

ANALISIS DEBIT BANJIR ANAK SUNGAI TIKALA PADA TITIK TINJAUAN KELURAHAN BANJER LINK. V KECAMATAN TIKALA DENGAN MENGGUNAKAN HEC-HMS DAN HEC-RAS

Novia Ros Rante

Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email: noviarosrante@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Tikala merupakan salah satu sungai terbesar di Kota Manado yang memiliki banyak anak sungai sebagai penyumbang debit di sungai utamanya. Salah satu anak sungai dari sungai Tikala ini melintasi Kelurahan Banjer lingkungan V tepatnya di Kampung Pece dan posisinya berada di belakang Gereja Pantekosta Manado, memiliki panjang 1.152 Km dan luas DAS 0.9432 Km². Dalam beberapa tahun terakhir, sudah sangat sering meluap dan mengakibatkan banjir.

Analisis curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III akan digunakan untuk menghitung debit banjir dan tinggi muka air. Untuk menghitung debit banjir di anak sungai Tikala ini digunakan data curah hujan di stasiun Winangun dan Sawangan dengan periode pencatatan tahun 2003 s/d 2014. Untuk perhitungan debit banjir menggunakan program HEC-HMS dan untuk perhitungan tinggi muka air menggunakan program HEC-RAS.

Dari hasil analisis, debit banjir rencana dengan berbagai kala ulang menggunakan program HEC-HMS memberikan hasil yang beragam. Dan untuk hasil tinggi muka air yang menggunakan program HEC-RAS pada kala ulang 5 tahun tidak ada air yang meluap di setiap titik, kala ulang 25 tahun dan 50 tahun air yang meluap pada titik sta 20, sta 30 dan sta 45, kala ulang 100 tahun air yang meluap pada titik sta 10, sta 20, sta 30, sta 45, dan pada kala ulang 200 tahun air yang meluap pada semua titik.

Kata kunci : debit banjir rencana, tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan masalah yang sangat sering terjadi di Indonesia terutama di kota-kota besar termasuk di wilayah Kota Manado. Penyebab terjadinya banjir cukup beragam, diantaranya karena kurangnya daerah resapan air di kota-kota besar, sistem drainase yang seringkali tidak berfungsi dengan baik, dan bisa juga terjadi karena sungai yang sudah tidak mampu menampung volume air yang ada saat terjadi hujan yang cukup lebat.

Sungai Tikala merupakan salah satu sungai terbesar di Kota Manado yang memiliki banyak anak sungai sebagai penyumbang debit di sungai utamanya. Salah satu anak sungai Tikala ini melintasi kelurahan Banjer lingkungan V Kampung Pece dan posisinya berada di belakang Gereja Pantekosta Manado. Anak sungai ini cukup berperan dalam menyumbangkan debit yang besar ke sungai utamanya (Sungai Tikala). Sebagian besar DAS anak sungai ini merupakan kawasan padat penduduk. Banjir yang terjadi tentunya akan sangat merugikan warga sekitar.

Jika ditinjau dalam beberapa tahun terakhir, anak sungai ini sudah sangat sering meluap dan mengakibatkan banjir. Menurut informasi yang diberikan oleh penduduk

sekitar, daerah di sekitar anak sungai ini merupakan daerah rentan terjadi banjir terutama apabila terjadi hujan dengan volume yang cukup besar dalam kurun waktu yang cukup panjang.

Berdasarkan hal-hal di atas maka dibutuhkan suatu studi tentang analisis debit banjir untuk menghitung besarnya debit banjir dan tinggi muka air dari sungai ini. Dengan adanya studi analisis debit banjir ini diharapkan bisa menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah banjir di lokasi penelitian yang sudah sangat sering terjadi dan tentunya akan sangat merugikan ini.

Pembatasan Masalah

1. Lokasi yang akan diteliti adalah salah satu anak sungai tikala yang melintasi Kelurahan Banjer Lingkungan V Kampung Pece dan posisinya berada di Belakang Gereja Pantekosta Manado;
2. Analisis dihitung dengan bantuan program komputer yaitu ; HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidrolika.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkandebit banjir dan tinggi muka air di salah satu anak sungai Tikala yang terletak di Kelurahan

Banjir Lingkungan V tepatnya di Belakang Gereja Pantekosta Manado.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya studi ini diharapkan akan dapat bermanfaat dalam penanggulangan permasalahan banjir di lokasi penelitian mengingat dampak negatif yang akan ditimbulkan oleh banjir sangat besar.

Metode Penelitian

1. Mengidentifikasi masalah
2. Studi literatur
3. Pengumpulan data
4. Analisis dan pembahasan terhadap data yang diperoleh
5. Membuat kesimpulan dan saran

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi terjadi karena adanya terik matahari yang mengakibatkan permukaan bumi menguap (evaporasi) kemudian jatuh lagi ke permukaan laut dan daratan sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, kabut. Setelah mencapai daratan hujan yang jatuh akan tertahan beberapa saat oleh tumbuh-tumbuhan dan yang kemudian jatuh ke permukaan tanah. Kemudian sebagian air akan bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan bebatuan (infiltrasi) dan sebagiannya lagi akan mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan *surface run off*). Air permukaan yang mengalir maupun tergenang (danau, waduk dan rawa) dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir dan membentuk sungai dan mengalir ke laut.

Daerah Aliran Sungai

Soemarwoto (1985) mengemukakan batasan DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh punggung bukit yang semua aliran permukaannya mengalir ke suatu sungai utama.

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim (maksimum atau minimum) dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun (Triatmodjo, 2008).

Parameter Statistik

Analisis Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: *central tendency (mean)*, simpangan baku (*standar deviasi*), koefisien variasi, kemencengan (*skewness*) dan koefisien puncak (*kurtosis*).

Pengukuran Central Tendency (Mean)

Pengukuran central tendency adalah pengukuran yang mencari nilai rata-rata kumpulan variabel (mean).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots(1)$$

Untuk perhitungan nilai Log maka persamaan diatas harus diubah dahulu ke dalam bentuk logaritmik,

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \dots\dots\dots(2)$$

Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Standar deviasi atau simpangan baku adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots(3)$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2} \dots\dots\dots(4)$$

Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi (*Coefficient Of Variation*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Semakin besar nilai variasi berarti datanya kurang merata dan kurang heterogen. Semakin kecil berarti data pengamatan semakin merata (homogen).

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(5)$$

Koefisien Skewness (Cs)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan (asymmetry) dari suatu bentuk distribusi.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots\dots\dots(6)$$

$$C_{S_{\log}} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3 \dots\dots\dots(7)$$

Koefisien Kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \dots\dots\dots(8)$$

Pemilihan Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

Tabel 1. Penentuan Jenis Distribusi Berdasarkan Syarat-Syarat

Jenis Sebaran	Persyaratan
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k \approx 3$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_s \approx 1,14$
	$C_k \approx 5,4$
Log Pearson Type III	Selain dari nilai diatas
	Selain dari nilai diatas

Distribusi Frekuensi

Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data (data historik) baik data hujan maupun data debit. (Limantara, 2010). Jenis-jenis distribusi frekuensi yang ada antara lain sebagai berikut :

1. Distribusi Gumbel
Tipe distribusi ini umumnya digunakan untuk analisis data maksimum.

$$X_{TR} = \bar{X} + S \cdot K_{TR} \dots (9)$$

$$K_{TR} = 0.78 \left[-\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right\} \right] - 0.45 \dots (10)$$

2. Distribusi Normal
Distribusi normal disebut juga dengan distribusi Gauss. Distribusi ini dirumuskan sebagai berikut :

$$X_{TR} = \bar{X} + S \cdot K \dots (11)$$

3. Distribusi Log Normal
Distribusi Log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal dengan merubah variant x menjadi log variant x.

$$\log X_{TR} = \overline{\log X} + S_{\log} \cdot K \dots (12)$$

4. Distribusi Log Pearson III
Distribusi ini merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson tipe III dengan merubah variant x menjadi nilai log variant x dengan rumus :

$$\log X_{TR} = \overline{\log X} + S_{\log} K_{TR,CS} \dots (13)$$

Hujan rencana kala ulang T (tahun) dihitung dengan menggunakan antilog dari Log XT atau bisa ditulis dengan persamaan:

$$X_{Tr} = (10^{\log X_{Tr}}) \dots (14)$$

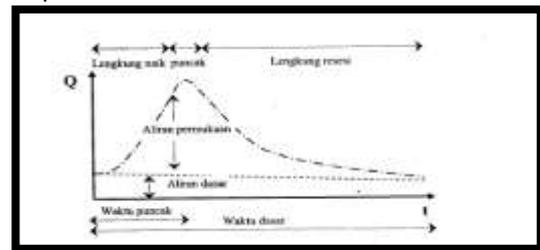
Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi yang di hitung adalah debit banjir rencana. Debit banjir rencana adalah debit dengan periode kala ulang tertentu yang di perkirakan akan melalui sungai atau bangunan air tersebut. Dalam menganalisis debit banjir rencana akan digunakan program/software HEC-HMS.

Software HEC-HMS dirancang untuk menghitung proses hujan aliran suatu sistem DAS. Model ini dapat digunakan untuk menghitung volume runoff, direct runoff, baseflow, dan channel flow. Software ini dikembangkan oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) dari USArmy Corps Of Engineers.

Hidrograf Satuan

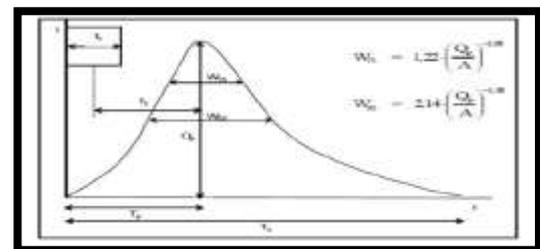
Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung (limpasan permukaan) yang dihasilkan oleh hujan satuan. Hujan satuan adalah hujan efektif yang terjadi merata di seuruh Daerah Aliran Sungai (DAS) dan dengan intensitas tetap selama satu satuan waktu yang ditetapkan.



Gambar 1. Hidrograf Satuan
Sumber : I Made Kamiana, 2011

Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)

Jika tidak cukup tersedia data hujan dan data debit maka penurunan hidrograf satuan suatu DAS dilakukan dengan cara sintetis. Hasilnya disebut dengan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). Terdapat beberapa model HSS, diantaranya : HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS SCS, HSS Gama.



Gambar 2 : Skema HSS Snyder
Sumber : I Made Kamiana, 2011

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Snyder. Menurut Snyder bahwa karakteristik DAS yang mempunyai pengaruh terhadap hidrograf satuan antara lain: luas DAS, bentuk DAS, topografi, kemiringan saluran, kerapatan sungai,

dan daya tamping saluran. Tiga parameter UH Sintetis Snyder : lebar dasar hidrograf, debit puncak, dan keterlambatan DAS (*basin lag*). Unsur-unsur yang dipakai dalam Hidrograf Satuan adalah:

- Debit puncak (Q_p , m³/s)
- Waktu dasar (T_b , jam)
- Durasi hujan (t_r , jam)
- Luas DAS (A , km²)
- Panjang aliran utama (L , km)
- Jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur di sepanjang aliran utama (L_c , km)

Dengan unsur-unsur tersebut diatas, Snyder membuat model hidrograf satuan sintetis sebagai berikut (Gray, 1970; Chow, *et al*, 1988; Bedient and Huber, 1992):

$$t_p = 0.75 * C_t * (L * L_c)^{0.3} \dots\dots\dots(14)$$

$$t_r = \frac{t_p}{5.5} \dots\dots\dots(15)$$

$$Q_p = 2.75 * \frac{C_p * A}{t_p} \dots\dots\dots(16)$$

$$T_b = 72 + 3 * t_p \text{ atau } T_b = \frac{5.56}{q_{pR}} \dots\dots\dots(17)$$

C_t dan C_p adalah koefisien-koefisien yang bergantung pada satuan dan ciri DAS (Wilson, 1993). Koefisien-koefisien C_t dan C_p harus di tentukan secara empiric, karena besarnya berubah-ubah antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Dalam system metrik besarnya C_t antara 0,75 sampai 3,00, sedangkan C_p berada antara 0,90 sampai 1,40 (Soemarto, 1995).

Analisis Hidrolika

Dalam analisis hidrolika, penulis menghitung profil muka air dengan menggunakan beberapa data dari analisis hidrologi untuk mendapatkan profil muka air. Di dalam analisis ini juga digunakan program/software HEC-RAS. HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, River Analysis System (RAS), yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute of Water Resources (IWR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran langgeng maupun tidak langgeng (steady and unsteady one-dimensional flow model).

METODOLOGI PENELITIAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Salah satu anak sungai yang menjadi lokasi penelitian ini melintasi Kelurahan Banjar Lingkungan V kampung Pece dan posisinya berada di belakang Gereja Pantekosta Manado. Kondisi dari anak sungai ini sedikit memprihatinkan karena anak sungai ini kurang bersih dan masih banyak masyarakat yang membuang sampah ke dalam anak sungai ini meskipun sudah terpasang beberapa papan himbauan untuk tidak membuang sampah di sungai. Di sekitar sungai ini juga banyak pemukiman yang saling berdekatan sehingga apabila terjadi hujan dengan volume yang cukup besar dalam

kurun waktu yang cukup panjang akan mengakibatkan banjir.

Prosedur Penelitian

Skripsi ini disusun berdasarkan studi kasus melalui survey atau pengamatan langsung di lapangan yang disertai dengan analisis berdasarkan metode-metode yang tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Data

Stasiun pengamatan yang digunakan adalah stasiun Sawangan dan stasiun Winangun dengan periode pencatatan tahun 2003 s/d 2014. Data curah hujan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Data Curah Hujan Harian Maksium

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	
	Sta. Winangun	Sta. Sawangan
2003	105	321.6
2004	135.5	120.4
2005	124	75.5
2006	176.6	203.7
2007	162.3	103
2008	124.8	130.8
2009	137.3	100.3
2010	143	123
2011	155.9	120.3
2012	93.6	110
2013	186.6	180.4
2014	140	170.7

Sumber : BWSS 1 dan BMKG Kayuwatu

Uji Data Outlier

Berikut ini adalah syarat serta cara pengujian data outlier berdasarkan Koefisien Skewness (C_{slog}).

- Jika $C_s \log > 0,4$ maka :
Uji data outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.
- Jika $C_s \log < -0,4$ maka :
Uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data.
- Jika $-0,4 < C_s \log < 0,4$ maka :
Uji outlier tinggi atau rendah secara bersama-sama, koreksi data.

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 :

$$\log Xh = \overline{\log X} + Kn \cdot S_{log} \dots\dots\dots(17)$$

$$Xh = 10^{\log Xh} \dots\dots\dots(18)$$

- Uji outlier rendah untuk menentukan batas terendah dari kumpulan data :

$$\log XI = \overline{\log X} - Kn \cdot S_{log} \dots\dots\dots(19)$$

$$Xl = 10^{\log Xl} \dots\dots\dots(20)$$

Jika nilai $Cs \log > 0.4$, maka nilai Kn 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 $Cs \log < 0.4$, maka nilai Kn yang digunakan adalah :

$$K_n = (-3.62201) + (6.28446 n^{\frac{1}{4}}) - (2.49835 n^{\frac{1}{2}}) + (0.491436 n^{\frac{3}{4}}) - (0.037911 n)$$

Setelah dilakukan uji outlier, didapatkan curah hujan maksimum sebagai berikut :

Tabel 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Setelah Uji Outlier

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	
	Sta. Winangun	Sta. Sawangan
2003	105	321.6
2004	135.5	120.4
2005	124	75.5
2006	176.6	203.7
2007	162.3	103
2008	124.8	130.8
2009	137.3	100.3
2010	143	123
2011	155.9	120.3
2012	93.6	110
2013	186.6	180.4
2014	140	170.7

Analisis Curah Hujan Rata-Rata

Setelah dilakukan Uji Outlier, didapatkan data curah hujan harian maksimum terkoreksi untuk stasiun Winangun dan stasiun Sawangan. Selanjutnya data curah hujan tersebut akan dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan rata-rata di DAS Anak Sungai Tikala. Mengingat letak stasiun hujan yang ada terletak cukup jauh dari DAS maka tidak memungkinkan untuk dapat dilakukan penghitungan curah hujan rata-rata dengan menggunakan persamaan Poligon Thiessen. Penghitungan curah hujan rata-rata DAS akan dilakukan dengan cara rata-rata aljabar dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{R1(Stasiun Winangun) + R2(Stasiun Sawangan)}{2} \dots\dots\dots(21)$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapat curah hujan rata-rata di DAS yang disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4. Curah Hujan Rata-Rata DAS

No.	R1 (Sta. Winangun)	R2 (Sta. Sawangan)	\bar{R}	\bar{R}
1	105	321.6	213.3	213
2	135.5	120.4	127.95	128
3	124	75.5	99.75	100
4	176.6	203.7	190.15	190
5	162.3	103	132.65	133
6	124.8	130.8	127.8	128
7	137.3	100.3	118.8	119
8	143	123	133	133
9	155.9	120.3	138.1	138
10	93.6	110	101.8	102
11	186.6	180.4	183.5	184
12	140	170.7	155.35	155

Mean

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

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi$$

$$\bar{X} = \frac{1}{12} (1723) = 143.58$$

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log Xi = \frac{1}{12} (25.74843) = 2.1457$$

Standar Deviasi dalam log (S_{log})

Penghitungan standar deviasi dalam log menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$S = \sqrt{\frac{1}{12-1} (13710.91667)} = 35.305$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log Xi - \overline{\log X})^2}$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{1}{12-1} (0.11615)} = 0.103$$

Koefisien Skewnees dalam log (Cs_{log})

Penghitungan koefisien skewness menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$C_s = \frac{(12)(322348.5139)}{(12-1)(12-2)(35.305^3)}$$

$$= 0.799$$

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

$$C_{S_{log}} = \frac{(12)(0.116153994)}{(12-1)(12-2)(0.049^3)}$$

$$= 0.359$$

Pengukuran Kurtosis (Ck)

Perhitungan pengukuran Kurtosis menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$C_k = \frac{\frac{1}{12} (1147128.75)}{(15.6^4)} = 1.648$$

Koefisien Variasi (Cv)

Penghitungan Koefisien Variasi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{15.6}{136.5} = 0.1138$$

Penentuan jenis sebaran data dalam penelitian ini akan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5. Penentuan Jenis Sebaran Data

Jenis Sebaran	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Ket
Normal	Cs ≈ 0	0.799	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 3	2.019	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv = 0,129	0.752	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3 = 3,03	4.023	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs ≈ 1,14	0.799	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 5,4	2.019	Tidak Memenuhi

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

Tabel 6. Curah Rencana Menggunakan Log Pearson III

Tr (thn)	K	1/T	Log Xtr (mm)	Xtr (mm)
5	0.808	5%	2.228732117	169.3293016
25	1.91	25%	2.34197276	219.7722021
50	2.311	50%	2.383179201	241.6457718
100	2.686	100%	2.421713902	264.0668604
200	3.041	200%	2.458193419	287.205941

Kalibrasi Dengan Menggunakan Program HEC-HMS

Mula-mula dilakukan pengukuran hujan dan debit yang terjadi di lokasi penelitian.

- Data hujan yang terukur pada tanggal 2 November 2015 :
12.00 – 13.00 = 23 mm
13.00 – 14.00 = 16 mm
- Data debit yang terukur pada tanggal 2 November 2015 :
Q = 1.2554 m³/s
- Data baseflow sungai yang terukur :
Q = 0.2194 m³/s

Mengitung debit puncak dengan menggunakan Metode Snyder

Diketahui (Parameter DAS) sebagai berikut :

Luas DAS (A) = 0.9432 km²

L = 1.152 km (panjang sungai utama)

$L_c = 0.864$ km (panjang sungai sampai titik berat DAS)

Tetapan Snyder :

$C_t = 0.75$
 $C_p = 0.9$
 $n = 0.3$

Rumus Snyder :

$$t_p = 0.75 * C_t(L * L_c)^n$$

$$t_p = 0.75 * 0.75 (1.152 * 0.864)^{0.3}$$

$$t_p = 0.5617$$

$$t_r = \frac{t_p}{5.5}$$

$$t_r = \frac{0.5617}{5.5}$$

$$t_r = 0.10213$$

$$Q_p = 2.75 * \frac{C_p * A}{t_p}$$

$$Q_p = 2.75 * \frac{0.9 * 0.9432}{0.5617}$$

$$Q_p = 4.156$$

$$T_b = 72 + 3 * t_p$$

$$T_b = 72 + 3 * 0.5617$$

$$T_b = 73.6851$$

Kalibrasi Menggunakan HEC-HMS

Dengan perhitungan kalibrasi menggunakan program HEC-HMS dengan langkah-langkah pada program, maka di dapatkan hasil kalibrasi yang dihitung dengan program HEC-HMS dengan data terukur di lapangan di dapatkan :

- Loss Method
 - Curve Number : 81
 - Impervious : 0 %
- Transform Method
 - Standar Lag (HR) : 0.5617
 - Peaking Coefficient : 0.85

Simulasi HEC-HMS

Nilai-nilai di atas yang sudah di kalibrasi akan di gunakan selanjutnya untuk mendapatkan data debit banjir dengan kala ulang 5 thn, 25 thn, 50 thn, 100 thn, 200 thn dan data debit banjir ini akan di masukkan pada program *software* HEC-RAS untuk mendapatkan potongan melintang dan tinggi muka air di daerah yang di tinjau.



Gambar 3. Hasil simulasi Hec-Hms untuk hujan kala ulang 5 tahun



Gambar 4. Hasil simulasi Hec-Hms untuk hujan kala ulang 25 tahun



Gambar 5. Hasil simulasi Hec-Hms untuk hujan kala ulang 50 tahun



Gambar 6. Hasil simulasi Hec-Hms untuk hujan kala ulang 100 tahun



Gambar 7. Hasil simulasi Hec-Hms untuk hujan kala ulang 200 tahun

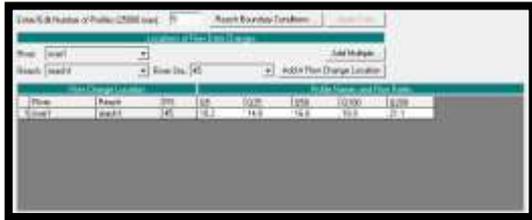
Simulasi HEC-RAS

Perhitungan dan pembacaan untuk data-data dasar yang diperlukan program sudah selesai. Diketahui bahwa debit masuk yang mengalir pada kala ulang 5 thn, 25 thn, 50 thn, 100 thn, 200 thn adalah sebagai berikut.

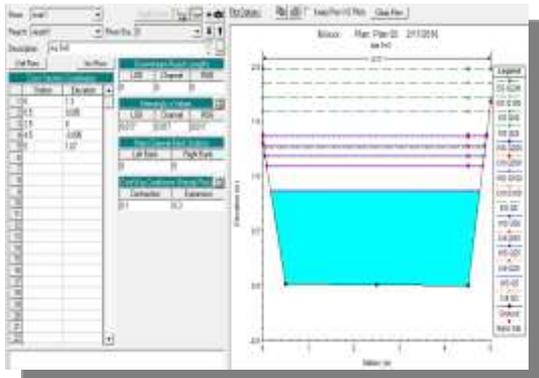
Tabel 7 : Nilai Debit pada Kala Ulang tertentu

Tr (thn)	Debit (m3/s)
5	10.2
25	14.8
50	16.8
100	18.9
200	21.1

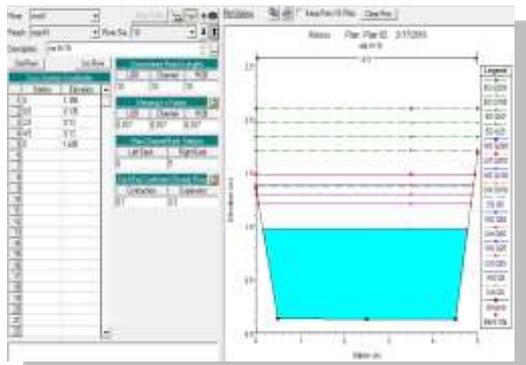
Debit tersebut di atas akan dimasukkan ke dalam program pada jendela masukan data aliran langgeng.



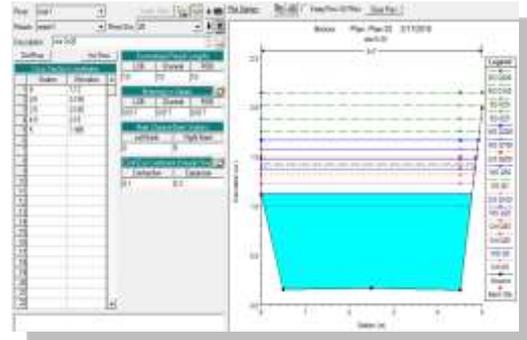
Gambar 8 : Pemasukan nilai debit kala ulang tertentu



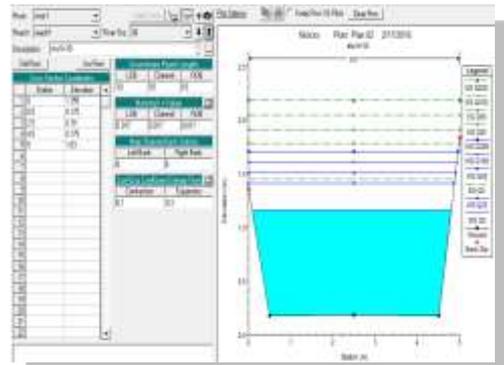
Gambar 9 : Input geometri data pada sta 0+0 dengan berbagai kala ulang



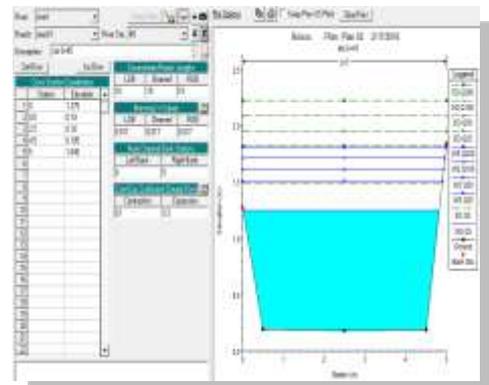
Gambar 10 : Input geometri data pada sta 0+10 dengan berbagai kala ulang



Gambar 11 : Input geometri data pada sta 0+20 dengan berbagai kala ulang



Gambar 12 : Input geometri data pada sta 0+30 dengan berbagai kala ulang



Gambar 13 : Input geometri data pada sta 0+45 dengan berbagai kala ulang

Tampilan program HEC-RAS memudahkan pengguna untuk bisa mengetahui dan mengawasi ringkasan hasil simulasi program. Setelah dilakukan analisis, didapatkan hasil tinggi muka air sebagai berikut :

Tabel 8. Rekapitulasi Tinggi Muka Air pada Sungai (Q5)

No. Sta	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)	B	Ba
0+0.000	0	0.86	0.86	4	5
0+0.010	0.13	0.98	0.85	4	5
0+0.020	0.165	1.12	0.955	4	5
0+0.030	0.18	1.16	0.98	4	5
0+0.045	0.18	1.25	1.07	4	5

Dari hasil perhitungan melalui program, pada kala ulang 5 tahun tidak ada air yang meluap di setiap titik.

Tabel 9. Rekapitulasi Tinggi Muka Air pada Sungai (Q25)

No. Sta	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)	B	Ba
0+0.000	0	1.09	1.09	4	5
0+0.010	0.13	1.21	1.08	4	5
0+0.020	0.165	1.38	1.215	4	5
0+0.030	0.18	1.41	1.23	4	5
0+0.045	0.18	1.51	1.33	4	5

Dari hasil perhitungan melalui program, pada kala ulang 25 air yang meluap pada titik sta 20, sta 30 dan sta 45.

Tabel 10. Rekapitulasi Tinggi Muka Air pada Sungai (Q50)

No. Sta	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)	B	Ba
0+0.000	0	1.19	1.19	4	5
0+0.010	0.13	1.3	1.17	4	5
0+0.020	0.165	1.47	1.305	4	5
0+0.030	0.18	1.51	1.33	4	5
0+0.045	0.18	1.61	1.43	4	5

Dari hasil perhitungan melalui program, pada kala ulang 50 air yang meluap pada titik sta 20, sta 30 dan sta 45

Tabel 11. Rekapitulasi Tinggi Muka Air Pada Sungai (Q100)

No. Sta	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)	B	Ba
0+0.000	0	1.28	1.28	4	5
0+0.010	0.13	1.39	1.26	4	5
0+0.020	0.165	1.57	1.405	4	5
0+0.030	0.18	1.61	1.43	4	5
0+0.045	0.18	1.71	1.53	4	5

Dari hasil perhitungan melalui program, pada kala ulang 100 tahun air yang meluap pada titik sta 10, sta 20, sta 30 dan sta 45.

Tabel 12. Rekapitulasi Tinggi Muka Air Pada Sungai (Q200)

No. Sta	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)	B	Ba
0+0.000	0	1.37	1.37	4	5
0+0.010	0.13	1.48	1.35	4	5
0+0.020	0.165	1.66	1.495	4	5
0+0.030	0.18	1.7	1.52	4	5
0+0.045	0.18	1.82	1.64	4	5

Dari hasil perhitungan melalui program, pada kala ulang 200 tahun air yang meluap pada semua titik.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar 169.329 mm/jam, 25 tahun sebesar 219.772 mm/jam, 50 tahun sebesar 241.645 mm/jam, 100 tahun sebesar 264.066 mm/jam, 200 tahun adalah sebesar 287.205 mm/jam.
2. Model yang digunakan adalah HEC-HMS 4.0 dan HEC-RAS 4.1.0, debit banjir rencanapada kala ulang 5 tahun sebesar 10.2 m³/s tidak terjadi luapan air, pada 25 tahun sebesar 14.8 m³/s air yang meluap pada titik sta 20, sta 30 dan sta 45, pada 50 tahun sebesar 16.8 m³/s air yang meluap pada titik sta 20, sta 30 dan sta 45, pada 100 tahun sebesar 18.9 m³/s air yang meluap pada titik sta 10, sta 20, sta 30 dan sta 45, pada 200 tahun sebesar 21.1 m³/s air yang meluap pada semua titik.

Saran

1. Perlu adanya stasiun dan data pola hujan yang lebih banyak, lengkap dan akurat.
2. Perlu dilakukan perawatan rutin pada sungai seperti pembersihan rumput dan pengerukan dasar saluran dari endapan sedimen karena hal tersebut dapat mempengaruhi kapasitas tampungan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2010. *HEC-RAS 4.1.0 River Analysis System*. Hydrologic Engineering Center U.S. Army Corps of Engineers, USA.
- _____, 2013. *HEC-HMS 4.0 Hydrologic Modeling System*. Hydrologic Engineer Center U.S. Army Corps of Engineer, USA.
- _____. *Data Hujan Harian Stasiun Winangun*, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Kayuwatu.
- _____. *Data Hujan Harian Stasiun Sawangan*, Balai Wilayah Sungai Sulawesi Utara I, Manado.
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Bedient, P. B. and W.C. Huber. (1992). *Hydrology and Floodplan Analysis*. Addison-WesleyPublishing Company. USA.
- Chow, Ven Te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga. Jakarta
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. (1988). *Applied Hydrology*. Mc Graw-Hill. Singapore.
- Gray, D. M. (1970). *Hand Book On The Principles Of Hydrology*. Water Information Center, Inc. Canada.
- Limantara, Montarcih., 2010. *Hidrologi Praktis*, CV. Lubuk Agung, Bandung.
- Rapar, Sharon. (2014). *Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara*.
- Robot, Jeffier. (2014). *Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS Gama-I dan HSS Limantara*.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Tommy. (2015). *Analisis Debit Banjir Di Sungai Tondano Berdasarkan Simulasi Curah Hujan Rencana*.