

PREDIKSI BANJIR DI SUNGAI RANOWANGKO KECAMATAN AMURANG KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Ivan Leonardo Uruilal
Cindy J. Supit, Tommy Jansen

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: uruilaljr@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Ranowangko merupakan salah satu sungai dengan DAS yang luas di Kabupaten Minahasa Selatan. Sungai Ranowangko yang berada di Kelurahan Lewet Kecamatan Amurang Kabupaten Minahasa Selatan Provinsi Sulawesi Utara, pada saat musim penghujan dengan intensitas yang tinggi sungai Ranowangko memiliki potensi terjadi banjir, seperti yang pernah terjadi pada tahun 2000. Banjir yang terjadi pada tahun 2000 sangat merugikan masyarakat yang ada di sekitar bantaran sungai Ranowangko, selain merendam rumah warga, banjir juga mengakibatkan tertutupnya akses jalan Trans Sulawesi karena putusnya jembatan Ranowangko. 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 2 pos hujan dan 1 pos klimatologi, yaitu pos hujan MRG ARR Pentu-Pinaling dan MRG ARR Molompar. 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 0,978 (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 500 m arah hulu jembatan Ranowangko menunjukkan bahwa semua penampang melintang dari sta 0+25 sampai 0+150 tidak dapat menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana, sedangkan penampang pada sta 0+0 hanya bisa menampung debit banjir untuk kala ulang rencana 2 tahun. Untuk hasil simulasi pada titik kontrol 2260 m arah hulu jembatan Ranowangko menunjukkan bahwa semua penampang melintang dari sta 0+25 sampai 0+50 tidak dapat menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana, sedangkan penampang pada sta 0+0 hanya bisa menampung debit banjir untuk kala ulang rencana 2 tahun.

Kata Kunci: *Sungai Ranowangko, Debit Banjir, Tinggi Muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan suatu aliran yang terbentuk secara alami di permukaan bumi dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir). Sungai juga mempunyai peran yang penting dalam siklus air. Karena adanya hujan yang jatuh di daratan, air akan kembali ke laut melalui sungai. Besarnya jumlah air atau debit air pada sungai dipengaruhi oleh curah hujan, kemiringan dan luas daerah aliran sungai (DAS).

Debit air yang berlebihan akan mengakibatkan meluapnya air pada suatu sungai atau banjir. Karakteristik DAS dari suatu sungai memiliki pengaruh yang besar terhadap lama waktu dan besarnya banjir pada sungai tersebut. Banjir dapat merugikan banyak pihak seperti kerusakan pada pemukiman penduduk, saluran drainase, lahan pertanian dan infrastruktur seperti jalan raya.

Sungai Ranowangko yang berada di kelurahan Lewet kecamatan Amurang kabupaten Minahasa Selatan provinsi Sulawesi Utara merupakan sungai dengan DAS 78,29 km².

Dengan DAS yang luas, pada saat musim penghujan dengan intensitas yang tinggi sungai Ranowanko memiliki potensi terjadi banjir, seperti yang pernah terjadi pada tahun 2000. Banjir yang terjadi pada tahun 2000 sangat merugikan masyarakat yang ada di sekitar bantaran sungai Ranowanko, selain merendam rumah warga, banjir juga mengakibatkan tertutupnya akses jalan Trans Sulawesi karena putusannya jembatan Ranowanko.

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka diperlukan analisis terhadap besarnya debit banjir dan meninjau tinggi muka air, agar dapat memprediksi debit banjir di sungai Ranowanko Kabupaten Minahasa Selatan.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi adalah belum adanya informasi mengenai data kapasitas penampang dari sungai Ranowanko yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan pencegahan dan penanggulangan banjir.

Batasan Penelitian

1. Untuk daerah dekat pemukiman masyarakat titik kontrol DAS terletak pada 500 m dan daerah tanpa pemukiman masyarakat titik kontrol DAS terletak pada 2260 m bagian hulu jembatan Ranowanko.
2. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 2, 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 150 m di titik kontrol 500 m dan 50 m di titik kontrol 2260 m bagian hulu jembatan Ranowanko dengan jarak antar segmen 25 m.

Tujuan Penelitian

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

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan yaitu dapat memberikan informasi sebagai dasar pertimbangan bagi instansi terkait yang berwenang untuk merencanakan atau

melakukan penanggulangan masalah banjir di sungai Ranowanko, setelah diketahui debit banjir maksimum berdasarkan kala ulang banjir..

LANDASAN TEORI

Daur Hidrologi

Daur hidrologi merupakan proses kontinu dimana 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, 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 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.

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 (Rivaldy dkk., 2018). 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

Curah hujan adalah tinggi atau tebalnya hujan dalam jangka waktu tertentu yang

dinyatakan dalam satuan mm (Nurhamidin dkk., 2015).

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:

1. Rata-rata Hitung (*Mean*)
2. Simpangan Baku (Standar Deviasi)
3. Koefisien Variasi
4. Koefisien *Skewness* (Kemencengan)
5. Koefisien Kurtosis

Distribusi Probabilitas

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

Salah satu tujuan dalam 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.

Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penulisan ini adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Gumbel
3. 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 biasa didapatkan dengan beberapa metode. Dalam penelitian ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir.

HSS-SCS

Hidrograf Tidak berdimensi SCS (*Soil Conserveation Services*) adalah hidrograf satuan sintesis 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.

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

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

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

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

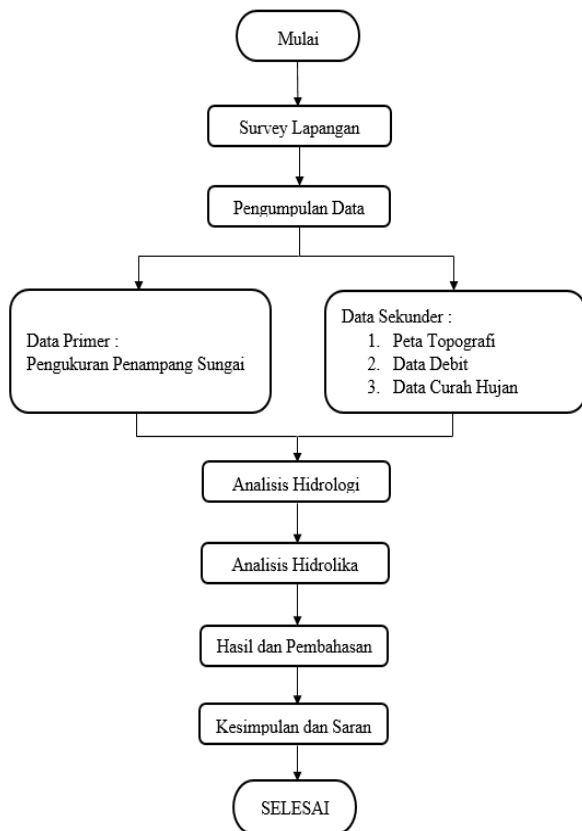
Dengan *CN* adalah *Curve Number* yang dapat memperhitungkan total hujan untuk berbagai karakteristik DAS dengan tipe tanah dan tata guna lahan yang berbeda (Supit, 2013).

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Ranowangko dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencacatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2018. Pos hujan yang digunakan sebanyak 2 Pos Hujan dan 1 Pos Klimatologi antara lain MRG ARR Pentu – Pinaling, MRG ARR Molompar, dan SG Ranowangko. Berikut adalah data hujan harian maksimum tiap pos dari tahun 2008 sampai 2018.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	
	MRG ARR Pentu Pinaling	MRG ARR Molompar
2008	43,2	-
2009	59,9	-
2010	72,5	49,1
2011	94,4	119
2012	101,9	211
2013	84,9	59
2014	80,2	156,2
2015	82,8	29,4
2016	98,7	58,7
2017	75,4	83,2
2018	87	89,5

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

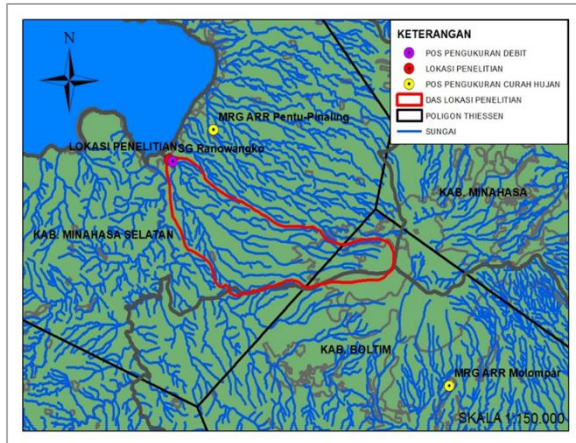
Uji Data Outlier

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 Molompar. Hasil uji *outlier* mendapatkan bahwa data-data curah hujan dari kedua pos hujan tidak ada yang menyimpang.

Analisis Curah Hujan Rerata

Hujan rata – rata pada DAS Ranowangko dapat dihitung menggunakan metode poligon thiessen, karena jumlah pos hujan yang berpengaruh pada DAS Ranowangko sebanyak 2 pos hujan dan 1 pos klimatologi. Metode ini digunakan karena dapat memberikan data presipitasi yang lebih akurat, karena setiap

bagian wilayah tangkapan hujan diwakili secara proporsional oleh suatu alat penakar hujan.



Gambar 2. Poligon Thiessen DAS Ranowanko

Setelah dibuat poligon thiessen, selanjutnya adalah menghitung luas pengaruh tiap pos hujan. Hasil perhitungan luas pengaruh tiap pos hujan adalah sebagai berikut:

MRG ARR Pentu-Pinaling : 63,694 km²
 MRG ARR Molompar : 14,6 km²

Tabel 2. Curah Hujan Rerata

Tahun	\bar{R}
2008	35,144
2009	48,730
2010	53,464
2011	114,413
2012	190,655
2013	63,830
2014	142,028
2015	39,358
2016	66,159
2017	81,745
2018	89,034

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	$Cs = Cv^3 + 3 \cdot Cv = 0,8392$	0,5430	Tidak Memenuhi
	$Ck = Cv^3 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 4,2778$	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:

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{11} \times 20,535 = 1,867$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,532}{11-1}} = 0,231$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3 = \frac{11}{(11-1)(11-2) \cdot 0,231^3} \times -0,040 = 0,395$$

Tabel 4. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang	Log Xn	Xn
2 Tahun	1,852	71,053 mm
5 Tahun	2,055	113,556 mm
10 Tahun	2,171	148,211 mm
25 Tahun	2,321	209,520 mm
50 Tahun	2,388	244,578 mm
100 Tahun	2,470	295,020 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 (Talumepa dkk., 2017).

Tabel 5.. 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: Talumepa, 2017

Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 6. Perhitungan nilai CN DAS Ranowangko

No	Jenis Tutup Lahan	Luas	%	CN Tiap Lahan	CN
1	Tegalan/Ladang	28.2	36.020 %	88	31.698
3	Hutan Alam	49.55	63.290 %	70	44.303
4	Pemukiman	0.54	0.690 %	83	0.572
Total					76.573

Nilai CN rata – rata untuk DAS Ranowangko adalah 76,573

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, maka dibandingkan dengan data debit terukur. Kalibrasi dilakukan pada DAS lokasi penelitian dengan data debit terukur dilapangan. Dikarenakan data debit terukur pada lokasi pengukuran tinggi muka air, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Ranowangko pada lokasi penelitian dapat diketahui.

Debit hasil hitungan dan debit terukur Sungai Tembran akan diuji menggunakan uji keofisien determinasi (r²) untuk menilai tingkat kemiripan model hidrologi antara hasil debit hitungan dan debit terukur.

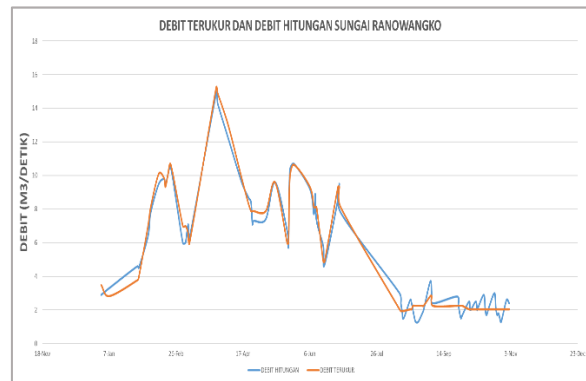
Uji koefisien determinasi (r²) dilakukan dengan membandingkan debit terukur Sungai Tembran dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

Project: Ivan TA 2 Optimization Trial: Trial 1 Subbasin: Lokasi Penelitian								
Start of Trial: 01Jan2011, 00:00		Basin Model: Das Ranowangko						
End of Trial: 31Dec2011, 00:00		Meteorologic Model: Kalibrasi						
Compute Time: 17Nov2019, 02:19:01								
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01Jan2011	00:00				0.0	2.9	2.9	3.5
02Jan2011	00:00	98.92	63.58	35.33	23.8	2.4	26.2	3.1
03Jan2011	00:00	7.40	2.18	5.22	10.2	1.9	12.1	3.1
04Jan2011	00:00	2.51	0.70	1.81	3.5	2.5	6.0	2.8
05Jan2011	00:00	0.00	0.00	0.00	0.8	4.1	4.9	2.8
06Jan2011	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	3.8	3.9	2.8
07Jan2011	00:00	0.35	0.10	0.26	0.2	3.1	3.3	2.8
08Jan2011	00:00	6.69	1.77	4.92	3.4	2.5	5.9	2.8
09Jan2011	00:00	4.15	1.04	3.11	3.0	2.1	5.1	2.8
10Jan2011	00:00	7.15	1.69	5.46	4.4	1.7	6.1	2.7
11Jan2011	00:00	7.48	1.65	5.83	5.1	1.4	6.5	2.7
12Jan2011	00:00	1.08	0.23	0.85	1.9	3.2	5.1	3.3
13Jan2011	00:00	12.03	2.40	9.63	6.9	2.6	9.5	3.1
14Jan2011	00:00	1.14	0.21	0.92	2.5	3.3	5.8	3.1
15Jan2011	00:00	5.04	0.92	4.12	3.3	2.7	6.0	3.1
16Jan2011	00:00	4.80	0.84	3.96	3.5	2.2	5.7	3.1
17Jan2011	00:00	14.07	2.28	11.79	8.8	1.8	10.6	3.1
18Jan2011	00:00	11.17	1.64	9.53	8.8	1.4	10.2	3.1
19Jan2011	00:00	11.63	1.56	10.06	9.0	1.2	10.2	3.1
20Jan2011	00:00	0.00	0.00	0.00	2.3	3.3	5.7	3.1
21Jan2011	00:00	2.09	0.27	1.82	1.7	2.9	4.6	3.1
22Jan2011	00:00	3.67	0.45	3.17	2.5	2.4	4.9	3.1

Gambar 3. Debit Hitungan Sungai Tembran

Tabel 7. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Ranowangko

Curve Number	76,573
Recession Constant	0,9
Ratio to Peak	0,25
Initial Discharge	3,169 m ³ /det
Lag Time	160 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:

Project: Q PUNCAK 2-100 TAHUN Simulation Run: 1. KALA ULANG 2 TAHUN
 Subbasin: Lokasi Penelitian

Start of Run: 01Jan2011, 01:00 Basin Model: DAS RANOWANGKO
 End of Run: 05Jan2011, 23:00 Meteorologic Model: 1.Kala Ulang 2 Tahun
 Compute Time: 21Nov2019, 03:16:19 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 12.7 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2011, 09:00
 Precipitation Volume: 32.67 (MM) Direct Runoff Volume: 3.09 (MM)
 Loss Volume: 29.58 (MM) Baseflow Volume: 17.19 (MM)
 Excess Volume: 3.09 (MM) Discharge Volume: 20.29 (MM)

Gambar 5. Summary Result Kala Ulang 2 Tahun

Project: Q PUNCAK 2-100 TAHUN Simulation Run: 2. KALA ULANG 5 TAHUN
 Subbasin: Lokasi Penelitian

Start of Run: 01Jan2011, 01:00 Basin Model: DAS RANOWANGKO
 End of Run: 05Jan2011, 23:00 Meteorologic Model: 2.Kala Ulang 5 Tahun
 Compute Time: 21Nov2019, 03:07:57 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 37.8 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2011, 06:00
 Precipitation Volume: 52.24 (MM) Direct Runoff Volume: 11.77 (MM)
 Loss Volume: 40.47 (MM) Baseflow Volume: 37.91 (MM)
 Excess Volume: 11.77 (MM) Discharge Volume: 49.68 (MM)

Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun

Project: Q PUNCAK 2-100 TAHUN Simulation Run: 4. KALA ULANG 25 TAHUN
 Subbasin: Lokasi Penelitian

Start of Run: 01Jan2011, 01:00 Basin Model: DAS RANOWANGKO
 End of Run: 05Jan2011, 23:00 Meteorologic Model: 4.Kala Ulang 25 Tahun
 Compute Time: 21Nov2019, 03:08:10 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 131.2 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2011, 06:00
 Precipitation Volume: 96.39 (MM) Direct Runoff Volume: 41.22 (MM)
 Loss Volume: 55.17 (MM) Baseflow Volume: 127.73 (MM)
 Excess Volume: 41.22 (MM) Discharge Volume: 168.96 (MM)

Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun

Project: Q PUNCAK 2-100 TAHUN Simulation Run: 5. KALA ULANG 50 TAHUN
 Subbasin: Lokasi Penelitian

Start of Run: 01Jan2011, 01:00 Basin Model: DAS RANOWANGKO
 End of Run: 05Jan2011, 23:00 Meteorologic Model: 5.Kala Ulang 50 Tahun
 Compute Time: 21Nov2019, 03:08:16 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 171.5 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2011, 06:00
 Precipitation Volume: 112.52 (MM) Direct Runoff Volume: 53.84 (MM)
 Loss Volume: 58.68 (MM) Baseflow Volume: 166.57 (MM)
 Excess Volume: 53.84 (MM) Discharge Volume: 220.41 (MM)

Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun

Project: Q PUNCAK 2-100 TAHUN Simulation Run: 6. KALA ULANG 100 TAHUN
 Subbasin: Lokasi Penelitian

Start of Run: 01Jan2011, 01:00 Basin Model: DAS RANOWANGKO
 End of Run: 05Jan2011, 23:00 Meteorologic Model: 6.Kala Ulang 100 Tahun
 Compute Time: 21Nov2019, 03:08:25 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

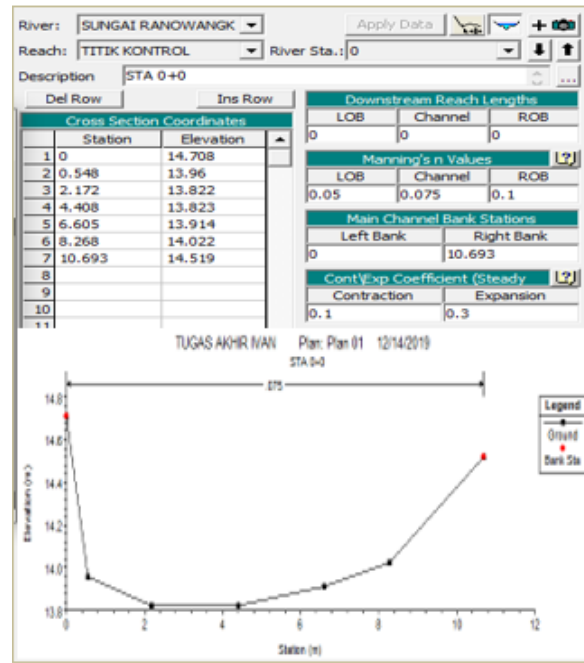
Computed Results

Peak Discharge: 230.6 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2011, 06:00
 Precipitation Volume: 135.20 (MM) Direct Runoff Volume: 72.55 (MM)
 Loss Volume: 62.65 (MM) Baseflow Volume: 223.60 (MM)
 Excess Volume: 72.55 (MM) Discharge Volume: 296.15 (MM)

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

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 6 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: SUNGAI RANOWANGK Add Multiple...
 Reach: TITIK KONTROL River Sta.: 150 Add A Flow Change Location

Flow Change Location	Profile Names and Flow Rates								
River	Reach	RS	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4	PF 5	PF 6	
1	SUNGAI RANOWA	TITIK KONTROL	150	12.7	37.8	67.7	131.2	171.5	230.6

Gambar 11. Pengisian Data Debit

Set boundary for all profiles Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Known W.S. Critical Depth Normal Depth Rating Curve Delete

Selected Boundary Condition Locations and Types

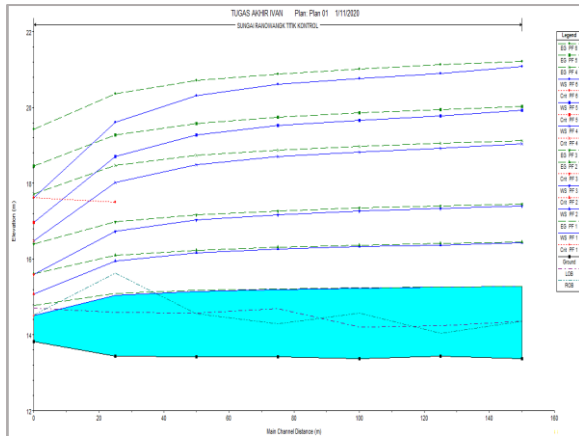
River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
SUNGAI RANOWA	TITIK KONTROL	all	Normal Depth S = 0.01	Known WS

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ... OK Cancel Help

Gambar 12. Pengisian Reach Boundary Conditions

Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

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



Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Ranowangko

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 Ranowangko yaitu koefisien penutup lahan, dan kelambatan waktu di dalam DAS, serta kekasaran saluran (nilai *n Manning*).

Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan penampang melintang di titik kontrol 500 m arah hulu jembatan Ranowangko pada sta 0+0 hanya bisa menampung debit banjir pada kala ulang 2 tahun, pada sta 0+25 tidak mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun sampai 100 tahun dan untuk kala ulang 2 tahun hanya meluap di bantaran kiri sungai, sedangkan untuk sta 0+50, sta 0+75, sta 0+100, sta 125, sta 0+150 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

Untuk hasil simulasi di titik kontrol 2260 m arah hulu jembatan Ranowangko penampang pada sta 0+0 hanya bisa menampung debit banjir pada kala ulang 2 tahun, pada sta 0+25 tidak mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun sampai 100 tahun dan untuk kala ulang 2 tahun hanya meluap di bantaran kanan sungai, sedangkan pada sta 0+50 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

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 yang tersedia juga merupakan data hujan dari pos hujan yang berada di pinggiran DAS dan bahkan di luar DAS Ranowangko sehingga untuk mendapatkan data hujan yang lebih akurat dapat dipasang alat ukur hujan di bagian hulu DAS.

DAFTAR PUSTAKA

Nurhamidin, Erwin Achmad., M. I. Jasin, Fuad Halim. 2015. *Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa)*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.9 September 2015 (599-612) ISSN: 2337-6732, 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.