

PREDIKSI BANJIR DI SUNGAI RANOMEA KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Theo Nugraha Kopalit

Cindy J. Supit, Ariestides K. T. Dundu

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: theokopalit@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Ranomea terletak di Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Salah satu desa yang dilewati oleh sungai Ranomea adalah desa Ranomea Kecamatan Amurang Timur. Sungai Ranomea memiliki DAS sebesar 14 Km². Pada tahun 2000 terjadi peningkatan intensitas curah hujan, yang menyebabkan banjir akibat meluapnya sungai Ranomea. Oleh karena itu dibutuhkan data mengenai besar debit banjir dan tinggi muka air yang dapat terjadi.

Analisis dilakukan dengan mencari frekuensi hujan dengan metode Log Pearson III. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan MRG ARR Pentu-Pinaling. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2008 s/d 2018. Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS Soil Conservation Service dan SCS Curve Number (CN). Aliran dasar (baseflow) menggunakan metode recession. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan program komputer HEC-HMS. Dalam kalibrasi ini, parameter yang dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, baseflow, dan ratio to peak. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan uji koefisien determinasi dengan memperhatikan nilai koefisien determinasi yang > 0,6 dianggap sudah bisa memenuhi untuk tingkat kemiripan. Hasil kalibrasi didapat 0,767 (memenuhi). Dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer HEC-HMS. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dan kemudian dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur.

Hasil simulasi pada titik kontrol 170 m menunjukkan bahwa semua penampang melintang dari sta 0+0 sampai sta 0+100 tidak dapat menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana. Untuk hasil simulasi pada titik kontrol 988 m menunjukkan penampang melintang sta 0+0 hanya bisa menampung debit banjir pada kala ulang 5 tahun, sedangkan penampang pada sta 0+50 tidak bisa menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana.

Kata Kunci: *Sungai Ranomea, Prediksi Banjir, Debit Banjir, Tinggi Muka Air*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu bagian penting dalam siklus hidrologi. Sungai terbentuk secara alamiah di permukaan bumi, oleh karena itu sungai sering kali disebut drainase alam. Sungai atau saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Aliran sungai dipengaruhi oleh gravitasi, sehingga sungai mengalir dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir).

Dengan adanya air hujan yang jatuh di daratan, sungai akan menampung dan menyalurkannya ke danau atau langsung ke laut. Namun apabila intensitas curah hujan meningkat, sungai dan saluran-saluran tersebut bisa saja tidak mampu menampung volume air

yang besar sehingga meluap keluar dari penampang sungai dan menyebabkan banjir. Apabila debit banjir tidak begitu besar maka kerugian terhadap manusia tidak terlalu dirasakan, tetapi bila debit banjir yang terjadi cukup besar maka dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem di daerah aliran sungai (DAS) dan juga dapat mengancam nyawa manusia.

Sungai Ranomea terletak di Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Salah satu desa yang dilewati oleh sungai Ranomea yaitu desa Ranomea, Kecamatan Amurang Timur. Pada tahun 2000 terjadi peningkatan intensitas curah hujan, yang menyebabkan banjir akibat meluapnya sungai Ranomea. Hal ini merupakan permasalahan serius dan perlu diperhatikan serta mencari jalan keluar dan penyelesaiannya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dibutuhkan penelitian tentang analisis debit banjir untuk menghitung besarnya debit dan meninjau tinggi muka air banjir di sungai Ranomea.

Rumusan Masalah

Peningkatan intensitas curah hujan dapat menyebabkan banjir akibat meluapnya sungai Ranomea. Penelitian perlu dilakukan karena belum adanya data debit banjir dan tinggi muka air pada sungai Ranomea.

Batasan Penelitian

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

1. Titik kontrol DAS untuk daerah pemukiman kurang lebih terletak pada 170 m dan daerah tanpa pemukiman titik kontrol DAS kurang lebih terletak pada 988 m bagian hulu jembatan Ranomea.
2. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun
4. Analisis dihitung dengan bantuan program komputer yaitu HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidraulika.
5. Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 100 m di titik kontrol 170 m dan 50 m di titik kontrol 988 m bagian hulu jembatan Ranomea dengan jarak antar segmen 50 m.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai debit banjir rencana dan tinggi muka air, agar dapat memprediksi banjir yang akan terjadi pada penampang bagian hilir sungai Ranomea.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan yaitu dapat menjadi informasi kepada masyarakat sekitar DAS Ranomea dan juga dapat berguna sebagai data penanggulangan banjir oleh instansi terkait.

LANDASAN TEORI

Daur Hidrologi

Daur hidrologi atau daur air adalah sirkulasi air yang berasal dari bumi kemudian menuju ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus-menerus.

Karena bentuknya memutar dan berlangsung secara berkelanjutan inilah yang menyebabkan air seperti tidak pernah habis.

Air laut menguap karena adanya radiasi matahari, dan awan yang terjadi oleh uap air, bergerak di atas daratan berhubung didesak oleh angin. Presipitasi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju yang jatuh ke tanah yang membentuk limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Air hujan yang jatuh (presipitasi) akan mengalami evapotranspirasi sesuai dengan vegetasi yang menutupi daerah tangkapan hujan (dikutip dalam Indra dkk., 2012). Beberapa di antaranya masuk ke tanah (infiltrasi) dan bergerak lurus terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau permukaan freatik.

Air yang merembes ke dalam tanah (infiltrasi) memberi hidup kepada tumbuh-tumbuhan dan beberapa di antaranya naik ke atas lewat akar dan batangnya, sehingga terjadi transpirasi, yaitu evaporasi (penguapan) lewat tumbuh-tumbuhan melalui bagian bawah daun (stomata). Permukaan sungai dan danau juga mengalami penguapan (evaporasi), sehingga masih ada air yang dipindahkan menjadi uap. Dengan demikian seluruh daur telah dijalani dan akan berulang kembali.

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau (dikutip dalam Rivaldy dkk., 2018).

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

Analisis Curah Hujan

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

melainkan data kedalaman hujan dari beberapa stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS.

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

Analisis Frekuensi

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

Salah satu tujuan dalam analisis distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*). Menurut Bambang Triatmodjo (2008), Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (x_T) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu.

Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan.

Parameter-parameter yang digunakan sebagai langkah awal penentuan tipe distribusi adalah C_s , C_v , 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.

Hujan Efektif

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

$$P_e = \frac{(P-0,2 S)^2}{P+0,8 S} \quad (1)$$

Dengan:

P_e = Kedalaman Hujan Efektif (mm).

P = Kedalaman Hujan (mm).

S = Retensi potensial maksimum air oleh tanah, yang sebagian besar adalah karena infiltrasi.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

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).

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.

Analisis Hidraulika

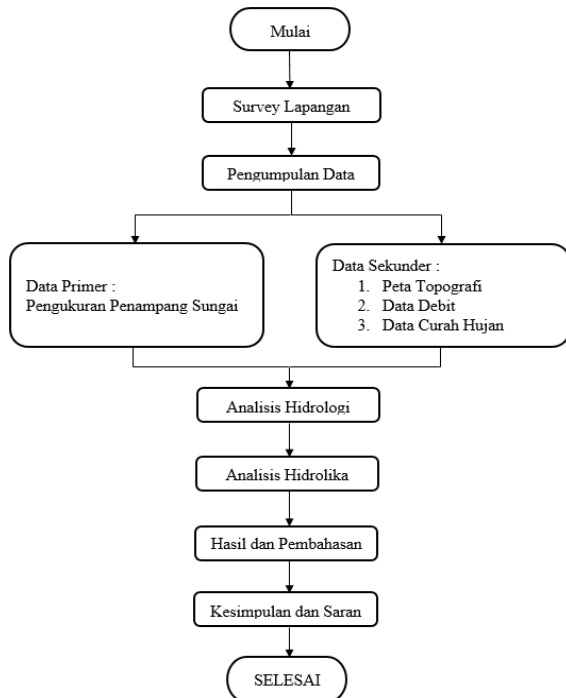
Aliran dikatakan langgeng (*steady*) jika kecepatan tidak berubah selama selang waktu tertentu.

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

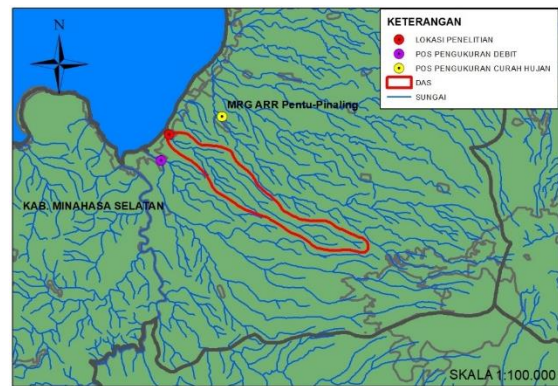
Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Ranomea. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Arcgis 10.3 tahun 1999-2014* dengan data-data pendukung dari BWSS-1 Sehingga diperoleh luas DAS Ranomea sebesar 14 km².

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Ranomea dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2018. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 Pos Hujan MRG ARR Pentu –

Pinaling. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2018.



Gambar 2. Gambar DAS Ranomea

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
	MRG ARR Pentu - Pinaling
2008	43.2
2009	59.9
2010	49.1
2011	119
2012	211
2013	59
2014	156.2
2015	29.4
2016	58.7
2017	83.2
2018	89.5

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

Uji Data Outlier

Pengujian data *outlier* dilakukan untuk menentukan berapa banyak data yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah. Data yang menyimpang bisa dikarenakan kesalahan saat pencatatan data atau adanya kejadian ekstrim. Berikut adalah uji *outlier* data hujan harian maksimum pos hujan Pentu-Pinaling.

Nilai CS_{log} lebih besar dari -0,4 dan lebih kecil dari 0,4 sehingga dilakukan uji *outlier* tinggi atau uji *outlier* rendah lalu dilakukan koreksi data. Sebelum dilakukan uji *outlier* tinggi, dihitung terlebih dahulu nilai Kn .

$$Kn = (-0,62201) + (6,28446 \times 11^{1/4}) - (2,49835 \times 11^{1/2}) + (0,491436 \times 11^{3/4}) - (0,037911 \times 11) = 5,088$$

Uji outlier tinggi :

$$\log x_n = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{\log} = 1,871 + 5,088 \times 0,253 = 1437,112 \text{ mm}$$

Hasil uji outlier mendapatkan bahwa data curah hujan tidak ada yang menyimpang.

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	$C_s = 0$	1,375	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	5,125	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 \cdot C_v = 2,144$	1,375	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 12,146$	5,125	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	1,375	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,40$	5,125	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:

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{11} \times 20,577 = 1,871$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,640}{11-1}} = 0,253$$

Koefisien Skewness (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3 = \frac{11}{(11-1)(11-2) \cdot 0,253^3} \times 0,050 = 0,374$$

Tabel 3. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang	Log Xn	Xn
5 Tahun	2.078	119.551 mm
10 Tahun	2.203	159.666 mm
25 Tahun	2.344	220.849 mm
50 Tahun	2.439	274.922 mm
100 Tahun	2.527	336.795 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 Manado dan sekitarnya (Talumepe dkk., 2017).

Tabel 4. Pola Distribusi Hujan Wilayah Manado dan Sekitarnya

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8
% Distribusi Hujan	54	22	8	6	3	1	3	3

Sumber: Talumepe dkk, 2017

Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Nilai CN rata-rata untuk DAS Ranomea adalah 70,126

Tabel 5. Perhitungan Nilai CN Rata-Rata DAS Ranomea

No.	Jenis Tutup Lahan	Luas	%	CN Tiap Lahan	CN
1	Hutan Alam	13,84 Km ²	98,857 %	70	69,2
2	Pemukiman	0,16 Km ²	1,143 %	81	0,926
Total					70,126

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 Exponential Recession Model.

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, maka dibandingkan

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

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	3.4	3.4	0.3
02Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.6	0.6	0.3
03Jan2008	00:00	2.40	2.40	0.00	0.0	0.1	0.1	0.2
04Jan2008	00:00	5.30	5.30	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
05Jan2008	00:00	7.70	7.70	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2
06Jan2008	00:00	11.50	11.50	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2
07Jan2008	00:00	6.20	6.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
08Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
09Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
10Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
11Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
12Jan2008	00:00	6.30	6.30	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
13Jan2008	00:00	2.40	2.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
14Jan2008	00:00	4.60	4.60	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
15Jan2008	00:00	6.90	6.90	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
16Jan2008	00:00	5.30	5.30	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
17Jan2008	00:00	5.80	5.80	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
18Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
19Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
20Jan2008	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
21Jan2008	00:00	8.10	8.10	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
22Jan2008	00:00	5.40	5.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
23Jan2008	00:00	7.90	7.90	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
24Jan2008	00:00	9.40	9.39	0.01	0.0	0.0	0.0	0.2
25Jan2008	00:00	28.00	26.11	1.89	0.2	0.0	0.2	0.2
26Jan2008	00:00	22.30	18.77	3.53	0.5	0.0	0.5	0.2
27Jan2008	00:00	15.80	12.35	3.45	0.5	0.0	0.5	0.2
28Jan2008	00:00	24.30	17.62	6.68	0.9	0.0	0.9	0.2
29Jan2008	00:00	7.20	4.93	2.27	0.5	0.0	0.5	0.3
30Jan2008	00:00	16.10	10.58	5.52	0.8	0.0	0.8	0.3

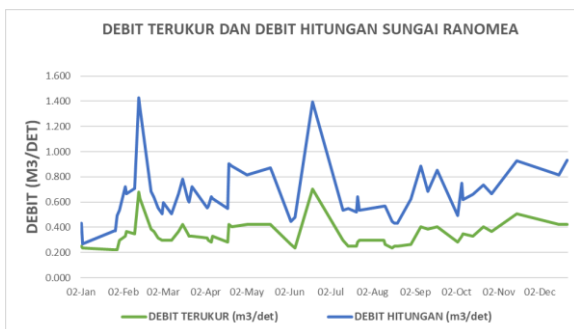
Gambar 3. Debit Hitungan Sungai Tembran

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

Tabel 6. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Ranomea

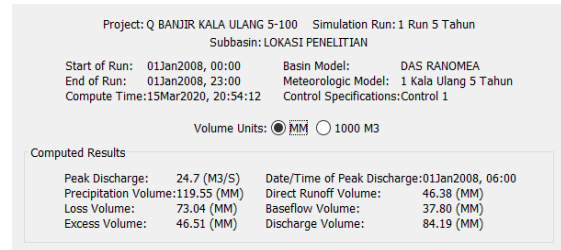
Curve Number	70,126
Recession Constant	1
Ratio to Peak	0,5
Initial Discharge	3,169 m ³ /det
Lag Time	262,031 menit



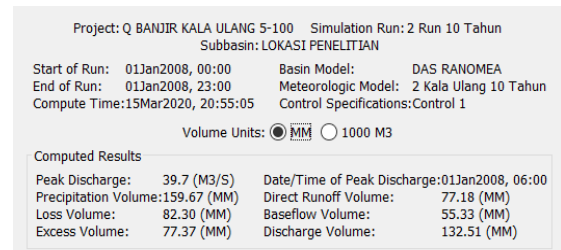
Gambar 4. Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

Simulasi Debit Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS

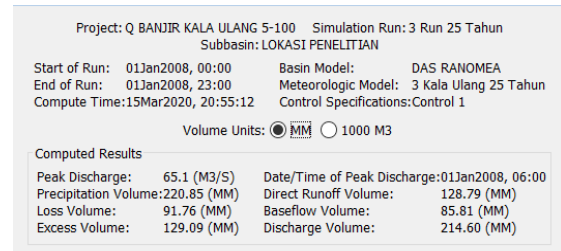
Semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi program komputer HEC-HMS sebagai berikut:



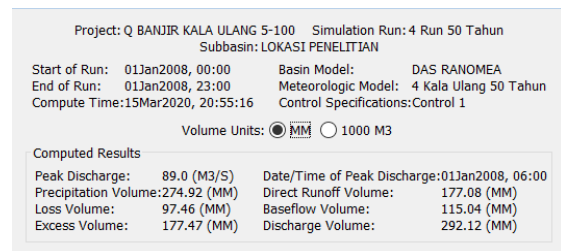
Gambar 5. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



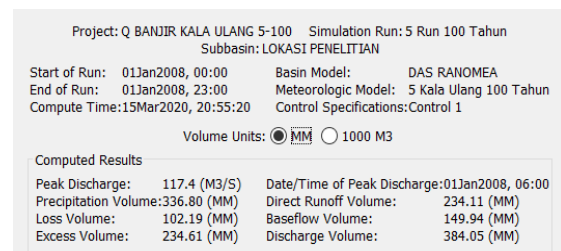
Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



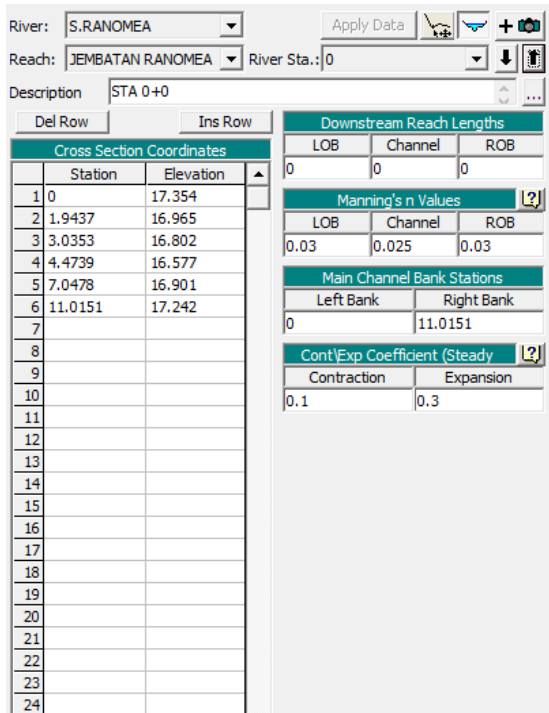
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

Analisis Tinggi Muka Air

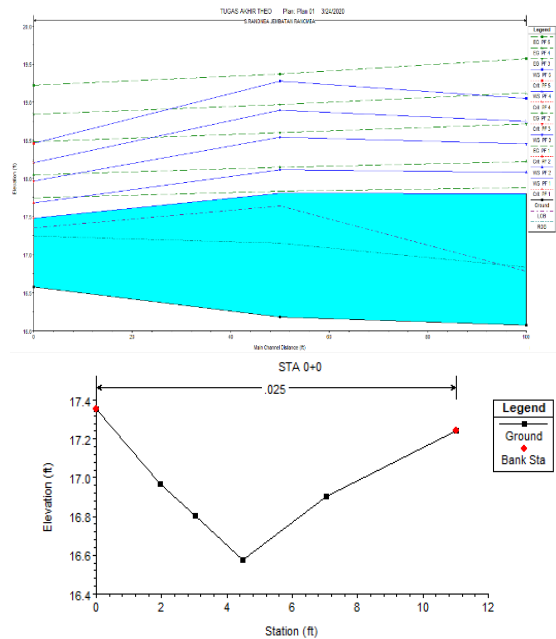
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien *n Manning*, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng.



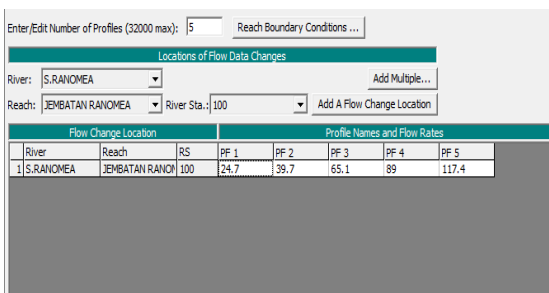
Gambar 10. Data Penampang Sungai

Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer HEC-RAS

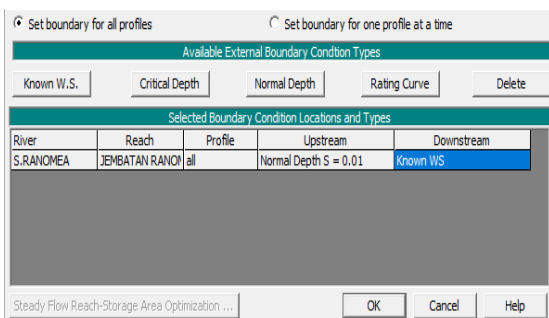
Hasil simulasi tinggi muka air menunjukkan semua penampang Sungai Ranomea yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.



Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Ranomea



Gambar 11. Pengisian Data Debit



Gambar 12. Pengisian Reach Boundary Conditions

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam DAS Ranomea yaitu koefisien penutup lahan, dan kelambatan waktu di dalam DAS.

Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan penampang melintang di titik kontrol 170 m arah hulu jembatan Ranomea pada sta 0+0, sta 0+50, dan sta 0+100 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Untuk simulasi di titik kontrol 988 m arah hulu jembatan Ranomea menunjukkan penampang pada sta 0+0 hanya bisa menampung debit banjir pada kala ulang 5 tahun dan sta 0+50 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 25 tahun sampai 100 tahun dan untuk kala ulang

5 tahun dan 10 tahun hanya meluap pada bantaran kanan sungai. Dari kedua titik kontrol tersebut tidak ada yang mampu menampung debit banjir untuk semua kala ulang.

Saran

Bila akan dilaksanakan penelitian lebih lanjut, pengukuran dapat dilakukan di daerah banjir pada hilir sungai dengan memperhitungkan pengaruh pasang surut.

Selain lokasi penelitian, data hujan dan data debit yang tersedia juga merupakan data dari pos hujan dan pos debit yang berada di pinggir DAS dan bahkan di luar DAS Ranomea sehingga untuk mendapatkan data hujan dan data debit yang lebih akurat dapat dipasang alat ukur hujan dan alat ukur debit di bagian hulu DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan MRG ARR Pentu-Pinaling*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____. *Data Debit Harian Sungai Ranowanko*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____. 2018. *HEC-HMS 4.3 Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____. 2019. *HEC-RAS 5.0.7 Hydraulic Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Indra, Zulfikar., Jasin, M. I., Binilang, A., Mamoto, J. D., 2012. *Analisis Debit Sungai Munte dengan Metode Mock Dan Metode NRECA Untuk Kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 1 November 2012 (34-38), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Rivaldy, Dandy Ramdan., Tommy Jansen, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. *Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Tugurara Kota Ternate Terhadap Debit Banjir*. Jurnal Sipil Statik Vol. 6 No. 6 Juni 2018 (397-410) ISSN: 2337-6732, 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.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.