

ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI SOSOAN SAPA KELURAHAN TUMATANGTANG KECAMATAN TOMOHON SELATAN KOTA TOMOHON

Perchy R. C. Salaki

Jeffrey S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: perchyrcs@gmail.com

ABSTRAK

Pada tahun 2015, Sungai Sosoan Sapa meluap dan membanjiri daerah di sekitar sungai. Banjir yang terjadi menyebabkan kerugian besar bagi warga yang terkena dampak banjir. Oleh karena itu dalam mengantisipasi banjir yang kemungkinan akan terjadi kelak, maka dibutuhkan data debit banjir maksimum dan tinggi muka air maksimum yang dapat terjadi di sungai Sosoan Sapa.

Analisis curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III akan digunakan untuk menghitung debit banjir dan tinggi muka air. Data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan Malalyang-Kakaskasen. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari 2008 s/d 2017,

Dari data yang ada kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan program HEC-HMS untuk mendapatkan debit puncak dan HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air. Hasil Simulasi menunjukkan bahwa mulai kala ulang 5 Tahun semua penampang yang diukur sudah tidak bisa lagi menampung debit sungai.

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

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Tomohon adalah kota di Sulawesi Utara yang terbilang memiliki banyak anak sungai yang mengalir di tengah-tengah kota, sehingga berpotensi terjadi banjir. Banjir dapat merugikan banyak pihak seperti kerusakan pada pemukiman penduduk, saluran drainase, saluran irigasi, lahan pertanian dan infrastruktur umum seperti jalan raya.

Sungai Sosoan Sapa adalah salah satu sungai yang ada di kota Tomohon. Sungai Sosoan Sapa mengalir melewati kelurahan Lahendong, kelurahan Tumatangtang dan kelurahan Pinaras Tomohon Selatan. Hulu sungai Sosoan Sapa berada di Gunung Toulangkow yang berada di Kelurahan Lahendong.

Pada awal tahun 2016 sungai Sosoan Sapa meluap pada titik di lokasi kelurahan Tumatangtang. Luapan air dari Sungai Sosoan Sapa menyebabkan terjadinya banjir dan menimbulkan kerugian bagi warga yang tinggal di sekitar sungai. Banjir yang terjadi kala itu adalah banjir yang pertama kali terjadi, sehingga banjir di sungai Sosoan Sapa kurang diwaspadai oleh warga kelurahan Tumatangtang. Sejak di banggunya perumahan penduduk di daerah hulu

sungai, elevasi tinggi muka air sungai sosoan sapa sangat mudah naik pada saat hujan lebat.

Pemerintah serta warga setempat belum memiliki informasi yang cukup terkait debit banjir yang ada di sungai Sosoan Sapa, yang dapat membantu warga mengantisipasi akan bencana banjir dari sungai tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis terhadap besar debit banjir dan meninjau tinggi muka air banjir di sungai Sosoan Sapa.

Rumusan Masalah

Sungai Sosoan Sapa belum memiliki data debit banjir dan tinggi muka air, sebagai acuan untuk melakukan pengendalian banjir.

Batasan Penelitian

Penelitian ini 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 *Hydrologic Engineering Center-The Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* untuk analisis hidrologi dan *Hydrologic Engineering Center-River*

Analysis System (HEC-RAS) untuk analisis hidrolika.

4. Penampang melintang sungai yang ditinjau adalah sepanjang 100 meter ke arah hulu dan 100 meter ke arah hilir dari titik awal pengukuran yang terbagi atas beberapa segmen di sekitar jembatan Sapa Kelurahan Tumatangtang.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besaran debit banjir rencana dan tinggi muka air yang akan terjadi pada penampang sungai Sosoan Sapa di sekitar jembatan Sapa Kelurahan Tumatangtang sesuai kala ulang tertentu, sebagai acuan untuk melakukan pengendalian banjir.

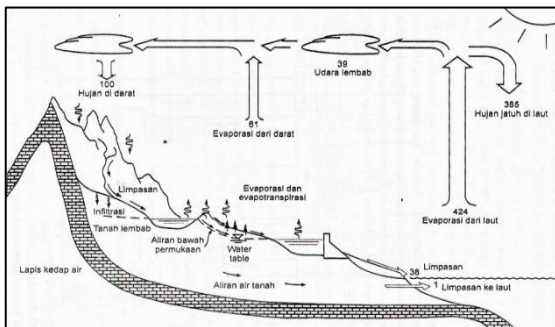
Manfaat Penelitian

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

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi.



Gambar 1. Siklus Hidrologi.
Sumber: Triatmodjo, 2008

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

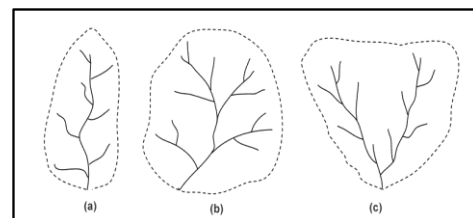
meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir ke dalam tanah (*perkolorasi*) mengisi 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 siklus hidrologi.

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Air hujan yang jatuh di atas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur-alur kecil, kemudian menjadi alur-alur sedang seterusnya berkumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut.

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.

Memperhatikan keperluan untuk berbagai kepentingan analisis berikutnya, dan dipertimbangkan pula segi kepraktisan pemakaian, maka peta dengan skala 1:50.000 dipandang mencukupi. Dari peta yang dimiliki, ditetapkan titik-titik tertinggi di sekeliling sungai utama (*main stream*) yang dimaksudkan, masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS di titik kontrol tertentu.



Gambar 2. Beberapa Macam Bentuk DAS.
Sumber: Sosrodarsono dan Takeda, 2003

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 pengolahan data adalah:

1. Distribusi Normal

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

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

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.

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

Koefisien Variasi

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

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

Koefisien Kurtosis

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

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

Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe distribusi Normal

$C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$

Tipe distribusi Log Normal

$C_s \approx 3C_v$

Tipe distribusi Gumbel

$C_s \approx 1,139$; $C_k \approx 5,4$

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

HSS-SCS

Hidrograf Tidak berdimensi SCS (*Soil Consevation Services*) adalah hidrograf satuan sintetis dimana debit dinyatakan sebagai nisbah debit q terhadap debit puncak q_p dan waktu dalam nisbah waktu t terhadap waktu naik dari hidrograf satuan T_p .

Jika debit puncak dan waktu keterlambatan dari suatu durasi hujan efektif (*Lag Time*) diketahui, maka hidrograf satuan dapat diestimasi dari UH sintesis SCS.

$$Lag\ Time\ (t_p) = 0,6 \times T_c$$

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

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

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

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.

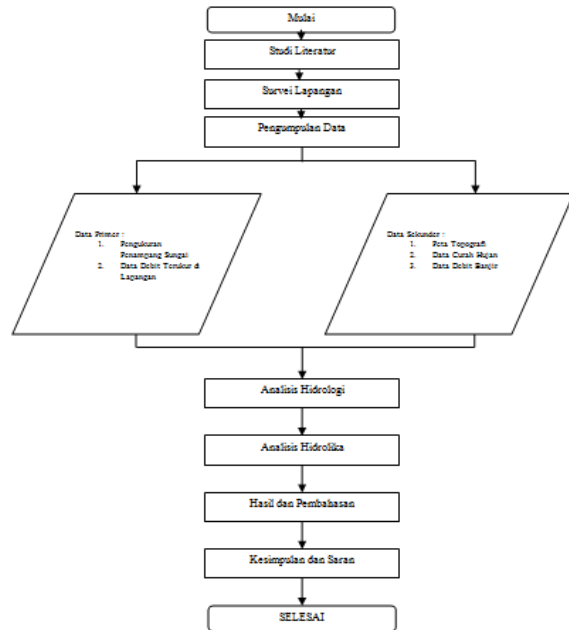
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan seperti ditunjukkan pada gambar 3. Bagan Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Sapa dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2017. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 Pos Hujan MRG Kakaskasen. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2017.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Tabel 1 : Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
	MRG Kakaskasen
2008	80
2009	38
2010	65
2011	92
2012	42
2013	157
2014	145
2015	204
2016	95
2017	96

Sumber: BWSS 1, 2018

- Jika $C_s \log > 0,4$ maka : Uji *outlier* tinggi, koreksi data uji *outlier* rendah, koreksi data.
- Jika $C_s \log < -0,4$ maka : Uji *outlier* rendah, koreks data, uji *outlier* tinggi, koreksi data.
- Jika $-0,4 < C_s \log < 0,4$ 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 :
 $Log\ X_h = \overline{log\ X} + Kn.Slog$
 $X_h = 10^{log\ X_h}$
- Uji *outlier* rendah untuk menentukan batas terendah dari kumpulan data :
 $Log\ X_l = \overline{log\ X} + Kn.Slog$
 $X_l = 10^{log\ X_l}$

Jika nilai $C_s \log > 0,4$ maka nilai K_n yang digunakan adalah:

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

Jika nilai $C_s \log < 0,4$ maka nilai K_n yang digunakan adalah :

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

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.	R=x	log x	log x - log \bar{x}	$\frac{(\log x - \log \bar{x})^2}{\bar{x}^2}$	$\frac{(\log x - \log \bar{x})^3}{\bar{x}^3}$
1	80	1,903089987	-0,102947968	0,010598284	-0,001091072
2	38	1,579783597	-0,426254358	0,181692778	-0,077447339
3	65	1,812913357	-0,193124598	0,03729711	-0,007202989
4	92	1,963787827	-0,042250128	0,001785073	-0,0000754196
5	42	1,62324929	-0,382788665	0,146527162	-0,056088937
6	157	2,195899652	0,189861697	0,036047464	0,006844033
7	145	2,161368002	0,155330047	0,024127424	0,003747714
8	204	2,309630167	0,303592212	0,092168231	0,027981557
9	95	1,977723605	-0,02831435	0,000801702	-0,0000226997
10	96	1,982271233	-0,023766722	0,000564857	-0,0000134248
Σ		19,50971672		0,531610086	-0,103368577

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

No.	R=x	x - \bar{x}	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^3$	$(x - \bar{x})^4$
1	80	-21,4	457,96	-9800,344	209727,3616
2	38	-63,4	4019,56	-254840,104	16156862,59
3	65	-36,4	1324,96	-48228,544	1755519,002
4	92	-9,4	88,36	-830,584	7807,4896
5	42	-59,4	3528,36	-209584,584	12449324,29
6	157	55,6	3091,36	171879,616	9556506,65
7	145	43,6	1900,96	82881,856	3613648,922
8	204	102,6	10526,76	1080045,576	110812676,1
9	95	-6,4	40,96	-262,144	1677,7216
10	96	-5,4	29,16	-157,464	850,3056
Σ	1014	-5,68434E-14	25008,4	811103,28	154564600,4

Mean

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

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{10} \times 2030,73 = 101,4$$

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{22,8055566}{10} = 1,950971672$$

Standar Deviasi Log (Slog)

Perhitungan standar deviasi dalam log menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{44566,74861}{10 - 1}} = 49,9984$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,260035388}{10 - 1}} = 0,243038654$$

Koefisien *Skewness* dalam log (Cslog)

Perhitungan koefisien *skewness* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n}{(n - 1)(n - 2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{10}{(10 - 1)(10 - 2) \cdot 70,369^3} \times -709878,29 = 0,9013124$$

$$C_{S_{\log}} = \frac{n}{(n - 1)(n - 2) S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{10}{(10 - 1)(10 - 2) 0,1699^3} (-0,039159) = -1,000069046$$

Pengukuran Kurtosis (Ck)

Perhitungan pengukuran Kurtosis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C_k = \frac{n^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3) \cdot S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 = \frac{10^2}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3) \cdot 70,369^4} \times 291712468,1 = 4,9074408$$

Koefisien Variasi (Cv)

Perhitungan Koefisien Variasi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{25,76}{114,727} = 0,4930809$$

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

Tabel 4: Penentuan Jenis Sebaran

Jenis sebaran	Persyaratan	Hasil Perhitungan	keterangan
Normal	Cs ≈ 0	1.18056	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 3	5.16398	Tidak Memenuhi
LogNormal	Cs = Cv ³ + 3Cv = 2.092623675	1.18056	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 = 11.6777059	5.16398	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs ≈ 1,14	1.18056	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 5,4	5.16398	Tidak Memenuhi
Log Pearson Type 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

Kala Ulang	Log Xn	Xn
5 Tahun	2,158040605	143,8933107 mm
10 Tahun	2,26376242	183,5533942 mm
25 Tahun	2,282962473	191,8502959 mm
50 Tahun	2,313585344	205,8663401 mm
100 Tahun	2,336917054	217,2286256 mm

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: Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang	Besar Hujan (mm) Jam ke-				
	1	2	3	4	5
5 Tahun	102,438	31,383	7,799	1,741	0,532
10 Tahun	130,672	40,033	9,949	2,221	0,679
25 Tahun	136,578	41,843	10,398	2,321	0,710
50 Tahun	146,556	44,899	11,158	2,491	0,762
100 Tahun	154,645	47,378	11,774	2,628	0,804

Perhitungan nilai SCS Curve Number

Tabel 7 : Perhitungan Nilai CN Rata-rata DAS Sapa

Jenis tutup lahan	Luas (km ²)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan	3,176725	61,49680342	70	43,04776
Sawah	0,028825	0,558010328	88	0,491049
Ladang	0,013475	0,260856519	78	0,203468
Pemukiman	0,1275	2,468215674	85	2,097983
Kebun	1,814225	35,12077318	88	30,90628
Sungai	0,004925	0,09534088	100	0,095341
Total	5,165675	100		76,84188

Nilai CN rata-rata untuk DAS Roong adalah 76,84188.

Analisis Debit Banjir Rencana

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

$$L = 4,6675 \text{ km}$$

$$S = 0,96 \text{ m/m}$$

$$n = 0,076$$

Perhitungan dilakukan dengan persamaan berikut:

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

$$= \frac{0,606(16,9 \cdot 0,076)^{0,467}}{0,96^{0,234}} = 1,202367 \text{ jam}$$

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

$$= 0,6 \cdot 1,202367 = 0,72142 \text{ jam}$$

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-parameter yang ada dengan membandingkan hasil simulasi HEC-HMS dengan data debit terukur.

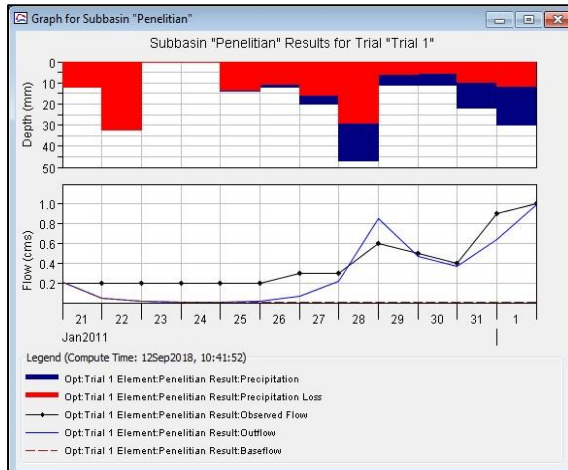
Kalibrasi dilakukan pada DAS Lokasi penelitian dengan data debit terukur hasil perhitungan.

Pertama, data hujan dan data debit dimasukkan ke komponen *time series data*. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data tahun 2011, Data debit yang digunakan adalah data debit perbandingan sungai talawaan dengan menggunakan metode analisa regional.

Nilai Parameter terkalibrasi

Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Func... Sensitivity
Penelitian	Recession - Initial ...	M3/S	0.2	0.20342	-0.02
Penelitian	Recession - Ratio t...		0.5	0.50000	0.00
Penelitian	Recession - Reces...		0.1	0.22612	-0.03
Penelitian	SCS Curve Number...		77	51.333	-0.04
Penelitian	SCS Unit Hydrogra...	Min	44	44.000	0.00

Gambar 4. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Sungai Sosoan Sapa



Gambar 5. 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: Kalibrasi Simulation Run: Run 1
Subbasin: Penelitian

Start of Run: 01Jan2018, 01:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 01Jan2018, 10:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 12Sep2018, 10:47:51 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 11.4 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2018, 03:00
Precipitation Volume: 129.46 (MM)	Direct Runoff Volume: 20.52 (MM)
Loss Volume: 108.94 (MM)	Baseflow Volume: 15.28 (MM)
Excess Volume: 20.52 (MM)	Discharge Volume: 35.80 (MM)

Gambar 6. Hasil Summary Result Kala Ulang 5 Tahun

Project: Kalibrasi Simulation Run: Run 1
Subbasin: Penelitian

Start of Run: 01Jan2018, 01:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 01Jan2018, 10:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 12Sep2018, 10:54:20 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 19.8 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2018, 03:00
Precipitation Volume: 161.33 (MM)	Direct Runoff Volume: 36.18 (MM)
Loss Volume: 125.15 (MM)	Baseflow Volume: 26.60 (MM)
Excess Volume: 36.18 (MM)	Discharge Volume: 62.77 (MM)

Gambar 7. Hasil Summary Result Kala Ulang 10 Tahun

Project: Kalibrasi Simulation Run: Run 1
Subbasin: Penelitian

Start of Run: 01Jan2018, 01:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 01Jan2018, 10:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 12Sep2018, 10:56:19 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 21.7 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2018, 03:00
Precipitation Volume: 167.91 (MM)	Direct Runoff Volume: 39.77 (MM)
Loss Volume: 128.14 (MM)	Baseflow Volume: 29.19 (MM)
Excess Volume: 39.77 (MM)	Discharge Volume: 68.95 (MM)

Gambar 8. Hasil Summary Result Kala Ulang 25 Tahun

Project: Kalibrasi Simulation Run: Run 1
Subbasin: Penelitian

Start of Run: 01Jan2018, 01:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 01Jan2018, 10:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 12Sep2018, 10:58:54 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 25.1 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2018, 03:00
Precipitation Volume: 178.96 (MM)	Direct Runoff Volume: 46.04 (MM)
Loss Volume: 132.92 (MM)	Baseflow Volume: 33.71 (MM)
Excess Volume: 46.04 (MM)	Discharge Volume: 79.74 (MM)

Gambar 9. Hasil Summary Result Kala Ulang 50 Tahun

Project: Kalibrasi Simulation Run: Run 1
Subbasin: Penelitian

Start of Run: 01Jan2018, 01:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 01Jan2018, 10:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 12Sep2018, 11:00:03 Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 27.9 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 01Jan2018, 03:00
Precipitation Volume: 187.87 (MM)	Direct Runoff Volume: 51.29 (MM)
Loss Volume: 136.57 (MM)	Baseflow Volume: 37.50 (MM)
Excess Volume: 51.29 (MM)	Discharge Volume: 88.79 (MM)

Gambar 10. Hasil Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

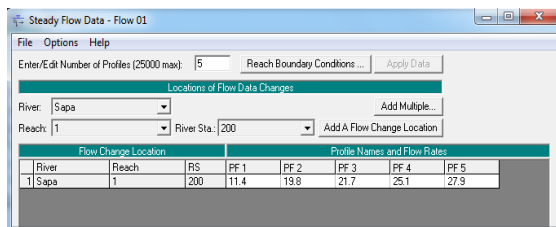
Simulasi HEC-RAS

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:

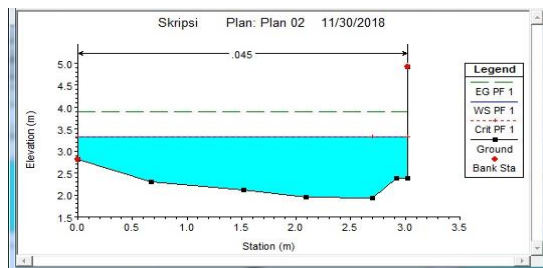
Tabel 8: Nilai Debit pada tiap Kala Ulang

Tr (Tahun)	Debit (m ³ /det)
5	11,4
10	19,8
25	21,7
50	25,1
100	27,9

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



Gambar 11. Pengisian Data Debit



Gambar 12. 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

Berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam DAS Sapa yaitu koefisien penutup lahan, *lag time*, dan koefisien *n* dalam perhitungan menggunakan HSS SCS.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada semua penampang sungai Sosoan Sapa yang di ukur, sudah tidak mampu menampung debit sungai tersebut mulai kala ulang 5 Tahun.

Saran

Perlu dibuatkan tinggi dinding penampang saluran setinggi 2 sampai 4 meter pada daerah penampang sungai yang di ukur agar tidak terjadi luapan, perlu juga untuk mengeruk endapan sungai agar tidak terjadi pendangkalan dan juga perlu menjaga kebersihan sungai dari sampah.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, 2018. *Data Hujan Harian Pos Hujan Paleloan*, Manado

Soewarno, 1991. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova. Bandung

Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta

Tanudjaja, Lambertus, 2013. *Kumpulan Tabel Dan Grafik untuk Perencanaan Saluran dan Analisis Aliran di Saluran Terbuka.*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Triatmodjo, Bambang., 2008, *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.