

ANALISIS DEBIT DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI PANIKI DI KAWASAN HOLLAND VILLAGE

Billy Kapantow

Tiny Mananoma, Jeffry S.F Sumarauw

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: billymario.bm@gmail.com

ABSTRAK

Sungai paniki adalah sungai yang melewati kawasan perumahan Holland Village dan menjadi sumber air yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Pada pembangunan perumahan Holland Village membutuhkan perhitungan debit banjir rencana dan tinggi muka air yang berpengaruh terhadap perencanaan struktur jembatan sebagai penghubung kawasan Holland Village.

Analisis curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III digunakan untuk menghitung debit banjir dan tinggi muka air. Analisis debit banjir menggunakan data curah hujan di stasiun Kayuwatu dengan periode pencatatan tahun 1993 s/d 2014. Perhitungan debit banjir menggunakan program HEC-HMS dan untuk perhitungan tinggi muka air menggunakan program HEC-RAS.

Hasil analisis debit banjir rencana dengan berbagai kala ulang menggunakan program HEC-HMS memberikan hasil yang berpengaruh terhadap pembangunan di kawasan Holland Village. Untuk hasil tinggi muka air yang menggunakan program HEC-RAS pada kala ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun tidak ada air yang meluap, namun untuk kala ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun air yang meluap hanya di titik sta 340 elevasi 65 m.

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

PENDAHULUAN

Latar belakang

Sungai terjadi dari air hujan yang jatuh dan mengalir di permukaan kemudian akan berkumpul membentuk penampang dan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Sungai juga merupakan sumber air untuk kebutuhan atau keperluan bagi manusia, antara lain air bersih untuk keperluan air minum, air irigasi, tenaga listrik, industri, transportasi dan sebagainya. Banjir biasa terjadi sewaktu-waktu, biasanya didahului oleh hujan deras yang mengguyur terus menerus dalam jangka waktu relatif lama, terutama pada musim hujan. Banjir adalah suatu keadaan dimana air di saluran atau sungai tidak dapat lagi tertampung. Masalah banjir diakibatkan oleh berbagai faktor, baik yang bersifat alamiah maupun faktor yang merupakan pengaruh atau dampak dari kegiatan manusia. Upaya untuk mengatasi masalah banjir dapat dilakukan melalui kegiatan-kegiatan yang bersifat fisik (struktur) dan non fisik (non struktur).

Perumahan Holland Village adalah perumahan yang akan dibangun di kelurahan paniki wilayah kecamatan Mapanget kota Manado. Sungai paniki adalah sungai yang melewati kawasan perumahan Holland Village

dan menjadi sumber air yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Pembangunan perumahan Holland Village membutuhkan perhitungan debit banjir rencana dan tinggi muka air yang berpengaruh terhadap perencanaan struktur jembatan yang sebagai penghubung di kawasan Holland Village. Perhitungan debit banjir rencana dinyatakan menurut periode ulang atau kala ulang. Kala ulang diartikan sebagai waktu dimana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, posisi sungai paniki yang melewati jembatan dan kawasan Holland Village yang akan dibangun di kelurahan paniki, maka perlu mengetahui besaran debit dan elevasi muka air sungai yang dapat digunakan untuk perencanaan penanggulangan banjir.

Lingkup Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Lokasi yang akan diteliti adalah DAS sungai paniki dengan titik tinjau di jembatan Paniki

2. Potongan melintang dan memanjang sungai hanya sepanjang lokasi perumahan Holland Village
3. Analisis dihitung menggunakan program komputer yaitu ; HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidrolika.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan debit banjir dan tinggi muka air sungai paniki di kawasan Holland Village.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya studi ini diharapkan akan dapat bermanfaat dalam penanggulangan permasalahan banjir di lokasi penelitian juga mengantisipasi dampak-dampak negatif yang akan ditimbulkan oleh banjir yang mengakibatkan banyak kerugian terlebih untuk keselamatan masyarakat di sekitarnya.

Metode Penelitian

- Peninjauan lapangan atau mengamati secara visual kondisi lapangan yang berkaitan dengan karakteristik sungai
- Studi literatur untuk landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian
- Mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian (data hidrologi, data penampang melintang memanjang sungai)
- Analisis data hidrologi : perhitungan hujan rata-rata, menentukan curah hujan periode ulang tertentu dengan metode distribusi probabilitas, uji kecocokan distribusi, menghitung curah hujan efektif, menghitung debit menggunakan cara hidrograf satuan metode *HSS-Snyder*
- Analisis hidrolika : menghitung kapasitas penampang dengan metode *Passing Capacity* dengan rumus *manning*

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi terjadi karena adanya penyinaran matahari yang mengakibatkan air di permukaan bumi menguap (*evaporasi*) kemudian jatuh lagi ke permukaan laut dan daratan sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, dan kabut. Setelah mencapai daratan hujan 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 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 di bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir dan membentuk sungai dan mengalir ke laut. Proses ini akan terus-menerus terjadi yang dinamakan siklus hidrologi.

Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasar pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

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 (Bambang Triatmodjo, 2008).

Parameter Statistik

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter-parameter yang akan membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat dalam menghitung besarnya hujan rencana. 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

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

Simpangan Baku (Standar Deviasi)

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

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

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

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.

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

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

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

Sumber : Bambang Triadmodjo, 2008

Distribusi Frekuensi

Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data (data historik) baik data hujan maupun data debit.

1. Distribusi Gumbel

Tipe distribusi ini umumnya digunakan untuk analisis data maksimum.

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

$$K_{TR} = 0,78 \left[-\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right\} \right] - 0,45 \dots \dots \dots (10)$$

2. Distribusi Normal

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

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

3. Distribusi Log Normal

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

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

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:

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

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

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

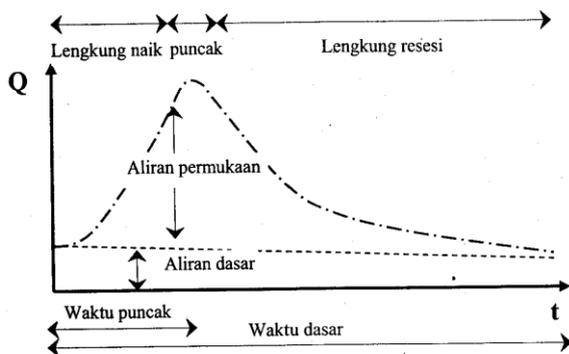
Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi yang dihitung adalah debit banjir rencana. Debit banjir rencana adalah debit dengan periode kala ulang tertentu yang diperkirakan 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) dan USArmy Corps Of Engineers.

Hidrograf Satuan

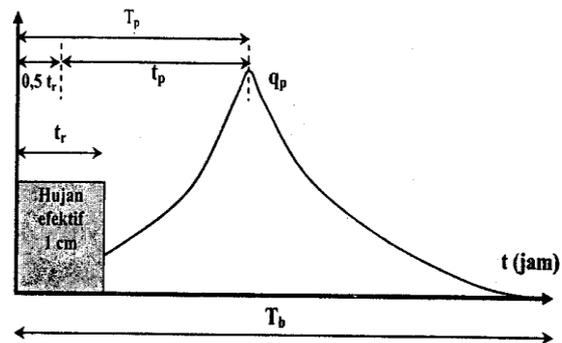
Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung (limpasan permukaan) yang dihasilkan oleh hujan satuan. Hujan satuan adalah hujan efektif yang terjadi merata di seluruh Daerah Aliran Sungai (DAS) dan dengan intensitas tetap selama satu satuan waktu yang ditetapkan.



Gambar 1 : Hidrograf Satuan (Sumber : I Made Kamiana, 2011)

Hidrograf Satuan Sintesis (HSS)

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



Gambar 2 : Skema Model HSS Snyder Standar (Tp= 5,5 tr) (Sumber : I Made Kamiana, 2011)

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis 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 tampung saluran. Tiga parameter UH Sintesis Snyder : lebar dasar hidrograf, debit puncak, dan keterlambatan DAS (basin lag). Unsur-unsur yang dipakai dalam Hidrograf Satuan adalah:

- Debit puncak (Q_p , m^3/s)
- Waktu dasar (T_b , jam)
- Durasi hujan (t_r , jam)
- Luas DAS (A , km^2)
- Panjang aliran sungai (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 sintesis sebagai berikut :

$$t_p = 0,75 * C_t * (L * L_c)^{0,3} \dots\dots(14)$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} \dots\dots\dots(15)$$

$$Q_p = 2,75 * \frac{C_p * A}{t_p} \dots\dots(16)$$

$$T_b = 72 + 3 * t_p \text{ atau } T_b = \frac{5,56}{q_{pR}} \dots\dots(17)$$

Metode Penelitian

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai paniki adalah salah satu sumber air yang banyak di pakai oleh masyarakat sekitar. Sungai yang menjadi lokasi penelitian ini

melintasi jembatan yang menjadi penghubung perumahan yang baru dibangun yaitu perumahan Holland Village di kelurahan Paniki kecamatan Mapanget.

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 Kayuwatu dengan periode pencatatan tahun 1993 s/d 2014. Data curah hujan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2 Data Curah Hujan Harian Maksimum

TAHUN	Curah hujan harian max. (mm)
	Stasiun Kayuwatu
1993	137
1994	97
1995	188
1996	140
1997	91
1998	84
1999	165
2000	149
2001	118
2002	143
2003	167
2004	132
2005	127
2006	143
2007	137
2008	152
2009	205
2010	97
2011	129,6
2012	111,2
2013	181
2014	134

Sumber : Badan Wilayah Sungai Sulawesi 1

Uji Data Outlier

Berikut ini adalah syarat serta cara pengujian data outlier berdasarkan Kofisien Skewness (Cslog).

- Jika $Cs \log > 0,4$ maka :
Uji data outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.
- Jika $Cs \log < -0,4$ maka :
Uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data.
- Jika $-0,4 < Cs \log < 0,4$ maka :
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 :

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

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

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

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

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

Jika nilai Cslog > 0,4, maka nilai Kn yang digunakan adalah :

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

Jika nilai Cslog < 0,4, maka nilai Kn yang digunakan adalah :

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

Setelah dilakukan uji outlier, didapatkan curah hujan terendah adalah 84 mm lebih besar dari nilai Xl yaitu 76,05 mm. Curah hujan tertinggi adalah 205 mm lebih kecil dari nilai Xh yaitu 237 mm, maka tidak ada data uji outlier rendah dan uji outlier tinggi

Perhitungan Parameter-parameter Jenis Sebaran Data

Mean

Perhitungan Mean (rata-rata) menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\bar{X} = \frac{1}{22} (3027,8)$$

$$\bar{X} = 137,672$$

$$\begin{aligned} \overline{\log X} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \\ &= \frac{1}{22} (46,808) \\ &= 2,128 \end{aligned}$$

Standar Deviasi dalam log (S_{\log})
Perhitungan standar deviasi dalam log menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \\ S &= \sqrt{\frac{1}{22-1} (18732,4)} \\ &= 29,867 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\log} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{\log X})^2} \\ S_{\log} &= \sqrt{\frac{1}{22-1} (0,217)} \\ &= 0,102 \end{aligned}$$

Koefisien *Skewnees* dalam log ($C_{S_{\log}}$)
Perhitungan koefisien *skewness* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} \\ C_s &= \frac{22(66612,28594)}{(22-1)(22-2)(29,867^3)} \\ &= 0,131 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{S_{\log}} &= \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} \\ C_{S_{\log}} &= \frac{22(-00605)}{(22-1)(22-2)(29,867^3)} \\ &= -0,3027 \end{aligned}$$

Pengukuran Kurtosis (C_k)
Perhitungan pengukuran Kurtosis menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$\begin{aligned} C_k &= \frac{1}{22} (47508901,2) \\ &= \frac{(29,867^4)}{22} \\ &= 3,62 \end{aligned}$$

Koefisien Variasi (C_v)
Perhitungan Koefisien Variasi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{S}{\bar{X}} \\ &= \frac{29,867}{137,627} \\ &= 0,217 \end{aligned}$$

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

Tabel 3. Penentuan Jenis Sebaran Data

JENIS SEBARAN	PERSYARATAN	HASIL PERHITUNGAN	KETERANGAN	
Normal	$C_s = 0$	0	0,131	tidak memenuhi
	$C_k \approx 3$	3	3,62	
Log Normal	$C_s = C_v^2 + 3C_v$	0,131	0,661	tidak memenuhi
	$C_k = C_v^4 + 6C_v^3 + 15C_v^2 + 16C_v + 3$	3,62	3,787	
Gumbel	$C_s \approx 1,14$	1,14	0,131	tidak memenuhi
	$C_k \approx 5,4$	5,4	3,62	

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

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Menggunakan Log Pearson III

Tr(tahun)	Slog	K_t	Log Xtr	Xtr (Hujan Rencana)
5	0,102	0,819	2,210796217	162,4786183
10	0,102	0,318	2,159925543	144,5191981
25	0,102	1,878	2,318325247	208,1254776
50	0,102	2,256	2,356706714	227,3561541
100	0,102	2,603	2,391940495	246,5701473

Menghitung debit puncak dengan menggunakan Metode Snyder

Diketahui (Parameter DAS) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas DAS (A)} &= 28,45 \text{ km}^2 \\ L &= 8,6 \text{ km} \\ L_c &= 5,25 \text{ km} \end{aligned}$$

Tetapan Snyder :

$$\begin{aligned} C_t &= 0,75 \\ C_p &= 0,9 \\ n &= 0,3 \end{aligned}$$

Rumus Snyder :

$$t_p = 0,75 * C_t (L * L_c)^n$$

$$t_p = 0,75 * 0,75(8,6 * 5,25)^{0,3}$$

$$t_p = 1,764$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5}$$

$$t_r = \frac{1,764}{5,5} = 0,3207$$

$$Q_p = 2,75 * \frac{Cp * A}{t_p}$$

$$Q_p = 2,75 * \frac{0,9 * 28,45}{1,764} = 39,917$$

$$T_b = 72 + 3 * t_p = 72 + 3 * 1,764 = 77,292$$

Hubungan Debit Terukur dan Hitungan dengan metode Koefisien Determinasi (R²)

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Tabel 5 . Tabel Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi

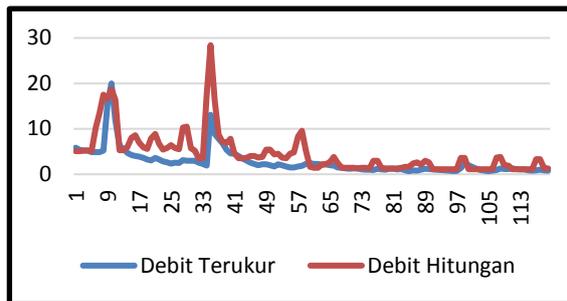
Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

(Sumber: Sugiyono, 2008)

Tabel 6. Summary Output Koefisien Determinasi (R²)

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,7870
R Square	0,6194
Adjusted R Square	0,6161
Standard Error	1,7986
Observations	120



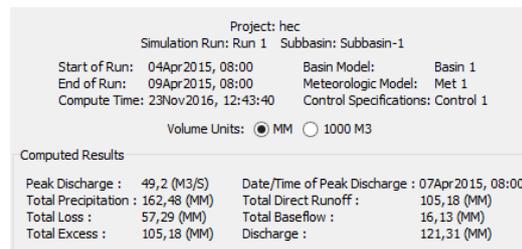
Gambar 3. Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hitungan

Kalibrasi menggunakan HEC-HMS

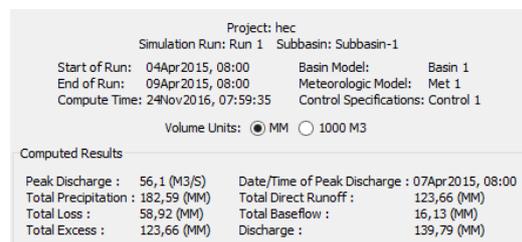
Dari hasil-hasil kalibrasi yang sudah dihitung dengan program HEC-HMS dengan data terukur di lapangan di dapatkan :

- Loss Method
 - Curve Number : 80
 - Impervious : 0 %
- Transform Method
 - Standar Lag (HR) : 1,764
 - Peaking Coefficient : 0,85

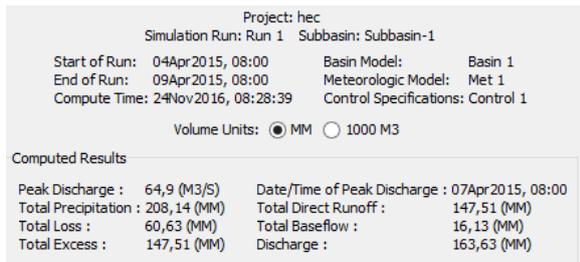
Hasil Simulasi HEC-HMS



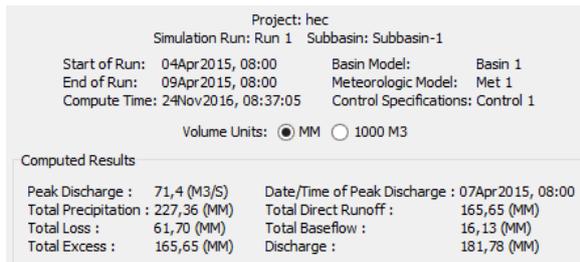
Gambar 4. Hasil simulasi HEC-HMS untuk hujan kala ulang 5 tahun



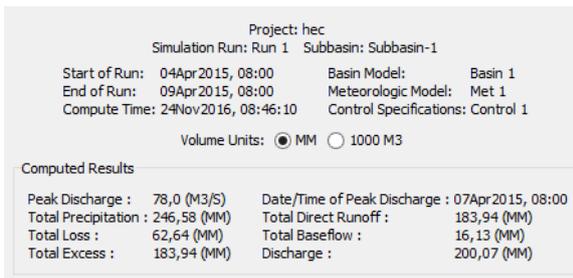
Gambar 5. Hasil simulasi HEC-HMS untuk hujan kala ulang 10 tahun



Gambar 6. Hasil simulasi HEC-HMS untuk hujan kala ulang 25 tahun



Gambar 7. Hasil simulasi HEC-HMS untuk hujan kala ulang 50 tahun



Gambar 8. Hasil simulasi HEC-HMS untuk hujan kala ulang 100 tahun

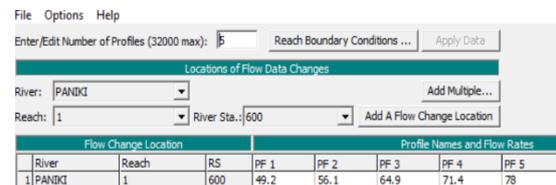
Simulasi HEC-RAS

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

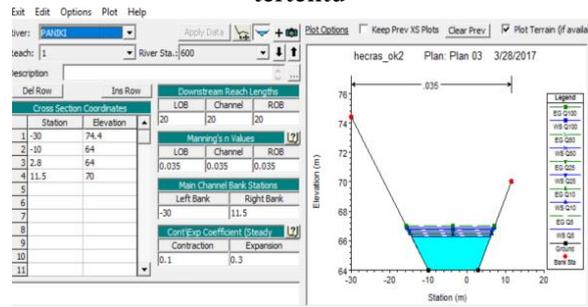
Tabel 7 : Nilai Debit pada Kala Ulang tertentu

Tr (thn)	Debit (m ³ /s)
5	49,2
10	56,1
25	64,9
50	71,4
100	78

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



Gambar 9. Memasukan debit kala ulang tertentu



Gambar 10. Input Geometri data 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 pada Tabel 8.

PENUTUP

Kesimpulan

- Hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar 162.486 mm/jam, 10 tahun sebesar 182.587, 25 tahun sebesar 208.135, 50 tahun sebesar 227.358 mm/jam, 100 tahun sebesar 246.581 mm/jam.
- Model yang digunakan adalah HEC-HMS 3.5 dan HEC-RAS 5.0.2, debit banjir rencana pada kala ulang 5 tahun sebesar 49.2 m³/s, 10 tahun sebesar 56.1 m³/s, 25 tahun sebesar 64.9 m³/s, 50 tahun sebesar 71.4 m³/s, 100 tahun sebesar 78 m³/s. Pada sta 340 terjadi luapan untuk kala ulang, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun

Saran

- Perlu pembuatan tanggul pada sta 340 agar tidak terjadi luapan pada pembangunan perumahan Holland Village
- Perlu menjaga kebersihan sungai dari pembuangan limbah di sepanjang sungai

Tabel 8. Rekapitulasi Tinggi Muka Air

No	No. Sta	Elevasi Dasar (m)	Lebar atas (b')	Lebar bawah (b)	Elevasi Muka Air(m)					Elevasi Tebing Kiri	Elevasi Tebing Kanan
					Q5	Q10	Q25	Q50	Q100		
1	0+0.00	61,52	48,00	6,50	63	63,26	63,26	63,35	63,44	69,81	70,7
2	0+0.20	61,6	47,80	6,70	63,44	63,71	63,71	63,81	63,91	70	70,7
3	0+0.40	61,83	35,00	8,00	63,49	63,74	63,74	63,83	63,92	70,54	70,7
4	0+0.60	61,5	36,00	7,45	63,8	64,1	64,1	64,22	64,33	70	71,5
5	0+0.80	62,2	56,00	18,00	63,95	64,29	64,29	64,42	64,55	71,59	69,3
6	0+0.100	61,9	25,00	8,00	63,88	64,03	64,2	64,32	64,44	66,88	72,26
7	0+0.120	62,24	33,00	7,50	63,86	64,17	64,17	64,28	64,4	70,00	72,15
8	0+0.140	62,25	49,00	8,60	64,29	64,63	64,63	64,76	64,89	69,30	72,06
9	0+0.160	62,15	32,00	7,10	64,27	64,59	64,59	64,71	64,82	73	71,6
10	0+0.180	62,25	33,00	7,30	64,38	64,71	64,71	64,84	64,96	71,3	71,98
11	0+0.200	62,25	35,00	7,00	64,48	64,82	64,82	64,95	65,07	71	72,5
12	0+0.220	62,32	33,00	7,60	64,55	64,9	64,9	65,02	65,15	71,00	72,60
13	0+0.240	62,5	31,00	9,40	64,65	65	65	65,13	65,26	70	72,68
14	0+0.260	62,25	35,00	7,00	64,69	65,04	65,04	65,18	65,31	71,7	72,3
15	0+0.280	62,4	32,50	9,00	64,77	65,14	65,14	65,27	65,4	70,7	73
16	0+0.300	62,4	34,00	6,90	64,79	65,15	65,15	65,29	65,42	70	72,5
17	0+0.320	62,75	43,00	6,80	64,82	65,19	65,19	65,33	65,47	69,90	72,80
18	0+0.340	62,64	43,00	19,00	65,04	65,42	65,42	65,57	65,71	72,5	65
19	0+0.360	63	26,00	7,00	64,75	65,11	65,11	65,24	65,37	74	69
20	0+0.380	63	32,00	7,90	65,13	65,5	65,5	65,63	65,77	72,2	69,3
21	0+0.400	63,25	41,50	9,40	65,22	65,6	65,6	65,74	65,88	72,59	70
22	0+0.420	63,3	37,50	8,80	65,26	65,63	65,63	65,77	65,9	71,90	71,90
23	0+0.440	63,5	33,00	8,80	65,3	65,66	65,66	65,8	65,94	70,00	71,55
24	0+0.460	63,5	36,50	8,40	65,44	65,79	65,79	65,93	66,06	70,00	71,24
25	0+0.480	63,3	32,10	8,50	65,57	65,92	65,92	66,05	66,19	68,00	71,18
26	0+0.500	63,75	24,00	9,10	65,5	65,84	65,84	65,97	66,1	70,00	69,40
27	0+0.520	63,75	23,50	7,30	65,56	65,88	65,88	66	66,12	71,00	69,30
28	0+0.540	63,75	27,00	6,30	65,68	65,99	65,99	66,11	66,23	74,95	69,20
29	0+0.560	64	31,50	7,50	65,92	66,26	66,26	66,39	66,52	75,00	69,40
30	0+0.580	63,6	32,00	6,40	66,11	66,45	66,45	66,58	66,71	74,50	70,00
31	0+0.600	64	41,50	12,80	66,26	66,63	66,63	66,77	66,91	74,40	70,00

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta. Hal 394-397
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Betta Offset, Yogyakarta. Hal 201-209
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi Utara I. *Data Hujan Harian Stasiun Kayuwatu*. Manado
- CD. Soemarto. 1986. *Hidrologi Teknik edisi ke-2*, Malang. Hal 2, 165-166
- E. M. Wilson. 1993. *Hidrologi Teknik*, Jakarta. Hal 162
- Hydrologic Engineering Center U.S Army Corps of Engineer. 2016. *HEC-RAS 5.0 River Analysis System*. USA
- Hydrologic Engineering Center U.S Army Corps of Engineer. 2010. *HEC-HMS 3.5 Hydrologic Modeling System*. USA
- I Made Kamiana, 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal 116-131
- Istiarto, 2014. *Dasar Simple Geometry River*, Yogyakarta. Hal 27
- Novia Rante, (2016). *Analisis Debit Banjir Anak Sungai Tikala Pada Titik Tinjauan Kelurahan Banjer Link V Kecamatan Tikala Dengan Menggunakan HEC-HMS dan HEC-RAS*. Hal 2
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta. Hal 169-170
- Tommy, (2015). *Analisis Debit Banjir Di Sungai Tondano Berdasarkan Simulasi Curah Hujan Rencana*. Hal 2