

ANALISIS FREKUENSI DEBIT BANJIR MENGGUNAKAN METODE PROBABILITAS

¹ Budi Nuryono

² Dewinta Ramdaniah

Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

ABSTRACT

Citarum River has several sub watersheds and one of its sub-watershed is Citarum Dayeuh River Basin is one of the rivers in Bandung regency that often overflows when the rainy season arrives and causes the area around the river to become flood-prone areas. So required flood handling, either physically (structural) or non physical (non structural). Physically, flood handling can be done by making flood control structures to plan the required flood discharge planning data and flood water level of the plan. The purpose of this study is to calculate the flood discharge plan using the pobabilitas method and by using the curves rating can be obtained high flood plan. In this study the design flood debit was calculated using maximum annual daily data analyzed using frequency analysis with 4 probability methods then the data was tested using a matching test. The results showed that the Normal Log probability distribution fits perfectly with existing data in the Citarum-Dayeuh Sub-Basin study area and the flood discharge plan with a certain return period can be obtained with the result: $Q5Thn = 298,624 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q10Thn = 367,696 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q25Thn = 450,245 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q50Thn = 529,206 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q100Thn = 604,128 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q200Thn = 679,943 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q500Thn = 783,581 \text{ m}^3 / \text{s}$; $Q1000Thn = 865,391 \text{ m}^3 / \text{s}$. And can be obtained high flood plan with the result: $(H5Thn) = 7.77 \text{ m}$; $(H10Thn) = 8.44 \text{ m}$; $(H25Thn) = 9.15 \text{ m}$; $(H50Thn) = 9.78 \text{ m}$; $(H100Thn) = 10,33 \text{ m}$; $(H200Thn) = 10.86 \text{ m}$; $(H500Thn) = 11.53 \text{ m}$; $(H1000Thn) = 12.03 \text{ m}$

Keywords: Flood Handling, Frequency Analysis, Re-Period, Flood Discharge Plan, High Flood Plan.

ABSTRAK

Sungai Citarum memiliki beberapa sub DAS dan salah satu sub DAS-nya adalah sub DAS Citarum Dayeuh Kolot merupakan salah satu sungai yang ada di Kabupaten Bandung yang sering meluap ketika musim penghujan tiba dan menyebabkan kawasan sekitar sungai tersebut mejadi daerah rawan banjir. Maka diperlukan penanganan banjir, baik secara fisik (struktural) atau non fisik (non struktural). Secara fisik penanganan banjir dapat dilakukan dengan membuat bangunan-bangunan pengendali banjir yang untuk merencanakannya diperlukan data debit banjir rencana dan tinggi muka air banjir rencana. Tujuan penelitian ini adalah menghitung debit banjir rencana menggunakan metode pobabilitas dan dengan menggunakan rating curvesdapat diperoleh tinggi banjir rencana. Pada penelitian ini debit banjir rencana dihitung menggunakan data harian maksimum tahunan yang dianalisis menggunakan analisis frekuensi dengan 4 metode probabilitas kemudian data diuji menggunakan uji kecocokan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi probabilitas Log Normal sangat cocok dengan data yang ada di wilayah studi Sub DAS Citarum-Dayeuh Kolot dan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu dapat diperoleh dengan hasil : $Q5Thn = 298,624 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q10Thn = 367,696 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q25Thn = 450,245 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q50Thn = 529,206 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q100Thn = 604,128 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q200Thn = 679,943 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q500Thn = 783,581 \text{ m}^3/\text{det}$; $Q1000Thn = 865,391 \text{ m}^3/\text{det}$. Dan dapat diperoleh tinggi banjir rencana dengan hasil : $(H5Thn) = 7,77 \text{ m}$; $(H10Thn) = 8,44 \text{ m}$; $(H25Thn) = 9,15 \text{ m}$; $(H50Thn) = 9,78 \text{ m}$; $(H100Thn) = 10,33 \text{ m}$; $(H200Thn) = 10,86 \text{ m}$; $(H500Thn) = 11,53 \text{ m}$; $(H1000Thn) = 12,03 \text{ m}$.

Kata Kunci:Penanganan Banjir, Analisis Frekuensi, Periode Ulang,Debit Banjir Rencana,Tinggi Banjir Rencana.

I. PENDAHULUAN

Banjir merupakan permasalahan umum yang sering terjadi, terutama di daerah padat penduduk misalnya kawasan perkotaan. Oleh karena itu kerugian yang ditimbulkannya bisa sangat besar baik dari segi materi maupun kerugian jiwa. Maka sudah selayaknya permasalahan banjir perlu mendapatkan perhatian serius dan merupakan permasalahan kita semua.

Banjir didefinisikan sebagai debit air sungai yang relatif lebih besar dari pada biasanya dan menyebabkan limpahan air sungai yang mengisi dan menggenangi daerah-daerah rendah.

Sungai Citarum memiliki beberapa sub DAS dan salah satu sub DAS-nya adalah sub DAS Citarum Dayeuh Kolot merupakan salah satu sungai yang ada di Kabupaten Bandung yang sering meluap ketika musim penghujan tiba dan menyebabkan kawasan sekitar sungai tersebut mejadi daerah rawan banjir.

Dayeuh Kolot menjadi kawasan yang rawan bencana banjir karena daerah ini merupakan tempat bertemunya 3 (tiga) sungai yaitu Cikapundung dan Cisangkuy yang bermuara di Sungai Citarum. Bahkan elevasi salah satu kampung di daerah ini yaitu Cieunteung berada di bawah perhitungan banjir rencana. Elevasi banjir rencana Sungai Citarum pada kawasan ini adalah +659,3 m, sedangkan elevasi lahan di kawasan ini adalah +658 m.

Penanganan banjir dapat dilakukan secara non fisik (non struktural) dan fisik (struktural). Sarana fisik pengendali banjir yang sering dilaksanakan antara lain berupa bangunan bendungan, tanggul banjir, banjir canal, sudetan, normalisasi alur sungai dan sebagainya. Untuk merencanakan bangunan-bangunan tersebut di atas diperlukan data debit banjir rencana. Besar debit rencana tersebut ditentukan menurut periode ulangnya, yang sekaligus menggambarkan tingkat pengendalian banjir.

Menurut Soewarno (1995), dengan beberapa persamaan distribusi peluang kontinyu (*Continuous Probability Distributions*) untuk menghitung debit banjir maksimum yang dapat diharapkan terjadi

pada tingkat peluang atau periode ulang tertentu. Perhitungannya berdasarkan data debit puncak banjir maksimum tahunan hasil pengamatan dalam periode waktu yang cukup lama, minimal 10 tahun data runtut waktu. Perhitungan debit puncak banjir yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu berdasarkan ketersediaan data debit maksimum harian dihitung dengan metode probabilitas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Banjir merupakan genangan air pada permukaan tanah sampai melebihi batas tinggi tertentu yang mengakibatkan kerugian. Untuk keperluan penyediaan air atau pengendalian banjir, atau merencanakan sistem drainase kota atau drainase tanah-tanah, dan sebagainya, kita harus mengetahui besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana yang ditetapkan tidak terlalu kecil dan tidak boleh terlalu besar. Untuk itu kita tetapkan besarnya debit banjir dengan masa ulang tertentu, misalnya 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan atau 100 tahunan. Perkiraan mengenai besarnya banjir-banjir dengan masa ulang tertentu kita lakukan dengan analisa frekuensi banjir. Analisa ini didasarkan dari data banjir selama beberapa puluh tahun yang lampau. Analisa frekuensi menguraikan peristiwa-peristiwa yang dapat diharapkan menyamai atau lebih besar dari pada rata-rata tiap tahun. Analisa frekuensi digunakan untuk peramalan (*forecasting*), dalam arti menentukan probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa dimasa datang. (Subarkah,1980).

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim (maksimum atau minimum) dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas. Pengambilan seri data untuk tujuan analisis frekuensi dapat dilakukan dengan2(dua) metode, yaitu :

- a. Seriparsial (*partial duration series*) Metode ini digunakan apabila data yang tersedia kurang dari 10 tahun. Dalam metode ini, ditetapkan dulu batas bawah suatu seri data. Kemudian semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil

menjadi bagian seri data.

b. Data maksimum tahunan (*annual maximum series*)

Dalam metode ini, hanya data maksimum yang diambil untuk setiap tahunnya, atau hanya ada 1 data setiap tahun. Metode ini digunakan apabila data yang tersedia lebih dari 10 tahun runtut waktu.

Dalam analisis frekuensi baik data hujan atau data debit untuk memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas yang sering digunakan (Kamiana, 2012), yaitu:

1. Distribusi Probabilitas Gumbel,
2. Distribusi Probabilitas Normal,
3. Distribusi Probabilitas Log Normal, dan
4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.

Dalam menentukan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data perlu dicocokkan antara data dan parameter dengan syarat pada masing-masing distribusi. Syarat untuk masing-masing jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi
(Sumber : Kamiana, 2012)

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Keterangan Tabel 2.1 :

1. Koefisien kepengcengan (C_s), dihitung dengan persamaan 1 :

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

Keterangan :

- C_s - koefisien kepengcengan,
- X_i - data hujan atau debit ke-i,
- \bar{X} - nilai rata-rata dari X,
- N - jumlah data, dan
- S - Standar deviasi, dihitung dengan persamaan 2 :

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

2. Koefisien kurtosis (C_k), dihitung dengan persamaan 3:

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

Keterangan :

- C_k - koefisien kurtosis,
- X_i - data hujan atau debit ke-i,
- \bar{X} - nilai rata-rata dari X,
- N - jumlah data, dan
- S - Standar deviasi.

3. Koefisien Variasi (C_v), dihitung dengan persamaan 4 :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

- C_v - koefisien variasi, dan
- \bar{X} - nilai rata-rata dari X.

2.1 Distribusi Probabilitas Gumbel

Jika data yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan persamaan 5 :

$$X_T = \bar{X} + S \times K \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

X_T = hujan atau debit rencana dengan periode ulang T.

\bar{X} = nilai rata-rata dari data hujan atau debit (X)

S = standar deviasi dari data hujan atau debit (X)

K = faktor reduksi Gumbel, dihitung dengan persamaan 6 :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

Y_t = reduced variate, dihitung dengan persamaan 7 :

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

Y_t = nilai bisa ditentukan berdasarkan

Tabel 2.3

S_n = Reduced standard deviasi (lihat **Tabel 2.2**)

Y_n = Reduced mean, (lihat **Tabel 2.2**)

Tabel 2.2 Nilai Reduced Standart Deviation (S_n) dan Nilai Reduced Mean (Y_n) (Sumber : Kamiana, 2012)

N	S_n	Y_n	N	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952	60	1,1750	0,5521
15	1,0210	0,5128	70	1,1850	0,5548
20	1,0630	0,5236	80	1,1940	0,5567
25	1,0910	0,5390	90	1,2010	0,5586
30	1,1120	0,5362	100	1,2060	0,5600
35	1,1280	0,5403	200	1,2360	0,5672
40	1,1410	0,5436	500	1,2590	0,5724
45	1,1520	0,5463	1000	1,2690	0,5745
50	1,1610	0,5485			

Tabel 2.3 Nilai Reduced Variate (Y_t) (Sumber : Kamiana, 2012)

Periode Ulang T (Tahun)	Y_t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

2.2 Distribusi Probabilitas Normal

Pada metode ini jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan persamaan 8 :

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

X_T = Hujan atau debit rencana dengan periode T

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data (X)

S = Standar deviasi dari data (X)

K_T = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T (**Tabel 2.4**)

Tabel 2.4 Nilai Variabel Reduksi Gauss (Sumber : Kamiana, 2012)

No	Periode Ulang T (Tahun)	K_T
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0,00
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84

15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

2.3. Distribusi Probabilitas Log Normal

Pada metode ini jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan persamaan 9 :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

Log X_T = nilai logaritmis hujan atau debit rencana dengan periode ulang T.

$\overline{\text{Log } X}$ = nilai rata-rata dari Log X_S Log

X = deviasi standar dari Log X, dihitung dengan persamaan 10 :

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(10)$$

K_T = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat Tabel 2.4)

2.4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Typelll

Pada metode ini jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan persamaan 11 :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

Log X_T = nilai logaritmis hujan atau debit rencana dengan periode ulang T.

$\overline{\text{Log } X}$ = nilai rata-rata dari Log X

S Log X = deviasi standar dari Log X, dihitung berdasarkan persamaan 2.10

K_T = variable standar, besarnya bergantung koefisien kepercengan (Cs atau G), lihat Tabel 2.5

Tabel 2.5 Faktor Frekuensi KT untuk Distribusi Log Pearson Type III (G atau Cs Positif) (Sumber : Kamiana, 2012)

Gor Cs	Return period						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence probabilitas						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,005
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

2.4 Uji Kecocokkan

Menurut Soewaro(1995), untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fittest*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan disajikan adalah :

1. Chi-Kuadrat (*chi-square*),
2. Smirnov-Kolmogorov.

2.5. Rating Curves (Lengkung Debit)

Rating curves adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara tinggi air (h) dan besarnya aliran(Q), atau juga grafik yang menggambarkan hubungan antara tinggi air(h) dan volume air(Q) dalam sebuah saluran, baik saluran teratur maupun saluran tidak teratur.

Pada saluran dengan profil teratur, semua titik-titikan tara tinggi air(H) dan besarnya aliran(Q) akan berada di satu lengkung. Sementara pada saluran alami, profilnya tidakakan teratur maka titik-titik antara tinggi air (H) dan besar aliran(Q) tidak terletak pada satu lengkung.

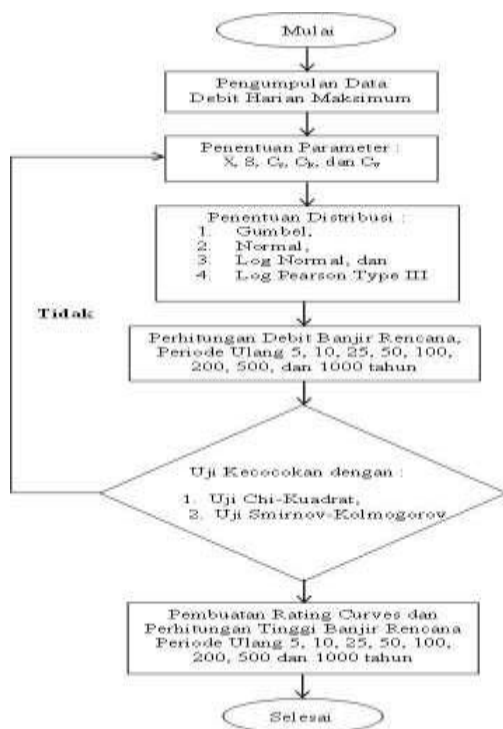
Untuk menggambarkan rating curves pada saluran alami atau saluran tidak teratur dapat dilakukan dengan cara:

- a) Menarik lengkung dengan kira-kira sehingga lengkungnya melalui tengah-tengah kelompok titik, dan
- b) Kuadrat terkecil.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Tahapan penelitian ini dilakukan dengan urutan yang terdapat dalam Bagan Alir Penelitian, secara lengkap lihat Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Menentukan Debit Harian Maksimum

Berdasarkan data Debit Harian dalam satu tahun dalam jangka waktu > 20 tahun, ditentukan Debit Harian Maksimum untuk masing-masing tahun tersebut menggunakan metode annual maximum series (Data Maksimum Tahunan), sehingga tersedia data Debit Harian Maksimum $N = 21$ tahun (data tahun 1991–1995, 1997–2012).

3.3 Menentukan Parameter-parameter statistik

1. Menghitung nilai rata-rata (X).
2. Menghitung standar deviasi (S), dihitung dengan persamaan 2.

3. Menghitung koefisien kepeccengan (C_s), dihitung dengan persamaan 1.
4. Menghitung koefisien kurtosis (C_k), dihitung dengan persamaan 3.
5. Menghitung koefisien variasi (C_v), dihitung dengan persamaan 4.

3.4. Menentukan Distribusi

Menentukan distribusi dari empat distribusi yang ada seperti Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson Type III sesuai dengan rumus-rumus yang ada.

3.5. Menghitung Debit Banjir Rencana

Setelah distribusi didapat selanjutnya adalah menghitung besarnya debit rencana menggunakan empat metode yaitu Metode Probabilitas Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson Type III pada periode ulang 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun.

3.6. Uji Kecocokan Distribusi

Melakukan uji kecocokan dari distribusi yang dihitung menggunakan dua uji kecocokan yaitu Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

3.7 Pembuatan Rating Curves dan Perhitungan Tinggi Banjir Rencana

Pembuatan rating curves ini adalah untuk menggambarkan hubungan antara tinggi muka air (H) dan debit (Q). Setelah diperoleh persamaan pada rating curves maka tinggi banjir rencana dapat diketahui.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Untuk menganalisis debit banjir rencana ini, digunakan data debit maksimum pada minimal satu pos pengamatan muka air di sub DAS Citarum Dayeuhkolot, yaitu pos duga air Dayeuhkolot yang berlokasi di Kecamatan dan Desa Dayeuhkolot. Data debit hari ini diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Citarum.

Secara geografis Pos Duga Air Dayeuhkolot berada di $06^{\circ}59'00''$ LS dan $107^{\circ}02'00''$ BT. Dalam

penelitian ini dilakukan analisis penentuan jenis distribusi probabilitas mengacu pada persyaratan parameter statistik. Kemudian dilakukan analisis debit banjir rencana periode ulang 2,5, 10, 25, 50, 100, 500, dan 1000 tahun menggunakan metode probabilitas. Untuk menentukan atau memilih debit banjir rencana tersebut di atas dilakukan uji kecocokan dengan Uji Chi Kuadrat dan Uji Sminov Kolmogorov.

4.2 Ketersediaan Data

Ketersediaan data Pos Duga Air Dayeuh Kolot tersedia dalam jangka waktu 21 tahun (1991- 1995, 1997- 2012). Untuk data debit harian maksimum tahun dapat dilihat pada

Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Debit Harian Maksimum Tahunan (Sumber : BWSCitarum)

No	Tahun Data	Debit Harian Max. (m ³ /det)	Tanggal Kejadian
1	1991	139,00	29 Desember
2	1992	191,00	11 Februari
3	1993	173,00	23 Januari
4	1994	227,00	07 Februari
5	1995	614,00	17 Juni
6	1997	106,00	12 Januari
7	1998	164,16	02 November
8	1999	133,82	03 Januari
9	2000	107,83	25 Februari
10	2001	296,17	28 November
11	2002	175,87	26 Desember
12	2003	165,30	17 Februari
13	2004	279,44	14 Maret
14	2005	366,01	01 April
15	2006	128,80	26 Desember
16	2007	247,26	21 Februari
17	2008	188,69	05 Desember
18	2009	109,99	07 April
19	2010	345,46	20 Maret
20	2011	177,57	31 Desember
21	2012	394,46	24 Desember

4.3. Penentuan Parameter Statistik

4.3.1. Standar Deviasi (S)

Diketahui :

$$\sum X_i = 4.730,83 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$N = 21$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{4.730,83}{21} = 225,278$$

$$\sum (X_i - \bar{X})^2 = 306.147,61$$

Berdasarkan persamaan 2, maka nilai Standar Deviasi (S) adalah sebagai berikut :

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

$$S = \sqrt{\frac{306.147,61}{21 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{306.147,61}{20}}$$

$$S = \sqrt{15.307,3805}$$

$$S = 123,723 \text{ m}^3/\text{det}$$

4.3.2. Koefisien Kepencengan (Cs)

$$N = 21$$

$$\bar{X} = 225,278$$

$$\sum X_i = 4.730,83$$

$$\sum (X_i - \bar{X})^3 = 60.569.392,13$$

$$S = 123,723$$

$$S^3 = 1.893.875,021$$

Berdasarkan persamaan 1, maka nilai Koefisien Kepencengan (Cs) adalah sebagai berikut :

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

$$C_s = \frac{21 \times 60.569.392,13}{(21 - 1)(21 - 2)(123,723)^3}$$

$$C_s = \frac{1.271.957.234,69}{(20)(19)(1.893.875,021)}$$

$$C_s = \frac{1.271.957.234,69}{719.672.508,133}$$

$$C_s = 1,767$$

4.3.3. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$N = 21$$

$$\bar{X} = 225,278$$

$$\sum X_i = 4.730,83$$

$$\sum (X_i - \bar{X})^4 = 25.117.017.406,63$$

$$S = 123,723$$

$$S^4 = 234.315.897,436$$

Berdasarkan persamaan 3, maka nilai Koefisien Kurtosis (Ck) adalah sebagai berikut :

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

$$C_k = \frac{(21)^2 \times (25.117.017.406,63)}{(21-1)(21-2)(21-3)(123,723)^4}$$

$$C_k = \frac{(441) \times (25.117.017.406,63)}{(20)(19)(18)(234.315.897,436)}$$

$$C_k = \frac{11.076.604.676.324,10}{1.602.720.738.465,490}$$

$$C_k = 6,911$$

4.3.4. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi (Cv) dihitung dengan menggunakan persamaan 4 dengan hasil sebagai berikut :

$$\bar{X} = 225,278$$

$$S = 123,723$$

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

$$C_v = \frac{123,723}{225,278}$$

$$C_v = 0,549$$

4.4. Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

Berdasarkan Tabel 2.1 tentang Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi dan berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut seperti pada Tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Kesimpulan Perhitungan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Gumbel	$C_s = 1,34$ $C_k = 5,4$	1,707 6,911	Tidak Discrima
2	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	1,707 6,911	Tidak Discrima
3	Log Normal	$C_s = C_s^2 + 3C_k = 1,812$ $C_k = C_s^3 + 6C_s^2 + 15C_k^2 + 18C_k^3 + 3 = 8,364$	1,707 6,911	Discrima
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	-	Discrima

4.5. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit rencana menggunakan empat (empat) metode distribusi: Distribusi Probabilitas Gumbel ; Distribusi Probabilitas Normal; Distribusi Probabilitas Log Normal; dan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.

4.5.1. Distribusi Probabilitas Gumbel

Pada distribusi Gumbel ini dihitung dengan persamaan 5, K dihitung berdasarkan persamaan 6 dengan hasil seperti pada Tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang (T = 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, & 1000 tahun) dengan Distribusi Gumbel (X_T)

No	T (Tahun)	\bar{X} (m ³ /det)	S (m ³ /det)	K	$X_T = \bar{X} + S \times K$ (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	5	225,278	123,723	0,9108	337,962
2	10	225,278	123,723	1,6130	424,847
3	25	225,278	123,723	2,5003	534,626
4	50	225,278	123,723	3,1586	616,067
5	100	225,278	123,723	3,8119	696,906
6	200	225,278	123,723	4,4630	777,450
7	500	225,278	123,723	5,3218	883,713
8	1000	225,278	123,723	5,9700	964,024

4.5.2. Distribusi Probabilitas Normal

Pada distribusi Normal ini dihitung dengan persamaan 8 Untuk nilai K_T dapat diperoleh dari Tabel 2.4 dan dari persamaan 2.8 diperoleh nilai debit banjir rencana (X_T) untuk distribusi Normal, dengan hasil seperti Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang (T = 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, & 1000 tahun) dengan Distribusi Normal (X_T)

No	T (Tahun)	\bar{X} (m ³ /det)	S (m ³ /det)	K _T	$X_T = \bar{X} + S \times K$ (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	5	225,278	123,723	0,84	329,205
2	10	225,278	123,723	1,28	383,643
3	25	225,278	123,723	1,71	436,634
4	50	225,278	123,723	2,05	478,910
5	100	225,278	123,723	2,33	513,582
6	200	225,278	123,723	2,58	544,483
7	500	225,278	123,723	2,88	581,600
8	1000	225,278	123,723	3,09	607,582

4.5.3. Distribusi Probabilitas LogNormal

PadadistribusiLogNormalini di hitung dengan persamaan 9 dengan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N &= 21 \\ S &= 123,723 \\ \overline{\text{Log } X} &= \frac{\sum \text{Log } X_i}{N} \\ &= \frac{48,355}{21} \\ \overline{\text{Log } X} &= 2,303 \end{aligned}$$

$$\sum (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2 = 0,84356$$

Dari hasil di atas dapat di hitung standar deviasi dari Log X atau S Log X berdasarkan persamaan 10 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S \text{ Log } X &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{N-1}} \\ S \text{ Log } X &= \sqrt{\frac{0,84356}{21-1}} \\ S \text{ Log } X &= \sqrt{0,042178} \\ S \text{ Log } X &= 0,2054 \end{aligned}$$

Untuk nilai KT dapat diperoleh dari Tabel 2.4 sehingga dapat di hitung Debit Banjir Rencana Periode Ulang (T) menggunakan distribusi Log Normal dengan menggunakan persamaan 9 dengan hasil seperti Tabel 4.4 : **Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang (T = 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, & 1000 tahun) dengan Distribusi Log Normal (X_T)**

No	T	Log X	S Log x	K _r	Log X _T = (3) × (4) × (5)	X _T = Log ^{-1/3} (Log X _T) (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	5	2,303	0,2054	0,84	2,475	298,624
2	10	2,303	0,2054	1,28	2,565	367,696
3	25	2,303	0,2054	1,71	2,653	450,245
4	50	2,303	0,2054	2,05	2,724	529,206
5	100	2,303	0,2054	2,33	2,781	604,128
6	200	2,303	0,2054	2,58	2,832	679,943
7	500	2,303	0,2054	2,88	2,894	783,581
8	1000	2,303	0,2054	3,09	2,937	865,391

4.5.4. Distribusi Probabilitas LogPearson Type III

PadadistribusiLog Pearson Type III ini di hitung dengan persamaan 11 dengan hasil sebagai berikut:

$$N=21$$

$$\begin{aligned} S &= 123,723 \\ S^3 &= 1.893.875,066 \\ \overline{\text{Log } X} &= \frac{\sum \text{Log } X_i}{N} \\ &= \frac{48,355}{21} \\ \overline{\text{Log } X} &= 2,303 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S \text{ Log } X &= 0,2054 \\ \sum (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2 &= 0,84356 \end{aligned}$$

$$\sum (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3 = 0,10190$$

- Menentukan C_s berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{N \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(N-1)(N-2)(S \text{ Log } X)^3} \\ C_s &= \frac{21 \times 0,10190}{(21-1)(21-2)(0,2054)^3} \\ C_s &= \frac{2,1399}{(20)(19)(0,00867)} \\ C_s &= \frac{2,1399}{3,292} \\ C_s &= 0,64997 \end{aligned}$$

Dari nilai C_s di atas maka nilai KT dapat diperoleh dari Tabel 2.5 Tabel Faktor Frekuensi KT untuk Distribusi Log Pearson Type III (G atau C_s Positif & Negatif). Maka dapat di hitung Debit Banjir Rencana Periode Ulang (T) menggunakan distribusi Log Pearson Type III dengan menggunakan Persamaan 11 dengan hasil seperti Tabel

4.5 : **Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang (T = 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, & 1000 tahun) dengan Distribusi Log Normal (X_T)**

No	T	Log X	S Log x	K _r	Log X _T = (3) × (4) × (5)	X _T = Log ^{-1/3} (Log X _T) (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	5	2,303	0,2054	0,795	2,466	292,336
2	10	2,303	0,2054	1,331	2,576	376,582
3	25	2,303	0,2054	1,935	2,704	505,482
4	50	2,303	0,2054	2,383	2,792	619,465
5	100	2,303	0,2054	2,790	2,876	750,761
6	200	2,303	0,2054	3,178	2,955	901,960
7	500	2,303	0,2054	3,939	3,112	1293,123
8	1000	2,303	0,2054	4,423	3,211	1625,560

4.6. Uji Kecocokan

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Uji kecocokan dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

4.6.1. Uji Chi Kuadrat

Dengan Uji Chi Kuadrat diperoleh hasil dari masing-masing distribusi seperti pada Tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Tabel Hasil Uji Chi Kuadrat

Distribusi Probabilitas	χ^2 Terhitung	χ^2_{α}	Keterangan	
Gumbel	9,500	7,815	$\chi^2 > \chi^2_{\alpha}$	Ditolak
Normal	12,917	7,815	$\chi^2 > \chi^2_{\alpha}$	Ditolak
Log Normal	4,500	7,815	$\chi^2 < \chi^2_{\alpha}$	Diterima
Log Pearson Type III	20,500	7,815	$\chi^2 > \chi^2_{\alpha}$	Ditolak

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas yang dapat diterima adalah distribusi Log Normal.

4.6.2. Uji Smirnov Kolmogorov

Dengan Uji Chi Kuadrat diperoleh hasil dari masing-masing distribusi seperti pada Tabel 4.7 :

Tabel 4.7 Tabel Hasil Uji Smirnov Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	ΔP maksimum	ΔP kritis	Keterangan	
Gumbel	0,955	0,286	$\Delta P_{maks} > \Delta P_{kritis}$	Ditolak
Normal	0,220	0,286	$\Delta P_{maks} < \Delta P_{kritis}$	Diterima
Log Normal	0,131	0,286	$\Delta P_{maks} < \Delta P_{kritis}$	Diterima
Log Pearson Type III	0,455	0,286	$\Delta P_{maks} > \Delta P_{kritis}$	Ditolak

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas yang dapat diterima adalah distribusi Normal dan Log Normal.

4.6.3. Kesimpulan Hasil Uji Kecocokan

Dari dua uji kecocokan di atas (Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov) dapat disimpulkan hasil pengujian seperti pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Kesimpulan Hasil Uji Kecocokan

No	Jenis Distribusi	Uji Kecocokan		Ket.
		Chi Kuadrat	Smirnov-Kolmogorov	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Gumbel	Ditolak	Ditolak	
2	Normal	Ditolak	Diterima	
3	Log Normal	Diterima	Diterima	
4	Log Pearson Type III	Ditolak	Ditolak	

Dari di atas dapat disimpulkan bahwa distribusi yang dapat digunakan adalah Distribusi Probabilitas Log Normal.

4.7. Rating Curves

Padaperhitungan rating curves ini diambil data tinggi muka air dan data debit tahun 2001 sampai dengan 2012 pada pengukuran lapangan dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Data Tinggi Muka Air (TMA) dan Data Debit Hasil Pengukuran Lapangan Tahun 2004, 2007, 2009 & 2010

No	Tanggal	H (m)	Q (m ³ /det)
		x	y
(1)	(2)	(3)	(4)
1	12-Apr-04	5,260	103,343
2	18-Apr-04	4,380	51,280
3	19-Apr-04	3,560	29,670
4	23-Apr-04	4,610	68,163
5	24-Apr-04	5,360	120,434
6	25-Apr-04	4,810	79,014
7	1-Sep-07	1,900	1,188
8	23-Jul-09	2,300	9,571
9	26-Jul-10	2,800	18,120
10	14-Oct-10	3,580	39,300
11	1-Jan-10	7,000	221,630
12	20-Mar-10	8,390	365,360

4.7.1. Cara Kuadrat Terkecil dengan Curve Fitting

Tujuan utama penentuan curve fitting adalah untuk keperluan eksponensial,

yaitujikakitamengetaui besarny nilai
 untukpersamaannilaixyang besarnyamelampaui
 nilai yang terbesar dari
 sampelnya. Dengancaragrafisseringmengalamik
 esalahan-kesalahanbesar, karenacara grafisini
 hanyamenarikgarisdengan cara kira-
 kiramelaluinilaitengah.

Cara analitis

Terdapatbeberapacaradalam perhitungan
 caraanalitis :

1. Gariskuadrat terkecil (*the least square line*),
2. Paraboluadrat terkecil (*the least square parabole*),
3. Persamaan-persamaan non-linieryang dapat diubah menjadi linier.

Dariketigacaradalamperhitungandi
 atasdigunakan satucara analisis yaitu dengan
 menggunakan cara Parabola kuadrat terkecil
 (*the least square parabole*).

PerhitungancaraanalitisParabola Kuadrat
 Terkecil (*The Least Square Parabole*) ditentukan
 dengan persamaan parabola sebagaiberikut:

$$y = a + bx + cx^2 \text{ atau } Q = a + bH + cH^2$$

Nilai a, b dan c ditentukan dari persamaan-
 persamaan normal parabola kuadrat
 terkecil. Nilai a, b dan c dapat
 dihitung menggunakan persamaan-
 persamaan yang ada.

Padarumus-rumus di atas terdapat variabel x, y,
 xy, x^2 , x^2y , x^3 , dan x^4 . Keterangan :

- x = Tinggi muka air
pengukuran lapangan (H)
- y = Debit hasil pengukuran
lapangan (Q)
- xy = Hasil kali tinggi muka air
dan debit (HQ)
- x^2 = Hasil kuadrat dari tinggi
muka air (H^2)
- x^2y = Hasil kali antara H^2 dan
debit pengukuran
lapangan (H^2Q)
- x^3 = Hasil tinggi muka air
dipangkatkan tiga (H^3)
- x^4 = Hasil tinggi muka air
dipangkatkan empat (H^4)

Data diurutkan dari data terkecil hingga
 terbesar kemudian hitung variabel-
 variabel untuk persamaan parabola. Hasil
 dari variabel-variabel untuk persamaan parabola
 dapat dilihat pada Tabel 4.10 :

**Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Variabel-
 variabel Persamaan Parabola**

No	Tanggal	H (x)	Q (y)	HQ (xy)	H ² (x ²)	H ² Q (x ² y)	H ³ (x ³)	H ⁴ (x ⁴)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1-Sep-07	1,900	1,188	2,257	3,610	4,289	6,859	13,032
2	23-Jul-09	2,300	9,571	22,013	5,290	50,631	12,167	27,984
3	26-Jul-10	2,800	18,120	50,736	7,840	142,061	21,952	61,466
4	19-Apr-04	3,560	29,670	105,625	12,674	376,026	45,118	160,620
5	14-Oct-10	3,580	39,300	140,694	12,816	503,685	45,883	164,260
6	18-Apr-04	4,380	51,280	224,606	19,184	983,776	84,028	368,041
7	23-Apr-04	4,610	68,163	314,231	21,252	1.448,607	97,972	451,652
8	25-Apr-04	4,810	79,014	380,057	23,136	1.828,076	111,285	535,279
9	12-Apr-04	5,260	103,343	543,584	27,668	2.859,253	145,532	765,496
10	24-Apr-04	5,360	120,434	645,526	28,730	3.460,021	153,991	825,390
11	1-Jan-10	7,000	221,630	1.551,410	49,000	10.859,870	343,000	2.401,000
12	20-Mar-10	8,390	365,360	3.065,370	70,392	25.718,458	590,590	4.955,048
	Σ	53,950	1.107,073	7.046,112	281,592	48.234,750	1.658,375	10.729,268

Dari Tabel 4.46 di atas dan dengan
 menggunakan persamaan 2.36, 2.37 dan 2.38 maka
 persamaan parabola dapat ditentukan.

Diketahui:

$$N = 12$$

Maka persamaan parabolanya adalah :

$$1.107,073 = 12a + 53,95b + 281,592c$$

$$7.046,112 = 53,95a + 281,592b + 1.658,375c$$

$$4.8234,75 =$$

$$281,592a + 1.658,375b + 1.0729,268c$$

Dari persamaan parabola di atas dan dengan menggunakan
 eliminasi Gauss-Jordan maka nilai a, b dan c dapat
 diperoleh seperti berikut:

$$a = 32,700$$

$$b = -29,695$$

$$c = 8,227$$

Dari nilai di atas maka persamaan
 parabolanya menjadi:

$$Q = 32,700 - \dots \dots \dots 4$$

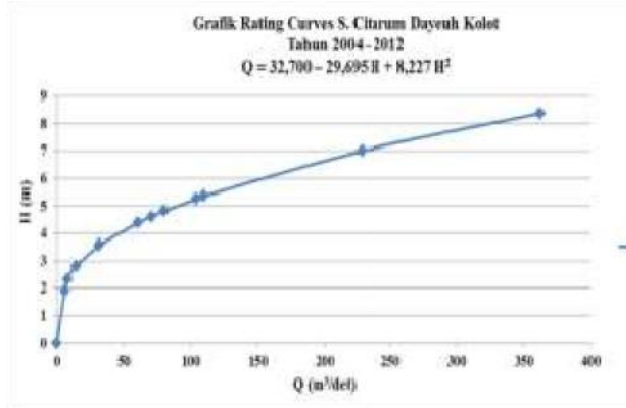
$$29,695H + 8,227H^2$$

Maka, Q (debit) untuk *rating curves* dapat
 dihitung dengan Persamaan 4.1 di atas
 dengan hasil seperti pada Tabel 4.11 :

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Debit (Q) dengan Persamaan $Q = 32,700 - 29,695 H + 8,227 H^2$

No	H	H ²	a	b	c	Q=a-b.H+c.H ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	0,000	0,000	-	-	-	0,000
1	1,900	3,610	32,700	29,695	8,227	5,979
2	2,300	5,290	32,700	29,695	8,227	7,923
3	2,800	7,840	32,700	29,695	8,227	14,055
4	3,560	12,674	32,700	29,695	8,227	31,254
5	3,580	12,816	32,700	29,695	8,227	31,835
6	4,380	19,184	32,700	29,695	8,227	60,470
7	4,610	21,252	32,700	29,695	8,227	70,651
8	4,810	23,136	32,700	29,695	8,227	80,213
9	5,260	27,668	32,700	29,695	8,227	104,132
10	5,360	28,730	32,700	29,695	8,227	109,899
11	7,000	49,000	32,700	29,695	8,227	227,969
12	8,390	70,392	32,700	29,695	8,227	362,692

Dari Tabel 4.11 di atas maka diperoleh grafik rating curves seperti pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Grafik Rating Curves 4.7.2. Ketinggian Muka Air Banjir Rencana

Berdasarkan perhitungan debit banjir rencana, distribusi probabilitas yang memenuhi syarat adalah Distribusi Probabilitas Log Normal, dengan nilai debit untuk periode ulang 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun sebagai berikut :

Q_{5Thn}	=	298,624
Q_{10Thn}	=	367,696
Q_{25Thn}	=	450,245
Q_{50Thn}	=	529,206
Q_{100Thn}	=	604,128
Q_{200Thn}	=	679,943
Q_{500Thn}	=	783,581
$Q_{1000Thn}$	=	865,391

Dengan menggunakan Persamaan 4.1 maka didapatkan tinggi muka air banjir rencana sebagai berikut:

$$Q_{5Thn} = 32,700 - 29,695 H + 8,227 H^2$$

$$298,624 = 32,700 - 29,695 H + 8,227 H^2$$

$$32,700 - 298,624 - 29,695 H + 8,227 H^2 = 0$$

$$-265,924 - 29,695 H + 8,227 H^2 = 0$$

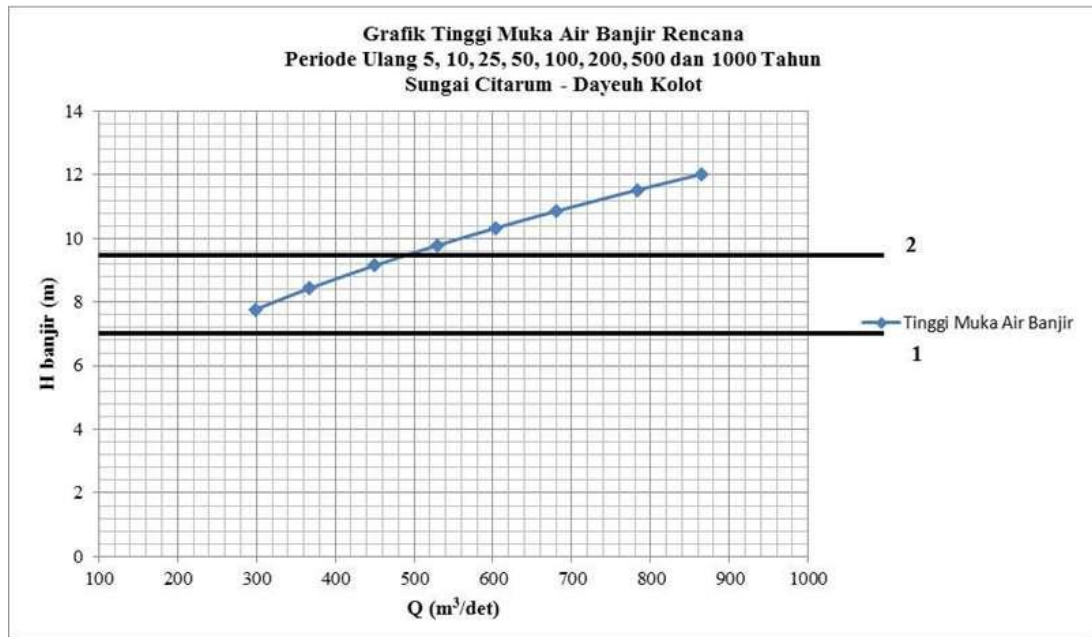
Dari persamaan di atas untuk Q_{5Thn} dengan menggunakan rumus ABC maka diperoleh nilai H_1 dan H_2 sebagai berikut : $H_1 = 7,77$ $H_2 = -4,16$

Dengan menggunakan cara yang sama seperti pada perhitungan di atas maka dapat disimpulkan hasil untuk perhitungan tinggi muka air banjir rencana pada Tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir Rencana Untuk Periode Ulang (T = 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun)

No	Q (m ³ /det)	H ₁ (m)	H ₂ (m)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	$Q_{5Thn} = 298,624$	7,77	-4,16
2	$Q_{10Thn} = 367,696$	8,44	-4,83
3	$Q_{25Thn} = 450,245$	9,15	-5,54
4	$Q_{50Thn} = 529,206$	9,78	-6,17
5	$Q_{100Thn} = 604,128$	10,33	-6,72
6	$Q_{200Thn} = 679,943$	10,86	-7,25
7	$Q_{500Thn} = 783,581$	11,53	-7,92
8	$Q_{1000Thn} = 865,391$	12,03	-8,42

Dari Tabel 4.12 di atas nilai H digunakan nilai H_1 karena nilai H_1 bernilai positif. Maka grafik hubungan antara Tinggi Muka Air Banjir Rencana dan Debit Periode Ulang 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun adalah seperti Gambar 4.2 sebagai berikut:



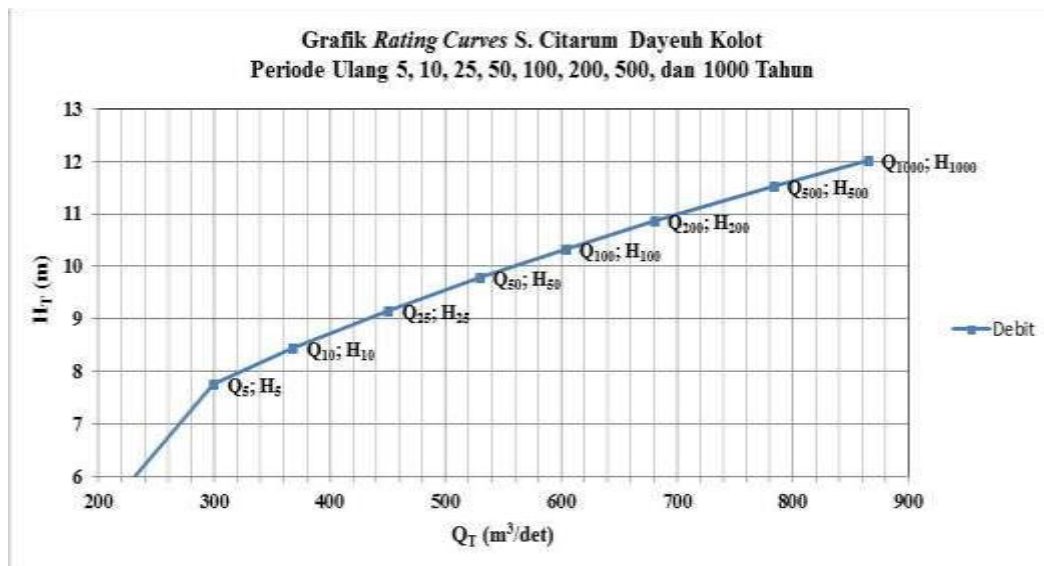
Gambar 4.2 Grafik Tinggi Muka Air Banjir Rencana

Keterangan Gambar 4.3 :

- Garis 1: Tinggibantaran sungaikiridaridasarsungai=7 m
- Garis 2: Tinggibuangannormalisasi sungai kanan=9,05m

Berdasarkan Gambar 4.2 di atas bantaran sebelah kiri tidak mampu menampung debit sungai, sedangkan daerah sebelah kanan terdapat buangan normalisasi yang cukup tingginya yaitu sebesar 9,05 m.

Dari hasil Debit Banjir Rencana dan Tinggi Banjir Rencana dengan periode ulang 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun dapat digambarkan hubungan Debit Banjir Rencana dan Tinggi Banjir Rencana (*rating curves*) seperti Gambar 4.3 seperti berikut:



Gambar 4.3 Grafik Rating Curves (Q dan H Periode Ulang 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, dan 1000)

Keterangan :

No	Periode Ulang (T)	Q (m ³ /det)	H (m)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	5	298,624	7,77
2	10	367,696	8,44
3	25	450,245	9,15
4	50	529,206	9,78
5	100	604,128	10,33
6	200	679,943	10,86
7	500	783,581	11,53
8	1000	865,391	12,03

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Penelitian ini menggunakan data dari Pos Duga Air Citarum-Dayeuh Kolot dengan ketersediaan data Debit Harian Maksimum Tahunan selama 21 tahun terakhir (1991-1995, 1997-2012)
2. Analisis frekuensi debit banjir menggunakan metode probabilitas, yaitu dengan Metode Probabilitas Gumbel, Metode Probabilitas Normal, Metode Probabilitas Log Normal, dan Metode Probabilitas Log Pearson Type III. Berdasarkan Uji Kecocokan dengan Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov, distribusi yang cocok digunakan dengan data yang ada adalah Distribusi Probabilitas Log Normal.
3. Besar debit periode ulang dari Distribusi Probabilitas Log Normal adalah sebagai berikut :
 - Debit Banjir Periode Ulang 5 tahun (Q_{5Thn}) = 298,624 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 10 tahun (Q_{10Thn}) = 367,696 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 25 tahun (Q_{25Thn}) = 450,245 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 50 tahun (Q_{50Thn}) = 529,206 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 100 tahun (Q_{100Thn}) = 604,128 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 200 tahun (Q_{200Thn}) = 679,943 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 500 tahun (Q_{500Thn}) = 783,581 m³/det ;
 - Debit Banjir Periode Ulang 1000 tahun ($Q_{1000Thn}$) = 865,391 m³/det.
4. Dari perhitungan Rating Curves didapat persamaan $Q = 32,700 - 29,695 H +$

8,227 H².

5. Dari persamaan rating curves dapat diperoleh tinggi banjir rencana sesuai dengan Distribusi Probabilitas Log Normal dengan hasil sebagai berikut :
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 5 tahun (H_{5Thn}) = 7,77 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 10 tahun (H_{10Thn}) = 8,44 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 25 tahun (H_{25Thn}) = 9,15 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 50 tahun (H_{50Thn}) = 9,78 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 100 tahun (H_{100Thn}) = 10,33 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 200 tahun (H_{200Thn}) = 10,86 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 500 tahun (H_{500Thn}) = 11,53 m ;
 - Tinggi Muka Air Banjir Periode Ulang 1000 tahun ($H_{1000Thn}$) = 12,03 m.
6. Diketahui tinggi bantaran Sungai Citarum-Dayeuh Kolot sebelah kiri adalah 7 m dan disebelah kanan sungai terdapat buangan normalisasi dengan tinggi 9,05 m, maka dapat disimpulkan sungai tidak mampu menampung debit banjir rencana.

5.2. Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan dari penelitian ini, dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum dari stasiun hujan yang ada di dalam Sub DAS dan sekitarnya dengan melakukan perhitungan curah hujan rencana dan perhitungan debit banjir rencana dengan metode yang sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia).

VI. DAFTAR PUSTAKA

Harto Br, Sri, 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Kamiana, I Made, 2012, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Kodoatie, Robert J., 2013, *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*, C.V Andi, Yogyakarta.

Kodoatie, Robert dan Sugiyanto, 2002, *Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*, Pustaka Pelajar (anggota IKAPI), Yogyakarta.

Linsley, Ray K., dkk. 1991, *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.

SNI 03-2415-1991, *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir*

Soewarno, 1995, *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid I*, Nova, Bandung.

Wilson, E.M., 1993, *Hidrologi Teknik*, Terbitan Keempat, ITB, Bandung.

Soemarto, 1987, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.

Subarkah, Iman, 1980, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.