

Kajian Kapasitas Tampung Sungai Wai Batu Gajah Terhadap Debit Banjir Maksimum

Charles Johandersson Tiwery¹, Andrew Djohant Tiven²

¹Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

Gmail : charlestiwery@gmail.com

²Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

ABSTRACT

Natural disasters such as floods and landslides that occur in almost all areas of Maluku in the period 2012-2013 felt increasingly increasing, both the frequency of the incident and the victims and the resulting consequences. As a result of the flood natural disasters caused damage to water resources infrastructure and facilities including dike embankments, landslides and floods that inundated settlements, agricultural land and other public facilities. One of the rivers in Ambon city that often experience flood problem is Wai Batu Gajah river. This study aims to find out how much the capacity of Wai Batu Gajah River in accommodating the flow of water during the maximum rainfall, as well as looking for solutions to the overflow of water from the river.

The method used in this research is hydrological analysis to find big discharge plan by using Rational method, as well as hydraulic analysis using Hec-Ras software to know capacity of Wai Batu Gajah river.

Based on the research, the 50 year plan discharge is 483.79 m³ / s. The results of simulation using the software Hec-Ras obtained some points on the river channel Wai Batu Gajah can not accommodate the discharge plan 50-year period, so that the dike on the side of the river to prevent the occurrence of water runoff into the environment around the river.

Keywords: rain, water discharge, runoff

1. PENDAHULUAN

Bencana alam seperti banjir dan tanah longsor yang terjadi hampir di seluruh wilayah Maluku dalam kurun waktu tahun 2012–2013 dirasakan semakin meningkat, baik frekuensi kejadiannya maupun korban serta akibat yang ditimbulkannya. Akibat bencana alam banjir tersebut menyebabkan kerusakan yang terjadi pada prasarana dan sarana sumber daya air yang meliputi bobolnya tanggul, longsornya tebing dan banjir yang menggenangi permukiman, lahan pertanian dan fasilitas umum serta kerusakan yang menyebabkan gagal panen. Kerusakan-kerusakan tersebut menyebabkan kerugian yang besar, karena dapat mengancam kondisi pangan masyarakat serta kondisi sosial ekonomi masyarakat terhadap pertumbuhan ekonomi.

Kota Ambon sebagai ibu kota Provinsi Maluku merupakan salah satu yang terkena dampak bencana banjir dan tanah longsor yang menyebar di 5 kecamatan yang ada di kota ini. Banjir yang terjadi menyebabkan korban jiwa maupun harta benda, serta rusaknya infrastruktur jalan, jembatan, permukiman, serta degradasi lahan seperti erosi dan longsor (*landslides*) sebagai akibat dari tingginya curah hujan yang berimbas pada meluapnya aliran air di sungai-sungai yang sudah tidak mampu lagi menampung debit air yang berlebihan. Sungai Wai Batu Gajah

merupakan salah satu sungai yang ada di pusat kota Ambon, di mana sungai ini juga termasuk dalam empat sungai yang menjadi sumber air utama yang digunakan PDAM untuk menyuplai air bersih kepada masyarakat kota Ambon. Namun pada tahun 2012 dan 2013 saat musim hujan dengan intensitas yang besar mengakibatkan debit air melebihi kapasitas tampung sungai sehingga membuat meluapnya aliran air sungai melewati tanggul dan melimpas sampai ke pemukiman warga dan bahkan luapan airnya meluas ke jalan raya.

Peristiwa meluapnya air sungai ini bisa terjadi sebagai akibat dari pertambahan penduduk yang memaksakan pada penyimpangan penggunaan tata guna lahan, di mana daerah resapan air dan juga areal sempadan sungai digunakan sebagai pemukiman warga, sehingga terjadi penyempitan alur sungai dan sedimentasi yang berimbas pada pengurangan kapasitas sungai itu sendiri. Melihat kondisi seperti ini maka perlu dilakukan suatu kajian mengenai kapasitas tampung sungai Wai Batu Gajah dalam menampung debit banjir kala ulang tahunan serta mencari solusi untuk menjawab limpasan air yang keluar dari sungai Wai Batu Gajah tersebut, sehingga permasalahan banjir di sungai dapat di atasi.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sungai

Sungai adalah jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah RI No.38 Tahun 2011). Sungai mempunyai peranan yang sangat besar bagi perkembangan peradaban manusia di seluruh dunia, yakni dengan menyediakan daerah-daerah subur dan sumber air sebagai kebutuhan utama kehidupan manusia di dunia. Sungai sebagai saluran pembuang terbentuk secara alamiah dan berfungsi sebagai saluran penampung air hujan yang turun di atas permukaan bumi dan mengalirkannya ke laut atau danau.

Disaat terjadinya hujan yang lebat, terkadang sungai menampung volume air yang besar sehingga mengakibatkan air banjir meluap ke luar sungai, karena volume air melebihi daya tampung normalnya. Apabila banjir tidak begitu besar, maka gangguan terhadap kehidupan penduduk tidak seberapa, tetapi banjir yang besar sering menimbulkan kerusakan harta benda penduduk bahkan sampai mengakibatkan adanya korban jiwa. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan persungai yang tepat dengan tujuan untuk pengamanan terhadap banjir dan sedimentasi, pengendalain alur sungai, dengan memperhatikan peranan sungai sebagai sumber air untuk berbagai kebutuhan, pelestarian lingkungan dan kelancaran serta keamanan lalu-lintas sungai (Sosrodarsono Suyono, 1984).

2.2. Analisa Hidrologi

2.2.1. Analisa Frekuensi Hujan

Parameter yang digunakan dalam pengolahan data hujan adalah parameter statistik yang meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan dispersi (*dispersion*) sebagai berikut :

1. Tendensi sentral

Nilai rerata (*average*) :

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

2. Dispersi

- a. Nilai deviasi standar (*standard deviation*) :

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

- b. Koefisien *skewness* :

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

- c. Koefisien *varians* :

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}}$$

- d. Koefisien kurtosis :

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

Dengan :

- n = jumlah data
- X_i = nilai ke- i dari data pengamatan
- S_x = nilai deviasi standar
- $\bar{X}$ = nilai rerata
- C_s = Koefisien skewness
- C_v = Koefisien varians
- C_k = koefisien kurtosis

Dalam analisis frekuensi untuk hidrologi ada beberapa bentuk fungsi distribusi yang digunakan antara lain Distribusi Gumbel, Normal, Log-Normal dan Log-person III dengan bentuk umum rumusnya :

$$X_{tr} = \bar{X} + K_T \cdot S_x$$

Dimana :

- X_{tr} : Hujan rencana dengan periode ulang T Tahun
- $\bar{X}$: Nilai rata-rata dari data hujan
- K_T : Faktor frekuensi (Tiap distribusi mempunyai nilai K_T berbeda)
- S_x : Standar deviasi dari data hujan

Untuk menentukan jenis distribusi data digunakan pendekatan yang bertujuan agar jenis distribusi data yang dipilih sesuai dengan keadaan data yang ada. Adapun salah satu pendekatan yang dilakukan yaitu berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik seperti ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$(x \pm S) = 68,27\%$ $(x \pm 2S) = 94,44\%$ $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3$
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

Sumber ; Buku Hidrologi Terapan (Triatmodjo, 2008)

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dilakukan dengan uji kecocokan distribusi Uji Smirnov-Kolmogorof. Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

$$\Delta P_i = P(x_i) - P'(x_i)$$

Apabila ΔP_i lebih kecil dari ΔP kritis maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana dapat diterima, sebaliknya jika harga ΔP_i lebih besar dari ΔP kritis, maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana tidak diterima.

2.2.2. Intensitas Hujan

Besarnya intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam menentukan debit banjir rencana (*design flood*) berdasarkan metode Rasional. Apabila di lapangan tidak terdapat data hujan jam-jaman, maka biasanya ditentukan dengan menggunakan metode Mononobe. Rumus empiris intensitas curah hujan dari Mononobe ini adalah sebagai berikut :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam).
 R_{24} = Curah hujan maksimum yang terjadi selama 24 jam (mm/hr).
 T = durasia Hujan (jam).

2.2.3. Debit Rencana

Kapasitas (*Debit*) aliran maksimum dianalisis berdasarkan metode Rasional :

$$Q = 0,278 CIA$$

Keterangan :

Q = Debit puncak yang timbul oleh hujan dengan Intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dt)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

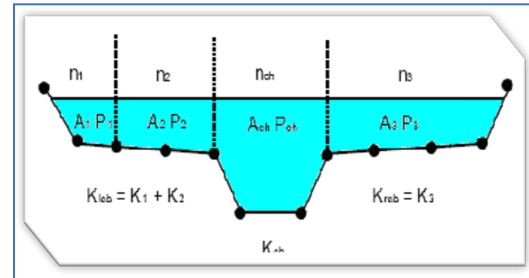
A = Luas daerah tangkapan (Km^2)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

Salah satu konsep penting dalam upaya mengendalikan banjir adalah aliran permukaan (*runoff*) yang biasanya dilambangkan dengan C .

2.3. Analisa Hidrolika

Untuk menghitung debit yang melewati suatu tampang menggunakan persamaan Manning dan tampang melintang saluran dibagi menjadi beberapa sub divisi atau pias, antara lain saluran sebelah kiri, saluran utama dan saluran sebelah kanan seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.1. Tampang Saluran yang Dibagi Menjadi Beberapa Pias

Persamaan untuk menghitung debit yang melalui pias-pias tersebut di atas adalah sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dimana :

Q : Debit Aliran (m^3/s)

A : Luas penampang basah (m^2)

V : Kecepatan Aliran (m/s)

n : angka kekasaran manning

R : Jari-jari hidrolik (m)

S : kemiringan saluran

2.4. Pemodelan Hec-Ras 4.1

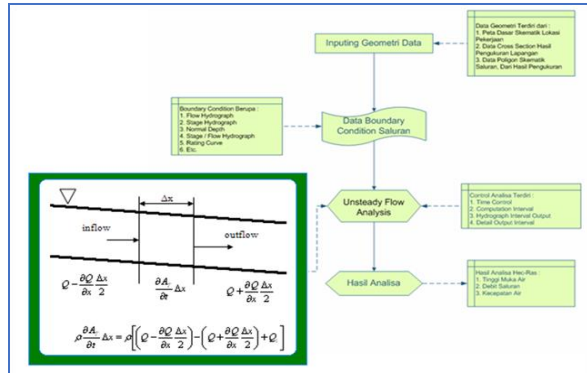
HEC-RAS mampu menampilkan perhitungan penampang muka air satu dimensi (*steady and unsteady one-dimensional flow model*) untuk aliran dalam saluran alami atau buatan dan juga mampu memperhitungkan penampang muka air aliran subkritis, superkritis, dan campuran (*mixed flow*).

HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi :

1. Hitungan profil muka air aliran permanen,
2. Simulasi aliran tak permanen,
3. Hitungan transpor sedimen, dan
4. Hitungan kualitas air.

Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan.

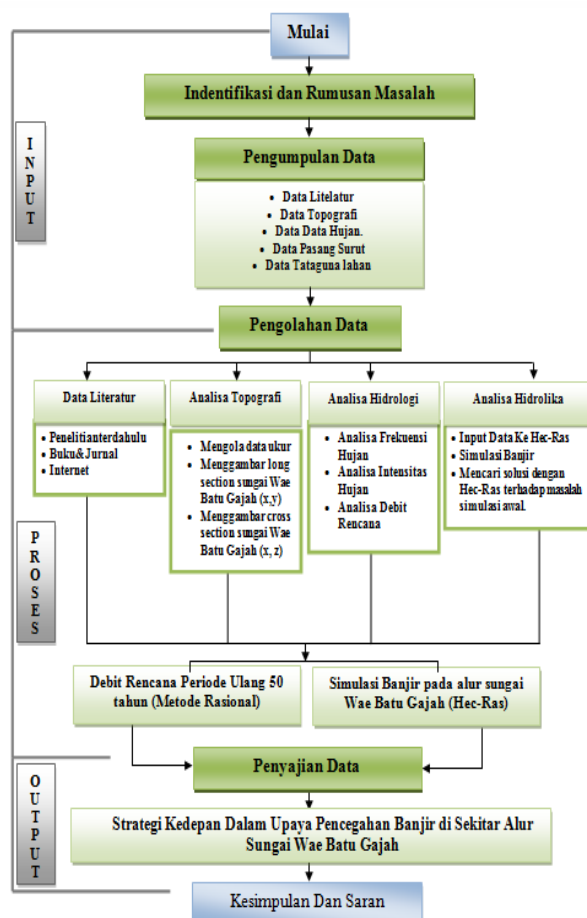
HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. HEC-RAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah HEC-RAS versi 4.1.



Gambar 2.2. Flow Chart Pemodelan Hidrodinamik Dengan HEC-RAS

3. METODOLOGI

3.1. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Alur Penelitian

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibagi menjadi dua bagian yaitu :

a. Data Primer

Data Primer adalah data yang didapatkan dari Survey lapangan dengan pengukuran langsung dan Observasi di lapangan atau wilayah penelitian. Data Primer berupa kondisi karakteristik Daerah Aliran Sungai, dimensi penampang melintang sungai, pola penggunaan lahan dan jenis vegetasi yang ada pada Daerah Aliran Sungai Wai Batu Gajah.

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data-data yang dikumpulkan dari instansi-instansi terkait maupun laporan-laporan studi sebelumnya.

Pengumpulan data sekunder dilakukan untuk melengkapi data-data primer yang telah dikumpulkan di lapangan. Data sekunder diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pattimura Ambon serta instansi terkait lainnya, meliputi data curah hujan, data klimatologi, luas dan pola penggunaan lahan pada daerah aliran sungai Wai Batu Gajah serta Data Pasang Surut.

3.3. Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif dengan menggunakan Program Hec-Ras untuk menganalisis limpasan atau banjir di alur sungai Wai Batu Gajah. Adapun tahapan analisisnya adalah sebagai berikut :

1. Analisa Hidrologi

Untuk Analisa Hidrologi yang pertama dilakukan adalah Analisa frekuensi hujan, kemudian diuji parameter distribusi untuk menentukan jenis distribusi yang akan dipakai dalam perhitungan banjir rencana. Selanjutnya dilakukan analisa Intensitas hujan dengan menggunakan metode Mononobe. Banjir rencana kemudian dihitung dengan mengkalikan Intensitas Hujan, luas Daerah Aliran Sungai, dan koefisien aliran yang sangat bergantung terhadap kondisi penutupan lahan di lokasi penelitian

2. Analisa Hidrolika

Analisa Hidrolika dilakukan dengan menggunakan program Hec-Ras, meliputi :

- Pilih *file, new project*. Masukan nama project.
- Pilih *options, unit system*, pilih *system internasional* untuk membuat data dalam satuan SI.
- Pilih *edit/enter geometric data* dan gambarkan penampang sungai yang ditinjau
- Pilih *cross section, options, add new cross section*.
- Pilih *edit/enter steady flow data*. Masukan data debit yang akan dihitung.
- Pilih *analysis steady flow data*, pilih keadaan aliran yang sesuai dengan saluran yang dianalisis.

- g. Run program sungai Wai Batu Gajah setelah semua data dimasukan, maka pilih *compute* dan program akan menghitung data-data yang sudah kita input. Output yang dihasilkan yaitu profil muka air dan kapasitas tampungan sungai, sehingga kita dapat mengetahui daerah-daerah sekitar sungai yang mengalami banjir.
- h. Memeriksa kapasitas Tampungan akan ditampilkan oleh HEC-RAS, bila muka air mengenai daerah bantaran, berarti kapasitas tampungan tidak mencukupi atau dapat dikatakan terjadi limpasn air. Apabila kapasitas tampungan mencukupi, maka penelitian selesai. Bila tidak mencukupi, maka dilakukan penanggulangan banjir dengan *software* HEC-RAS 4.1, untuk mencari solusi penanggulangannya.

3.4. Tahap Finalisasi

Tahap ini merupakan tahap akhir dari studi ini, dimana hasil analisis dan berbagai masukan dari sejumlah pihak untuk melakukan perbaikan penelitian guna menyusun suatu kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal yang perlu dilakukan untuk melakukan penanggulangan banjir adalah analisa Hidrologi untuk menentukan besar debit air yang masuk ke sungai Wai Batu Gajah. Dalam hal ini adalah menentukan besarnya debit rencana, dengan metode Rasional. Sehingga nantinya akan didapatkan perkiraan debit yang sesuai dengan syarat-syarat ditentukan. Debit yang digunakan adalah debit banjir kala ulang 50 tahun yang diambil dari data hujan dari tahun 2006 sampai tahun 2015

Tabel 4.1 Data hujan harian maksimum

Tahun	x (mm)	Log (x)
2004	165.80	2.22
2005	262.80	2.42
2006	170.00	2.23
2007	97.30	1.99
2008	223.90	2.35
2009	187.70	2.27
2010	360.40	2.56
2011	432.00	2.64
2012	163.00	2.21
2013	189.00	2.28

4.1. Analisa Hidrologi

4.1.1. Analisa Frekuensi Hujan

Analisa hujan rencana dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$X_{tr} = \bar{X} + K_T \cdot S_x$$

Nilai Rerata hujan dari data yang didapat adalah 225.19 untuk metode Gumbel dan Normal sedangkan metode metode Log Normal dan Log Person III adalah 2,23. Standar devisiasi (S_x) untuk metode Gumbel dan Normal adalah 101,09 sedangkan untuk metode Log Normal dan Log Person III adalah 0,21. Faktor frekuensi untuk berbagai distribusi disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Faktor frekuensi berbagai periode ulang masing-masing distribusi

Periode Ulang (Tahun)	Faktor Frekuensi (K_T)			
	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Person III
2	-0.1352	0.0000	0,0000	-0.0340
5	1.0586	0.8400	0,8400	0.8296
10	1.8490	1.2800	1,2800	1.3015
25	2.8476	1.6400	1,6402	1.8198
50	3.5885	2.0500	2,0500	2.1620

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.3. Hujan rencan berbagai periode ulang masing-masing distribusi

Periode Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)			
	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Person III
2	211.5206	225.1900	207.1194	204.1336
5	332.2032	310.1090	296.6015	295.2844
10	412.1118	354.5904	357.9832	361.2839
25	513.0675	390.9842	417.5413	450.9040
50	587.9618	432.4328	497.5298	521.9286

Sumber : Hasil analisa

Jenis distribusi yang akan dipakai dalam perhitungan intensitas hujan rencana, adalah jenis distribusi yang telah memenuhi syarat, Hasilnya disajikan pada table 4.4.

Tabel 4.4 : Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

Metode	Persyaratan	Hasil	Keterangan
Gumbel	Cs = 1.14 Ck = 5.40	1.15 0.83	Tidak Memenuhi
Normal	$(\bar{X} \pm S)$ = 68.27% $(\bar{X} \pm 2.S)$ = 95.44% Cs ~ 0 Ck ~ 3	60 % 90 % 1.15 0.83	Tidak Memenuhi
Log-Normal	Cs = $C_v^3 + 3C_v$ Ck = $C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	0,24 3,10	Tidak Memenuhi
Log Person-III	<i>selain nilai di atas</i>	Cs $\neq$ 0	Memenuhi

Sumber : Hidrologi Terapan - Bambang Triatmodjo, Hasil Analisa

Jenis distribusi Log Person III yang akan dipakai dalam perhitungan Intensitas Hujan Rencana periode ulang tahunan. Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dilakukan dengan uji kecocokan distribusi Uji Smirnov-Kolmogorov.

Hasil pengujian Smirnov-Kolmogorov menghasilkan simpangan maksimum (ΔP) adalah sebesar 0,06. Jika jumlah data 10 dan derajat kepercayaan (α) adalah 5% maka nilai ΔP kritis adalah 0,41. Persyaratan ΔP maksimum < ΔP Kritis atau $0,06 < 0,41$. Dengan demikian jenis distribusi Log Person III ini dapat diterima untuk perhitungan intensitas hujan.

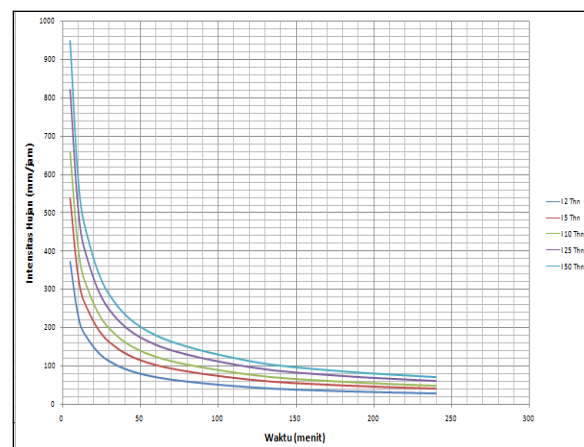
4.1.2. Intensitas Hujan

Analisa intensitas hujan dihitung berdasarkan metode Mononobe dengan besar hujan maksimum periode ulang tahunan berdasarkan hasil perhitungan metode Log Person III. Hasilnya disajikan pada tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Intensitas hujan metode Mononobe

T (meit)	Periode Ulang Tahunan				
	2	5	10	25	50
	204.1336	295.2844	361.2839	450.904	521.9286
5	370.9353	536.5673	656.4964	819.3469	948.4072
10	233.6746	338.0162	413.5668	516.1562	597.4591
15	178.3271	257.9547	315.6105	393.9009	455.9466
30	112.339	162.5013	198.8222	248.142	287.2284
60	70.76916	102.3694	125.2501	156.3197	180.9425
120	44.58177	64.48867	78.90264	98.47522	113.9867
180	34.02226	49.21406	60.21398	75.15066	86.9881
240	28.08476	40.62531	49.70555	62.0355	71.8071

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 4.1. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

4.1.3. Debit Rencana

Debit rencana dihitung berdasarkan metode rasional

$$Q = 0,278 \text{ CIA}$$

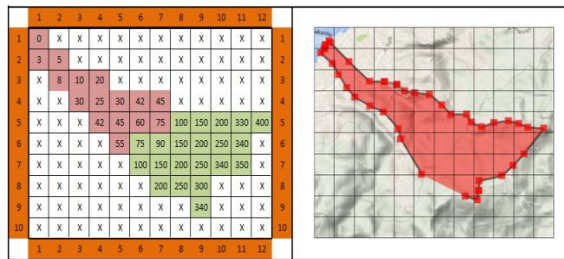
Sesuai dengan kondisi topografi Kota Ambon di pulau kecil, maka sungai-sungai di Kota Ambon memiliki karakter khusus yang terdiri dari banyak sungai kecil dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang sempit. Sungai-sungai yang mengalir umumnya tidak panjang. Sungai terpanjang adalah Wai Sikula di Desa Laha dengan panjang mencapai 15,5 km, sedangkan sungai terpendek adalah Wai Tomu dan Wai Batu Gajah dengan panjang 4,5 km yang mengalir di pusat Kota Ambon.

Tabel 4.6 Daerah Aliran Sungai di Kota Ambon

No	Nama DAS	Luas	
		(Ha)	(Km2)
1	Wilayah DAS Wai Batu Merah	7940,27	79,4027
	a. DAS Wai Tomu	564,00	5,64
	b. DAS Wai Batu Gajah	545,75	5,4575
	c. DAS Wai Batu Gantung	1727,32	17,2732
	d. DAS Wainitu	1080,00	10,8
	e. Area Penggunaan Lain (APL)	4021,20	40,212
2	Wilayah DAS Wai Pia Besar	13609,29	136,0929

Sumber : Program Studi Ilmu Tanah Universitas Pattimura Ambon, 2012

Untuk mempermudah perhitungan debit rencana di kawasan Daerah Aliran Sungai Wai Batu Gajah, kawasan tersebut dibuat dalam bentuk grid-grid, di mana tiap grid mewakili luas 500 x 500 meter. Dengan menggunakan program *Google Measure*, didapatkan elevasi dan pemetaan grid kawasan DAS Batu Gajah adalah seperti berikut :



Gambar 4.2 Pembagian Grid di DAS Batu Gajah

Dengan menggunakan persamaan Rasional, apabila rata-rata koefisien limpasan pada DAS Wai Batu Gajah adalah 0,5 maka didapatkan besar debit rencana berbagai periode ulang tahunan adalah seperti ditunjukkan pada table berikut ini

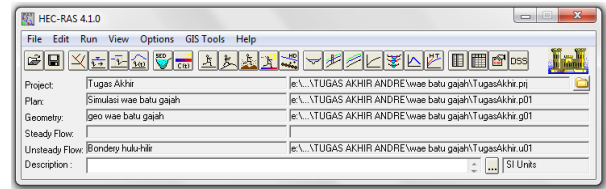
Tabel 4.7. Debit Rencana Berbagai Periode Ulang dengan Metode Rasional

Periode Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)	Debit Rencana m^3/s
2	204.134	189.22
5	295.284	273.71
10	361.284	334.88
25	450.904	417.95
50	521.929	483.79

Sumber : Hasil Analisa

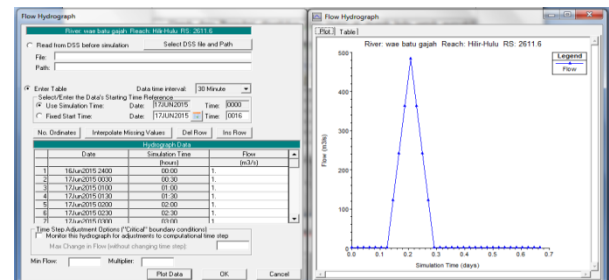
4.2. Analisa Hidrolika dengan software Hec-Ras 4.1

Untuk membuat simulasi pada program HEC-RAS 4.1 maka data *long section*, *cross Section* serta *Boundary* diinput terlebih dahulu.

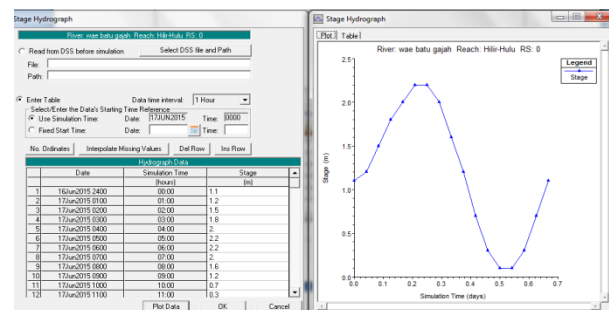


Gambar 4.3. Lokasi Penelitian

Untuk data *Boundary* diperlukan data Debit di daerah hulu untuk mewakili karakteristik DAS bagian hulu (debit rencana periode ulang 50 tahun) dan pada daerah hilir dibutuhkan data pasang surut.

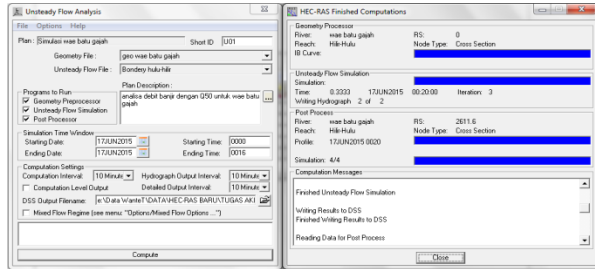


Gambar 4.4. Debit Rencana Das Wai Batu Gajah.



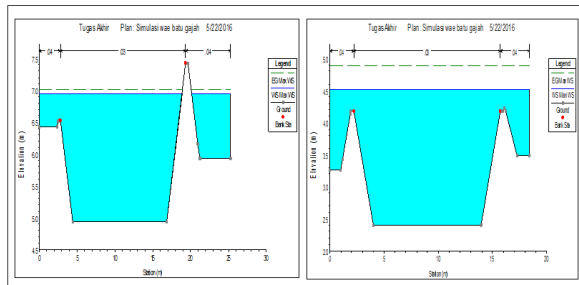
Gambar 4.5. Grafik Pasang Surut.

Setelah diinput data ke HEC-RAS, maka simulasi dijalankan dengan menggunakan perintah Simulation seperti gambar dibawah ini. Pastikan data yang diinput sesuai yang diminta dan ditambah dengan parameter hidrodinamik pada *software* tersebut.



Gambar 4.6. Simulasi Hec-Ras

Dari hasil simulasi didapatkan beberapa titik pada alur sungai Wai Batu Gajah mengalami limpasan



Gambar 4.7. Cross Section Sta 457,107 dan Sta 1602,74

Tujuan dari pemodelan ini, adalah untuk mengetahui lokasi mana saja yang banjir, kemudian dicari solusinya dan dibuat pemodelan ulang sampai kondisi sungai tersebut dapat teratasi dari masalah banjir.

4.3. Pembahasan Masalah

Dalam kenyataannya sungai alami hanya dapat menampung debit dengan periode ulang kurang dari 2 tahun, atau sekitar 1,5 tahun saja ($Q_{1,5}$). Untuk itu sungai perlu direkayasa. Rekayasa sungai biasanya membutuhkan biaya operasional yang sangat besar, misalnya pembuatan waduk di daerah hulu, normalisasi sungai (pengerukan alur sungai) atau pembuatan tanggul di sepanjang sungai yang melimpas.

Dari solusi di atas yang lebih ekonomis untuk perbaikan atau normalisasi sungai adalah dengan cara

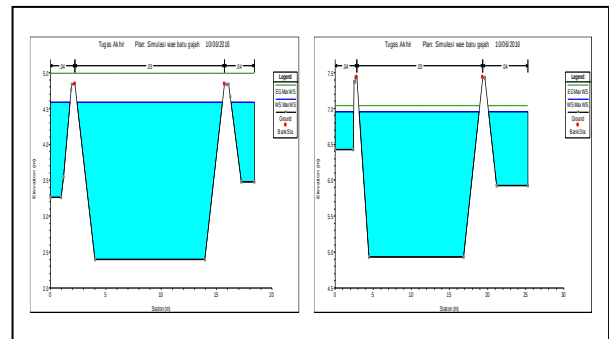
pembuatan tanggul, maka untuk mengetahui dimensi tanggul sungai diperlukan perhitungan matematis dengan memperhitungkan lebar sungai yang ada dengan debit rencana periode ulang 50 tahun yang telah dihitung pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Dimensi saluran dan tanggul yang direncanakan

Jarak dari titik 0 di laut (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)	Keterangan (sisi kiri-kanan sungai)
50	12.1	2.28	185.8	1 Sisi
326.5	11.86	2.26	43.55	1 Sisi
413.6	10.58	2.38	87	2 Sisi
500.6	9.3	2.5	113	2 Sisi
613.4	9.23	2.5	86.6	2 Sisi
1322.2	12	2.5	46.75	1 Sisi
1415.7	12.5	2.5	233.79	1 Sisi

Sumber : Hasil analisa

Dari hasil simulasi akhir setelah di pasang tanggul pada daerah sisi sungai yang mengalami limpasan, didapatkan kondisi tanggul tersebut menjawab masalah yang terjadi, hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.8 Cross Section Sta 457,107 dan Sta 1602,74 setelah didesain ulang dengan cara menaikkan dinding talud pada daerah yg melimpas

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, maka yang dapat disimpulkan adalah :

1. Hasil analisa kapasitas penampang sungai Wai Batu Gajah dengan program HEC-RAS 4.1, menunjukkan kondisi sungai Wai Batu Gajah pada saat curah hujan maksimum dengan kala ulang 50 tahun terjadi limpasan sebagai akibat dari kapasitas

sungai yang tidak dapat menampung debit banjir pada kala ulang tersebut.

2. Solusi alternatif untuk penanggulangan kondisi saat limpasan terjadi adalah dengan menaikkan tanggul pada titik-titik sungai yang terkena limpasan.

5.2. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan melalui penulisan ini adalah :

1. Perlu adanya kesadaran dan kerjasama dari semua pihak terkait mendirikan bangunan, agar memperhatikan peraturan yang berlaku, baik pemerintah dalam memberikan ijin membangun bangunan, maupun masyarakat untuk tidak membangun di daerah sempadan sungai dan daerah konservasi hutan lindung.
2. Perlu adanya langkah-langkah antisipasi oleh pemerintah setempat sebagai upaya penanggulangan perbaikan maupun normalisasi sungai Wai Batu Gajah dalam mengantisipasi terjadinya kembali banjir dalam kala ulang tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Putih Sanitasi Kota Ambon, 2012. *Gambaran Umum Wilayah*, diunduh tanggal 28 Januari 2015
- Chay, Asdak. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Chow, V.T. 1988. *Applied Hydrology*. Singapore : McGraw-Hill Book Co.,.
- Kainama Made I, 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu.
- Kodoatie J Robert ,2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*, Andi Offset Yogyakarta.
- Santosa Budi, 2002. *Dasar Mekanika Tanah*, Penerbit Gunadarma.
- Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-dimensi dengan bantuan paket program hidrodinamika Hec-Ras. Diundu tanggal 10 maret 2015.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data*, Penerbit Nova.

Sri Harto Br, 1993. *Analisa Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakrta.

Suripin S, 2003. *Sisitim Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Andi Yogyakarta.

Triatmodjo B, 2008. *Hidrolika II*, BETA OFFSET Yogyakarta.