai bentuk berikut:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Dengan *CN* adalah *Curve Number* yang dapat memperhitungkan total hujan untuk berbagai karakteristik DAS dengan tipe tanah dan tata guna lahan yang berbeda (Supit, 2013).

### 3.9. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Sumarauw Jeffry (2013) mengungkapkan bahwa debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode antara lain:

- a. Data Debit Tersedia  
 Ketersediaan data debit dengan minimal 10 tahun dengan memasukan data debit maksimum sesaat, metode yang dapat digunakan berupa:
  - Metode Analisis Frekuensi dari data debit tersedia, analisisnya dapat menggunakan fungsi distribusi yang paling sesuai seperti Normal, Log Normal, Gumbel atau Log Pearson III.
- b. Tidak Data Debit Tersedia  
 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:

- Metode hidrograf satuan sintesis, yang pembentukan hidrograf satuannya dari data karakteristik DAS seperti Panjang sungai (L), Panjang sungai ke titik berat (Lc), kemiringan.
- DAS, dan lain-lain. Metode ini biasanya digunakan jika ukuran DAS termasuk DAS sedang sampai besar.
- Metode Rasional  $Q = C.I.A$ . Metode ini biasanya digunakan untuk DAS yang berukuran kecil.

Dalam tugas akhir ini data debit tersedia sehingga akan digunakan Metode Analisis Frekuensi.

### 3.10. 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.

- a. Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), yaitu hubungan antara perubahan tinggi muka air dengan waktu.
- b. Hidrograf debit (*discharge hydrograph*), yaitu hubungan antara debit dengan waktu. Hidrograf debit ini sering disebut sebagai hidrograf.
- c. 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*).

### 3.11. 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.

## 4. Analisis, Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Marinsow. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program computer Google Earth dengan menggunakan data SIG yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-1. Sehingga diperoleh luas DAS Marinsow sebesar 16,36 Km<sup>2</sup>.

### 4.2. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Marinsow dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2009 sampai dengan tahun 2018. Pos hujan yang digunakan sebanyak 2 pos hujan, yaitu pos hujan Araren-Pinenek dan pos hujan Klimatologi Maen. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2009 sampai 2018.



**Gambar 3.** Gambar DAS Marinsow

Sumber: *Google Earth*, Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Harian Rerata

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	
	Pos hujan Araren-Pinekek	Pos hujan Klimatologi Maen
2009	78,1	65
2010	83	68
2011	75,8	108
2012	121,2	83
2013	117,3	138
2014	76,5	126,5
2015	151,5	80
2016	68,1	65,5
2017	265,5	112
2018	80,1	76

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

#### 4.3. 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. Hasil uji outlier mendapatkan bahwa data data Curah hujan dari kedua pos hujan tidak ada yang menyimpang.

#### 4.4. Analisis Curah Hujan Rerata

Analisis curah hujan rerata dilakukan untuk mendapat rata-rata dari hasil pengukuran hujan di dua pos hujan yang ada. Dengan mengetahui luas pengaruh dari tiap pos hujan yang ada, maka curah hujan rerata dari setiap pos hujan dapat dihitung dengan cara Poligon Thiessen.



**Gambar 4.** Gambar Daerah Pengaruh Tiap Pos Hujan  
*Sumber: Google Earth, Data SIG Balai Wilayah Sungai Sulawesi I*

**Tabel 2.** Curah Hujan Rerata

Tahun	Pos Hujan Araren-Pinenek	Pos Hujan Klimatologi Maen	Luas Pengaruh Pos Hujan Araren-Pinenek (km <sup>2</sup> )	Luas Pengaruh Pos Hujan Klimatologi Maen (km <sup>2</sup> )	$\bar{R}$ (mm)
2009	78,1	65	13,96	2,4	66,92
2010	83	68			70,20
2011	75,8	108			103,27
2012	121,2	83			88,60
2013	117,3	138			135,96
2014	76,5	126,5			119,16
2015	151,5	80			90,48
2016	68,1	65,5			65,88
2017	265,5	112			135,51
2018	80,1	76			76,60

#### 4.5. Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata-rata hitung  $\tau$  Marinsow ( $\bar{X}$ ), simpangan baku (S) koefisien kemen-cengan ( $C_s$ ), koefisien variasi ( $C_v$ ) dan koefisien kurtosis ( $C_k$ ).

**Tabel 3.** Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,5430	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	2,7346	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 \cdot C_v = 0,8392$	0,5430	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 4,2778$	2,7346	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1.14$	0,5430	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.40$	2,7346	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi



4.6. Analisis Curah Hujan Rerata

Jenis Analisis curah hujan rencana dihitung menggunakan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Perhitungan dilakukan dengan menghitung parameter statistik terlebih dahulu.

Rata – rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 19,6281 = 1,96281$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1306359}{10-1}} = 0,120478623$$

Koefisien Skewness (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3 = \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,120289393^3} \times 0,003210541 = 0,254985625$$

Tabel 4. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (TR)	Log X <sub>TR</sub>	X <sub>TR</sub>
5 Tahun	2,0631827	114,81189 mm
10 Tahun	2,1189902	131,0401 mm
50 Tahun	2,2196721	167,1108 mm
100 Tahun	2,2564610	183,0522 mm

4.7. 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 Kota Manado dan sekitarnya. Pola distribusi hujan jam-jaman di Kota Manado dan sekitarnya terjadi dalam waktu 8-10 jam (Salem dkk., 2016).

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
P tiap Kala Ulang (mm)								
5 Tahun	62,46	25,45	9,25	6,94	3,47	1,16	3,47	3,47
10 Tahun	71,02	28,93	10,52	7,89	3,95	1,32	3,95	3,95
50 Tahun	89,55	36,48	13,27	9,95	4,98	1,66	4,98	4,98
100 Tahun	97,47	39,71	14,44	10,83	5,41	1,8	5,41	5,41

4.8. Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 6. Perhitungan nilai CN Marionsow

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Pemukiman (38% kedap air)	0,39	2,39	75	1,78
Tanah yang diolah dan ditanami (dengan konservasi)	10,24	62,82	81	50,69
Padang Rumput (Kondisi Jelek)	1,53	9,3	86	8,04
Hutan (penutupan baik)	4,20	25,67	55	14,11
Total	16,36	100	-	74,64

Nilai *CN* rata – rata untuk DAS Marinsow adalah 74,6498

#### 4.9. Analisis Debit 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*.

#### 4.10. Kalibrasi

Kalibrasi merupakan suatu proses di mana 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. Setelah mendapatkan hasil debit hitungan dari simulasi HEC-HMS, maka dibandingkan dengan data debit terukur.

Kalibrasi dilakukan pada DAS lokasi penelitian dengan data debit terukur dilapangan. Dikarenakan Sungai Marinsow tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Marinsow dapat diketahui.

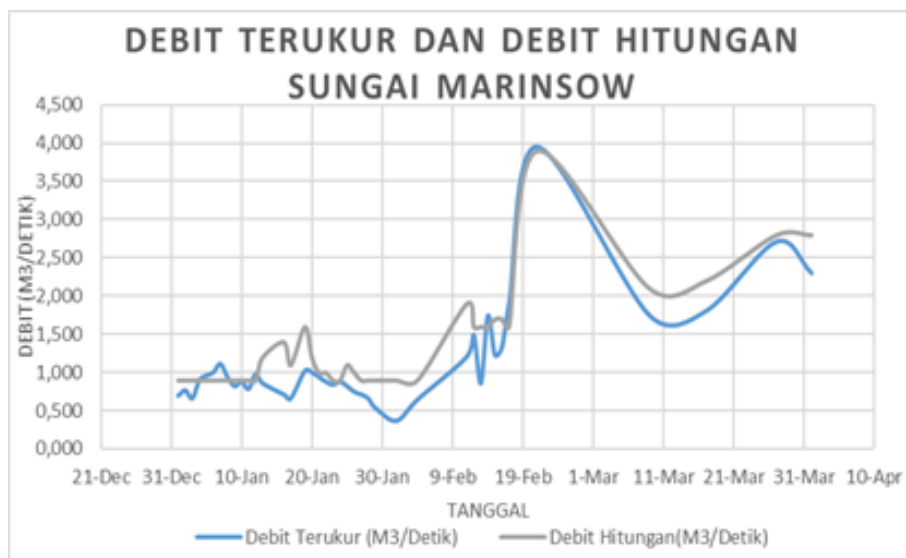
**Tabel 7.** Debit Hitungan Sungai Marinsow

Project: Kalibrasi DAS Marinsow Optimization Trial: Kalibrasi DAS Marinsow Subbasin: Jembatan Marinsow								
Start of Trial: 01Jan2018, 00:00			Basin Model: DAS Marinsow			End of Trial: 31Dec2018, 00:00		
Compute Time: 15Jul2020, 01:57:02			Meteorologic Model: Kalibrasi					
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01Jan2018	00:00				0.0	0.9	0.9	0.7
02Jan2018	00:00	9.73	9.73	0.00	0.0	0.9	0.9	0.8
03Jan2018	00:00	0.07	0.07	0.00	0.0	0.9	0.9	0.7
04Jan2018	00:00	2.31	2.31	0.00	0.0	0.9	0.9	0.9
05Jan2018	00:00	1.82	1.82	0.00	0.0	0.9	0.9	1.0
06Jan2018	00:00	48.16	48.16	0.00	0.0	0.9	0.9	1.0
07Jan2018	00:00	9.99	9.99	0.00	0.0	0.9	0.9	1.1
08Jan2018	00:00	16.11	16.11	0.00	0.0	0.9	0.9	0.9
09Jan2018	00:00	7.81	7.79	0.02	0.0	0.9	0.9	0.8
10Jan2018	00:00	2.72	2.67	0.05	0.0	0.9	0.9	0.9
11Jan2018	00:00	3.40	3.29	0.11	0.0	0.9	0.9	0.8
12Jan2018	00:00	4.38	4.17	0.21	0.0	0.9	0.9	1.0
13Jan2018	00:00	21.84	19.70	2.14	0.3	0.9	1.2	0.9
14Jan2018	00:00	46.06	36.38	9.68	1.4	0.9	2.3	0.8
15Jan2018	00:00	22.76	15.80	6.96	1.4	0.9	2.3	0.8
16Jan2018	00:00	3.57	2.37	1.21	0.5	0.9	1.4	0.7
17Jan2018	00:00	2.95	1.93	1.02	0.3	0.9	1.1	0.7
18Jan2018	00:00	47.56	28.62	18.94	2.7	0.9	3.6	1.2
19Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.8	0.9	1.6	1.0
20Jan2018	00:00	2.56	1.42	1.14	0.3	0.9	1.2	1.0
21Jan2018	00:00	1.01	0.56	0.46	0.1	0.9	1.0	0.9
22Jan2018	00:00	2.13	1.17	0.97	0.2	0.9	1.0	0.9
23Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.9	0.9	0.8
24Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.9	0.9	0.9
25Jan2018	00:00	3.31	1.79	1.51	0.2	0.9	1.1	0.8
26Jan2018	00:00	1.09	0.59	0.50	0.1	0.9	1.0	0.8
27Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.9	0.9	0.7
28Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.9	0.9	0.7
29Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.9	0.9	0.5
30Jan2018	00:00	5.62	3.00	2.62	0.4	0.9	1.2	0.4
31Jan2018	00:00	2.40	1.27	1.14	0.3	0.9	1.1	0.4
01Feb2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.9	0.9	0.4
02Feb2018	00:00	3.99	2.08	1.91	0.3	0.9	1.2	0.4

Data hujan dan data debit dimasukkan kekomponen Time-Series Data. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data tahun 2018. Data debit yang digunakan adalah data debit perbandingan Sungai Likupang – Likupang dengan menggunakan metode analisis regional. Debit hasil hitungan dan debit terukur Sungai Marinsow akan diuji menggunakan uji keofisien determinasi ( $r^2$ ) untuk menilai tingkat kemiripan model hidrologi antara hasil debit hitungan dan debit terukur. Uji koefisien determinasi ( $r^2$ ) dilakukan dengan membandingkan debit terukur Sungai Marinsow dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

**Tabel 8.** Debit Rencana Tiap Kala Ulang

<i>z</i>	80.00
<i>Recesion Constant</i>	0.01
<i>Ratio to Peak</i>	0.1
<i>Initial discharge</i>	1 m <sup>3</sup> /det
<i>Lag Time</i>	139.3823 menit

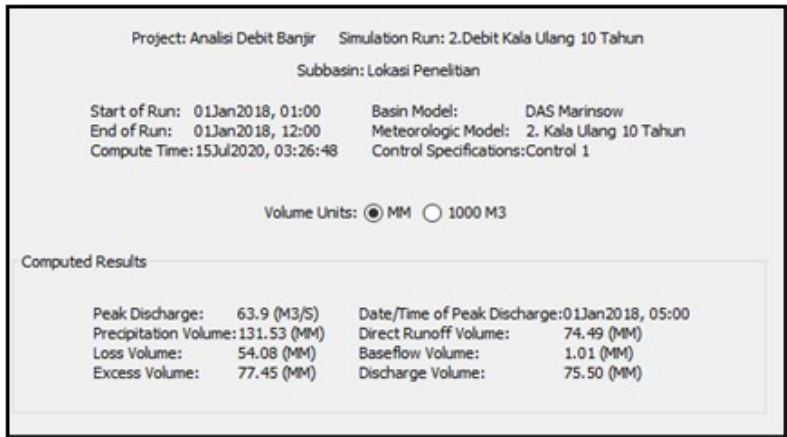
**Gambar 5.** Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan debit Terukur

#### 4.11. Simulasi Debit Banjir Dengan Perbandingan Dengan Program Komputer HEC-HMS

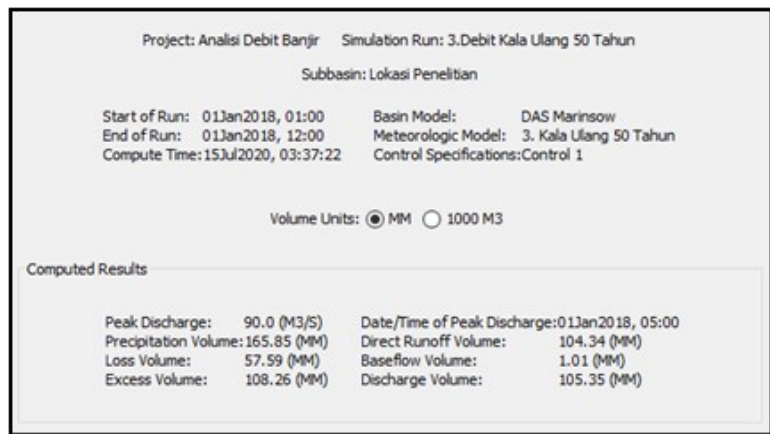
Semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir.

Pertama, membuat project HEC-HMS yang baru. Selanjutnya menambah komponen DAS melalui Basin Model Manager, kemudian dibuat sub-DAS dengan Subbasin Creation Tool seperti pada gambar-gambar berikut:

**Gambar 6.** Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



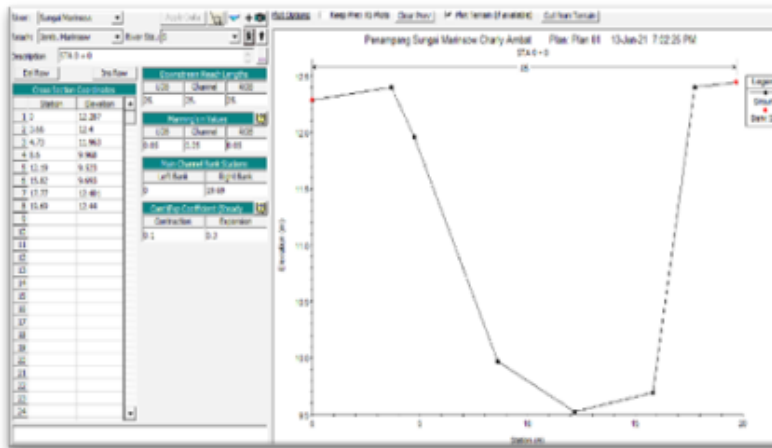
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

4.12. 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*).



Gambar 10. Data Penampang Sungai

River	Reach	RS	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4
1 Sungai Marinsow	Jemb. Marinsow	200	53.3	63.9	90	101.4

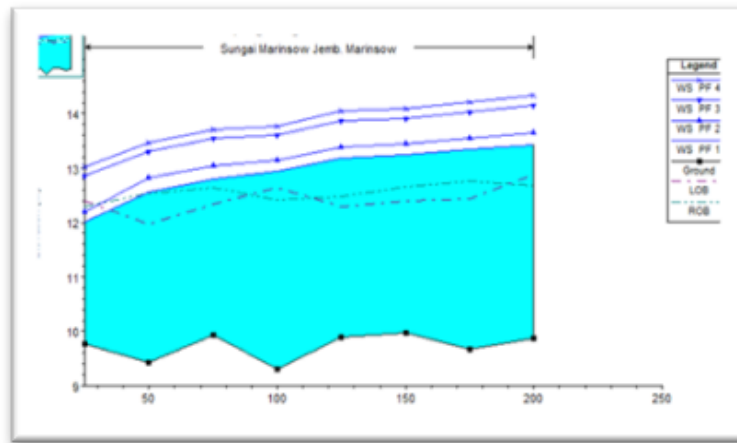
Gambar 11. Pengisian Data Debit

4.13. Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Hasil simulasi tinggi muka air menunjukkan semua penampang Sungai Marinsow yang ditinjau sudah tidak mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100.

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Sungai Marinsow	Jemb. Marinsow	all	Normal Depth S = 0.01	Known WS

Gambar 12. Pengisian Reach Boundary Condition



**Gambar 13.** Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Marinsow

## 5. Kesimpulan

Debit banjir yang diperoleh dari hasil simulasi untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut :

- Kala ulang 5 tahun = 53,3 m<sup>3</sup>/det;
- Kala ulang 10 tahun = 63,9 m<sup>3</sup>/det;
- Kala ulang 50 tahun = 90,3 m<sup>3</sup>/det;
- Kala ulang 100 tahun = 101,4 m<sup>3</sup>/det.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Marinsow yang ditinjau sudah tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Dengan demikian diperlukan pembuatan tanggul dengan tinggi yang sesuai pada lokasi yang ditinjau untuk menanggulangi banjir pada sungai.

## Referensi

- Fransiska, Lidya., Ziana, Azmeri. 2017. *Perbaikan Bantaran Sungai Secara Eko Hidraulik Untuk Menanggulangi Banjir di Sungai Lae Soraya Kota Subulussalam. Pertemuan Ilmiah Tahunan XXXV HATHI*, Universitas Syiah Kuala, Medan.
- Isa, Mohamad., Jeffry S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta. 2020. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Marisa Kecamatan Limboto Barat Kabupaten Gorontalo*. Jurnal Sipil Statik Vol. 8 No. 4 Juli 2020 (591600) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- 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.
- Karim, Intan., Cindy J. Supit, Liany A. Hendratta. 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (705-714) ISSN:2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kamase, Malinda., Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat*. Jurnal Sipil Statik Vol. 5 Juni 2017 (175-185) ISSN:2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kapantow, Billy., Tiny Mananoma, Jeffry S.F Sumarauw. 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki di Kawasan Holland Village*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.1 Februari 2017 (21-29) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kereh, Inri Eklesia., Alex Binilang, Jeffry S.F. Sumarauw. 2018. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Palaus di Kelurahan Lowu 1 Kabupaten Minahasa Tenggara*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.4 April 2018 (235-246) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Lengkey, Anggielina Priska., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2019. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Molinow di Desa Radey Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8 Agustus 2019 (965-974) ISSN: 2337-6732, 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 (179188) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Meruntu, Philips Alexander., 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.
- Nadia, Kivani., Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung. 2019. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Tembran Di Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.6 Juni 2019 (703-710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Ramdan, Hikmat. 2004. *Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Universitas Winaya Mukti, Sumedang.
- Rapar, Sharon M. E., Tiny Mananoma, E. M. Wuisan, Alex Binilang. 2014. *Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I Dan HSS Limantara*. Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.1 Januari 2014 (13-21) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Salem, Haniedo P., Jeffry S. F. Sumarauw, E. M. Wuisan. 2016. *Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Di Kota Manado Dan Sekitarnya*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.3 Maret 2016 (203-210) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Edisi Kedua. Erlangga, Jakarta.
- Sundalangi, Alfa Dipo., Jeffry Sumarauw, Tiny Mananoma. 2020. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Warat Di Desa Warukapas Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3 Mei 2020 (703-710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- 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, Cindy J. 2013. *The Impact Of Water Projects On River Hydrology*. Jurnal Tekno-Sipil Vol.11 No. 59 Agustus 2013 (56-61) ISSN: 0215-9617, 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. Tanudjaja, Lambertus. 1991. *Analisis Aliran Di Saluran Terbuka Dengan Metode Elemen Hingga*. Tesis S2 Teknik Sumberdaya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Tumber, Ruth Rebeca., Alex Binilang, Hanny Tangkudung. 2018. *Analisis Tinggi Muka Air dan Debit Banjir Sungai Nimanga di Desa Lelema Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Tekno, vol. 16, no 69, 2018, ISSN : 02159617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.