

## ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI KAWANGKOAN DI DESA KAWANGKOAN KECAMATAN KALAWAT KABUPATEN MINAHASA UTARA

Ariel Pribady Makal

Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [arielpm20@gmail.com](mailto:arielpm20@gmail.com)

### ABSTRAK

*Sungai Kawangkoan adalah sungai di Kabupaten Minahasa Utara yang melewati Desa Kawangkoan, Kecamatan Kalawat. Sungai Kawangkoan melewati kawasan pembangunan jembatan yang merupakan bagian dari jalan Tol Manado-Bitung memerlukan analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air yang nantinya akan berpengaruh terhadap perencanaan struktur jembatan tersebut.*

*Analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air dilakukan dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Data hujan yang digunakan berasal dari dua pos hujan, yaitu pos hujan Kaleosan dan pos hujan Talawaan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun, dari tahun 2009 s/d 2018. Setelah diperoleh besaran curah hujan, pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS Soil Conservation Services, dan untuk kehilangan air dengan SCS Curve Number (CN). Aliran dasar (baseflow) 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 dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, baseflow dan ratio to peak. Batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. Hasil uji koefisien determinasi ( $r^2$ ) menunjukkan nilai 0,852. Analisis debit banjir dilakukan 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 terukur.*

*Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Kawangkoan yang ditinjau masih mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.*

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

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Dalam pembangunannya, jalan TOL Manado-Bitung melintasi beberapa sungai yang berada di Kabupaten Minahasa Utara, diantaranya yaitu Sungai Kawangkoan di Desa Kawangkoan. Pembangunan jembatan TOL di Sungai Kawangkoan memerlukan perhitungan debit banjir rencana dan elevasi tinggi muka air yang nantinya berpengaruh terhadap perencanaan struktur jembatan tersebut. Untuk itu, diperlukan analisis hidrologi guna mengetahui besarnya debit banjir dan analisis hidraulika untuk menganalisis tinggi muka air saat terjadi banjir di Sungai Kawangkoan dengan kala ulang tertentu.

#### Rumusan Masalah

Adanya pembangunan jembatan TOL yang melintasi Sungai Kawangkoan pada ruas jalan TOL Manado-Bitung di Desa Kawangkoan maka perlu mengetahui besaran debit banjir dan elevasi tinggi muka air yang nantinya dapat bermanfaat untuk perencanaan struktur jembatan dan penanggulangan banjir.

#### Batasan Penelitian

Penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Titik kontrol DAS di kawasan pembangunan jembatan Tol Manado-Bitung di Desa Kawangkoan.
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 dihitung menggunakan bantuan program komputer. Analisis hidrologi menggunakan program HEC-HMS untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana dan analisis hidraulika menggunakan HEC-RAS untuk mendapatkan tinggi muka air.
5. Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 200 meter (100 meter sebelah hulu jembatan dan 100 meter sebelah hilir jembatan).

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besaran debit banjir dan elevasi tinggi muka air Sungai Kawangkoan di Desa Kawangkoan untuk berbagai kala ulang.

### Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi kepada pihak terkait dan pemangku kepentingan terhadap potensi banjir yang dapat terjadi, sehingga bermanfaat dalam penanggulangan banjir di Sungai Kawangkoan.

## LANDASAN TEORI

### Daur Hidrologi

Daur hidrologi merupakan proses kontinu di mana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, 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 tumbuh-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. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut daur hidrologi.

### Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Sri Harto (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:

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

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. Menurut Triatmodjo (dikutip dalam Kamase dkk., 2017), analisis frekuensi bertujuan 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.

### 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 Triatmodjo (2009), Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik di mana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu ( $xT$ ) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu.

Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log-Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

### 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 Conserveation Services*) adalah hidrograf satuan sintesis di mana 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.

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

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

$$\text{Time base } (t_b) = 5 \times T_p$$

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

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).

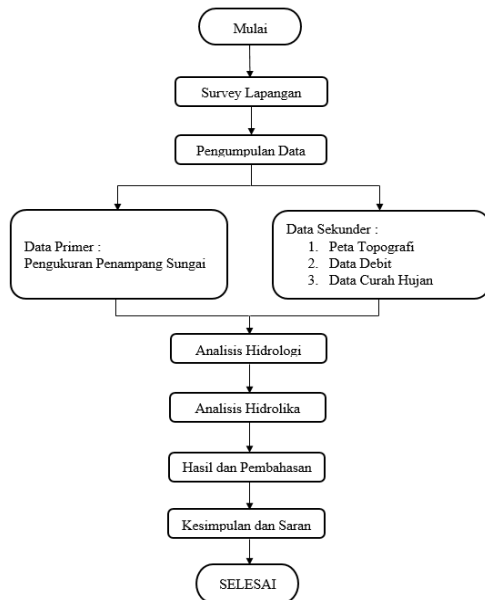
### Analisis Hidraulika

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

### ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Kawangkoan. 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 Kawangkoan sebesar 4,81 km<sup>2</sup>.



Gambar 2. Gambar DAS Kawangkoan  
Sumber: "Google Earth, Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi I"

#### Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Kawangkoan 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 Kaleosan dan pos hujan Talawaan. Berikut merupakan data hujan harian maksimum kedua pos hujan dari tahun 2009 sampai 2018.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Pos Hujan Kaleosan (mm)	Pos Hujan Talawaan (mm)
2009	50,3	106
2010	175,5	110
2011	57	141,5
2012	90,2	118
2013	80,6	94
2014	177	94
2015	105	131
2016	168	151
2017	149	183
2018	103,5	102

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



Gambar 3. Gambar Poligon Thiessen  
Sumber: "Google Earth, Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi I"

Analisis curah hujan merata 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 merata dari setiap pos hujan dapat dihitung dengan cara Poligon Thiessen.

Tabel 2. Curah Hujan Merata

Tahun	Pos Hujan Kaleosa n (mm)	Pos Hujan Talawaan (mm)	Luas A1 (km <sup>2</sup> )	Luas A2 (km <sup>2</sup> )	R (mm)
2009	50,3	106	3,83	0,98	61,66
2010	175,5	110			162,14
2011	57	141,5			74,24
2012	90,2	118			95,87
2013	80,6	94			83,33
2014	177	94			160,07
2015	105	131			110,30
2016	168	151			164,53
2017	149	183			155,94
2018	103,5	102			103,19

**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	Cs = 0	0,5430	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	2,7346	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3 . Cv = 0,8392	0,5430	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3 = 4,2778	2,7346	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1,14	0,5430	Tidak Memenuhi
	Ck = 5,40	2,7346	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:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 20,621 = 2,0621$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1292984}{10-1}} = 0,1198603$$

Koefisien Skewness (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3 = \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,1198603^3} \times (-0,001883226) = -0,151895086$$

Tabel 4. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (TR)	Log X <sub>TR</sub>	X <sub>TR</sub>
5 Tahun	2,161957	149,658 mm
10 Tahun	2,217478	176,081 mm
50 Tahun	2,317643	235,158 mm
100 Tahun	2,354243	260.806 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 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 untuk Setiap Kala Ulang

P Tiap kala ulang ( mm )	Jam Ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5 Tahun	80,82	32,92	11,97	8,98	4,49	1,50	4,49	4,49
10 Tahun	95,08	38,74	14,09	10,56	5,28	1,76	5,28	5,28
50 Tahun	126,99	51,73	18,81	14,11	7,05	2,35	7,05	7,05
100 Tahun	140,84	57,38	20,86	15,65	7,82	2,61	7,82	7,82

**Perhitungan Nilai SCS Curve Number**

Tabel 6. Perhitungan nilai CN DAS Kawangkoan

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Pemukiman (38% kedap air)	0,21	4,45	75	11,66925
Tanah yang diolah dan ditanami (tanpa konservasi)	4,49	93,41	71	38,57501
Hutan (penutupan baik)	0,03	0,63	55	16,5605
Hutan (Penutupan Buruk)	0,07	1,49		
Total	4,8105	100	-	71,002

Nilai CN rata-rata untuk DAS Kawangkoan adalah 71,002.

**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 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.

Kalibrasi dilakukan pada DAS lokasi penelitian dengan data debit terukur di lapangan.

Dikarenakan Sungai Kawangkoan tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Kawangkoan dapat diketahui.

Data hujan dan data debit dimasukkan ke komponen *Time-Series Data*. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data tahun 2009. Data debit yang digunakan adalah data debit perbandingan Sungai Talawaan-Tatelu dengan menggunakan metode Analisis Regional.

Date	Time	Precp (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01Jan2009	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.8	0.8	0.6
02Jan2009	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.7	0.7	1.0
03Jan2009	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.6	0.6	0.7
04Jan2009	00:00	2.65	2.65	0.00	0.0	0.6	0.6	0.7
05Jan2009	00:00	1.02	1.02	0.00	0.0	0.5	0.5	0.9
06Jan2009	00:00	1.22	1.22	0.00	0.0	0.5	0.5	0.6
07Jan2009	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.4	0.4	0.5
08Jan2009	00:00	3.88	3.47	0.41	0.0	0.4	0.4	0.5
09Jan2009	00:00	33.27	12.30	20.97	0.9	0.3	1.2	0.5
10Jan2009	00:00	2.86	0.48	2.38	0.3	0.3	0.6	0.5
11Jan2009	00:00	3.26	0.50	2.77	0.2	0.3	0.5	0.5
12Jan2009	00:00	15.65	1.86	13.79	0.6	0.2	0.9	0.5

Gambar 4. Debit Hitungan Sungai Kawangkoan

Debit hasil hitungan dan debit terukur Sungai Kawangkoan akan diuji menggunakan uji koefisien 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 Kawangkoan dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

Tabel 7. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Kawangkoan

<i>CN</i>	90,571
<i>Recession Constant</i>	0,89932
<i>Ratio to Peak</i>	0,29131
<i>Initial discharge</i>	0,77608 m <sup>3</sup> /det
<i>Lag Time</i>	86,491 menit



Gambar 5. Grafik erPbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

**Simulasi Debit Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS**

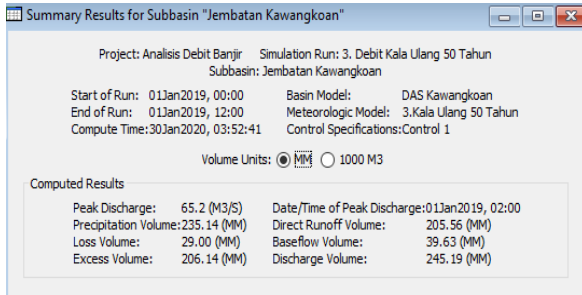
Semua parameter terkalibrasi digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi program komputer HEC-HMS sebagai berikut:

Project: Analisis Debit Banjir		Simulation Run: 1. Debit Kala Ulang 5 Tahun	
Subbasin: Jembatan Kawangkoan			
Start of Run: 01Jan2019, 00:00	Basin Model: DAS Kawangkoan	End of Run: 01Jan2019, 12:00	Meteorologic Model: 1.Kala Ulang 5 Tahun
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE		Control Specifications: Control 1	
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3			
Computed Results			
Peak Discharge: 37.6 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2019, 03:00	Precipitation Volume: 149.66 (MM)	Direct Runoff Volume: 121.66 (MM)
Loss Volume: 27.64 (MM)	Baseflow Volume: 22.07 (MM)	Excess Volume: 122.02 (MM)	Discharge Volume: 143.73 (MM)

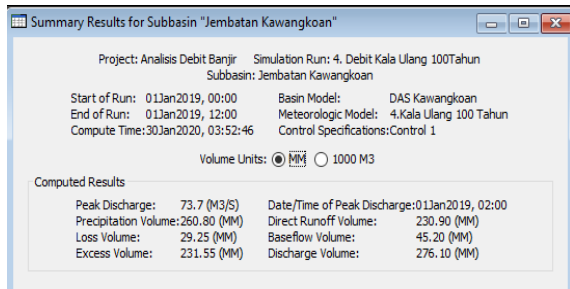
Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun

Project: Analisis Debit Banjir		Simulation Run: 2. Debit Kala Ulang 10 Tahun	
Subbasin: Jembatan Kawangkoan			
Start of Run: 01Jan2019, 00:00	Basin Model: DAS Kawangkoan	End of Run: 01Jan2019, 12:00	Meteorologic Model: 2.Kala Ulang 10 Tahun
Compute Time: 30Jan2020, 03:52:36		Control Specifications: Control 1	
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3			
Computed Results			
Peak Discharge: 45.9 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2019, 02:00	Precipitation Volume: 176.07 (MM)	Direct Runoff Volume: 147.45 (MM)
Loss Volume: 28.19 (MM)	Baseflow Volume: 27.09 (MM)	Excess Volume: 147.88 (MM)	Discharge Volume: 174.54 (MM)

Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



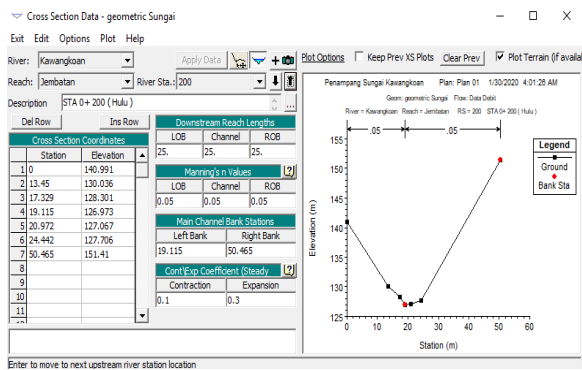
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



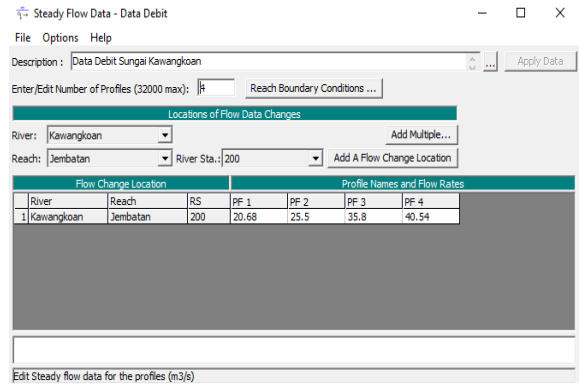
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

### Analisis Tinggi Muka Air

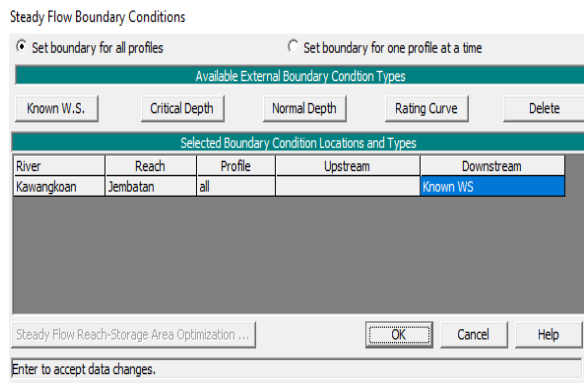
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien  $n$  Manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng.



Gambar 10. Data Penampang Sungai



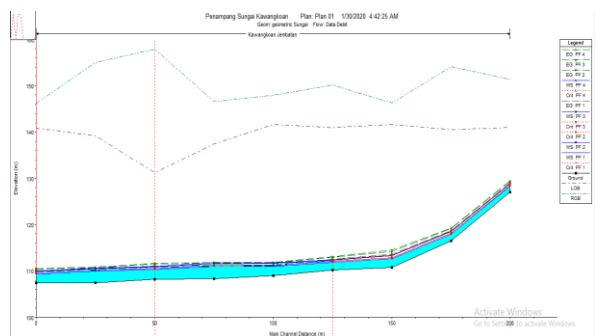
Gambar 11. Pengisian Data Debit



Gambar 12. Pengisian Reach Boundary Conditions

### Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

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



Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Kawangkoan

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar.

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun = 20,7 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 10 tahun = 25,5 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 50 tahun = 35,8 m<sup>3</sup>/det, kala ulang 100 tahun = 40,54 m<sup>3</sup>/det. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Kawangkoan yang ditinjau masih dapat menampung debit banjir yang terjadi. Tidak terjadi peluapan muka air pada semua elevasi penampang sungai yang

ditinjau. Berdasarkan simulasi, elevasi tinggi muka air untuk Q terbesar (Q100) yang terjadi adalah ± 11 meter, maka ketinggian pier jembatan yang telah dibangun dinyatakan aman dari luapan karena memiliki tinggi ± 38 meter.

### Saran

Data hujan yang tersedia merupakan data hujan dari pos hujan yang berada di luar DAS Kawangkoan guna mendapatkan data hujan yang lebih akurat perlu dipasang alat ukur hujan di sekitar DAS

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. *Data Hujan Harian Pos Hujan Kaleosan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- \_\_\_\_\_. *Data Hujan Harian Pos Hujan Talawaan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado
- \_\_\_\_\_. *Data Debit Harian Sungai Talawaan-Tatelu*. 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.
- \_\_\_\_\_. 2016. *HEC-RAS 5.0 Users Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- Abdulhalim, Dwiki Fahrezi., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Talawaan di Titik 250m Sebelah Hulu Bendung Talawaan*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.5 Mei 2018 (269-276) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Bambang, Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta.
- 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.
- 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.
- 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 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.

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.

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.

Halaman ini sengaja dikosongkan