

ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI TALAWAAN DI TITIK 250 m SEBELAH HULU BENDUNG TALAWAAN

Dwiki Fahrezi Abdulhalim

Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email : dwikifahrezi12@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Talawaan merupakan salah satu sungai di Minahasa Utara yang pernah meluap dan membanjiri beberapa daerah yang dilewati oleh sungai Talawaan yang sebagian besar merupakan pemukiman masyarakat dan lahan pertanian. Oleh karena itu dibutuhkan data mengenai besar debit banjir dan tinggi muka air yang dapat terjadi.

Analisis dilakukan dengan mencari hujan rencana menggunakan metode Log Pearson III. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan Talawaan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2002 s/d 2014. Debit rencana menggunakan simulasi hujan aliran dengan metode HSS SCS menggunakan bantuan program computer HEC-HMS. Debit rencana hasil simulasi HEC-HMS menjadi masukkan dalam program computer HEC-RAS untuk simulasi muka air pada penampang yang telah di ukur.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang pada STA 0 + 0 tidak dapat menampung debit banjir kala ulang 100 tahun.

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

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai terbentuk secara alamiah untuk menampung air hujan dan mengalirkannya ke laut atau ke danau. Namun apabila intensitas hujan meningkat, sungai dan saluran-saluran tersebut bisa saja tidak mampu menampung volume air yang besar sehingga meluap keluar sungai dan menyebabkan banjir. Apabila debit banjir tidak begitu besar maka kerugian terhadap manusia tidak terlalu dirasakan, namun apabila debit banjir begitu besar maka dapat menimbulkan kerugian yang besar.

Sungai Talawaan merupakan sungai yang terletak di Kabupaten Minahasa Utara. Salah satu desa yang dilewati oleh sungai Talawaan yaitu desa Talawaan Kecamatan Talawaan. Pada tahun 2000 terjadi peningkatan intensitas curah hujan yang menyebabkan banjir akibat meluapnya sungai Talawaan. Hal ini merupakan permasalahan yang serius yang perlu diperhatikan dan dicarikan jalan keluar.

Rumusan Masalah

Peningkatan intensitas curah hujan dapat menyebabkan banjir akibat meluapnya sungai Talawaan. Penelitian perlu dilakukan karena

belum adanya data debit banjir pada sungai Talawaan.

Lingkup Penelitian

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

1. Analisis hidrologi menggunakan program HEC-HMS
2. Analisa hidrolika menggunakan program HEC-RAS
3. Aliran sungai pada lokasi penelitian untuk pemodelan dianggap *steady flow*
4. Data penampang sungai didapat dari pengukuran yang meliputi 4 titik penampang dengan jarak 25 m pertitik

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data debit banjir dan tinggi muka air pada sungai Talawaan di titik 250 m sebelah hulu bendung talawaan.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi kepada masyarakat sekitar DAS Talawaan pada kondisi banjir dan juga dapat berguna sebagai data penanggulangan banjir oleh pihak terkait.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah
Mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi pada lokasi penelitian sehingga dapat memperkaya landasan teori
2. Studi Literatur
Untuk mendapat landasan teori yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini maka diperlukan studi literature
3. Pengumpulan Data
Survei lokasi dilakukan untuk melihat secara langsung keadaan pada sungai tersebut. Survey ini bertujuan untuk mendapatkan Data penampang sungai, Data curah hujan, Peta Topografi dan peta DAS, dan Data debit terukur.

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Daur hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Neraca air tahunan diberikan dalam nilai relative terhadap hujan yang jatuh di daratan (100%).

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 (*perkolasasi*) 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

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasar pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian.

Analisis Frekuensi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi seperti: curah hujan, temperatur, penguapan, debit sungai dan lain sebagainya yang akan selalu berubah menurut waktu.

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. Tujuan Analisis frekuensi adalah untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

Analisis Data Outlier

Data outlier adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Uji outlier dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Uji data outlier mempunyai 3 syarat, yaitu:

1. Jika $C_{S_{log}} \geq 0,4$ maka: uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.
2. Jika $C_{S_{log}} \leq -0,4$ maka: uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data.
3. Jika $-0,4 < C_{S_{log}} < 0,4$ maka: uji outlier tinggi atau rendah, koreksi data.

Rumus yang digunakan:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{N-1}}$$

$$C_{S_{log}} = \frac{N}{(N-1)(N-2)S_{log}^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

- Outlier tinggi:
 $\log x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log}$ 2.5
- Outlier rendah:
 $\log x_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log}$ 2.6

dengan:

$C_{S_{log}}$ = Koefisien Kemenangan.

S_{log} = Simpangan Baku.

$\overline{\log x}$ = Nilai rata – rata.

Kn = Nilai K (diambil dari outlier test K *value*) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.

$\log x_h$ = Outlier tinggi.

$\log x_l$ = Outlier rendah.

Nilai Kn dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Untuk nilai $C_{S_{log}}$ lebih dari 0,4:

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

Untuk nilai $C_{S_{log}}$ kurang dari -0,4:

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

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 antara lain:

1. Metode Analisis Probabilitas Frekuensi Banjir.
2. Metode Rasional $Q = C. I. A$.
3. Metode Analisis Regional.
4. Metode Puncak Banjir di Atas Ambang.
5. Metode Empiris.
6. Metode Analisis Regresi.

Dalam penelitian ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir dengan bantuan program computer HEC-HMS.

Hidrograf Satuan Sintetis

Soil Conservation Services (SCS)

Hidrograf tidak berdimensi SCS (*Soil Conservation 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 .

Parameter – parameter SCS :

Untuk luas DAS < 16 km²

$$T_1 = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86 CN)^{0,7}}{14,104 CN \times S^{0,5}}$$

Untuk luas DAS ≥ 16 km²

$$T_1 = 0,6 T_c$$

$$T_p = \frac{T_r}{2} + T_1$$

$$Q_p = \frac{2,08 \times A}{T_p}$$

$$T_b = \frac{8}{3} T_p$$

Untuk luas DAS < 2km²

$$T_b = 5 \frac{s}{d} 20 T_p$$

Menghitung Time of Concentration (T_c):

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

T_c = waktu konsentrasi (jam)

L = kemiringan lahan antara elevasi maksimum dan maksimum dan minimum (m/m)

S = kemiringan lahan antara elevasi maksimum dan minimum (m/m)

N = koefisien kekasaran lahan.

METODE PENELITIAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai yang menjadi lokasi penelitian ini melintasi desa Talawaan. Sungai ini memiliki arus yang tidak terlalu deras dan terdapat pemukiman di pinggir sungai serta melewati jembatan desa Talawaan.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini adalah studi kasus melalui survey atau pengamatan langsung di lapangan dan disertai dengan analisis berdasarkan metode-metode yang tersedia dan didukung oleh data-data primer dan sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Talawaan dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai

Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2002 sampai dengan tahun 2014. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 Pos Hujan MRG Talawaan. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2002 sampai 2014.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
	MRG Talawaan
2002	100
2003	152
2004	81
2005	-
2006	-
2007	105
2008	161
2009	106
2010	110
2011	141
2012	118
2013	94
2014	94

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I; 2017

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 Talawaan.

Tabel 2. Parameter Uji Outlier Pos Hujan Talawaan

No.	R=x	log x	log x - log \bar{x}	$(\log x - \log \bar{x})^2$	$(\log x - \log \bar{x})^3$
1	100	2	-0.050218105	0.002521858	-0.000126643
2	152	2.18184359	0.131625483	0.017325268	0.002280447
3	81	1.90848502	-0.141733087	0.020088268	-0.002847172
4	-				
5	-				
6	105	2.0211893	-0.029028806	0.000842672	-2.44618E-05
7	161	2.20682588	0.156607771	0.024525994	0.003840961
8	106	2.02530587	-0.02491224	0.00062062	-1.5461E-05
9	110	2.04139269	-0.00882542	7.78880E-05	-6.87395E-07
10	141	2.14921911	0.099001007	0.009801199	0.000970329
11	118	2.07188201	0.021663902	0.000469325	1.01674E-05
12	94	1.97312785	-0.077090252	0.005942907	-0.00045814
13	94	1.97312785	-0.077090252	0.005942907	-0.00045814
Σ		22.5523992		0.088158905	0.003171198

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{22.552}{11} = 2,050$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum(\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0881}{11-1}} = 0,094$$

$$CS_{\log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$= \frac{11}{(11-1)(11-2)0,094^3} 0,00317 = 0,468$$

Nilai CS_{\log} lebih besar dari 0,4 sehingga dilakukan uji outlier tinggi terlebih dahulu lalu dilakukan koreksi data, kemudian uji outlier rendah lalu 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

$$\log x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{\log} = 2,050 + 5,088 \times 0,094$$

$$\log x_h = 337,260$$

Hasil perhitungan outlier tinggi = 337,260 masih lebih tinggi dari nilai hujan tertinggi yaitu 161 maka tidak dilakukan koreksi data dan dilanjutkan dengan uji outlier rendah.

$$\log x_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{\log} = 2,050 - 5,088 \times 0,094 = 37,365$$

Hasil perhitungan outlier rendah = 37,365 masih lebih rendah dari nilai hujan terendah yaitu 81.

Setelah uji outlier tidak terjadi perubahan data karena outlier tinggi dan outlier rendah masih memenuhi syarat.

Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi hujan dilakukan untuk menentukan besarnya hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu. Tahapan analisis frekuensi hujan meliputi penentuan tipe distribusi hujan, kemudian dilakukan perhitungan besarnya hujan berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi.

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. Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran

No.	R=x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^3$	$(x - \bar{x})^4$
1	100	-14.72727273	216.892562	-3194.235913	47042.38344
2	152	37.27272727	1389.256198	51781.36739	1930032.785
3	81	-33.72727273	1137.528926	-38365.74831	1293972.057
4	105	-9.727272727	94.61983471	-920.3929376	8952.913121
5	161	46.27272727	2141.165289	99077.55748	4584588.796
6	106	-8.727272727	76.16528926	-664.7152517	5801.151287
7	110	-4.727272727	22.34710744	-105.6408715	499.3932108
8	141	26.27272727	690.2561983	18134.91285	476453.6194
9	118	3.272727273	10.7107438	35.05334335	114.7200328
10	94	-20.72727273	429.6198347	-8904.847483	184573.2024
11	94	-20.72727273	429.6198347	-8904.847483	184573.2024
Σ	1262	-7.105E-14	6638.181818	107968.4628	8716604.222

Rata-rata hitung :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{11} \times 1262 = 114,727$$

Simpangan baku :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6638,181}{11-1}} = 25,76$$

Koefisien skewness (kemencengan) :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3} = \frac{11}{(11-1)(11-2)} \times \frac{107.968,4268}{25,76^3} = 0,77$$

Koefisien variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{25,76}{114,727} = 0,2245$$

Koefisien kurtosis :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{11^2}{(11-1)(11-2)(11-3)} \times \frac{8.716.604,222}{25,76^4} = 3,32$$

Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik Cs, Cv dan Ck dengan syarat untuk tiap tipe distribusi.

Penentuan jenis sebaran disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$Cs = 0$	0.376	Tidak Memenuhi
	$Ck = 3$	13.455	Tidak Memenuhi
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 \cdot Cv = 2.392$	0.376	Tidak Memenuhi
	$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 14.645$	13.455	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs = 1.14$	0.376	Tidak Memenuhi
	$Ck = 5.40$	13.455	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi normal, log normal dan distribusi gumbel. Maka akan digunakan distribusi Log Pearson tipe III.

Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III menggunakan rumus yang memerlukan perhitungan parameter statistik yaitu nilai $S_{\log X}$, dan data dalam bentuk log.

Nilai $C_{S_{\log X}}$ juga diperlukan untuk mencari nilai K. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik sebagai berikut:

Tabel 5. Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson III

No.	R	Log X	$\log x - \log \bar{x}$	$(\log x - \log \bar{x})^2$	$(\log x - \log \bar{x})^3$
1	100	2	-0.050218105	0.002521858	-0.000126643
2	152	2.181843588	0.131625483	0.017325268	0.002280447
3	81	1.908485019	-0.141733087	0.020088268	-0.002847172
4	105	2.021189299	-0.029028806	0.000842672	-2.44618E-05
5	161	2.206825876	0.156607771	0.024525994	0.003840961
6	106	2.025305865	-0.02491224	0.00062062	-1.5461E-05
7	110	2.041392685	-0.00882542	7.7888E-05	-6.87395E-07
8	141	2.149219113	0.099001007	0.009801199	0.000970329
9	118	2.071882007	0.021663902	0.000469325	1.01674E-05
10	94	1.973127854	-0.077090252	0.005942907	-0.00045814
11	94	1.973127854	-0.077090252	0.005942907	-0.00045814
Σ	1262	22.55239916	-0.000000000000024425	0.088158905	0.003171198

Rata-rata hitung :

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{11} \times 22,552 = 2,050$$

Simpangan baku :

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0881}{11-1}} = 0,093$$

Koefisien Skewness (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3$$

$$= 0,0000259$$

Faktor frekuensi K untuk tiap kala ulang terdapat pada tabel nilai K_T (Terlampir) yang ditentukan dengan menggunakan nilai $C_{S_{\log X}}$ dan kala ulang dalam tahun.

Nilai K untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

- 2 Tahun : 0
- 5 Tahun : 0,842
- 10 Tahun : 1,282
- 25 Tahun : 1,751
- 50 Tahun : 2,054
- 100 Tahun : 2,362

Tabel 6. Curah Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang	Log Xn	Xn
2 Tahun	2.050218105	112.2582081 mm
5 Tahun	2.129275989	134.6715904 mm
10 Tahun	2.170588897	148.1115399 mm
25 Tahun	2.214624702	163.9172661 mm
50 Tahun	2.243074273	175.0145973 mm
100 Tahun	2.271993309	187.0653319 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.

Tabel 7. Pola Distribusi Hujan Kota Manado dan Sekitarnya

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

Sumber : Salem Haniedo Pratama ; 2016

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang ke tiap % distribusi hujan.

Tabel 8. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang	Besarnya Hujan (mm) Jam ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2 Tahun	60.61943	24.6968	8.980657	6.735492	3.36775	1.1226	3.3677	3.3677
5 Tahun	72.72266	29.6277	10.77373	8.080295	4.04015	1.3467	4.0401	4.0401
10 Tahun	79.98023	32.5845	11.84892	8.886692	4.44335	1.4811	4.4433	4.4433
25 Tahun	88.51532	36.0618	13.11338	9.835036	4.91752	1.6392	4.9175	4.9175
50 Tahun	94.50788	38.5032	14.00117	10.50088	5.25044	1.7501	5.2504	5.2504
100 Tahun	101.0153	41.1544	14.96523	11.22392	5.61196	1.8707	5.612	5.612

Perhitungan Nilai SCS Curve Number (CN)

Tabel 9. Jenis Dan Luas Tutup Lahan DAS Talawaan

Jenis tutup lahan	Luas (km ²)	Presentase (%)
Hutan	15.48	31.091
Sawah	5.23	10.504
Ladang	0.24	0.482
Pemukiman	1.08	2.169
Kebun	26.94	54.107
Sungai	0.82	1.647
Total	49.79	100

Nilai CN rata-rata untuk DAS Talawaan didapat dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai CN tiap tutup lahan dengan presentase luas lahan terhadap luas total.

Tabel 10. Perhitungan Nilai CN Rata-Rata DAS Talawaan

Jenis tutup lahan	Luas (km ²)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan	15.48	31.091	70	21.7634
Sawah	5.23	10.504	88	9.24362
Ladang	0.24	0.482	78	0.37598
Pemukiman	1.08	2.169	85	1.84374
Kebun	26.94	54.107	88	47.6144
Sungai	0.82	1.647	0	0
Total	49.79	100		80.8411

Nilai CN rata-rata untuk DAS Talawaan adalah 80,8411.

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 digunakan nilai standar dalam HEC-HMS.

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

- $L = 16,9$ km
- $S = 0,42$ m/m
- $n = 0,076$

Perhitungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_c = \frac{0,606(L.n)^{0,467}}{S^{0,234}} = \frac{0,606(16,9 \cdot 0,076)^{0,467}}{0,42^{0,234}}$$

$$= 0,834 \text{ jam}$$

$$T_1 = 0,6 \cdot T_c = 0,6 \cdot 0,834$$

$$= 0,5006 \text{ jam}$$

Selanjutnya adalah menghitung debit normal yang akan digunakan sebagai *baseflow* pada program komputer HEC-HMS dengan menghitung rata-rata debit dari tahun 2012 sampai 2014.

Berikut adalah data debit rata-rata tiap tahun dari tahun 2012 - 2014:

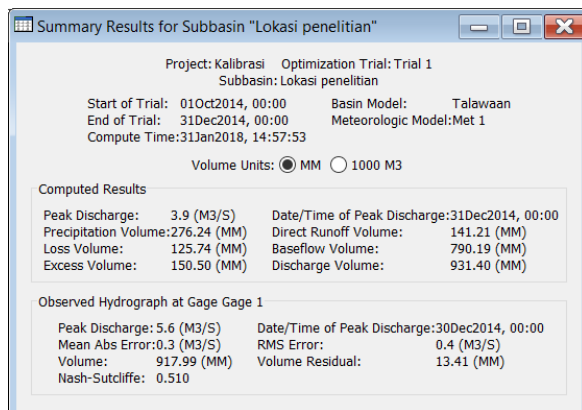
Tahun 2012 = 1,189 m³/s

Tahun 2013 = 2,333 m³/s

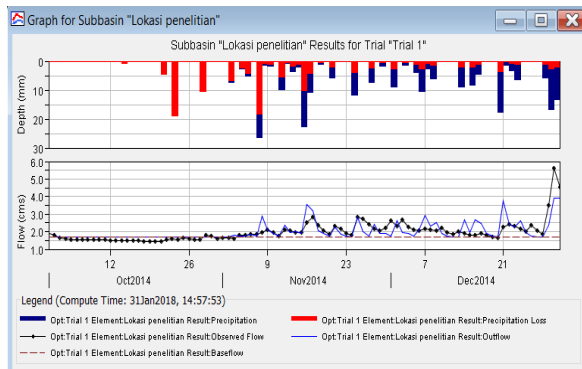
Tahun 2014 = 2,089 m³/s

Debit rata-rata dari tahun 2012 sampai 2014 adalah 1,870333 m³/s

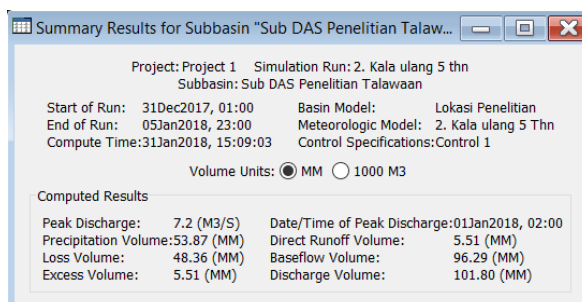
Kalibrasi Parameter HSS SCS dengan Debit Terukur Sungai Talawaan



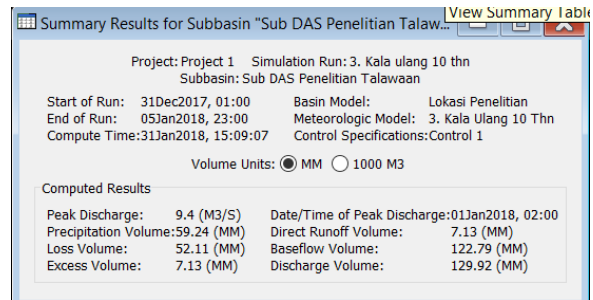
Gambar 1. Rangkuman hasil kalibrasi yang menunjukkan nilai NSE yang memenuhi



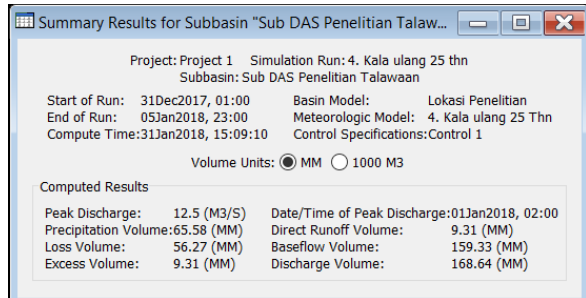
Gambar 2. Grafik Hasil Debit Perhitungan Dan Debit Terukur



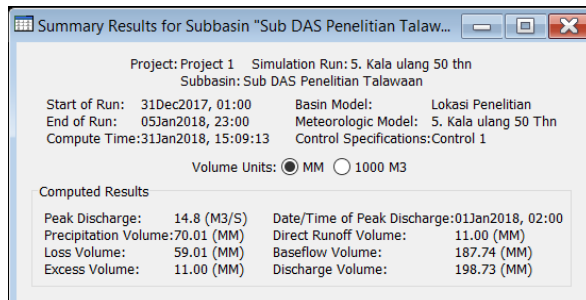
Gambar 3. Hasil Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



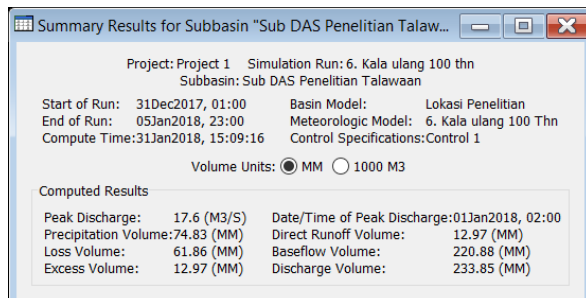
Gambar 4. Hasil Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 5. Hasil Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 6. Hasil Summary Result Kala Ulang 50 Tahun

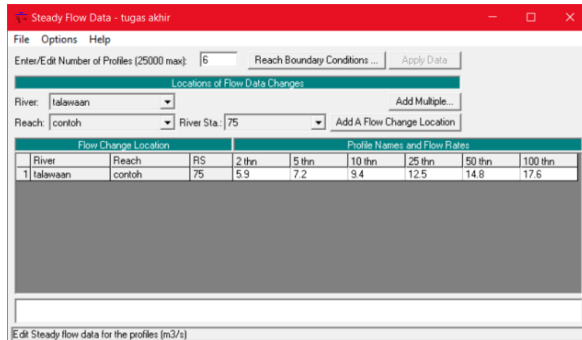


Gambar 7. Hasil Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

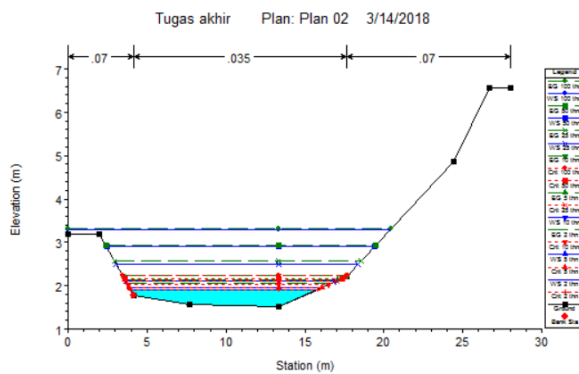
Analisis Tinggi Muka Air (Simulasi HEC RAS)

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

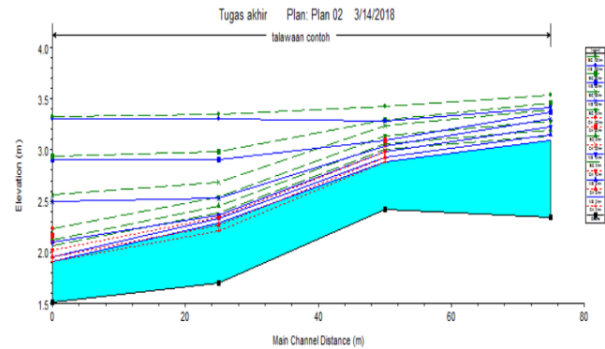
Data penampang sungai Talawaan diambil sejauh 250 m sebelah hulu bendung Talawaan. Pemilihan lokasi 250 M sebelah hulu agar tidak ada pengaruh *back water* dari bendung Talawaan.



Gambar 8. Memasukkan debit kala ulang tertentu hasil simulasi HEC HMS



Gambar 9. Hasil simulasi HEC RAS tiap kala ulang untuk penampang STA 0 + 0



Gambar 10. Rangkuman tinggi muka air potongan memanjang sungai

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi debit banjir, kala ulang 2 tahun menghasilkan debit puncak sebesar $5.9 \text{ m}^3/\text{det}$, 5 tahun sebesar $7,2 \text{ m}^3/\text{det}$, 10 tahun sebesar $9,4 \text{ m}^3/\text{det}$, 25 tahun sebesar $12,5 \text{ m}^3/\text{det}$, 50 tahun sebesar $14,8 \text{ m}^3/\text{det}$, dan 100 tahun sebesar $17,6 \text{ m}^3/\text{det}$.

Hasil simulasi tinggi muka air menunjukkan bahwa penampang sungai sta 0 + 0 tidak dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 100 tahun.

Saran

Perlu dibuatkan tanggul pada sta 0 + 0 agar tidak terjadi luapan dan perlu menjaga kebersihan sungai dari sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan Talawaan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado
- _____. *Data Debit Harian Sungai Talawaan*. 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
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta. (12-4, 34, 155-158, 163).
- Sumarauw, Jeffry. 2013. *Hidrograf Satuan Sintetis*. Bahan ajar mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Tanudjaja, Lambertus. 1991. *Analisis Aliran Di Saluran Terbuka Dengan Metode Elemen Hingga*. Tesis S2 Teknik Sumberdaya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tanudjaja, Lambertus. 2013. *Kumpulan Tabel Dan Grafik Untuk Perencanaan Saluran Dan Analisis Aliran Di Saluran Terbuka*. Bahan ajar mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.