

ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG SUNGAI ROONG TONDANO TERHADAP BERBAGAI KALA ULANG BANJIR

Frana L. Mamuaya

Jeffrey S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung

Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: franamamuaya@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Roong merupakan salah satu sungai di Tondano yang pernah meluap dan membanjiri beberapa daerah yang dilewati oleh sungai Roong yang sebagian besar merupakan pemukiman masyarakat dan lahan persawahan. 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 Paleloan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2008 s/d 2017. Setelah didapat besar hujan, dilakukan simulasi hujan aliran dengan HSS SCS menggunakan program komputer HEC-HMS. Setelah itu debit puncak hasil simulasi dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang pada setiap Kala Ulang tidak mampu menahan debit banjir.

Kata kunci: Debit Banjir Rencana, Tinggi Muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai mempunyai peran yang penting dalam siklus air. Dengan 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).

Banjir adalah kelebihan debit air yang menyebabkan meluapnya air pada suatu sungai. Karakteristik DAS dari suatu sungai memiliki pengaruh yang besar terhadap lama waktu dan besarnya banjir pada sungai tersebut. Terjadinya banjir dapat merugikan banyak pihak seperti kerusakan pada pemukiman penduduk, saluran drainase, saluran irigasi, lahan pertanian dan infrastruktur umum seperti jalan raya.

Sungai Roong, yang terletak di Kecamatan Tondano Barat Kabupaten Minahasa merupakan sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk aktifitas sehari-hari seperti mencuci baju, mandi, dan sebagainya. Berdasarkan informasi dari warga yang tinggal di sekitar sungai, banjir terjadi jika hujan deras dalam durasi yang lama. Pada tahun 2014 dan 2017 terjadi banjir yang besar. Banjir tersebut merugikan karena merendam sebagian perumahan warga, merusak lahan usaha masyarakat, meluap ke jalan raya dan

mengganggu aktivitas keseharian masyarakat di daerah itu.

Berdasarkan informasi tentang masalah banjir yang pernah terjadi di Sungai Roong, maka diperlukan pengendalian terhadap debit banjir. Terlebih dahulu perlu dilakukan analisis terhadap besarnya debit banjir dan meninjau tinggi muka air di Sungai Roong.

Rumusan Masalah

Karena belum adanya analisis debit banjir di sungai Roong, maka perlu dilakukan analisis besarnya debit banjir dan tinggi muka air.

Batasan Penelitian

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

1. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
2. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
3. Analisis dihitung dengan bantuan program komputer yaitu HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidrolika.
4. Penampang melintang sungai yang ditinjau sebanyak sepuluh segmen sepanjang 200 meter di sekitar Gereja GMIM Marturia Roong.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai debit banjir rencana dan tinggi muka air yang akan terjadi pada penampang sungai di bagian hilir sungai Roong

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan dapat menjadi bahan informasi untuk instansi terkait yang berwenang dalam melakukan penanggulangan masalah banjir di sungai Roong.

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

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. 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 dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati akuifer masuk ke sungai atau kadang-kadang langsung ke laut.

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).

Air yang bertahan di permukaan tanah (*surface detention*) sebagian diuapkan dan sebagian besar mengalir masuk ke sungai-sungai kecil dan mengalir sebagai limpasan permukaan (*surface runoff*) ke dalam palung sungai.

Permukaan sungai dan danau juga mengalami penguapan (evaporasi), sehingga masih ada air yang dipindahkan menjadi uap. Akhirnya sisa air yang tidak diinfiltrasi atau diuapkan akan kembali ke laut lewat palung sungai. Air tanah jauh lebih lambat Bergeraknya, baik yang bergerak masuk ke dalam palung sungai atau yang merembes ke pantai dan masuk ke laut. Dengan demikian seluruh daur telah dijalani dan akan berulang kembali.

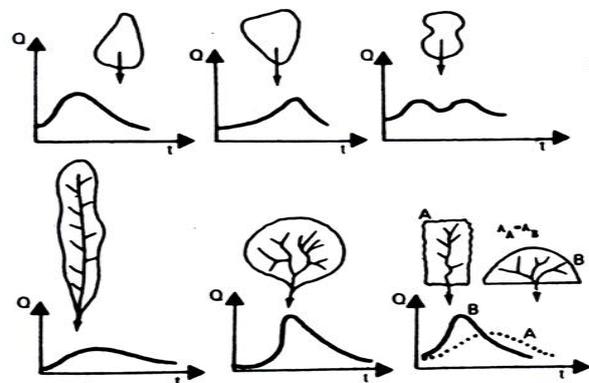
Daerah Aliran Sungai (DAS)

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. 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 dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati akuifer masuk ke sungai atau kadang-kadang langsung ke laut.

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).

Air yang bertahan di permukaan tanah (*surface detention*) sebagian diuapkan dan sebagian besar mengalir masuk ke sungai-sungai kecil dan mengalir sebagai limpasan permukaan (*surface runoff*) ke dalam palung sungai.

Permukaan sungai dan danau juga mengalami penguapan (evaporasi), sehingga masih ada air yang dipindahkan menjadi uap. Akhirnya sisa air yang tidak diinfiltrasi atau diuapkan akan kembali ke laut lewat palung sungai. Air tanah jauh lebih lambat Bergeraknya, baik yang bergerak masuk ke dalam palung sungai atau yang merembes ke pantai dan masuk ke laut. Dengan demikian seluruh daur telah dijalani dan akan berulang kembali.



Gambar 1. Sketsa pengaruh bentuk DAS Terhadap Bentuk Hidrograf Alirannya.

Analisis Frekuensi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi, fenomena hidrologi seperti: curah hujan, temperatur, penguapan, debit sungai dan lain sebagainya yang akan selalu berubah menurut waktu. Komponen data hidrologi dapat disusun dalam bentuk daftar atau tabel, Suwarno (1991).

Distribusi Probabilitas

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

Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penulisan ini adalah:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Distribusi normal mempunyai 2 parameter yaitu: Koefisien Kurtosis $Ck \approx 3$ dan Koefisien *Skewness* $Cs \approx 0$.

$$X - \bar{X} + k.S \tag{1}$$

2. Distribusi Log Normal dua parameter

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal.

$$\log X = \overline{\log X} + k.S_{log} \tag{2}$$

3. Distribusi Gumbel

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

$$X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y - Y_n) \tag{3}$$

4. Distribusi Log Pearson Tipe III

Bentuk distribusi log pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik.

$$\log X = \overline{\log X} + k.S_{\log X} \tag{4}$$

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.

Rata-rata Hitung

Rata-rata hitung merupakan nilai rata-rata dari sekumpulan data:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \tag{5}$$

Simpangan Baku

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.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \tag{6}$$

Koefisien Skewness

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.

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \tag{7}$$

Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standard dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \tag{8}$$

Koefisien Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur kemencengan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \tag{9}$$

Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe distribusi Normal

$Cs \approx 0$; $Ck \approx 3$

Tipe distribusi Log Normal

$Cs \approx 3Cv$

Tipe distribusi Gumbel

$Cs \approx 1,139$; $Ck \approx 5,4$

Bila kriteria ketiga sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah:

Tipe distribusi Log Pearson Tipe 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 penelitian ini digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir.

HSS-SCS

Hidrograf Tidak berdimensi SCS (*Soil Consevation 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.

$$\begin{aligned}
 \text{Lag Time } (t_p) &= 0,6 \times T_c \\
 \text{Waktu Naik } (T_p) &= \frac{tr}{2} + t_p \\
 \text{Time base } (t_b) &= 5 \times T_p \\
 q_p &= \frac{CA}{T_p}
 \end{aligned}$$

Analisis Hidrolika

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.

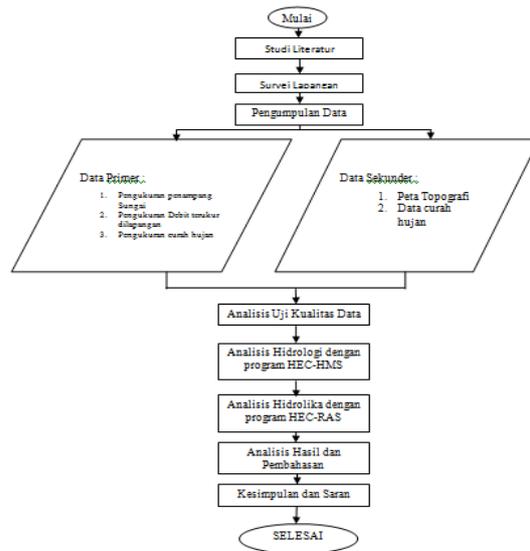
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan seperti ditunjukkan pada gambar 2. Bagan Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Data

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini adalah data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 s/d 2017. Stasiun pengamatan yang digunakan adalah stasiun Paleloan. Data curah hujan disajikan dalam tabel 1.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
	Sta. Paleloan
2008	71,5
2009	43
2010	67,2
2011	90,9
2012	69,8
2013	66,5
2014	110,5
2015	64,9
2016	115,5
2017	160,2

- Jika $Cs \log > 0,4$ maka:
Uji *outlier* tinggi, koreksi data uji *outlier* rendah, koreksi data.
- Jika $Cs \log < -0,4$ maka:
Uji *outlier* rendah, koreksi data, uji *outlier* tinggi, koreksi data.
- Jika $-0,4 < Cs \log < 0,4$ maka:
Berikut ini adalah persamaan untuk menentukan batas tertinggi dan batas terendah untuk pengujian data *outlier*:
- Uji *outlier* tinggi untuk menentukan batas tertinggi dari kumpulan data:
$$\text{Log } X_h = \overline{\text{log} \bar{X}} + Kn. \text{Slog}$$
$$X_h = 10^{\text{log} X_h}$$
- Uji *outlier* rendah untuk menentukan batas terendah dari kumpulan data :
$$\text{Log } X_l = \overline{\text{log} \bar{X}} + Kn. \text{Slog}$$
$$X_l = 10^{\text{log} X_l}$$

Jika nilai $Cs \log > 0,4$ maka nilai Kn yang digunakan adalah :

$$Kn = (-0,62201) + (6,28446 \frac{1}{n^4}) - (2,49835n^{\frac{1}{2}}) + (0,491436 \frac{3}{n^4}) - (0,037911n)$$

Jika nilai $Cs \log < 0,4$ maka nilai Kn yang digunakan adalah :

$$Kn = (-3,62201) + (6,28446 \frac{1}{n^4}) - (2,49835n^{\frac{1}{2}}) + (0,491436 \frac{3}{n^4}) - (0,037911n)$$

Kemudian dilakukan Uji *Outlier* pada data curah hujan stasiun Paleloan. Hasil Uji *Outlier* mendapatkan bahwa data-data curah hujan tersebut tidak menyimpang.

Penentuan Jenis Sebaran

Penentuan jenis sebaran data akan dilakukan dengan cara analitis. Dalam penentuan jenis sebaran terdapat beberapa parameter statistik yang harus dihitung diantaranya *Mean*, *Standar Deviasi (S)*, *Koefisien Skewness (Cs)*, *Koefisien Kurtosis (Ck)*, dan *Koefisien Variasi (Cv)*. Sebelumnya, data akan diurutkan dari data dengan nilai yang paling rendah hingga data dengan nilai yang paling tinggi.

Tabel 2 : Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran

No	X	X-Xbar	(X-Xbar) ²	(X-Xbar) ³	(X-Xbar) ⁴
1	72	-14.500	210.25	-3048.6250	44205.0625
2	43	-43.000	1849.00	-79507.0000	3418801.0000
3	67	-18.800	353.44	-6644.6720	124919.8336
4	91	4.900	24.01	117.6490	576.4801
5	70	-16.200	262.44	-4251.5280	68874.7536
6	67	-19.500	380.25	-7414.8750	144590.0625
7	111	24.500	600.25	14706.1250	360300.0625
8	65	-21.100	445.21	-9393.9310	198211.9441
9	116	29.500	870.25	25672.3750	757335.0625
10	160	74.2	5505.64	408518.4880	30312071.8096
Jumlah	860	0.000	10500.74	338754.0060	354298860710
rata-rata	86.0				

Tabel 3 : Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran (dalam Log)

No	X	Y=LogX	Y-Ybar	(Y-Ybar) ²	(Y-Ybar) ³
1	72	1.854306042	-0.052017577	0.002705828	-0.000140751
2	43	1.633468456	-0.272855164	0.07444994	-0.020314051
3	67	1.827369273	-0.078954346	0.006233789	-0.000492185
4	91	1.958563883	0.052240264	0.002729045	0.000142566
5	70	1.843855423	-0.062468197	0.003902276	-0.000243768
6	67	1.822821645	-0.083501974	0.00697258	-0.000582224
7	111	2.043362278	0.137038659	0.018779594	0.002573553
8	65	1.812244697	-0.094078922	0.008850844	-0.000832678
9	116	2.062581984	0.156258365	0.024416677	0.003815311
10	160	2.204662512	0.298338893	0.089006095	0.02655398
Jumlah	860	19.06323619	-1.9984E-15	0.238046667	0.01047973
Rata-rata	86	1.906323619			

Mean

Perhitungan *Mean* (Rata-Rata) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{10} \times 860 = 86$$

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 19,0632 = 1,90632$$

Standar Deviasi Log (Slog)

Perhitungan standard deviasi dalam log menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{10500}{10 - 1}} = 34,1577$$

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,2380}{10 - 1}} = 0,1626$$

Koefisien Skewness dalam log (Cslog)

Perhitungan koefisien *skewness* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n}{(n - 1)(n - 2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{10}{(10 - 1)(10 - 2) \cdot 34,1577^3} \times 338754,0060 = 1,180554$$

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n - 1)(n - 2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3 = \frac{10}{(10 - 1)(10 - 2) \cdot 0,1626^3} \times 0,01047973 = 0,3384$$

Pengukuran Kurtosis (Ck)

Perhitungan pengukuran Kurtosis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \times 35429886,0710}{34,1577^4} = 5,16398$$

Koefisien Variasi (Cv)

Perhitungan Koefisien Variasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{34,1577}{86} = 0,39718$$

Penentuan Jenis Sebaran data dalam penelitian ini akan disajikan dalam table 4 berikut :

Tabel 4 : Penentuan Jenis Sebaran

Jenis sebaran	Persyaratan	Hasil Perhitungan	keterangan
Normal	$Cs \approx 0$	1.18056	Tidak Memenuhi
	$Ck \approx 3$	5.16398	Tidak Memenuhi
LogNormal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	1.18056	Tidak Memenuhi
	=	2.092623675	
	$Ck =$	5.16398	Tidak Memenuhi
	$Cv^3 + 6Cv^2 + 15Cv + 16Cv^2 + 9$	=	11.67777059
Gumbel	$Cs \approx 1,14$	1.18056	Tidak Memenuhi
	$Ck \approx 5,4$	5.16398	Tidak Memenuhi
Log Pearson Tipe III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Karena dari hasil perhitungan Cs dan Ck tidak memenuhi persyaratan maka digunakan jenis sebaran **Log Pearson Type III**.

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Menggunakan Log Pearson III

Tr (tahun)	k	1/T	Log Xtr (mm)	Xtr (mm)
5	0.42	5%	1.974629656	94.32561731
10	1.18	10%	2.098231056	125.3808057
25	2.278	25%	2.276802553	189.148348
50	3.152	50%	2.418944163	262.3881168
100	4.051	100%	2.565151608	367.4105377

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang ke tiap % distribusi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Kala Ulang 5 Tahun (P=94,326 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% hujan	54	22	8	6	3	1	3	3
P (mm)	50.94	20.75	7.55	5.66	2.83	0.94	2.83	2.83

Tabel 7. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Kala Ulang 10 Tahun (P=125,381 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% hujan	54	22	8	6	3	1	3	3
P (mm)	67.71	27.58	10.03	7.52	3.76	1.25	3.76	3.76

Tabel 8. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Kala Ulang 25 Tahun (P=189,148 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% hujan	54	22	8	6	3	1	3	3
P (mm)	102.14	41.61	15.13	11.35	5.67	1.89	5.67	5.67

Tabel 9. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Kala Ulang 50 Tahun (P=262,388 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% hujan	54	22	8	6	3	1	3	3
P (mm)	141.69	57.73	20.99	15.74	7.87	2.62	7.87	7.87

Tabel 10. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Kala Ulang 100 Tahun (P=367,411 mm)

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
% hujan	54	22	8	6	3	1	3	3
P (mm)	198.40	80.83	29.39	22.04	11.02	3.67	11.02	11.02

Perhitungan nilai SCS Curve Number

Tabel 11. Perhitungan Nilai CN Rata-rata DAS Roong

Jenis tutup lahan	Luas (km2)	Presentase (%)	CN Lahan	Tiap CN
Hutan	4,98751	31.091	70	21.31
Sawah	1,56	10.504	88	7,001
Ladang	1,43475	0.482	78	6,50
Pemukiman	3,1175	2.169	85	16,053
Kebun	0,02	54.107	88	0,16
Sungai	0,0049	1.647	0	0
Total	11,05	100		51

Nilai CN rata-rata untuk DAS Roong adalah 51.

Analisis Debit Banjir Rencana

Pertama, akan dihitung asumsi lag time awal dari DAS Roong dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 11,05 \text{ km}$$

$$S = 0,42 \text{ m/m}$$

$$n = 0,076$$

Perhitungan dilakukan dengan persamaan berikut:

$$T_c = \frac{0,606(L.n)^{0,467}}{S^{0,234}}$$

$$= \frac{0,606(11,05 \cdot 0,076)^{0,467}}{0,42^{0,234}} = 0,821$$

$$T_l = 0,6 \cdot T_c$$

$$= 0,6 \cdot 0,821 = 0,50 \text{ jam}$$

Selanjutnya adalah data hujan dan debit yang diukur langsung di tempat penelitian pada 14 Mei 2018 – 19 Mei 2018. Hasil pengukuran ini akan dipakai untuk kalibrasi dalam program HEC-HMS.

Tabel 12. Data Hujan yang terukur pada tanggal 18 Mei 2018

Jam	Curah Hujan (mm)
00.00	0
01.00	0
02.00	0
03.00	0
04.00	0
05.00	0
06.00	0
07.00	11,3694
08.00	5,7962
09.00	2,0063
10.00	1,1147
11.00	0,6688
12.00	0,4459
13.00	0,66879
14.00	0,2229
15.00	0
16.00	0
17.00	0
18.00	0
19.00	0
20.00	0
21.00	0
22.00	0
23.00	0
24.00	0

Tabel 13. Perhitungan Debit Terukur pada saat Hujan 18 Mei 2018

Waktu tempuh pelampung	10,1	det	Data pengukuran langsung
Jarak tempuh pelampung	5	m	Data pengukuran langsung
Kecepatan pelampung	0,495	m/det	= jarak tempuh/ waktu tempuh
Tinggi muka air	1,3	m	Data pengukuran langsung
l/m	0,417		
B	3,63	m	Data pengukuran langsung
A Penampang sungai Basah	5,4237	m ²	= (B x Tinggi Muka Air) + (l/m x Tinggi Muka Air ²)
Q	2,6940	m ³ /det	= A penampang Basah x Kecepatan pelampung

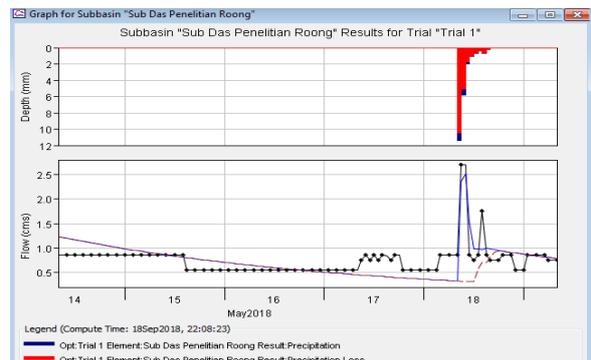
Tabel 14. Perhitungan Debit Terukur pada saat Tidak terjadi Hujan

Waktu tempuh pelampung	18,2	det	Data pengukuran langsung
Jarak tempuh pelampung	5	m	Data pengukuran langsung
Kecepatan pelampung	0,275	m/det	= jarak tempuh/ waktu tempuh
Tinggi muka air	0,79	m	Data pengukuran langsung
l/m	0,417		
B	3,63	m	Data pengukuran langsung
A Penampang sungai Basah	3,12795	m ²	= (B x Tinggi Muka Air) + (l/m x Tinggi Muka Air ²)
Q	0,8640	m ³ /det	= A penampang Basah x Kecepatan pelampung

Nilai Parameter terkalibrasi

Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Func... Sensitivity
Sub Das Pen...	Recession - Initial ...	M3/S	1.332	1.2286	-0.08
Sub Das Pen...	Recession - Ratio L...		0.5	0.39236	0.30
Sub Das Pen...	Recession - Reces...		0.8	0.71745	-0.19
Sub Das Pen...	SCS Curve Number...		51	43.389	-0.04
Sub Das Pen...	SCS Curve Number...	MM	0.5	0.50752	0.01
Sub Das Pen...	SCS Unit Hydrogra...	MIN	30	30.000	0.25

Gambar 3. Parameter Hasil Kalibrasi



Gambar 4. Grafik Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

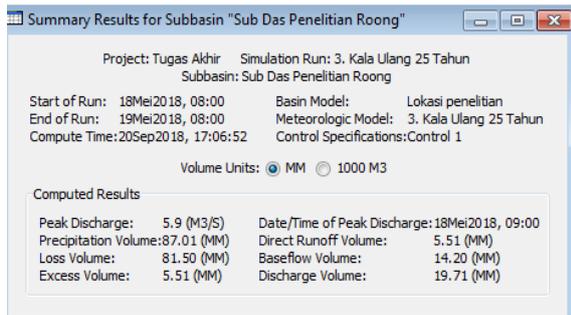
Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi program HEC-HMS, sebagai berikut:

Project:	Tugas Akhir	Simulation Run:	1. Kala Ulang 5 Tahun
Subbasin:	Sub Das Penelitian Roong	Basin Model:	Lokasi penelitian
Start of Run:	18Mei2018, 08:00	Meteorologic Model:	1. Kala Ulang 5 Tahun
End of Run:	19Mei2018, 08:00	Control Specifications:	Control 1
Compute Time:	20Sep2018, 17:06:33	Volume Units:	<input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3
Computed Results			
Peak Discharge:	3.6 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	18Mei2018, 09:00
Precipitation Volume:	43.39 (MM)	Direct Runoff Volume:	2.17 (MM)
Loss Volume:	41.22 (MM)	Baseflow Volume:	9.57 (MM)
Excess Volume:	2.17 (MM)	Discharge Volume:	11.74 (MM)

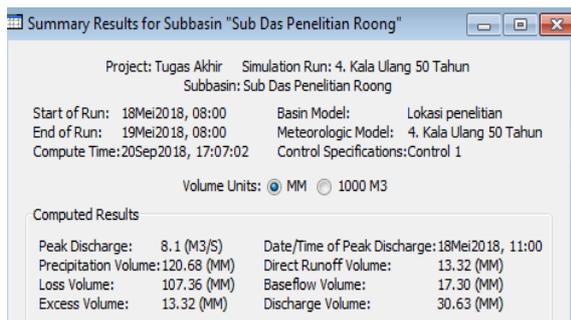
Gambar 5. Hasil Summary Result Kala Ulang 5 Tahun

Project:	Tugas Akhir	Simulation Run:	2. Kala Ulang 10 Tahun
Subbasin:	Sub Das Penelitian Roong	Basin Model:	Lokasi penelitian
Start of Run:	18Mei2018, 08:00	Meteorologic Model:	2. Kala Ulang 10 Tahun
End of Run:	19Mei2018, 08:00	Control Specifications:	Control 1
Compute Time:	20Sep2018, 17:06:43	Volume Units:	<input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3
Computed Results			
Peak Discharge:	4.3 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	18Mei2018, 09:00
Precipitation Volume:	57.68 (MM)	Direct Runoff Volume:	2.88 (MM)
Loss Volume:	54.79 (MM)	Baseflow Volume:	11.22 (MM)
Excess Volume:	2.88 (MM)	Discharge Volume:	14.10 (MM)

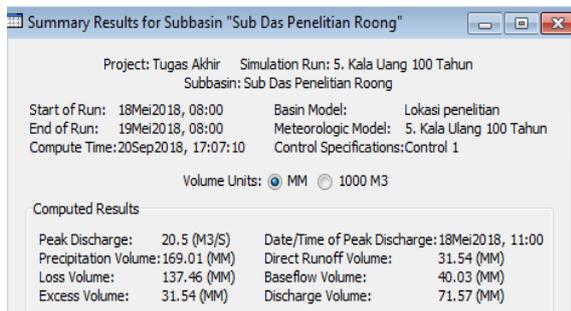
Gambar 6. Hasil Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 7. Hasil Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 8. Hasil Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 9. Hasil Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

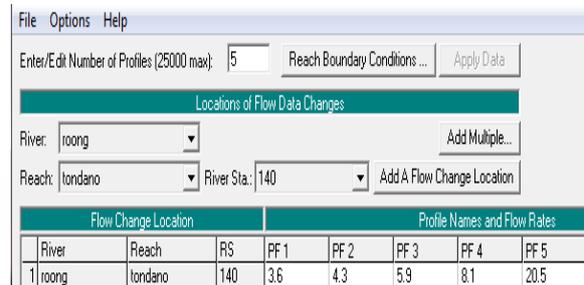
Simulasi HEC-RAS

Perhitungan dan pembacaan untuk data-data yang diperlukan program sudah selesai. Diketahui bahwa debit masuk yang mengalir pada kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun adalah sebagai berikut:

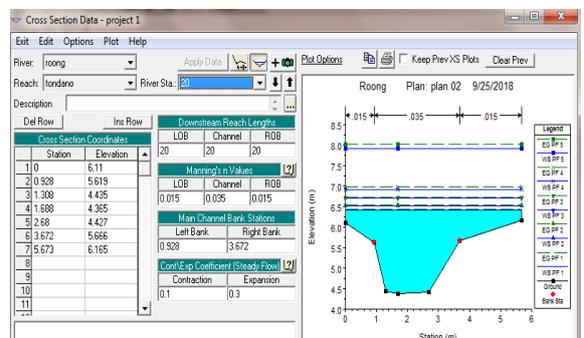
Tabel 15. Nilai Debit pada tiap Kala Ulang

Tr (Tahun)	Debit (m ³ /det)
5	3,6
10	4,3
25	5,9
50	8,1
100	20,5

Kemudian debit yang sudah didapat dimasukkan kedalam program pada jendela masukan data aliran langgeng.



Gambar 10. Penampang Melintang Pengisian Data Debit



Gambar 11. Memasukkan Data Potongan Melintang

Hasil Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program HEC-RAS

Analisis hidrolika menggunakan program komputer HEC-RAS dilakukan dengan data masukan yaitu data debit puncak dari perhitungan HSS SCS yang diolah menggunakan program computer HEC-HMS, dan data penampang sungai serta koefisien kekasaran saluran (nilai *n Manning*). Hasil Simulasi tinggi muka air menunjukkan pada kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, terjadi luapan pada semua titik.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar 94,326 mm/jam, 10 tahun sebesar 125,381 mm/jam, 25 tahun sebesar 189,148 mm/jam, 50 tahun sebesar 262,388 mm/jam, 100 tahun sebesar 367,411 mm/jam.
2. Model yang digunakan adalah HEC-HMS 4.0 dan HEC-RAS 4.1.0, debit banjir rencana

pada kala ulang 5 tahun sebesar 3,6 m³/s terjadi luapan pada semua titik, debit banjir rencana pada kala ulang 10 tahun sebesar 4,3 m³/s terjadi luapan pada semua titik, pada 25 tahun sebesar 5,9 m³/s terjadi luapan pada semua titik, pada 50 tahun sebesar 8,1 m³/s terjadi luapan pada semua titik, pada 100 tahun sebesar 20,5 m³/s terjadi luapan pada semua titik.

Saran

1. Perlu dibuatkan tanggul pada semua titik sehingga tidak terjadi luapan.
2. Perlu dilakukan perawatan rutin pada sungai seperti pembersihan rumput dan pengerukan dasar saluran dari endapan sedimen karena mempengaruhi kapasitas tampungan.
3. Perlu menjaga kebersihan sungai dari sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan Paleloan*. 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 Hydraulic Reference 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*. Vol 6, No 5: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta. (12-4, 34, 155-158, 163).
- Kamase, Melinda., Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw, 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat*. Vol 5, No 4: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Kapantouw, Billy., Tiny Mananoma, Jeffry S.F Sumarauw, 2017. *Analisis Debit banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki di Kawasan Holland Village*. Vol 5, No 1: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Kereh, Inri Eklesia, Alex Binilang, Jeffry S.F. Sumarauw, 2018. *Analisis Debit banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Paulus di Kelurahan Lowu 1 Kabupaten Minahasa Tenggara*. Vol 6, No 4: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Rivaldy, Dandi Ramdan, Tommy Jansen, Jeffry S. F. Sumarauw, 2018. *Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Tugurara Kota Ternate Terhadap Debit Banjir*. Vol 6, No 6: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Suadnya, Dewi Parwati, Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma, 2017. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sngai Sario di Titik Kawasan Citraland*. Vol 5, No 3: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Sumarauw, Jeffry. 2013. *Hidrograf Satuan Sintetis*. Bahan ajar mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Talumepa, Marcio, Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw, 2017. *Analisa Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*. Vol 5, No 10: Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Halaman ini sengaja dikosongkan