

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan Umum

Dalam merencanakan analisis penerapan DAM parit, analisis pertama yang dilakukan adalah dengan analisis hidrologi. Analisis hidrologi diperlukan untuk memperoleh besarnya debit banjir rencana, dari debit banjir rencana inilah yang akan berpengaruh besar terhadap kapasitas tampungan, pada tahap penerapan teknologi dam parit di sungai kuat perencanaan debit banjir didasarkan pada curah hujan dengan periode ulang yang direncanakan yaitu selama 10 tahun. Adapun tahapan dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut (Sosrodarsono, 1993) :

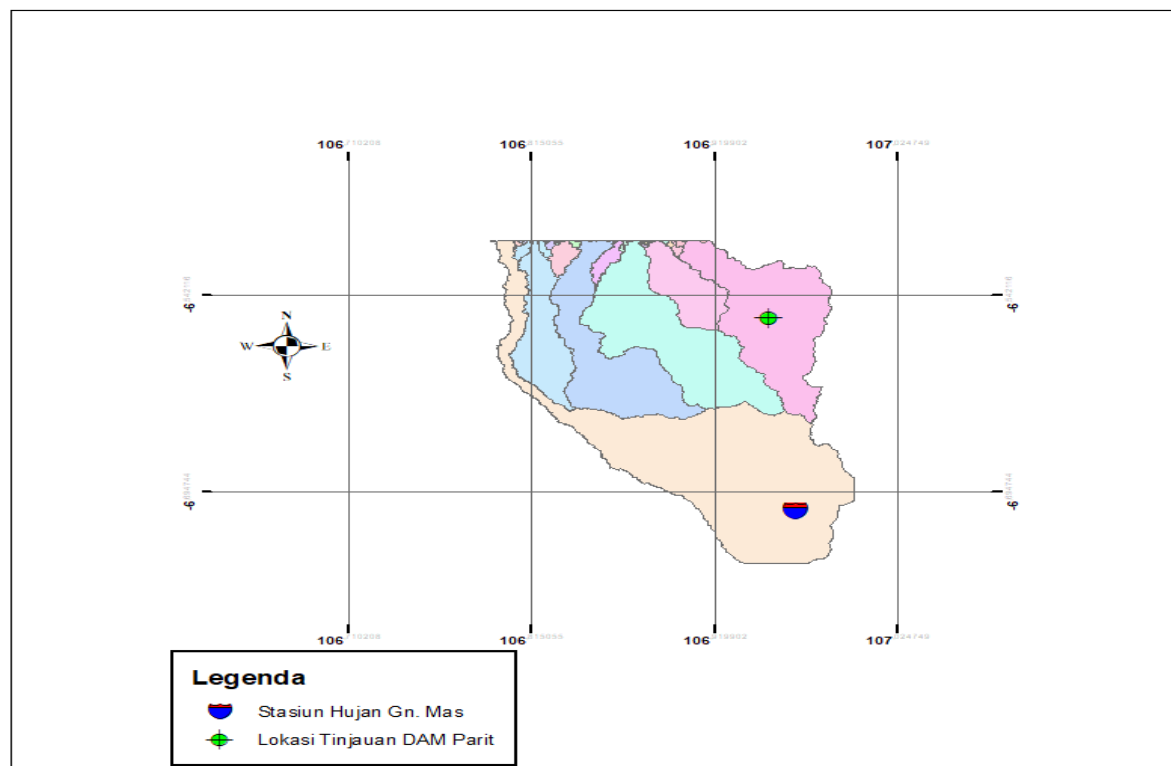
1. Penentuan daerah aliran sungai (DAS) disertai dengan luasannya.
2. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan sungai.
3. Menentukan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang tersedia.
4. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
5. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana diatas periode ulang T tahun.

4.2. Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berikut ini merupakan persyaratan dalam menentukan daerah aliran sungai :

1. Penentuan DAS sesuai dengan peta kontur / peta rupa bumi
 2. Penarikan garis DAS tegak lurus dengan garis lurus yang menunjukkan ketinggian dari elevasi tinggi kerendah atau dari hulu ke hilir
 3. DAS juga dapat dilihat dari tata guna lahan, dapat berupa jalan, rel kereta api, dan drainase atau pun sungai.
-

Pada Gambar 4. 1 merupakan gambaran luasan DAS dari sungai Ciseuseupan sebagai lokasi studi dalam penyusunan skripsi ini, yaitu terletak pada koordinat $6^{\circ}33'49.36''\text{LS}$; $106^{\circ}57'27.01''\text{BT}$ yang secara administratif berada pada lingkup Desa Pabuaran, Sukamakmur, Bogor, Jawa Barat.



Gambar 4.1 Zona DAS Sungai Ciseuseupan

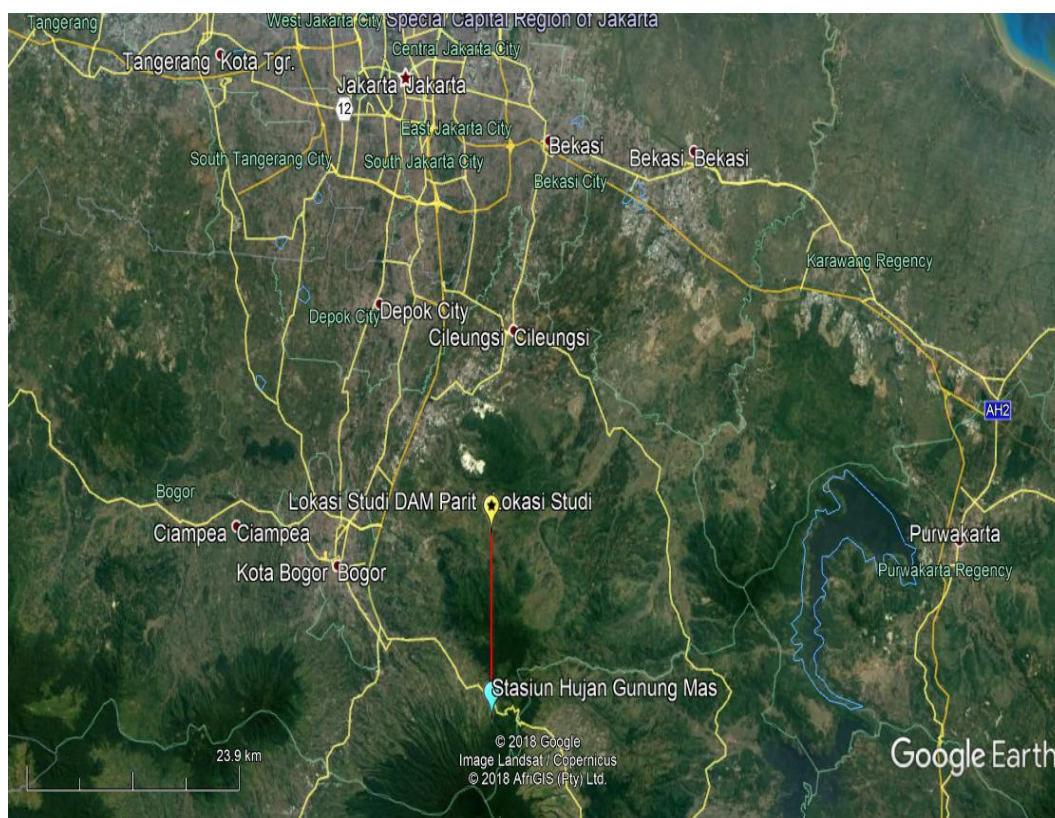
Sumber : Arc-Gis 10.5

Analisis Penerapan Teknologi Dam Parit Sebagai Alternatif Dalam Menangani Banjir dan Kekeringan

Pada Sub-DAS Kali Bekasi, Bekasi – Jawa Barat

4.3. Analisis Curah Hujan

Besarnya data curah hujan bulanan yang dianalisis ini merupakan data 10 tahun terakhir dimulai dari tahun 2008 hingga tahun 2017 yang di ambil dari 1 stasiun pemantau hujan Badan Meteorologi dan Geofisika Nasional terdekat dengan wilayah yang ditinjau, yakni : stasiun pengamatan hujan Gunung Mas sebagai pemberi pengaruh besar dalam distribusi curah hujan dalam daerah alira sungai (DAS). Berikut merupakan jarak dari stasiun pemantau curah hujan ketitik yang ditinjau :



Gambar 4. 2 Lokasi Studi Dam Parit dan Lokasi Stasiun Hujan Gn Mas

3.3.1. Analisis Curah Hujan Maksimum

Dari data hujan harian perlu ditentukan kemungkinan curah hujan maksimum yang dipergunakan untuk menentukan debit banjir rencana, berikut ini merupakan data curah hujan harian maksimum, dari data ini akan dilakukan analisis frekuensi dengan berbagai macam distribusi.

Perhitungan Standar Deviasi

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

Dimana :

SD = Standar Deviasi

\bar{x} = Curah Hujan Rata-rata (mm)

X_i = Curah Hujan Stasiun Ke – i (mm)

n = Jumlah Data

$$SD = \sqrt{\frac{6862,1}{9}} = 27,61$$

Berikut ini merupakan data curah hujan tahunan maksimal pada tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 pada stasiun hujan Gunung Mas, Kabupaten Bogor. Untuk data curah hujan harian tersedia pada lampiran.

Table 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum

TAHUN	Curah Hujan
	Regional
2008	110,0
2009	110,0
2010	110,0
2011	115,0
2012	61,0
2013	124,0
2014	165,0
2015	130,0
2016	98,0
2017	84,0
Jumlah	1107,0
Maximum	165,00
Rerata	110,70
Minimum	61,00
Standar Deviasi	27,61

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari table perhitungan diatas, maka dapat diperoleh suatu diagram yang menjelaskan besaran curah hujan maksimum yang terjadi pada kawasan tersebut.

Diagram tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 3 Curah Hujan Harian Maksimum

4.4. Analisis Frekuensi Hujan

Tujuan dari analisis frekuensi hujan adalah untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu berdasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan/debit dimasa mendatang. Pada analisis ini menggunakan beberapa metode untuk memperkirakan curah hujan dalam periode ulang tertentu, yaitu :

1. Metode Distribusi Normal
2. Metode Distribusi Log Normal 2 Parameter
3. Metode Distribusi Log Normal 3 Parameter
4. Metode Distribusi Pearson Type III
5. Metode Distribusi Log Pearson Type III
6. Metode Distribusi Gumbell

Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi curah hujan setempat, berikut merupakan uraian dari masing-masing metode yang digunakan :

4.4.1. Metode Distribusi Normal

Persamaan metode distribusi normal adalah sebagai berikut :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \times S$$

Dimana :

- X_{Tr} = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tahunan,(mm)
- \bar{X} = nilai rata-rata hitung variat, (mm)
- S : deviasi standar nilai variat,
- K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau kala ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. (Nilai Variabel reduksi Gauss).

Contoh perhitungan Metode Distribusi Normal :

$$\begin{aligned} X_{Tr} &= 110,7 + 0,00 \times 27,61 \\ &= 110,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan :

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Metode Distribusi Normal

No.	Tahun	No. Urut	X	X _{urut}	Tr (thn)
1	2008	7	110,00	165,00	11,00
2	2009	5	110,00	130,00	5,50
3	2010	6	110,00	124,00	3,67
4	2011	4	115,00	115,00	2,75
5	2012	10	61,00	110,00	2,20
6	2013	3	124,00	110,00	1,83
7	2014	1	165,00	110,00	1,57
8	2015	2	130,00	98,00	1,38
9	2016	8	98,00	84,00	1,22
10	2017	9	84,00	61,00	1,10

Jumlah data	n	10
Nilai rata-rata	X	110,70
Standard deviasi	S_x	27,61

Tr (tahun)	K _{Tr}	X _{Tr} (mm)	Peluang
1	-3,05	26,48	1,00
2	0,00	110,70	0,50
5	0,84	133,89	0,20
10	1,28	146,04	0,10
25	1,64	155,98	0,04
50	2,05	167,31	0,02
100	2,33	175,04	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.2. Metode Distribusi Log Normal 2 Parameter

Persamaan metode distribusi normal adalah sebagai berikut :

Koefisien Variasi (Cv)

Persamaan :

$$Cv = \frac{SD}{\bar{x}}$$

Dimana : Cv = Koef. Variasi

SD = Standar Deviasi

\bar{x} = Curah Hujan Rata-rata (mm)

$$Cv = \frac{27,61}{110,70}$$

$$= 0,249$$

Persamaan Distribusi Log Normal 2 Parameter

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \times S$$

$$X_{Tr} = 110,70 + (-0,1191) \times 27,61$$

$$= 107,41$$

Dimana : X_{Tr} = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tahunan,(mm)

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat, (mm)

S = deviasi standar nilai variat,

K_T = nilai karakteristik distribusi Log Normal 2 Parameter yang nilainya bergantung dari koefisien variasi (cv)

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan :

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Distribusi Log Normal 2 Parameter

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2008	7	110,0	165	11,00
2	2009	5	110,0	130	5,50
3	2010	6	110,0	124	3,67
4	2011	4	115,0	115	2,75

5	2012	10	61,0	110	2,20
6	2013	3	124,0	110	1,83
7	2014	1	165,0	110	1,57
8	2015	2	130,0	98	1,38
9	2016	8	98,0	84	1,22
10	2017	9	84,0	61	1,10

Jumlah data	n	10
Standar deviasi	S_x	27,61
Nilai rata-rata	X	110,70
Koefisien Variasi	C_v	0,249

Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	-0,1191	107,41	0,50
5	0,7748	132,09	0,20
10	1,3209	147,17	0,10
25	1,9202	163,72	0,04
50	2,4310	177,83	0,02
100	2,8793	190,20	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.3. Metode Distribusi Log Normal 3 Parameter

Persamaan metode distribusi Log Normal 3 Parameter adalah sebagai berikut :

Koefisien Skewness

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

Dimana : Cs = Koef. Skewness
 S = standar deviasi
 \bar{x} = curah hujan rata-rata (mm)
 Xi = curah hujan di stasiun ke i (mm)

Persamaan Distribusi Log Normal 3 Parameter

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \times S$$

Dimana : X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
 \bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan (x) mm
 S = standar deviasi dari data hujan (x) mm.
 K_T = nilai karakteristik distribusi Log Normal 3 Parameter yang nilainya bergantung dari koefisien variasi (cs)

Contoh perhitungan distribusi Log Normal 3 Parameter

$$\begin{aligned} X_{Tr} &= 110,70 + (-0,0283) \times 27,61 \\ &= 109,92 \end{aligned}$$

Berikut ini hasil analisis dari Distribusi Log Normal 3 Parameter :

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Distribusi Log Normal 3 Parameter

No.	Tahun	No. Urut	X	Xurut	Tr (thn)
-----	-------	----------	---	-------	----------

1	2008	7	110,00	165,00	11,00
2	2009	5	110,00	130,00	5,50
3	2010	6	110,00	124,00	3,67
4	2011	4	115,00	115,00	2,75
5	2012	10	61,00	110,00	2,20
6	2013	3	124,00	110,00	1,83
7	2014	1	165,00	110,00	1,57
8	2015	2	130,00	98,00	1,38
9	2016	8	98,00	84,00	1,22
10	2017	9	84,00	61,00	1,10

Jumlah data	n	10
Standar deviasi "X"	S_X	27,61
Nilai rata-rata "X"	X	110,70
Koefisien kemencengan	C_S	0,171

Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	-0,0283	109,92	0,50
5	0,7679	131,90	0,20
10	0,2562	117,78	0,10
25	1,5160	152,56	0,04
50	1,8439	161,61	0,02
100	2,1121	169,02	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.4. Metode Distribusi Pearson Type III

Persamaan Metode distribusi pearson type III adalah sebagai berikut :

$$X_t = x_i + K_T \cdot S_i$$

Dimana : x_i = Nilai Rata-rata
 S_i = Standar deviasi
 C_s = Koefisien Skewness
 K_T = Faktor sifat distribusi Pearson Type III, yang merupakan fungsi dari besarnya C_s yang ditunjukkan pada tabel.

Contoh perhitungan Distribusi Pearson Type III :

$$X_t = 110,70 + (-0,028) \cdot 27,61$$

$$= 109,92$$

Berikut ini adalah hasil analisis metode pearson type III :

Tabel 4. 5 Hasil Analisis Metode Pearson type III

No.	Tahun	X	$(X_i - X)^3$
-----	-------	---	---------------

1	2008	110,00	0
2	2009	110,00	0
3	2010	110,00	0
4	2011	115,00	80
5	2012	61,00	-122.763
6	2013	124,00	2.353
7	2014	165,00	160.103
8	2015	130,00	7.189
9	2016	98,00	-2.048
10	2017	84,00	-19.034
Jumlah data yang dipergunakan		n	10
Jumlah nilai data		ΣX	1107,00
Nilai rata-rata		X	110,70
Standard deviasi		S_x	27,61
koefisien kemencengan		C_s	0,171
<hr/>			
Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	-0,028	109,92	0,50
5	0,832	133,67	0,20
10	1,298	146,55	0,10
25	1,808	160,63	0,04
50	2,144	169,90	0,02
100	2,451	178,38	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.5. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Persamaan metode distribusi normal adalah sebagai berikut :

Rata-rata Log

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log } x} &= \frac{\sum \log xi}{n} \\ &= \frac{20,311}{10} \\ &= \mathbf{2,031}\end{aligned}$$

Standar Deviasi

$$\begin{aligned}\text{Si} &= \sqrt{\frac{(\log xi - \log \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,120}{10-1}} \\ &= \mathbf{0,116}\end{aligned}$$

Koefisien Skewness

$$\begin{aligned}\text{Cs} &= \frac{\sum (\log xi - \log \bar{x})^2}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \\ &= \frac{0,120}{(10-1) \times (10-2) \times 0,116^3} \\ &= \mathbf{- 0,793}\end{aligned}$$

Persamaan log pearson type III adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Log Xt} &= \overline{\log Xi} + Kt \cdot S \\ &= \mathbf{2,031 + 0,131 \cdot 0,116} \\ &= \mathbf{2,0462}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah Hasil analisis metode log pearson III :

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Distribusi Log Pearson Type III

No.	Tahun	X	log X	$(\log X_1 - \log X)^2$	$(\log X_1 - \log X)^3$																												
1	2008	110,00	2,0414	0,00011	0,00000																												
2	2009	110,00	2,0414	0,00011	0,00000																												
3	2010	110,00	2,0414	0,00011	0,00000																												
4	2011	115,00	2,0607	0,00088	0,00003																												
5	2012	61,00	1,7853	0,06038	-0,01484																												
6	2013	124,00	2,0934	0,00389	0,00024																												
7	2014	165,00	2,2175	0,03476	0,00648																												
8	2015	130,00	2,1139	0,00687	0,00057																												
9	2016	98,00	1,9912	0,00159	-0,00006																												
10	2017	84,00	1,9243	0,01140	-0,00122																												
Jumlah data yang dipergunakan				n	10																												
Jumlah nilai 'log X'				$\Sigma \log X$	20,311																												
Nilai rata-rata 'log X' (mean)				log X	2,031																												
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2				$\Sigma(\log X_1 - \log X)^2$	0,120																												
Standard deviasi 'log X'				S_{logX}	0,116																												
Jumlah selisih dengan mean pangkat 3				$\Sigma(\log X_1 - \log X)^3$	-0,009																												
koefisien kemencengan				C_s	-0,793																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tr (tahun)</th> <th>K_{Tr}</th> <th>log X_{Tr}</th> <th>X_{Tr} (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0,131</td> <td>2,0462</td> <td>111,22</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,856</td> <td>2,1299</td> <td>134,88</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1,167</td> <td>2,1659</td> <td>146,52</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>1,451</td> <td>2,1986</td> <td>158,00</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>1,610</td> <td>2,2170</td> <td>164,83</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1,738</td> <td>2,2318</td> <td>170,55</td> </tr> </tbody> </table>						Tr (tahun)	K _{Tr}	log X _{Tr}	X _{Tr} (mm)	2	0,131	2,0462	111,22	5	0,856	2,1299	134,88	10	1,167	2,1659	146,52	25	1,451	2,1986	158,00	50	1,610	2,2170	164,83	100	1,738	2,2318	170,55
Tr (tahun)	K _{Tr}	log X _{Tr}	X _{Tr} (mm)																														
2	0,131	2,0462	111,22																														
5	0,856	2,1299	134,88																														
10	1,167	2,1659	146,52																														
25	1,451	2,1986	158,00																														
50	1,610	2,2170	164,83																														
100	1,738	2,2318	170,55																														

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.6. Metode Distribusi Gumbell

Persamaan metode distribusi normal adalah sebagai berikut :

$$X_{Tr} = X + K \cdot Sx$$

Dimana : X_{Tr} = Curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

X = Curah hujan maksimum rata-rata

Sx = Standar Deviasi

K = Faktor Frekuensi

S_n, Y_n = Faktor pengurangan deviasi standar rata-rata sebagai fungsi dari jumlah data

$$\begin{aligned} X_{Tr} &= 110,70 + \left(\frac{0,3665 - 0,4952}{0,9496} \right) \cdot 27,61 \\ &= 106,96 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah hasil analisis metode Gumbel :

Tabel 4. 7 Hasil Analisis Distribusi Gumbell

No.	Tahun	X	$(X_1 - X)^2$	X _{urut}	Tr (tahun)
1	2008	110,00	0,49	165,00	11,00
2	2009	110,00	0,49	130,00	5,50
3	2010	110,00	0,49	124,00	3,67
4	2011	115,00	18,49	115,00	2,75
5	2012	61,00	2470,09	110,00	2,20
6	2013	124,00	176,89	110,00	1,83
7	2014	165,00	2948,49	110,00	1,57
8	2015	130,00	372,49	98,00	1,38
9	2016	98,00	161,29	84,00	1,22
10	2017	84,00	712,89	61,00	1,10

Jumlah data yang dipergunakan	n	10
Jumlah nilai data	ΣX	1107,00
Nilai rata-rata	X	110,70
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2	$\Sigma(X_1 - X)^2$	6862,10
Standard deviasi	S_X	27,61
Koefisien y _n (reduced mean)	Y_n	0,4952
Koefisien s _n (reduced S _d)	S_n	0,9496

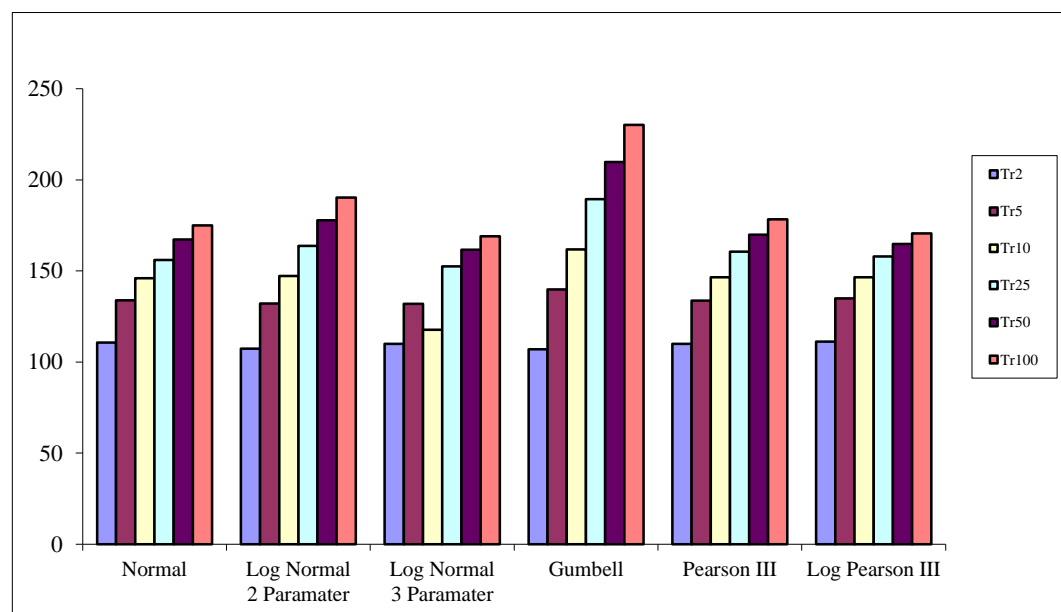
Tr (tahun)	Y _{Tr}	X _{Tr} (mm)	Peluang
2	0,3665	106,96	0,50
5	1,4999	139,92	0,20
10	2,2504	161,74	0,10
25	3,1985	189,31	0,04
50	3,9019	209,76	0,02
100	4,6001	230,06	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan Dari hasil analisis frekuensi diatas diperoleh intensitas curah hujan untuk beberapa periode ulang yang biasa digunakan untuk perencanaan, resume perhitungan analisis frekuensi curah hujan disajikan dalam bentuk table dan grafik seperti berikut :

Tabel 4. 8 Resume Analisis Frekuensi Curah Hujan

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
2	110,70	107,41	109,92	106,96	109,92	111,22
5	133,89	132,09	131,90	139,92	133,67	134,88
10	146,04	147,17	117,78	161,74	146,55	146,52
25	155,98	163,72	152,56	189,31	160,63	158,00
50	167,31	177,83	161,61	209,76	169,90	164,83
100	175,04	190,20	169,02	230,06	178,38	170,55

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4. 4 Resume Analisis Frekuensi Curah Hujan

4.5. Analisis Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan sebaran dengan metode Smirnov-Kolmogorov adalah untuk menguji apakah sebaran yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut, adapun tahapan-tahapan rutan pengerjaan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan diurutkan dari besar ke kecil
2. Menghitung besarnya probabilitas dengan menggunakan pers. Weibull
3. Dari grafik yang sudah diplot data curah hujan akan didapatkan perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris yang disebut dengan Δ_{hit} . Harga Δ_{hit} tersebut kemudian dibandingkan dengan Δ_{Cr} yang di dapat dari table Smirnov-Kolmogorov untuk suatu derajat tertentu (Δ), dimana untuk bangunan air harga Δ diambil 5%
4. Bila harga $\Delta_{hit} < \Delta_{Cr}$, maka dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi masih dalam batas-batas yang diizinkan.

Perhitungan uji kecocokan distribusi intensitas curah hujan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Resume Uji Kecocokan Curah Hujan Smirnov-Kolmogorov

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
1	18,29	18,40	79,85	0,35	10,50	24,27

2	5,11	2,16	34,05	13,00	13,37	2,01
3	3,14	0,28	21,73	5,57	12,86	3,15
4	4,85	2,73	8,25	4,39	17,24	8,82
5	3,46	3,08	0,23	0,86	18,66	11,29
6	2,79	0,71	3,07	6,79	15,73	9,27
7	9,27	3,92	5,48	14,03	13,25	7,58
8	3,94	5,30	19,56	9,31	23,11	18,14
9	1,09	16,84	35,39	3,21	35,22	30,88
10	12,70	37,65	60,04	9,87	56,53	52,77
Selisih Maks	18,29	37,65	79,85	14,03	56,53	52,77
Uji Kecocokan	41,00					
Korelasi	Diterima	Diterima	Ditolak	Diterima	Ditolak	Ditolak

Berdasarkan resume hasil uji kecocokan curah hujan regional diatas, maka dipilih menggunakan metode gumbell karena memiliki selisih maksimal paling kecil dibanding metode lainnya.

Sumber : Hasil Perhitungan

4.6. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi (Joesron Loebis, 1992) intensitas hujan dapat diperhitungkan dengan menggunakan rumus Dr. Mononobe. Berikut persamaan dari Dr. Mononobe :

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Klasifikasi Curah hujan menurut Kohnke Bertand, 1959

Tabel 4. 10 Klasifikasi Hujan

Intensitas Hujan (mm/jam)	Klasifikasi
< 6,25	Kecil
6,26 – 12,50	Sedang
12,51 – 50,00	Lebat
>50,00	Sangat Lebat

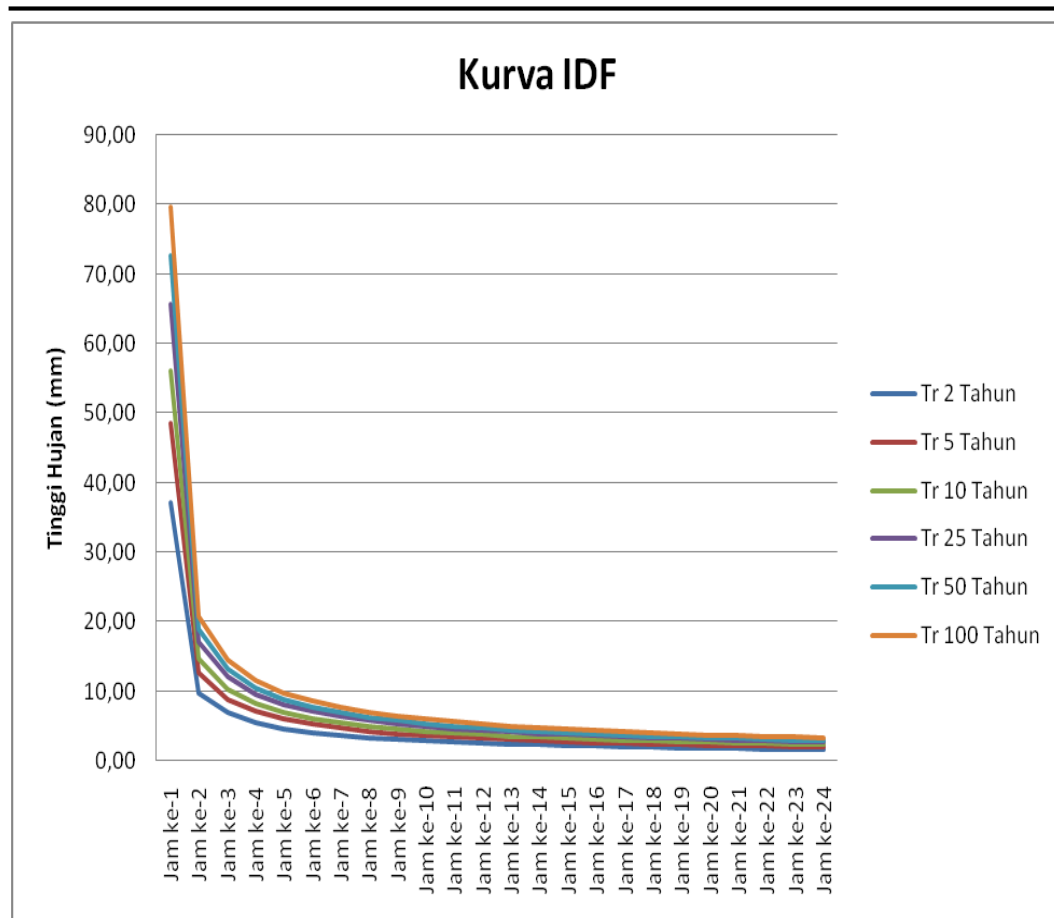
Sumber : Arsyad, 2000

Berdasarkan dari table 4.10 dapat disimpulkan bahwa curah hujan termasuk dalam kategori sangat lebat dimana curah hujan maksimum yaitu 79,76 yang lebih besar dari 50,00

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Harian PerJam

Waktu / Jam	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
Jam ke-1	37,08	48,51	56,07	65,63	72,72	79,76
Jam ke-2	9,64	12,61	14,57	17,06	18,90	20,73
Jam ke-3	6,76	8,84	10,22	11,97	13,26	14,54
Jam ke-4	5,38	7,04	8,14	9,53	10,56	11,58
Jam ke-5	4,55	5,95	6,87	8,04	8,91	9,78
Jam ke-6	3,97	5,20	6,01	7,03	7,79	8,55
Jam ke-7	3,55	4,65	5,37	6,29	6,97	7,64
Jam ke-8	3,23	4,22	4,88	5,71	6,33	6,94
Jam ke-9	2,97	3,88	4,49	5,26	5,82	6,39
Jam ke-10	2,76	3,61	4,17	4,88	5,41	5,93
Jam ke-11	2,58	3,37	3,90	4,56	5,06	5,55
Jam ke-12	2,43	3,17	3,67	4,30	4,76	5,22
Jam ke-13	2,30	3,00	3,47	4,06	4,50	4,94
Jam ke-14	2,18	2,85	3,30	3,86	4,28	4,69
Jam ke-15	2,08	2,72	3,14	3,68	4,08	4,47
Jam ke-16	1,99	2,60	3,01	3,52	3,90	4,28
Jam ke-17	1,91	2,50	2,88	3,38	3,74	4,10
Jam ke-18	1,83	2,40	2,77	3,25	3,60	3,94
Jam ke-19	1,77	2,31	2,67	3,13	3,47	3,80
Jam ke-20	1,71	2,23	2,58	3,02	3,35	3,67
Jam ke-21	1,65	2,16	2,50	2,92	3,24	3,55
Jam ke-22	1,60	2,09	2,42	2,83	3,14	3,44
Jam ke-23	1,55	2,03	2,35	2,75	3,04	3,34
Jam ke-24	1,51	1,97	2,28	2,67	2,95	3,24

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.5 Kurva Intensity Duration Frequency

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7. Analisis Debit Banjir

Penentuan debit banjir rencana, dilakukan menurut ketentuan Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, SNI. Penentuan debit banjir yang dilakukan adalah dengan Metode Unit Hidrograf (Hidrograf Sintetik) Nakayasu dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,6 (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})}$$

Dimana :

- Q_p = debit banjir (m^3 / detik)
- R_0 = Unit curah hujan (mm)
- A = Luas daerah tangkapan sampai outlet
- C = Koefisien Pengaliran

T_p = Waktu konsentrasi (jam)

T_p = $t_g + 0,8 t_r$

T_r = tenggang waktu hidrograf

= $0,5 - 1 t_g$

T_g = waktu konsentrasi (jam), tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (time lag), dalam hal ini jika :

$L < 15 \text{ km } t_g = 0,21 \cdot L^{0,7}$

$L > 15 \text{ km } t_g = 0,4 + 0,058 \cdot L$

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan dari kulminasi sampai 30 % banjir (jam).

$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$

$\alpha = \frac{0,47 \cdot (A \times L)^{0,25}}{t_g}$

untuk :

1. Daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$
2. Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$
3. Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

Bagian lengkung naik (rising limb) hidrograf satuan memiliki rumus sebagai berikut :

$$Q_a = Q_p = \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

Dimana : Q_a = Limpasan sebelum mencapai debit

Puncak (m^3/det)

t = Waktu (jam)

Bagian lengkung turun (*decreasing limb*) hidrograf satuan

a. Selang nilai : $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}}$$

b. Selang nilai : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}}\right)}$$

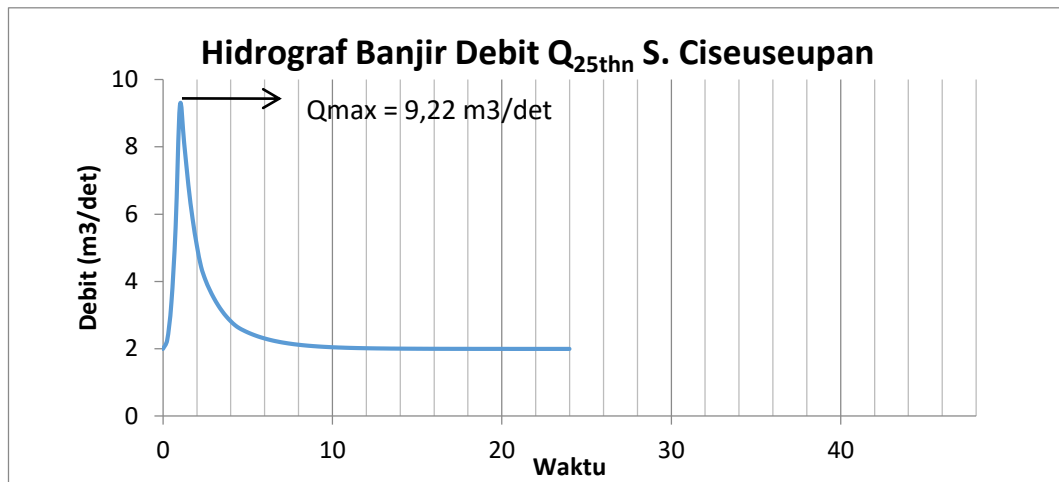
c. Selang nilai : $1,5 T_{0,3} > (T_p + T_{0,3} + 0,5 T_{0,3})$

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}}\right)}$$

Tabel 4. 12 Input Unit Hidrograf Sungai Ciseuseupan

No	Parameter Unit Higrograf	
1	Panjang sungai/saluran (L)	
	L	= 5,1034 km
2	Luas DAS	
	F _{DAS}	= 1,5255 km ²
3	Koef. Pengaliran DAS	
	CW _{DAS}	= 0,18
4	Time tag (Tg)	
	Tg	= 0,7 jam
	Syarat :	
	L < 15 km; Tg = 0,4 + 0,058L	
	L > 15 km; Tg = 0,21L ^{0,7}	
5	Satuan waktu hujan (tr)	
	tr	= 0,460 jam
	Syarat :	
	tr = 0,5 tg s.d 1,0 tg	
6	Peak time (Tp)	
	Tp = tg + 0,8.tr	= 1,03 jam
7	Parameter hidrograf	
	Parameter alfa (α)	= 2
	T _{0,3}	= 1,314
	0,5T _{0,3}	= 0,66 jam
	1,5T _{0,3}	= 1,97 Jam
	2,0T _{0,3}	= 2,63 Jam
8	Curah hujan spesifik (R ₀)	
	R ₀	= 1 Mm
9	Debit puncak	
	Qp	= 0,0470 m ³ /dt/mm
10	Base flow	
	Qb	= 2,00 m ³ /dt/mm

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4. 6 Grafik Perhitungan Unit Hidrograf Durasi 25 tahun

Sumber : Hasil Perhitungan

4.8. Analisis Ketersediaan Air

Perhitungan debit andalan bertujuan untuk menganalisa ketersediaan air di sungai, yang dikenal juga sebagai debit aliran rendah. Debit andalan merupakan debit minimal yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk memenuhi kebutuhan air. Analisa debit andalan atau debit aliran rendah memerlukan data debit harian atau bulanan dengan rentang waktu lebih dari 10 tahun. Untuk ketepatan yang lebih baik diperlukan data dengan rentang waktu yang lebih panjang. Data harus berupa data pengukuran pada stasiun Automatic Water Level Recorder (AWLR) di atau dekat lokasi pekerjaan.

Apabila data yang panjang (minimal 10 tahun) tidak tersedia maka tergantung tersedianya data curah hujan. Data debit dapat diprediksi dengan suatu model yang menghubungkan hujan dan limpasan (*run off*). Dengan demikian data ketersediaan air dapat diperkirakan.

Dalam penulisan ini untuk menganalisis ketersediaan air dalam aliran sungai atau yang dikenal sebagai debit andalan menggunakan metode *Mock*. Dasar pendekatan metode ini adalah dengan memepertimbangkan data-data sebagai berikut :

- a. Data curah hujan bulanan rata-rata

-
- b. Evapotranspirasi potensial yang dihitung menggunakan metode Penmann modifikasi
 - c. Data jumlah hari hujan
 - d. Perhitungan evapotranspirasi

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi potensial digunakan metode Penmann Modifikasi, yang umum dipakai di Indonesia dan memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi karena memperhitungkan banyak komponen klimatologi yakni temperature, radiasi matahari, kelembaban dan kecepatan angin.

Persamaan empiris guna menghitung besar evapotranspirasi potensial bulanan dengan metode Penmann Modifikasi adalah sebagai berikut:

$$ET_o = c [W \cdot R_n + (1-W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)]$$

Dimana :	ET_o	= evapotranspirasi tanaman (mm/hari)
	W	= factor temperature dengan, $W = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma}$
	R_n	= radiasi bersih (mm/hari)
	$f(u)$	= factor kecepatan angin
	$(e_a - e_d)$	= perbedaan antara tekanan uap air pada temperature rata-rata dengan tekanan uap jenuh air (<i>mbar</i>)
	c	= faktor perkiraan dari kondisi musim

Tabel 4. 14 Perhitungan Evaporasi Potensial (Eto) Dengan Menggunakan Metoda Penman Modifikasi (mm/hr)

No	Bulan	T	ea	Rh	Rh/100	ed	ea-ed	U	f(U)	W	W-1	Ra	n/N	n/N	Rs	Rns	f(T)	f(ed)	f(n/N)	Rnl	Rn	C	Eto
		C°	mbar	%	%	mbar	mbar	km/hr				mm/hr	%		mm/hr	mm/hr				mm/hr	mm/hr		mm/hr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Jan	25,39	32,43	86,54	0,86537	28,066	4,366	7,98	0,292	0,745	0,255	15,50	3,3	0,03	4,13	3,10	15,75	0,107	0,1296	0,218	2,879	1,03	2,544
2	Feb	25,33	32,33	87,25	0,87251	28,206	4,122	8,08	0,292	0,744	0,256	15,80	3,3	0,03	4,21	3,16	15,73	0,106	0,1293	0,216	2,939	1,03	2,573
3	Maret	25,84	33,30	84,62	0,84621	28,176	5,121	8,43	0,293	0,749	0,251	15,60	4,5	0,04	4,25	3,19	15,86	0,106	0,1401	0,236	2,949	1,03	2,667
4	April	26,23	34,09	84,71	0,84713	28,876	5,211	7,93	0,291	0,753	0,247	14,90	5,1	0,05	4,11	3,08	15,95	0,104	0,1462	0,241	2,839	1,03	2,588
5	Mei	26,31	34,25	84,04	0,84036	28,779	5,467	7,36	0,290	0,754	0,246	13,80	4,9	0,05	3,79	2,84	15,96	0,104	0,1439	0,239	2,601	1,03	2,412
6	Juni	26,06	33,73	82,82	0,82822	27,934	5,794	7,00	0,289	0,752	0,248	13,20	4,5	0,05	3,60	2,70	15,91	0,107	0,1405	0,240	2,458	1,02	2,316
7	Juli	25,64	32,91	80,48	0,80477	26,485	6,425	7,01	0,289	0,747	0,253	13,40	5,9	0,06	3,74	2,81	15,81	0,114	0,153	0,275	2,534	1,03	2,423
8	Agust	25,92	33,45	78,32	0,78319	26,196	7,252	7,27	0,290	0,750	0,250	14,30	6,8	0,07	4,06	3,05	15,88	0,115	0,1616	0,295	2,754	1,03	2,667
9	Sept	26,14	33,90	77,47	0,77473	26,265	7,637	7,77	0,291	0,752	0,248	15,10	6,9	0,07	4,30	3,22	15,93	0,115	0,1621	0,296	2,926	1,03	2,842
10	Okt	26,30	34,24	80,57	0,80565	27,583	6,654	7,70	0,291	0,754	0,246	15,60	6,1	0,06	4,38	3,28	15,96	0,109	0,155	0,269	3,013	1,03	2,841
11	Nop	26,14	33,89	83,88	0,83877	28,425	5,464	8,76	0,294	0,752	0,248	15,50	4,7	0,05	4,24	3,18	15,93	0,105	0,1419	0,238	2,939	1,03	2,690
12	Des	25,94	33,49	84,31	0,8431	28,236	5,255	8,53	0,293	0,750	0,250	15,40	3,9	0,04	4,15	3,11	15,89	0,106	0,1354	0,228	2,886	1,03	2,627

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

- 4) Nilai e_a (tekanan uap jenuh) diperoleh dengan menggunakan tabel 1 (yang menunjukkan besarnya nilai e_a tergantung pada besarnya temperatur rata-rata / T).

Tabel 4. 15 Saturation Vapour Pressure (e_a) in mbar as Function of Mean Air Temperature (T) in °C

Temperature °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
e_a mbar	6	7	7	8	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22
Temperature °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
e_a mbar	23	25	26	28	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50	53	56	59	63	66,3	70

- 5) R_h = Kelembaban rata-rata
- 7) e_d = Tekanan uap nyata
- 8) $e_a - e_d$ = Perbedaan tekanan uap air
- 9) U = Kecepatan angin rata-rata
- 10) $f(U)$ = Fungsi angin relative

$$f(U) = 0,27 \left(1 + \left(\frac{U}{100} \right) \right)$$

- 11) Faktor berat (W) diperoleh dengan menggunakan tabel 2 (mengambarkan hubungan antara temperatur / T dengan W untuk berbagai altitude).

Tabel 4. 16 Values of Weighting Factor (W) for the Effect of Radiation on E_{t0} at Different Temperatures and Altitudes

Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W at altitude																				
0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85
50	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,6	0,62	0,65	0,67	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,8	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89
4000	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9	0,9

23) Penyinaran radiasi matahari teoritis (R_a) diperoleh dengan menggunakan tabel .3 (pada sumbernya pada tabel 5) berdasarkan drajat lintangnya.

24) n/N = Penyinaran matahari rata-rata

26) R_s = Penyinaran radiasi matahari setelah terkoreksi

$$R_s = (0,25 + [0,5n/N])R_a$$

27) R_{ns} = Penyinaran radiasi matahari yang dikoreksi bumi

$$a = 0,25$$

$$R_{ns} = (1 - a)R_s$$

28) Harga $f(T)$ koreksi terhadap temperatur diperoleh dengan menggunakan table 4 (pada tabel ini menggambarkan hubungan antara $f(T)$ dengan T).

Tabel 4. 17 Effect of Temperature (T) on Longwave Radiation (Rnl)

$T^{\circ}C$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
$f(T)=\delta Tk^4$	11	11,4	11,7	12	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	15	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1

29) Harga $f(ed)$ koreksi akibat tekanan air dapat juga digunakan tabel 8 pada sumbernya.

$$f(ed) = 0,34 - (0,044 \cdot ed^{0,5})$$

30) Harga $f(n/N)$ dapat juga diperoleh dengan menggunakan tabel 9 pada sumbernya.

$$f(n/N) = 0,1 + (0,9n/N)$$

31) R_{nl} = Radiasi matahari yang dipancarkan bumi.

$$R_{nl} = f(T) \times f(ed) \times f(n/N)$$

32) R_n = Penyinaran radiasi matahari bersih.

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

33) Faktor penggantian kondisi cuaca akibat siang dan malam (C)

$R_h \max = 85\%$ Dengan menggunakan nilai $R_h \max$ yang diketahui dan R_s yang didapat dan dengan asumsi Dengan menggunakan nilai $R_h \max$ yang diketahui dan R_s yang didapat dan dengan asumsi

34) ET_o = evapotranspirasi potensial.

$$ET_o = ((W \times R_n) \times ((1 - W) \times (e_a - e_d) f(U))) C$$

4.9. Simulasi Hujan Limpasan (NRECA)

Simulasi merupakan cara empiris untuk mengetahui debit andalan dalam perencanaan bangunan air. Terdapat 3 metode yang umum digunakan dalam pemodelan hujan-limpasan di Indonesia yaitu, metode *Mock*, NRECA, dan tank model. Ketiganya direkomendasikan karena memiliki tingkat empiris, ketepatan hasil, dan kemudahan penggunaan. Dalam laporan ini penentuan debit andalan dilakukan simulasi hujan-limpasan dengan metode NRECA yang didapat dari dokumen resmi untuk perencanaan hidrologi oleh *National Rural Electric Cooperative Association* (NRECA).

1. Kalibrasi model

Pada tahapan ini dilakukan simulasi biasa dengan menggunakan data historis dengan tujuan mendapatkan parameter-parameter lingkungan yang akan digunakan dalam pemodelan debit sintetik. Untuk mengkalibrasi parameter dibutuhkan data debit suatu sungai pada DAS (Daerah Aliran Sungai) yang akan dihitung Parameter yang digunakan untuk menilai kesesuaian parameter kondisi lingkungan yang dicari ialah dilihat dari grafik perbandingan debit, grafik FDC, dan nilai error yang dihitung menggunakan metode Nash Sutcliffe-Efficiency (NSE).

2. Perhitungan

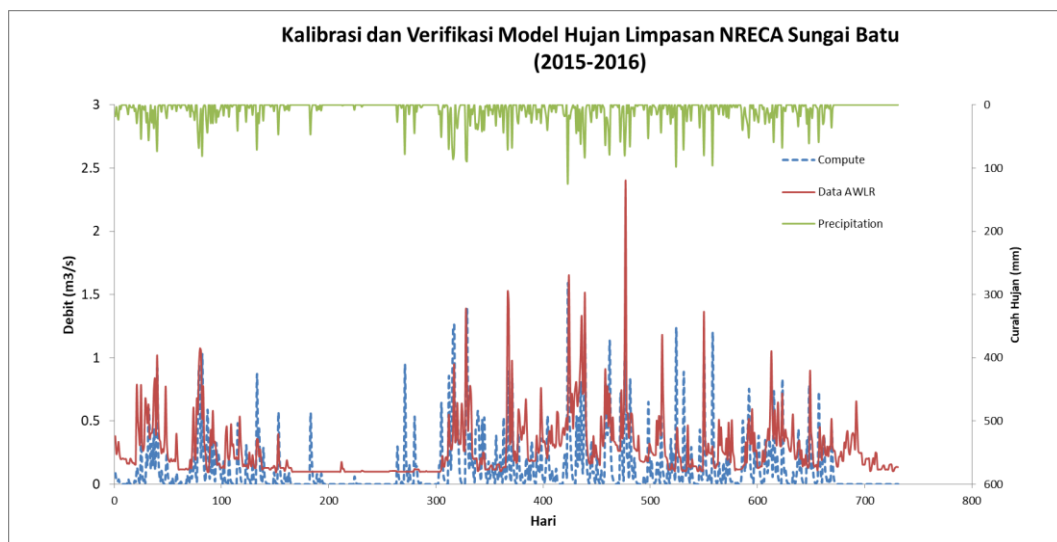
Pada tahapan ini dilakukan perhitungan debit model andalan dari DAS menggunakan parameter lingkungan yang sudah divalidasi.

Berikut adalah hasil model hujan dengan menggunakan NRECA untuk lokasi terpilih:

Tabel 4. 18 Perhitungan Debit Andalan 80% dengan Menggunakan Metoda Nreka

Ket: MS : Moisture Storage Nominal Moisture Storage (Nom) = $100 + 0,2 R_{Tahunan}$: 114,83
 PET : Potensial Evapotranspiration
 AET : Aktual Evapotranspiration
 P₁ : Porsentase runoff
 P₂ : Porsentase Tampungn Tanah

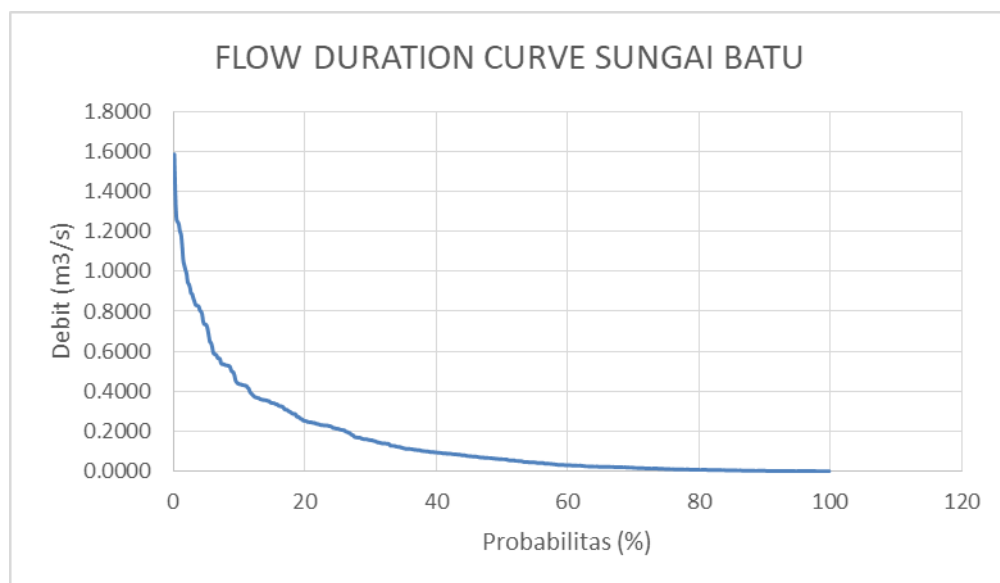
Bln	Jml Hari	Curah Hujan Bulanan (R _{Bulanan})	Evaporasi PET (Penman Modifikasi)	Moist. Storage (MS)	Perb. MS/Nom.	Perb. R ₀ /PET	Perb. AET/PET	AET	Water Balance	Ratio Kelebihan Moist Stor	Kelebihan Moist Stor	P ₁ = 0,60		P ₂ = 0,70		CA (km ²) = 1,00		Aliran Permukaan Nreka	
												Perubahan Moist Stor	Pengisian Air tanah	Awal Tamp. Air Tanah	Akhir Tamp. Air Tanah	Aliran Air Tanah	Aliran Langsung		Aliran Permukaan
		(mm)	(mm)	(mm)	(Ratio)	(3)/(4)	Grafik (NR.2)	(mm)	(mm)	(NR.1)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ³ /dt/km ²)
								(8)x(4)	(3)-(9)	Grafik	(11)x(10)	(10)-(12)	P1x(12)	(16)-(17)	(14)+(15)	P2x(16)	(12)-(14)	(18)+(17)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
J	31	12,23	78,87	1.200	10,45	0,16	1,00	78,87	-	1,0000	-	-	-	65	65	46	-	46	0,0170
F	29	9,40	72,04	1.200	10,45	0,13	1,00	72,04	-	1,0000	-	-	-	20	20	14	-	14	0,0055
M	31	6,58	82,68	1.200	10,45	0,08	1,00	82,68	-	1,0000	-	-	-	6	6	4	-	4	0,0015
A	30	9,10	77,65	1.200	10,45	0,12	1,00	77,65	-	1,0000	-	-	-	2	2	1	-	1	0,0005
M	31	5,35	74,77	1.200	10,45	0,07	1,00	74,77	-	1,0000	-	-	-	1	1	0	-	0	0,0001
J	30	0,50	69,48	1.200	10,45	0,01	1,00	69,48	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
J	31	0,06	75,11	1.200	10,45	0,00	1,00	75,11	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
A	31	1,94	82,69	1.200	10,45	0,02	1,00	82,69	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
S	30	5,27	85,25	1.200	10,45	0,06	1,00	85,25	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
O	31	3,90	88,06	1.200	10,45	0,04	1,00	88,06	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
N	30	11,78	80,69	1.200	10,45	0,15	1,00	80,69	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
D	31	8,03	81,45	1.200	10,45	0,10	1,00	81,45	-	1,0000	-	-	-	0	0	0	-	0	0,0000
		74,16												0					



Gambar 4. 7 kalibrasi dan Verifikasi Model Hujan limpasan NRECA Lokasi Sungai Ciseuseupan (Sungai Batu)

4.9.1. Kurva Durasi Aliran (FDC)

Dari hasil perhitungan didapatkan debit model harian sepanjang tahun, yang kemudian diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil. Setelah diurutkan dihitung probabilitas dari tiap data debit harian dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 8 Flow Duration Curve Sungai Ciseuseupan (S.Batu)

4.10. Penentuan Tinggi Optimal DAM Parit

4.10.1. Parameter Desain

4.10.1.1. Tinggi Bendung

Ketinggian bangunan bendung didesain dengan mempertimbangkan kondisi topografi dan geologi di lokasi rencana pembangunan. Dimensi bendung didesain dengan ketinggian maksimum sebesar 15 m. Umumnya, ketinggian bendung diambil pada interval 2-10 m, tergantung pada parameter teknisnya, seperti debit, kontur lahan, dan stabilitas batuan bawahnya.

4.10.1.2. Desain Pelimpah (Spillway)

Pelimpah didesain dengan mempertimbangkan nilai efisiensi yang mempengaruhi hasil perhitungan. Perhitungan dilakukan dengan menerapkan persamaan matematis aliran di atas ambang.

4.10.1.3. Sedimentasi

Perbedaan kondisi aliran yang mengalir pada suatu saluran (sungai/saluran buatan), mengakibatkan terjadinya perbedaan jenis sedimen yang terbawa. Faktor ini menjadi pertimbangan dalam pemilihan tipe bendung dan kebutuhan pintu pembilas ataupun intake.

4.10.1.4. Tinggi Jagaan (Freeboard)

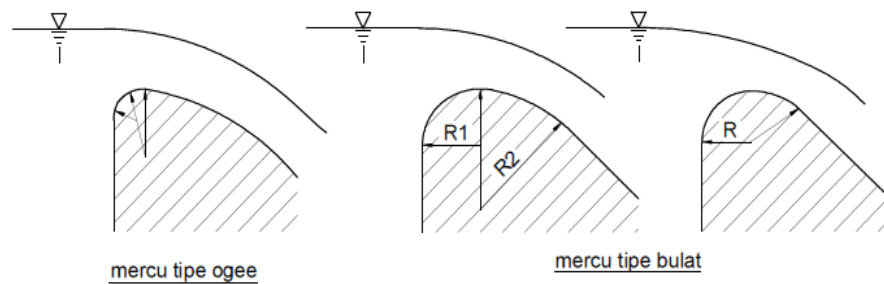
Ketinggian freeboard umumnya diambil sebesar maksimal 1 m dari posisi bank protection.

4.10.2. Analisis Hidrolika Dan Data Teknis

4.10.1.5. Dimensi Bendung Pelimpah

Lebar bendung pelimpah (dam parit), yaitu jarak antara pangkal-pangkalnya (abutment), sebaiknya sama dengan lebar rata-rata sungai pada bagian yang stabil. Di bagian bawah potongan melintang sungai, lebar rata-rata ini dapat diambil pada debit penuh (bankful discharge). Sementara itu di bagian atas mungkin sulit untuk menentukan debit penuh. Lebar maksimum bendung hendaknya tidak lebih dari 1,2 kali lebar rata-rata sungai pada ruas yang stabil.

Di Indonesia pada umumnya digunakan dua tipe mercu untuk bendung pelimpah : tipe Ogee dan tipe bulat (lihat Gambar 4. 10).



Gambar 4. 10 Dua Tipe Mercu Untuk Bendung Pelimpah

Sumber : KP – 02, 2010

Kedua bentuk mercu tersebut dapat dipakai baik untuk konstruksi beton maupun pasangan batu atau bentuk kombinasi dari keduanya.

Setelah mendapatkan elevasi muka air banjir, kemudian banjir ditentukan pula tinggi jagaan berguna untuk :

- Menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum
- Mencegah kerusakan tanggul saluran

Meningginya muka air sampai di atas tinggi yang telah direncana bisa disebabkan oleh penutupan pintu secara tiba-tiba disebelah hilir, variasi ini akan bertambah dengan membesarnya debit. Meningginya muka air dapat pula diakibatkan oleh pengaliran air buangan ke dalam saluran.

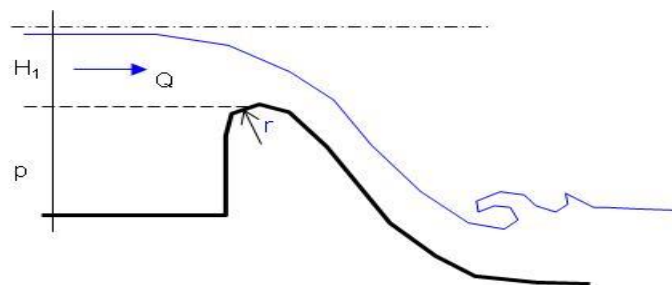
Tinggi jagaan minimum yang diberikan pada bangunan air dengan debit rencana seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 4. 14

Tabel 4. 14 Tinggi Jagaan Minimum

debit rencana (m ³ /dt)	tanpa jalan Inspeksi (m)	dengan jalan inspeksi (m)
$Q \leq 1$	1,00	3,00
$1 < Q < 5$	1,50	5,00
$5 < Q \leq 10$	2,00	5,00
$10 < Q \leq 15$	3,50	5,00
$Q > 15$	3,50	≈ 5,00

4.10.2.1. Tinggi Energi Di Atas Pelimpah

Persamaan debit untuk aliran di atas bendung dideskripsikan sebagai berikut :



Gambar 4. 9 proyeksi Tinggi Energi Di Atas Pelimpah

Sumber : Kajian Lebar Bangunan Pelimpah, Dany Elisa Victory, Dkk. 2016

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot B_e \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_1^{1,5}}$$

Dimana : Q = debit banjir, m³/detik

C_d = koefisien debit (C_d = C₀C₁C₂)

g = percepatan gravitasi, m/dt²

b = lebar pelimpah, m

H₁ = tinggi energy di atas mercu pelimpah, m

Hasil perhitungan diatas menghasilkan tinggi muka air banjir di hulu untuk setiap lokasi dam parit yang dapat dilihat pada tabel data teknis. Sedangkan untuk menentukan tinggi muka air banjir di bagian hilir digunakan rumus Bazin, sebagai berikut :

$$V = C\sqrt{RS}$$

$$C = \frac{87}{\left(1 + \left(\frac{y}{\sqrt{R}}\right)\right)}$$

$$Q = V \times A$$

Dimana : Q = debit banjir, m³/det

C = Koef. Debit

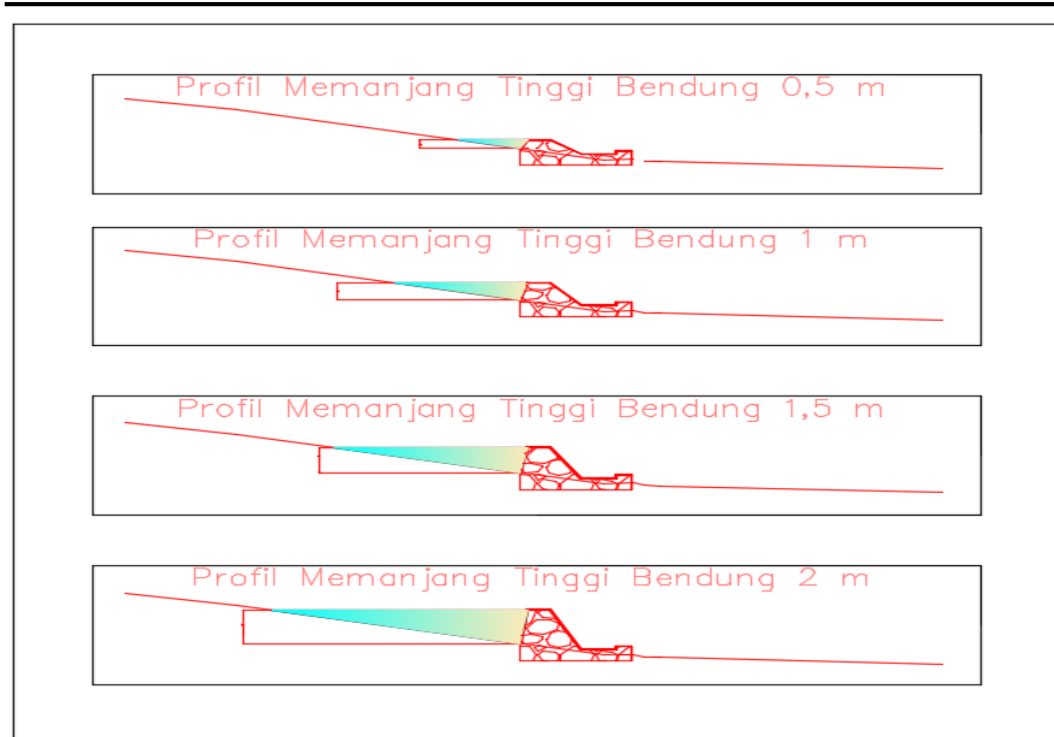
y = Koef. Kekasaran basin (tabel)

R = jari-jari hidrolis, m

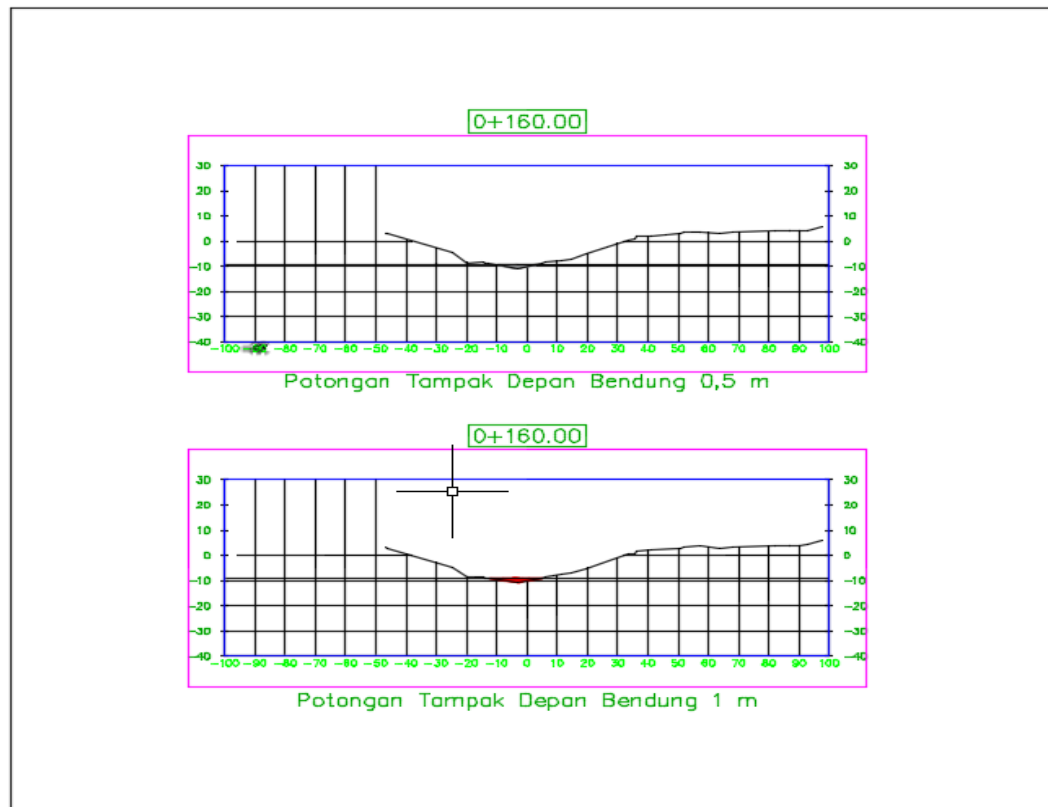
S = kemiringan sungai di hilir, %

4.10.3. Perencanaan Tinggi Bendung

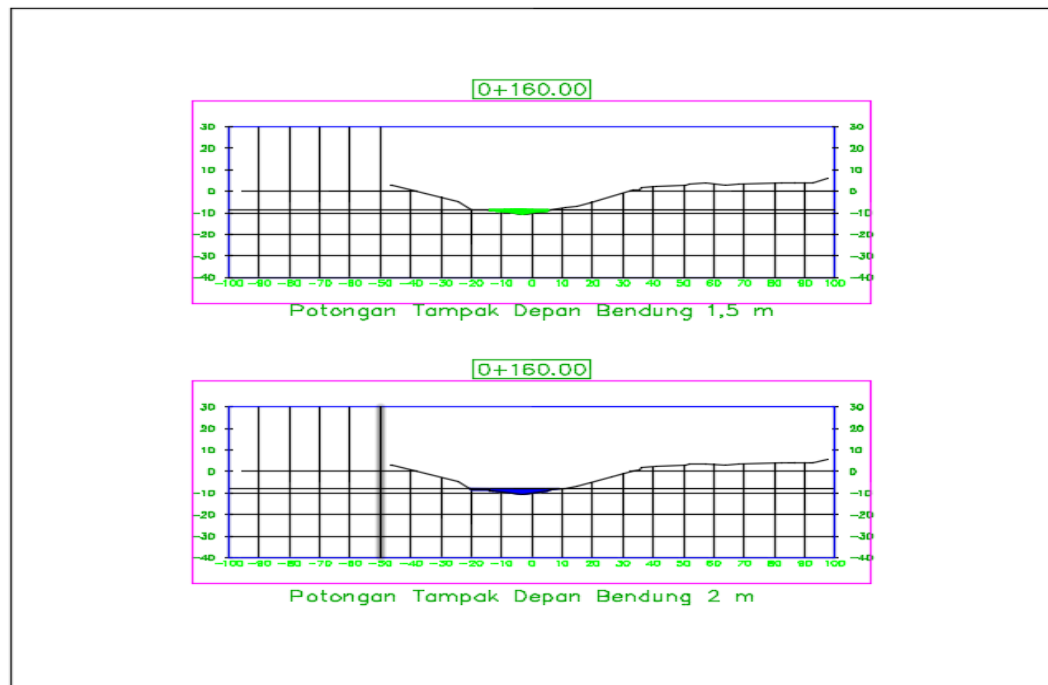
Pada analisis ini tinggi bendung yang direncanakan menggunakan interval 50 cm = 0,5 m yaitu h = 0,5 m, h = 1 m, h = 1,5 m dan h = 2 m. Setelah melakukan interval perencanaan maka dilanjutkan dengan menerapkan tinggi bendung rencana pada profil memanjang sungai Ciseuseupan sehingga mendapat hasil luasan dari volume yang tertahan (ditampung) untuk selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai kebutuhan air baku dan irigasi untuk daerah sekitar. Selain mendapatkan luasan dari volume yang tertahan juga mendapatkan persentase debit banjir yang dipengaruhi oleh tinggi bendung.



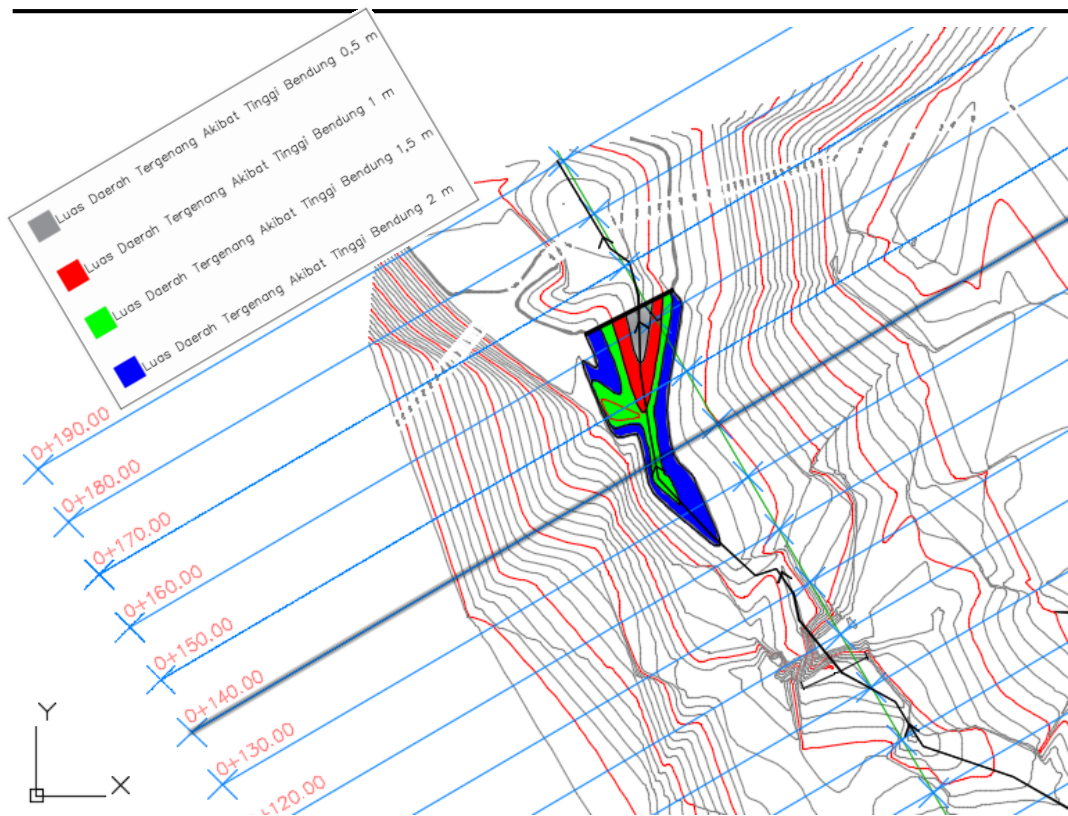
Gambar 4. 9 Interval Tinggi Bendung Rencana



Gambar 4. 10 Potongan Melintang Profil Sungai



Gambar 4. 11 Potongan Melintang Profil Sungai



Gambar 4. 12 Volume Tampungan Berdasarkan Tinggi Bendung

4.10.4. Perhitungan Volume Tampungan

Volume tampungan diperoleh dari memperhitungkan luasan area tergenang dari tiap interval tinggi bendung yang direncanakan.

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan luasan volume tampungan :

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Pengaruh Tinggi Bendung Terhadap Volume Tampungan dan Penanggulangan Banjir

Tinggi Sungai	Lebar Sungai	Tinggi Bendung	Lebar Bendung	Total Debit	Volume Kumulatif	Volume Tampungan
m	m	m	m	m ³ /dt	m ³	m ³
"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"g"
3	5	0,5	5	9,22	15.172	3,78
3	5	1,0	5	9,22	15.172	14,4
3	5	1,5	5	9,22	15.172	31,87
3	5	2,0	5	9,22	15.172	56,17

4.10.5. Perhitungan Debit Banjir Yang Dikurangi

Debit banjir yang berkurang diperoleh dari perbandingan volume tampungan dengan volume kumulatif yang didapat dari perhitungan hidrograf 25 tahun yaitu $(\text{Volume Tam} / \text{Volume Kum}) \times 100\%$.

Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Banyaknya Banjir yang Berkurang Akibat Teknologi Dam Parit

Tinggi Sungai	Lebar Sungai	Tinggi Bendung	Lebar Bendung	Total Debit	Volume Kumulatif	Volume Tampungan	Banjir Berkurang
m	m	m	m	m ³ /dt	m ³	m ³	%
"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"9"	"10"
3	5	0,5	5	9,22	15.172	3,78	0,02%
3	5	1,0	5	9,22	15.172	14,4	0,09%
3	5	1,5	5	9,22	15.172	31,87	0,21%
3	5	2,0	5	9,22	15.172	56,17	0,37%