

ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI MOLINOW DI DESA RADEY KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Anggielina Priska Lengkey

Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: aplengkey@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Molinow merupakan salah satu sungai di Kabupaten Minahasa Selatan yang melewati Desa Radey, Kecamatan Tenga. 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.

Analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air dilakukan dengan mencari frekuensi hujan dengan menggunakan metode Log Pearson III. Data hujan yang digunakan berasal dari dua pos hujan, yaitu pos hujan Tompasso Baru – Tumani dan pos hujan Pentu – Pinaling. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2008 s/d 2017. Setelah didapat besar hujan, 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) akan menggunakan metode recession. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan uji koefisien determinasi (r^2). Dalam kalibrasi ini, parameter yang akan dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, baseflow dan ratio to peak. Untuk batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. Hasil uji koefisien determinasi (r^2) menunjukkan nilai 0,9534. 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 pada semua penampang Sungai Molinow yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun dan 100 tahun..

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

PENDAHULUAN

Latar Belakang

DAS Sungai Molinow melewati Desa Radey Kecamatan Tenga, Kabupaten Minahasa Selatan dan bermuara di laut. Sungai tersebut sering kali meluap yang disebabkan volume debit yang besar, sehingga tidak dapat menampung kelebihan air. Meluapnya air di sungai menyebabkan usaha-usaha masyarakat disekitar sungai menjadi rusak dan sebagian hanyut terbawa air yang meluap, dan banyak lagi kerugian yang ditimbulkan oleh meluapnya air di Sungai Molinow. Berdasarkan masalah yang terjadi di atas dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis debit banjir untuk meramalkan berapa besar debit

banjir yang akan terjadi, jika terjadi hujan dengan besaran tertentu.

Rumusan Masalah

Terjadi peluapan genangan akibat banjir dari Sungai Molinow di daerah perkebunan masyarakat yang ada di Desa Radey yang membutuhkan penanganan.

Batasan Penelitian

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

1. Lokasi yang akan diteliti adalah DAS Sungai Molinow dengan titik tinjau 50 meter arah hilir Jembatan Molinow.
2. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum.

3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 50 dan 100 tahun.
4. Analisis hidrologi menggunakan program HEC-HMS untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana, dan analisis hidraulika menggunakan program HEC-RAS untuk mendapatkan elevasi tinggi muka air banjir.
5. Penampang melintang sungai yang di tinjau yaitu sepanjang 200 meter mengarah ke hilir Sungai Molinow.

Tujuan Penelitian

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

Manfaat Penelitian

Dengan adanya studi ini diharapkan dapat bermanfaat dalam penanggulangan masalah banjir di lokasi penelitian juga mengantisipasi dampak-dampak negatif yang akan ditimbulkan oleh banjir yang mengakibatkan banyak kerugian terlebih untuk keselamatan masyarakat di sekitarnya.

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 (di kutip dalam Ardianto dkk.,2018). 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.

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.

Analisis Curah Hujan

Untuk mendapatkan perkiraan besaran banjir yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui pula. Diperlukan besaran kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS. 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.

Curah hujan rata – rata dengan cara Poligon *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

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 *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.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{S^3}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3} \quad (4)$$

dengan :

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

4. Koefisien Variasi

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

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (5)$$

dengan :

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

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.

Salah satu tujuan dalam analisa distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*). Menurut Bambang Triatmodjo (2009) (dikutip dalam Sahusilawane 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.

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.

$$\text{Rumus : } X = \bar{X} + k \cdot S \quad (7)$$

dengan :

X = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan besaran peluang tertentu atau pada periode ulang tertentu.

\bar{X} = Nilai rata – rata hitung.

S = Standar deviasi.

k = Karakteristik dari distribusi normal.

2. Distribusi Log-Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu yang mengubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X. Persamaan transformasi distribusi log normal dua parameter adalah:

$$\text{Rumus : } \log X = \overline{\log X} + k \cdot S_{\log} \quad (8)$$

dengan :

LogX = Nilai varian X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu.

$\overline{\log X}$ = Rata – rata nilai X hasil pengamatan.

S_{\log} = Standar deviasi logaritmik nilai X hasil pengamatan.

k = Karakteristik dari distribusi log normal.

3. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel atau disebut juga distribusi ekstrem tipe I (*extreme type I distribution*).

$$\text{Rumus : } X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y - Y_n) \quad (9)$$

dengan :

X = Nilai varian yang diharapkan terjadi.

\bar{X} = Nilai rata – rata hitung varian.

Y = Nilai reduksi varian dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu.

Y_n = Nilai rata – rata dari reduksi varian, nilainya tergantung dari jumlah data (n).

S = Standar deviasi.

S_n = Standar deviasi dari reduksi varian, nilainya tergantung dari jumlah data (n).

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.

$$\text{Rumus : } \log X = \overline{\log X} + K_{TR,CS} \cdot S_{\log X} \quad (10)$$

dengan:

log X = Nilai varian X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu.

$\overline{\log X}$ = Rata – rata nilai X hasil pengamatan.

$K_{TR,CS}$ = Karakteristik dari distribusi Log Pearson Tipe III.

$S_{\log X}$ = Standar deviasi logaritmik nilai X hasil pengamatan.

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 tugas akhir ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir.

HSS-SCS

Hidrograf Tidak berdimensi SCS (*Soil Conservation 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.

$$Lag\ Time = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86\ CN)^{0,7}}{14,104\ CN \times s^{0,5}}$$

$$Waktu\ Naik = \frac{tr}{2} + t_p$$

$$Time\ base\ (t_b) = 5 \times T_p$$

$$q_p = \frac{CA}{T_p}$$

Analisis Hidraulika

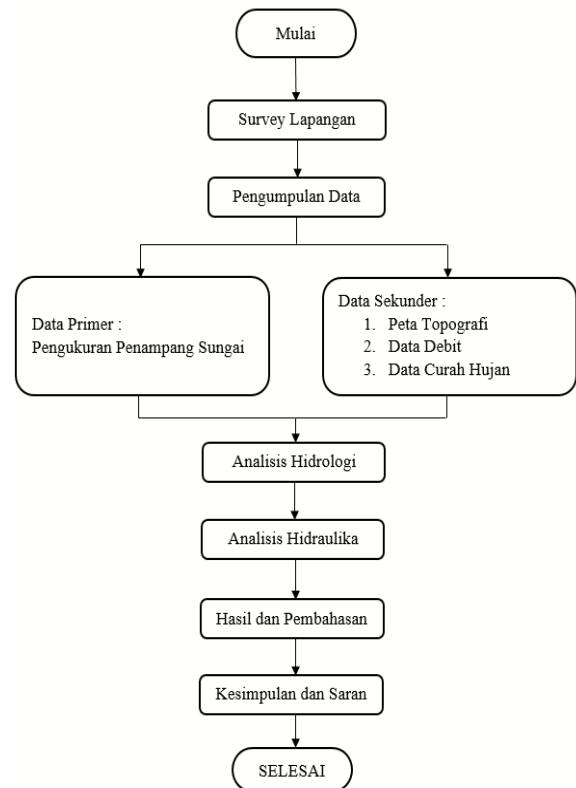
Aliran dikatakan langgeng (*steady*) jika kecepatan tidak berubah selama selang waktu tertentu.

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 :

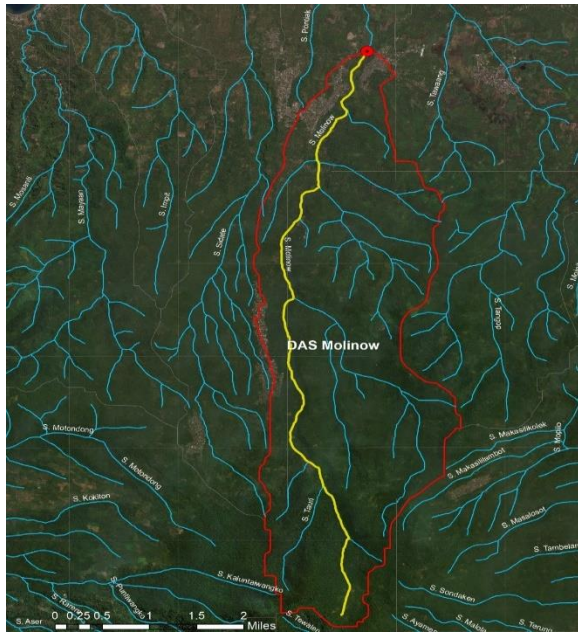


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Molinow. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program komputer *Google Earth* dengan menggunakan data yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-I. Sehingga diperoleh luas DAS Molinow sebesar 26,416 Km².



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

Gambar 2. Gambar DAS Molinow

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Molinow dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2017. Pos hujan yang digunakan sebanyak 2 pos hujan, yaitu pos hujan Tompasso Baru – Tumani dan pos hujan Pentu – Pinaling. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2017.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

No.	Tahun	Stasiun Tompasso Baru - Tumani	Stasiun Pentu-Pinaling
1	2008	95.5	43.2
2	2009	131.5	59.9
3	2010	100	49.1
4	2011	96	119
5	2012	83	211
6	2013	82	59
7	2014	93	156.2
8	2015	88	29.4
9	2016	82	58.7
10	2017	95	83.2

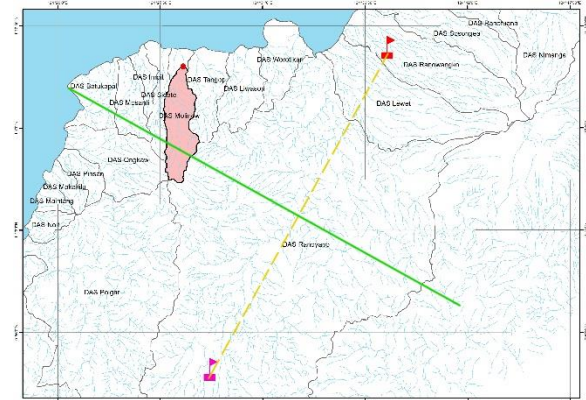
Sumber: "Balai Wilayah Sungai Sulawesi I"

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.

Analisis Curah Hujan Rerata



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

Gambar 3. Gambar Poligon Thiessen

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.

Tabel 2. Curah Hujan Rerata

Tahun	Stasiun Tompasso-Baru	Stasiun Pentu-Pinaling	Luas Pengaruh Stasiun Tompasso Baru – Tumani (km ²)	Luas Pengaruh Stasiun Pentu – Pinaling (km ²)	R (mm)
2008	95.5	43.2	6.5002	19.9158	56.069
2009	124.46	59.9			75.786
2010	100	49.1			61.625
2011	96	119			113.34
2012	83	211			179.503
2013	82	59			64.66
2014	93	156.2			140.648
2015	88	29.4			43.82
2016	82	58.7			64.433
2017	95	83.2			86.104

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 3. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	1,2743	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	4,7447	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 \cdot C_v = 1,5735$	1,2743	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 7,7028$	4,7447	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	1,2743	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,40$	4,7447	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 dihitung menggunakan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Perhitungan dilakukan dengan menghitung parameter statistik terlebih dahulu.

Rata – rata hitung:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 19,0711 = 1,9071$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,329929}{10-1}} = 0,191464$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3 = \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,191464^3} \times (-0,032834) = 0,6497211$$

Tabel 4. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (TR)	Log X_{TR}	X_{TR}
5 Tahun	2,046,622	111,332 mm
10 Tahun	2,163,623	145,755 mm
50 Tahun	2,411,864	258,145 mm
100 Tahun	2,518,852	330,257 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 Kabupaten Minahasa Selatan. Perhitungan dilakukan dengan cara besar hujan dari tiap kala ulang dikalikan % distribusi hujan.

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana untuk Setiap Kala Ulang

Jam Ke-	P (mm)			
	Kala Ulang (Tahun)			
	5	10	50	100
1	70.140	91.826	162.632	208.062
2	8.907	11.660	20.652	26.421
3	21.153	27.693	49.048	62.749
4	7.793	10.203	18.070	23.118
5	2.227	2.915	5.163	6.605
6	1.113	1.458	2.581	3.303
7	1.113	1.458	2.581	3.303
8	1.113	1.458	2.581	3.303

Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 6. Perhitungan nilai CN DAS Molinow

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km ²)	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Pemukiman (38% kedap air)	0,777	2,940	75	2,204816576
Tanah yang diolah dan ditanami (dengan konservasi)	20,243	76,630	81	62,07040939
Hutan (penutupan baik)	5,397	20,430	55	11,23656024
Total	26,416	100	-	75,51179

Nilai CN rata – rata untuk DAS Molinow adalah 75,51179.

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*.

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 Debit yang digunakan merupakan data debit dari Stasiun Molinow namun karena perbedaan luas DAS dengan data yang diperoleh, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Molinow dapat diketahui.

Project: Kalibrasi Optimization Trial: Trial 2 Subbasin: Lokasi Penelitian								
Start of Trial: 01Jan2017, 00:00				Basin Model: Molinow				
End of Trial: 31Dec2017, 00:00				Meteorologic Model: Kalibrasi				
Compute Time: 21May2019, 14:16:21								
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01Jan2017	00:00				0.0	0.9	0.9	1.0
02Jan2017	00:00	8.09	8.09	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
03Jan2017	00:00	6.31	6.31	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
04Jan2017	00:00	32.38	32.38	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
05Jan2017	00:00	9.77	9.77	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
06Jan2017	00:00	1.23	1.23	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
07Jan2017	00:00	7.35	7.35	0.00	0.0	0.0	0.0	0.9
08Jan2017	00:00	18.29	18.29	0.00	0.0	0.0	0.0	0.9
09Jan2017	00:00	21.99	20.82	0.77	0.2	0.0	0.2	0.9
10Jan2017	00:00	12.82	11.45	1.37	0.4	0.0	0.4	0.9
11Jan2017	00:00	28.95	23.67	5.28	1.3	0.0	1.3	0.9
12Jan2017	00:00	5.08	3.87	1.21	0.6	0.0	0.6	0.9
13Jan2017	00:00	7.04	5.23	1.81	0.6	0.0	0.6	0.9
14Jan2017	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1	0.9
15Jan2017	00:00	1.23	0.90	0.33	0.1	0.0	0.1	0.9
16Jan2017	00:00	4.60	3.32	1.27	0.3	0.0	0.3	0.9
17Jan2017	00:00	3.92	2.79	1.13	0.3	0.0	0.3	0.9
18Jan2017	00:00	4.52	3.16	1.36	0.4	0.0	0.4	0.9
19Jan2017	00:00	11.34	7.69	3.65	0.9	0.0	0.9	1.4
20Jan2017	00:00	11.61	7.54	4.07	1.2	0.0	1.2	2.0
21Jan2017	00:00	0.00	0.00	0.00	0.3	0.0	0.3	2.0
22Jan2017	00:00	6.89	4.32	2.57	0.6	0.0	0.6	1.8

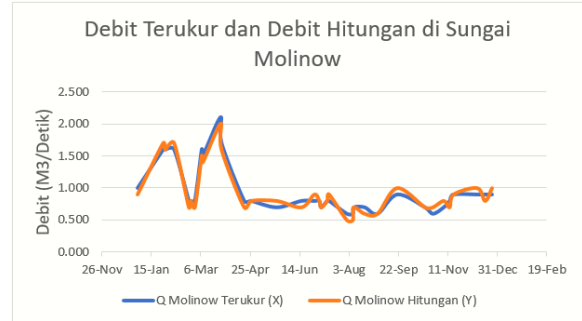
Gambar 4. Debit Hitungan Sungai Molinow

Debit hasil hitungan dan debit terukur Sungai Molinow 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 Molinow dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

Tabel 7. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Molinow

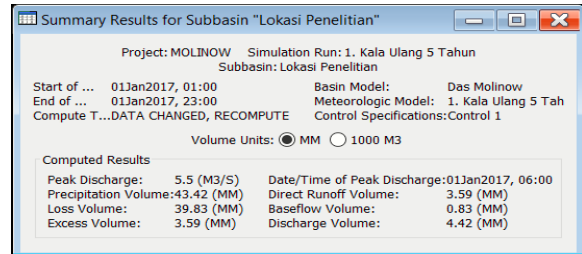
<i>CN</i>	70
<i>Recesion Constant</i>	0,01
<i>Ratio to Peak</i>	0,1
<i>Initial discharge</i>	0,91442 m ³ /det
<i>Lag Time</i>	120 menit



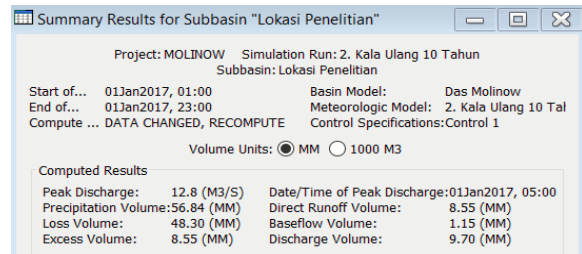
Gambar 5. Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

Simulasi Debit Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS

Semua parameter terkalibrasi 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 program komputer HEC-HMS sebagai berikut:



Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



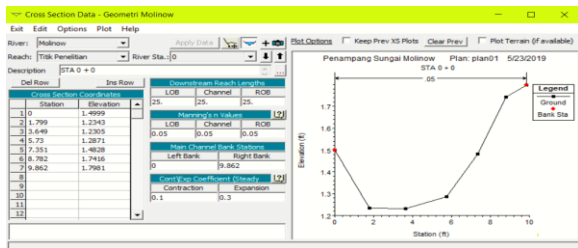
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



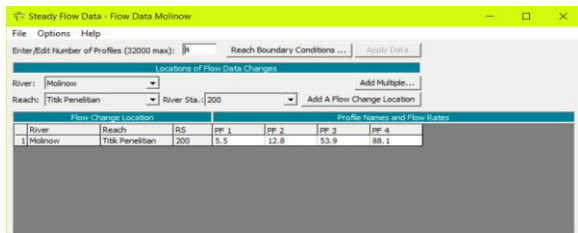
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

Analisis Tinggi Muka Air

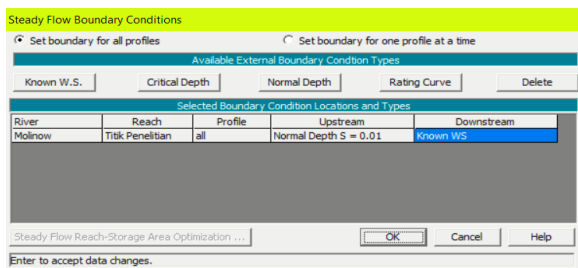
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien *n Manning*, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng.



Gambar 10. Data Penampang Sungai



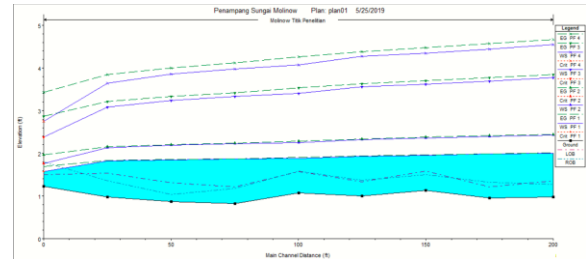
Gambar 11. Pengisian Data Debit



Gambar 12. Pengisian Reach Boundary Conditions

Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Hasil simulasi tinggi muka air menunjukkan semua penampang Sungai Molinow yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun dan 100.



Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Molinow

PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Debit banjir yang di peroleh dari hasil simulasi untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut :
 - Kala ulang 5 tahun adalah 5,5 m³/det.
 - Kala ulang 10 tahun adalah 12,8 m³/det.
 - Kala ulang 50 tahun adalah 53,9 m³/det.
 - Kala ulang 100 tahun adalah 88,1 m³/det.
- 2) Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada semua penampang sungai Molinow yang ditinjau, sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

Saran

Perlu adanya pembangunan tanggul dengan tinggi yang sesuai untuk menanggulangi banjir pada sungai.

DAFTAR PUSTAKA

.....Data Hujan Harian Pos Hujan Tompaso Baru – Tumani. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.

- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan Pentu – Pinaling*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado
- _____. *Data Debit Harian Sungai Molinow*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____. 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.
- Ardianto, Billy Prima., Sukarno, Liany A. Hendratta. 2018. *Kajian Teknis Penempatan Abutmen Jembatan di Alur Sungai Paniki*. Jurnal Sipil Statik Vol. 6 No. 8 Agustus 2018 (589-598) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta.
- Kapantouw, 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.
- 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.
- 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.
- Sahusilawane, Gravenno., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir di Sungai Lobong, Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.5 Mei 2019 (537-546) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sri Harto, 1993. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sumarauw, Jeffry Singly Frans. 2016. *Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Daerah Minahasa Selatan dan Tenggara*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (675-686) 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.
- Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Tumber, Rebeca Ruth., Alex Binilang, Hanny Tangkudung. 2018. *Analisis Tinggi Muka Air dan Debit Sungai Nimanga Di Desa Lelema Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Tekno Vol. 16 Agustus 2018 (17-18) ISSN:0215-9617, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Wilson, E.M., 1993. *Hidrologi Teknik*. Penerbit ITB, Bandung.