

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai perunit waktu. Metode yang umum di terapkan dalam menetapkan debit sungai dengan menggunakan metode profil sungai (*Cross Section*). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian area luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air. Debit (kecepatan aliran) adalah komponen penting yang berhubungan dengan permasalahan DAS seperti erosi, sedimentasi, banjir, dan longkos. Oleh karena itu perhitungan debit harus di lakukan dengan monitoring daerah aliran sungai (DAS) (Rahayu, 2009).

Debit Aliran sungai adalah merupakan laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Sungai dari beberapa aliran sumber air yang ada di ketinggian, misalnya disebuah puncak bukit maupun gunung yang sangat tinggi, dimana air hujan sangat banyak jatuh di daerah tersebut, kemudian berkumpul di bagian yang cekung, lama kelamaan dikarenakan terlalu penuh, akhirnya mengalir keluar melalui bagian bibir cekungan yang paling mudah tergerus air.

Selanjutnya air itu mengalir diatas permukaan tanah yang paling rendah dan kemudian mula-mula merata, namun karena adanya bagian permukaan tanah yang tidak begitu keras, maka mudahlah terkikis, sehingga menjadi alur-alur yang tercipta makin hari makin panjang, seiring dengan semakin deras dan semakin sering air mengalir dari alir itu. Semakin panjang dan semakin dalam alur itu akan berbelok dan bercabang dan apabila air mengalir dari situ dan terhalang oleh batu besar dan banyak, demikian juga sungai di bawah permukaan tanah dan terjadi dari air yang mengalir dari atas kemudian menemukan bagian-bagian yang dapat ditembus kebawah permukaan tanah dan mengalir ke arah daratan yang rendah dan kemudian lama kelamaan sungai itu akan semakin melebar dan besar.

Debit banjir adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Debit banjir rencana ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air.

Melalui periode ulang, dapat ditentukan nilai debit rencana. Debit banjir rencana ini dipergunakan untuk perhitungan tinggi air banjir rencana, tekanan air dan menghitung stabilitas bendung, talud dan bronjong.

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Parmonangan I berlokasi di Desa Manalu Dolok, Kecamatan Parmonangan, Tapanuli Utara, Sumatera Utara yang telah diresmikan pada Tahun 2019. PLTM Parmonangan I bertujuan untuk dapat memberikan manfaat yang sangat luar biasa kepada masyarakat khususnya masyarakat Sumatera Utara, terutama terhadap penggunaan energi ramah lingkungan untuk menekan penggunaan bahan bakar fosil. Untuk itu, karena adanya PLTM Parmonangan I yang sudah beroperasi maka berdasarkan manfaat dan tujuan utama diatas, maka saya mengangkat Judul tentang “**Analisa Debit Banjir Pada Titik Bendung PLTM Parmonangan I Sungai Sibundong**” untuk mengidentifikasi dan mengetahui besar dan kecilnya nilai debit banjir pada lokasi PLTM Parmonangan I.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan debit banjir rencana periode ulang 100 tahun ?
2. Bagaimana luasan kondisi Daerah Aliran Sungai PLTM Parmonangan I ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Supaya penelitian ini mempunyai arah yang jelas dan sesuai dengan tujuan penelitian, maka lokasi penelitian dibatasi di lokasi studi yaitu PLTM Parmonangan I. Maksud dibatasinya area ini agar analisis yang dikerjakan bisa terkonsentrasi pada kawasan dan daerah yang dimaksud dengan permasalahan yg ada pada lingkup pembahasan.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan debit banjir rencana pada PLTM Parmonangan I periode ulang 100 tahun.
2. Untuk menentukan dan mengidentifikasi kondisi dan luasan daerah aliran sungai (DAS).

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat bagi instansi setempat ialah sebagai pedoman/acuan dalam pengambilan keputusan terkait konstruksi bangunan air PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro).
2. Manfaat untuk Peneliti sendiri ialah sebagai penelitian lanjutan dan pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam menentukan debit banjir rencana yang dapat digunakan sebagai bahan perbandingan untuk peneliti.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Debit banjir**

Banjir Menurut Suripin (2003) adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002) adalah aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran.

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan

stabilitas sungai. Analisa debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Dalam perencanaan debit banjir digunakan sebagai dasar menentukan dimensi bangunan pengelak (*diversion*) saat pelaksanaan dan juga bangunan pelimpah (*Spillway*). Penentuan debit banjir rancangan idealnya dilakukan melalui data historis kejadian banjir, namun pada kasus tertentu sering digunakan melalui pendekatan hujan rancangan, sehingga sudah menjadi suatu keharusan bagaimana menentukan hujan rancangan jika data debit yang tersedia terbatas atau tidak ada. Data yang diperlukan adalah data curah hujan serta karakteristik fisik DAS. Besaran curah hujan rancangan digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir rencana baik secara rasional, empiris maupun statistik.

## 2.2. Analisis Debit Banjir

*Soewarno (1995)* berpendapat bahwa menentukan debit banjir rencana bergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Debit banjir rencana memiliki macammacam kala ulang yang sesuai dengan perencanaan di suatu lokasi. Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun. Perhitungan debit banjir memerlukan data curah hujan yang diperoleh melalui stasiun-stasiun penakar hujan. Stasiun penakar hujan yang berpengaruh di DAS Code telah memakai alat otomatis yang menghasilkan curah hujan. Debit banjir rencana ini dipergunakan untuk perhitungan tinggi air banjir rencana, tekanan air dan menghitung stabilitas bendung dan talud bronjong.

### 2.2.1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetis merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir yang terjadi pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan data karakteristik DAS. Dalam penelitian ini, Metode HSS Nakayasu merupakan metode yang digunakan dimana metode ini berasal dari Jepang.

$$Q_p = \frac{C}{3,6} \left( \frac{A R_o}{0,3T_p + T_{0,3}} \right) \quad (2.1)$$

Dimana :

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $m^3/dt$ )

- C = Koefisien pengaliran (mm)  
 A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)  
 Ro = Satuan kedalaman hujan (mm)  
 Tp = Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)  
 T0,3 = Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

Untuk menentukan Tp dan T0,3 digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (2.2)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (2.3)$$

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (2.4)$$

t<sub>g</sub> adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam).

t<sub>g</sub> dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

- Sungai dengan panjang alur L > 15 km : t<sub>g</sub> = 0,4 + 0,058 L
- Sungai dengan panjang alur L < 15 km : t<sub>g</sub> = 0,21 L 0,7

Perhitungan T0,3 menggunakan ketentuan :

- α = 2 → pada daerah pengaliran biasa.
- α = 1,5 → pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat.
- α = 3 → pada bagian naik hidrograf cepat, dan turun lambat.

Pada waku naik : 0 < t < Tp

$$Q_a = (t/T_p)^{2,4} \quad (2.5)$$

dimana Q<sub>a</sub> adalah limpasan sebelum mencapai debit puncak (m<sup>3</sup>/dt)

Pada kurva turun (*decreasing limb*) :

- Selang nilai : 0 ≤ t ≤ (Tp + T0,3) :

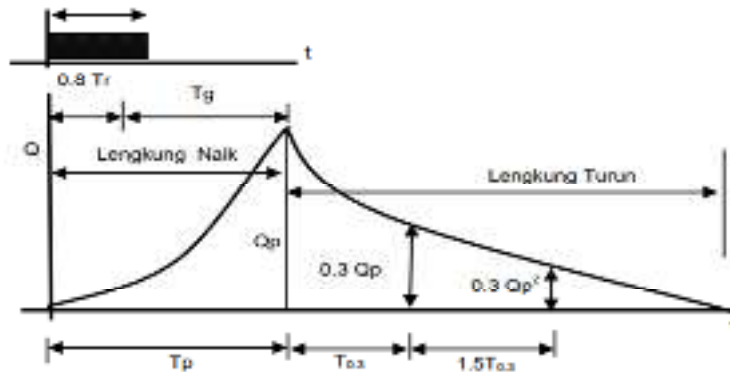
$$Q_{d_1} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \quad (2.6)$$

- Selang nilai : (Tp + T0,3) ≤ t ≤ (Tp + T0,3 + 1,5 T0,3) :

$$Qd_2 = Qp \cdot 0,3 \frac{(t-Tp+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}} \quad (2.7)$$

- Selang nilai :  $t > (Tp + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$  :

$$Qd_3 = Qp \cdot 0,3 \frac{(t-Tp+1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}} \quad (2.8)$$



**Gambar 1.** Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

### 2.3. Curah Hujan Rata-rata

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu titik saja (*Point Reanfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*Space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada didalam atau disekitar kawasan tersebut.

(Suripin, 2004). Ada 3 macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan :

### 1. Metode Aritmatika

Metode aritmatika merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara.

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{n} \quad (2.9)$$

Dimana :

$\bar{P}$  = Tinggi curah hujan rata-rata (mm).

$P_1, P_2 \dots P_n$  = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, . . . , n. (mm).

$n$  = Banyak pos penakaran curah hujan (mm)

Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata/hampir merata dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya.

### 2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (weighted mean). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. (Suripin, 2004). (Gambar 2.2) menunjukkan contoh posisi stasiun 1, 2, dan 3 dari skema poligon Thiessen dalam Daerah Aliran Sungai (DAS).



## Gambar 2. Gambar Metode Poligon Thiessen

Sumber : Rico Sihotang, 2011

Curah hujan pada suatu daerah dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{A_1.P_1 + A_2.P_2 + \dots + A_n.P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.10)$$

$$P = \frac{A_1.P_1 + A_2.P_2 + \dots + A_n.P_n}{A} \quad (2.11)$$

Dimana :

P = Tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm).

P<sub>n</sub> = Tinggi curah hujan pada pos penakar hujan (mm).

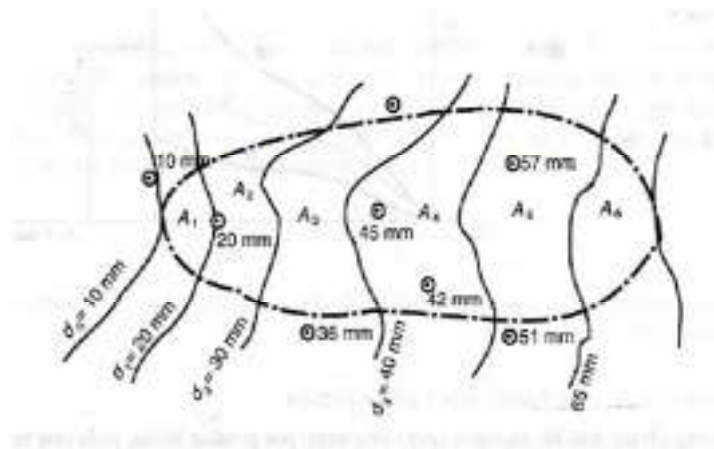
A<sub>n</sub> = Luas daerah pengaruh pos penakar hujan (km<sup>2</sup>).

A = Luas total DAS (km<sup>2</sup>).

### 3. Metode Garis Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut.

Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya. (Triatmodjo, 2008).





### **Gambar 3.** Gambar Metode Garis Isohyet

*Sumber : Rico Sihotang, 2011*

#### **2.4. Distribusi Probalitas**

Dalam analisis frekuensi data hujan atau debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan yaitu: Normal, Log Normal, Log Pearson Type III, Gumbel.

##### **2.4.1. Distribusi Normal**

Distribusi Normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.12)$$

Dimana :

$X_T$  = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata dari datai =  $\frac{\sum_1^n X_i}{n}$

$K_T$  = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat tabel 2.1)

S = Standar Deviasi =  $\sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \frac{(\sum_1^n X_i)^2}{n}}{n-1}}$

##### **2.4.2. Distribusi Log Normal**

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \cdot S \text{ Log } X \quad (2.13)$$

Dimana :

$\text{Log } X_T$  = Nilai logaritmis hujan rencana periode ulang T tahun.

$\overline{\text{Log } X}$  = Nilai rata-rata dari,  $\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}$

S Log X = Standar Deviasi,  $S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$

$K_T$  = Faktor frekuensi, nilainya dari T. (lihat tabel 2.1)

**Tabel 2.1.** Nilai variabel reduksi gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1.001	0.999	-3.05
2	1.005	0.995	-2.58
3	1.010	0.99	-2.33
4	1.050	0.95	-1.64
5	1.110	0.9	-1.28
6	1.250	0.8	-0.84
7	1.330	0.75	-0.67
8	1.430	0.7	-0.52
9	1.670	0.6	-0.25
10	2.000	0.5	0
11	2.500	0.4	0.25
12	3.330	0.3	0.52
13	4.000	0.25	0.67
14	5.000	0.2	0.84
15	10.000	0.1	1.28
16	20.000	0.05	1.64
17	50.000	0.02	2.05
18	100.000	0.01	2.33
19	200.000	0.005	2.58
20	500.000	0.002	2.88
21	1,000.000	0.001	3.09

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

### 2..4.3. Distribusi Log Person Type III

Untuk analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Log Person Type III, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \cdot S \text{ Log } X \quad (2.14)$$

Dimana :

$\text{Log } X_T$  = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

$\overline{\text{Log } X}$  = Nilai rata-rata dari,  $\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}$

$S \text{ Log } X$  = Standar Deviasi,  $S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$

K = Variabel standar, besarnya tergantung koefisien kemencengan  $C_s$  atau G (lihat tabel 2.2)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{(n-1)(n-2) \cdot S_i^3} \quad (2.15)$$

Dimana :

$C_s$  = Koefisien kemencengan.

**Tabel 2.2.** Nilai K untuk distribusi Log-person III

	Interval kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang)							
	1.0101	1.250	2	5	10	25	50	100
Koef, $C_s$	Persentase peluang terlampaui ( <i>Percent chance of being exceeded</i> )							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.0	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022

0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.051	2.326
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.6	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.4	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.6	-3.889	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.0	-7.051	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

#### 2..4.4. Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode E.J. Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S \quad (2.16)$$

Dimana:

$X_T$  = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

$\bar{X}$  = Nilai rata – rata dari dat,  $\bar{X} = \frac{\sum_1^n X_i}{n}$

S = Standar deviasi,  $S = \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \sum_1^n X_i^2}{n-1}}$

K = Faktor Probabilitas

Faktor Probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$K = \frac{Y_T + Y_n}{S_n} \quad (2.17)$$

Dimana :

$Y_T$  = Reduced variate, sebagai fungsi dari periode ulang T. (lihat tabel 2.3)

$Y_n$  = Reduced mean, sebagai fungsi dari banyak data. (lihat tabel 2.4)

$S_n$  = Reduced standard, deviation sebagai fungsi dari banyak data. (lihat tabel 2.5)

**Tabel 2.3. Reduced mean,  $Y_n$**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.8396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

**Tabel 2.4. Reduced Standard Deviation,  $S_n$**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

**Tabel 2.5.** *Reduced Variate*, YTr sebagai fungsi periode ulang

Periode ulang. Tr (tahun)	. YTr
2	0.3668
5	1.5004
10	2.2510
20	2.9709
25	3.1993
50	3.9028
75	4.3117
100	4.6012
200	5.2969
250	5.5206
500	6.2149
1000	6.9087
5000	8.5188
10000	9.2121

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

#### 2..4.5. Penentuan Distribusi Curah Hujan

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel 2.6.

**Tabel 2.6.** Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s \approx 1,14$
		$C_k \approx 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$
		$C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3C_v$
		$C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

## 2.5. Uji distibusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, bahwa terdapat 2 metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat ( $\chi^2$ ) dan Metode Smirnov-Kolmogorof. (Suripin. 2004)

### 2.5.1. Metode Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (2.18)$$

Dimana :

$\chi^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung.

$E_f$  = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

$O_f$  = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

$n$  = Jumlah sub kelompok.

Derajat nyata atau derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) tertentu yang sering diambil adalah 5%.

Derajat kebebasan ( $D_k$ ) dihitung dengan rumus :

$$D_k = K - (p+1) \quad (2.19)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (2.20)$$

Dimana :

$D_k$  = derajat kebebasan.

$p$  = banyaknya parameter, untuk uji chi-kuadrat adalah 2.

$K$  = jumlah kelas distribusi.

$n$  = banyaknya data.

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\chi^2 < \chi^2_{cr} \quad (2.21)$$

Dimana :

$\chi^2$  = parameter chi-kuadrat terhitung.

$\chi^2_{cr}$  = parameter chi-kuadrat kritis (lihat tabel 2.7)

**Tabel 2.7.** Nilai parameter Chi-Kuadrat Kritis,  $\chi^2_{cr}$  (Uji satu sisi)



dk	Derajat Kepercayaan ( $\alpha$ )							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0000393	0.000157	0.000982	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.1030	5.9910	7.3780	9.2100	10.5970
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.388	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.448	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.225	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.114	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	36.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	11.524	13.120	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.733	46.979	50.892	53.672

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah, 2016)

Prosedur perhitungan dengan menggunakan dengan metode chi-kuadrat adalah sebagai berikut :

- Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- Menghitung jumlah kelas.
- Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan  $\chi^2$  cr
- Menghitung kelas distribusi.

- Menghitung interval kelas.
- Perhitungan nilai  $\chi^2$ .
- Bandingkan nilai  $\chi^2$  terhadap  $\chi^2_{cr}$

### 2.5.2. Metode Smirnov-Kolgomorof

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

- Urutkan data ( $X_i$ ) dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut  $P(X_i)$  dengan rumus tertentu, rumus Weibull misalnya :

$$P(X_i) = \frac{i}{n+1} \quad (2.22)$$

Dimana :

$n$  : jumlah data.

$i$  : nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya).

- Tentukan peluang teoritis masing – masing data yang sudah di urut tersebut  $P' (X_i)$  berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan sebagainya).
- Hitung selisih ( $\Delta P_i$ ) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :

$$\Delta P_i = P(X_i) - P' (X_i) \quad (2.23)$$

- Tentukan apakah  $\Delta P_i < \Delta P$  kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.
- $\Delta P$  kritis (lihat tabel 2.8)

**Tabel 2.8.** Nilai kritis  $D_0$  untuk uji *Smirnov-Kolmogorov*

N	Derajat kepercayaan, $\alpha$			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23

(Sumber : M. Afiz Zikriansyah (2016))

## 2.6. Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. (Wesli, 2008). Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. (Suripin, 2004).

Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jamjaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (2.24)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

$tc$  = Waktu konsentrasi (jam)

## 2.7. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan dengan sungai beserta dengan anak-anak sungainya, dan yang berfungsi untuk menampung,

menyimpan serta mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau kelaut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas dilaut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Asdakchay), 1995).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung serta menyimpan air hujan yang kemudian menyalurkan kelaut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut di sebut sebagai daerah tangkapan air (catchment area) yang merupakan suatu ekosistem dengan komponen utama yang terdiri dari sumber daya alam atau (tanah air dan vegetasi) dan sumber daya manusianya (Asdak, 1995).

Keberadaan DAS atau Sub DAS secara yuridis formal yang sudah tertuang di dalam PERMEN (peraturan pemerintah) No. 33 tahun 1970 tentang perencanaan hutan, dan dimana DAS dibatasi sekuat sebagai daerah tertentu, yang bentuk dan sifat alamnya sedemikian rupa sehingga merupakan suatu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya yang melalui daerah tersebut dan yang mempunyai fungsi untuk menampung air yang berasal dari curah hujan, penyimpanan serta pengalirannya dihimpun dan juga di tata berdasarkan hukum alam sekelilingnya demi keseimbangan daerah tersebut (Asdak Chay, 1995).



**Gambar 4.** Contoh Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)

(Sumber : Rico Sihotang, 2011)

Ada (tiga) 3 Bentuk Dari Pola Aliran DAS Yaitu :

- a. Corak Bulu Burung Disebut bulu burung karena bentuk aliran anak sungainya menyerupai ruas-ruas tulang dari bulu burung. Anak-anak sungai langsung mengalir ke sungai utama. Corak seperti ini resiko banjirnya relatif kecil karena air dari anak sungai tiba di sungai utama pada waktu yang berbeda-beda.
- b. Corak Radial Disebut juga menyebar. Anak sungai menyebar dan bertemu di titik-titik tertentu. Wilayahnya berbentuk kipas atau lingkaran. Memiliki resiko banjir yang cukup besar di titik-titik pertemuan anak sungai.
- c. Corak Pararel Memiliki dua jalur sub daerah aliran sungai yang sejajar dan bergabung di bagian hilir. Memiliki resiko banjir yang cukup besar di titik hilir aliran sungai.



**Gambar 5.** Bentuk Corak Pada Pola Aliran DAS

*(Sumber : Ensiklopedi Jurnal Bumi)*

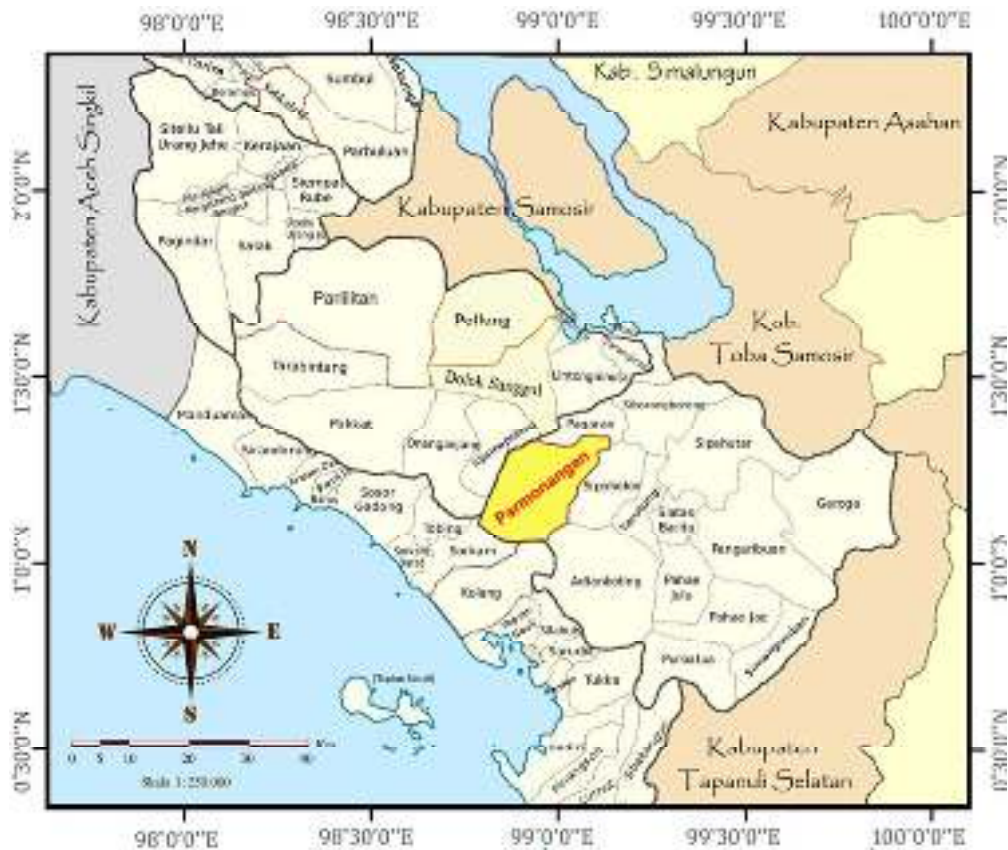
**BAB III**

**METODE PENELITIAN**

**3.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini adalah di PLTM Parmonangan I. Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Parmonangan I merupakan PLTM pertama di Tapanuli Utara dengan Kapasitas 2 X 4,5 MW yang dimiliki oleh PT. Seluma Energy. Peninjauan lokasi penelitian ini

bertujuan untuk menganalisa berapa debit banjir yang di lokasi studi kasus PLTM Parmonangan I.



**Gambar 6.** Peta Lokasi PLTM Parmonangan I dengan titik koordinat antar  $2^{\circ}7'02.33''$  Lintang Utara dan  $98^{\circ}44'29.78''$  Bujur Timur.

### 3.2. Rancangan Penelitian

Metodologi yang digunakan untuk mengolah data dalam penulisan ini adalah metode kuantitatif deskriptif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil pengolahan data lapangan dari lokasi yang ditinjau. Studi penelitian dilakukan sesuai urutan di bawah ini:

#### 1. Tinjauan Pustaka

Rumusan-rumusan serta konsep-konsep teoritis dari berbagai literatur dipelajari dan dipahami agar landasan teoritis terpenuhi dalam mengembangkan konsep penelitian mengenai analisis

debit banjir dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada PLTM Parmonangan I Sungai Sibundong.

## 2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi

### a. Data Primer,

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama/sumber data atau data yang dikumpulkan peneliti secara langsung melalui obyek penelitian seperti tinjauan ke lokasi dan data ini biasanya belum diolah. Disini peneliti menggunakan data curah hujan harian maksimum dilokasi DAS tersebut.

### b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang mendukung penelitian dan memberikan gambaran umum tentang hal-hal yang mencakup penelitian. Pengumpulan data sekunder didapatkan melalui instansi-instansi yang terkait dalam permasalahan ini, seperti jurnal, buku literatur, internet dan dokumen lainnya.

## 3. Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Data-data yang telah diolah oleh suatu pusat penelitian akan di hitung dengan menggunakan suatu metode.

## 4. Analisis Data

Dari hasil pengolahan akan dilakukan analisa data sehingga dapat diperoleh kesimpulan akhir yang berarti. Beberapa analisa tersebut berupa :

### a. Analisis curah hujan

Data ini berguna untuk mengetahui intensitas curah hujan jam-jaman dalam kala ulang 10 tahun terakhir untuk digunakan sebagai bagian dalam parameter perhitungan Hidrograf yang akan ditentukan.

### b. Analisis debit puncak Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Data ini berguna untuk mengetahui debit puncak dari masing-masing metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu di PLTM Parmonangan I Sungai Sibundong.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dapat dilakukan setelah hasil pengolahan data diperoleh, ditambah dengan uraian dan informasi yang diperoleh di lapangan.



### 3.3. Diagram Alir Penelitian

