

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

4.1.1 Pengumpulan Data

1. Data vegetasi dan aktivitas pengolahan lahan di Daerah Aliran Sungai

Secara umum yang ada di lapangan yang berupa data vegetasi, aktivitas lahan dan data unsur vegetasi penutup lapisan tanah di dapat dengan bantuan aplikasi *ArcGIS* 10.3. Data – data ini diambil dari situs resmi *United States Geological Survey* (USGS) yakni peta *Digital Elevation Model (DEM)* kemudian diolah dengan bantuan aplikasi *ArcGIS*. Dari hasil olahan peta *DEM* ini didapat nilai sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Vegetasi dan aktivitas pengolahan di DAS

No.	Tutupan Lahan	Luas (km ²)
1	Padang Rumput	0,341
2	Semak Belukar	0,00015
3	Perkebunan/Kebun	0,638
4	Tegalan/Ladang	0,581
Total		1,56

Sumber : *ArcGis Analisis*

Pada tabel di atas, vegetasi hulu didominasi oleh kebun dan ladang serta padang rumput. Pengolahan lahan di daerah tangkapan hujan sama dengan data secara keseluruhan vegetasi DAS, dan unsur vegetasi penutup lapisan tanah berupa padang rumput, semak belukar dan pengolahan lahan dengan total tutupan lahan 1,56 km².

2. Keadaan Hidrologi

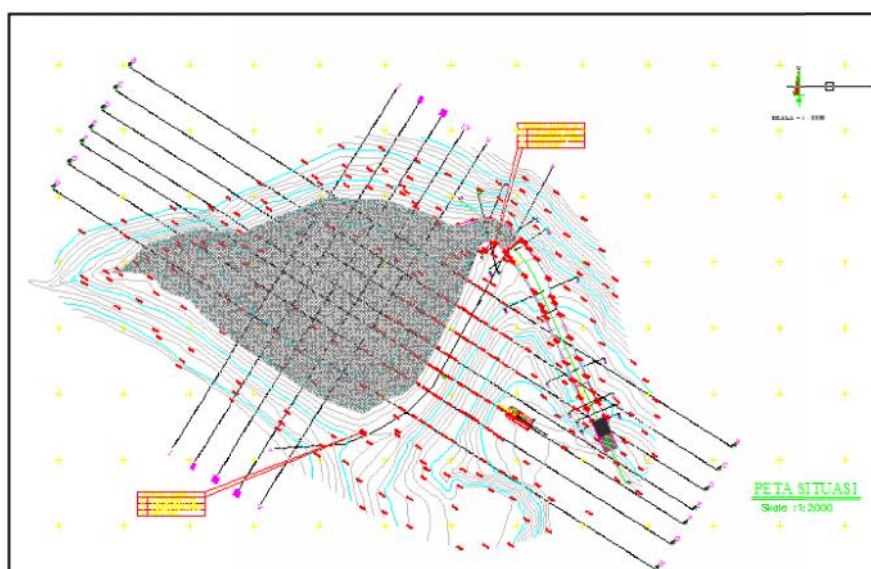
Perhitungan hidrologi pada catchment area di DAS Maworena ini akan menggunakan data hujan dari 1 stasiun yang terletak di sekitar DAS Maworena. Adapun stasiun hujan yang ada di sekitar lokasi adalah Stasiun Hujan Tardamu. Dalam merencanakan Embung Maworena ini, sebagai langkah awal dilakukan pengumpulan data. Data tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan stabilitas maupun perencanaan teknis. Dari data curah hujan yang diperoleh, dilakukan analisis hidrologi yang menghasilkan debit banjir rencana, yang kemudian diolah lagi untuk mencari besarnya sedimentasi akibat erosi yang terjadi pada daerah tampungan Embung yang

hasilnya digunakan untuk memprediksi umur efektif Embung berdasarkan jumlah atau besarnya sedimen yang tertampung pada kolam Embung.

Dalam melakukan pengamatan lapangan terhadap kondisi topografi daerah aliran sungai pada Embung Maworena memiliki jenis lapisan permukaan berupa batuan sedimen yang berasal dari hasil pelapukan batuan. Batuan ini merupakan batuan yang terbentuk dari jenis-jenis batuan lain yaitu batuan beku dan batuan metamorf, terdapat banyak contoh batuan sedimen (batuan endapan). Ada yang memiliki struktur butiran yang kasar dan juga halus. Salah satu contoh batuan sedimen yang memiliki ukuran butiran halus yakni batu lempung.

3. Data Eksisting Embung Maworena

Lokasi penelitian ini diambil yaitu pada Embung Maworena yang terletak di Desa Loporui Kecamatan Sabu Liae, Kabupaten Sabu Raijua, Provinsi Nusat Tenggara Timur. Secara geografi Embung Maworena berada $10^{\circ} 30'40.9''$ LS dan $121^{\circ} 50'50.25''$ BT dengan luas DAS yaitu $1,56 \text{ km}^2$ (BWS) dan panjang sungai 2,30 km, kemiringan lereng pada daerah hulu sebesar $30^{\circ} - 40^{\circ}$ pada tebing kanan sungai, dan kemiringan $30^{\circ} - 40^{\circ}$ pada tebing liri dengan lebar sungai sekitar 3 - 5 m pada hulu sungai, elevasi puncak mercu Embung + 79,00 dengan tinggi 15 m dan panjang tanggul 183 m, luas tampungan $218.438,53 \text{ m}^3$, kapasitas tampungan mati $3.158,39 \text{ m}^3$ dan kapasitas tampungan efektif $215.280,14 \text{ m}^3$



Gambar 4.1 DAS Embung Maworena

4. Keadaan Geologi dan Mekanika Tanah

Morfologi berupa perbukitan bergelombang (*gently sloping - undulating topography*), lembah berbentuk cawan yang melebar dan panjang, dengan dasar lebar dan tidak terlalu dalam. Lereng – lereng sandaran tanggul dan daerah genangan agak

terjal – landai, tergolong stabil, dan tidak dijumpai gejala longsoran, dengan vegetasi penutup ilalang dan pohon kayu. Pola aliran dendritik dengan satu alur utama panjang > 1.0 km, lebar alur \pm 5.0 m, gradien alur landai ($i < 5\%$), stadia erosi dewasa, dimana sungai mulai berkelok, proses erosi lateral dan vertikal seimbang, sedimentasi sedang - agak tinggi dengan sedimen angkut lempung, pasir kerakal. Daerah ini tersusun oleh bedrock batulempung Formasi Bobonaro (Tb), berwarna kelabu, lunak, terdeformasi kuat, mengandung exotic block batuan metasedimen (filit, rijang, metalanau), kondisi lapuk sedang hingga lapuk kuat. Alluvial tersusun oleh endapan lempung lanau warna coklat kemerahan, merah, lunak – agak keras, liat, mengandung fragmen batuan berukuran kerikil - kerakal, permeabilitas rendah, ketebalan 1.0 hingga > 3.0 m. Bagian paling atas, dijumpai sebaran fragmen batuan lepas berupa batuan metasedimen, sedangkan dasar alur tertutup endapan lempung pasiran dengan campuran fragmen batuan lepas berukuran kerakal hingga bongkah, angular – subrounded, terdiri dari bermacam batuan metasedimen ketebalan \pm 3.50 m.

Selain memiliki lapisan permukaan berupa lapukan batu lempung, daerah Embung Maworena memiliki jenis vegetasi yang hidup disekitar daerah aliran sungai baik dari bagian hulu sampai pada bagian hilir. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan jenis vegetasi pada daerah aliran sungai Embung Maworena berupa padang rumput yang diselingi dengan pepohonan seperti kesambi (*Schleichera oleosa*), pohon lontar atau siwalan (*Borassus flabellifer*), pohon jati (*Tektona Grandis*), pohon kedondong (*Spondias pinnata*), damar pohon kersen (*Muntingia calabura*), pohon jaran (*Lannea coromandelica*), semak dll.

Masyarakat setempat menggunakan air Embung Maworena untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti : menyiram tanaman, memberi minum pada ternak, dan air irigasi.

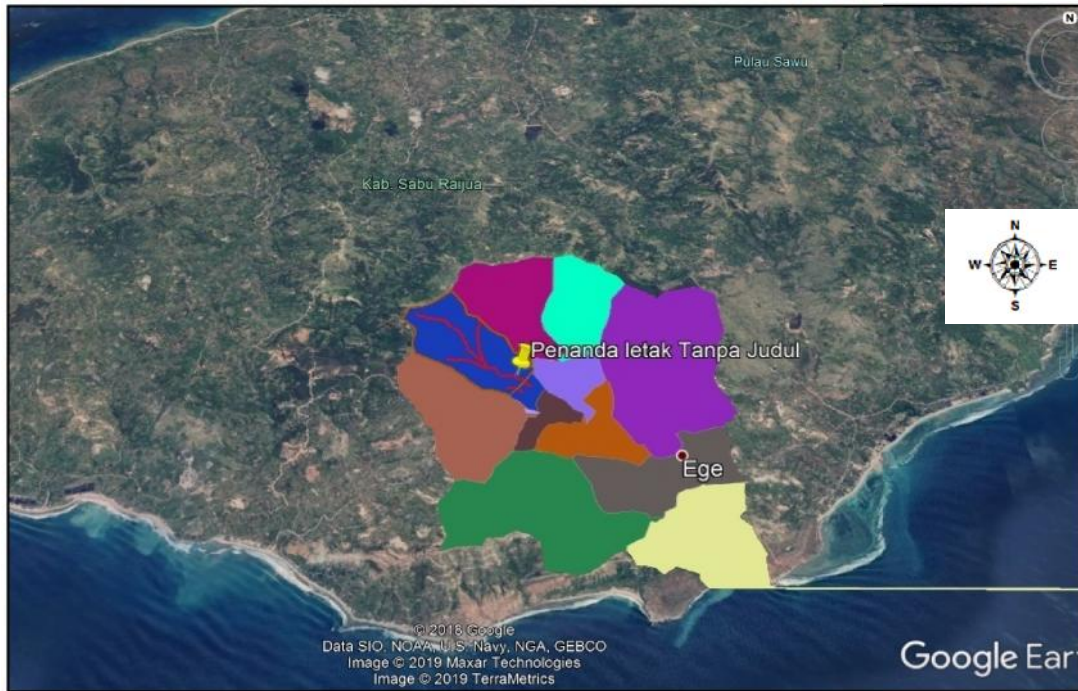
5. Penentuan Daerah Aliran Sungai

Sebelum menentukan daerah aliran sungai, terlebih dahulu menentukan lokasi bangunan air (Embung) yang akan direncanakan. Dari lokasi ini ke arah hulu, kemudian ditentukan batas daerah aliran sungai dengan menarik garis imajiner yang menghubungkan titik-titik yang memiliki kontur tertinggi sebelah kiri dan kanan sungai yang ditinjau (Soemarto, 1999).

Penetapan Daerah Aliran Sungai (DAS) pada daerah Pembangunan Embung Maworena dilakukan berdasar pada peta rupa bumi skala 1 : 500. Luas DAS Perencanaan Embung Maworena dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Wilayah DAS Maworena berbatasan dengan;

- a) Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Raemude, Kecamatan Sabu Barat
- b) Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Desa Waduwalla, Kecamatan Sabu Liae
- c) Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Ledেকে, Kecamatan Sabu Liae
- d) Sebelah Barat berbatasan dengan Mehona Kecamatan Sabu Liae.



Gambar 4.2 Peta Stuas Embung Maworena

4.2 Analisa Hidrologi

Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi potensi sumber-sumber air, pemanfaatan dan pengelolaan sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam seperti air, tanah dan hutan yang telah rusak. Fenomena hidrologi seperti besarnya : curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu. Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi itu hanya dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai itu dilaksanakan. Kumpulan data hidrologi dapat disusun dalam bentuk daftar atau tabel. Sering pula daftar atau tabel tersebut disertai dengan gambar-gambar yang biasa disebut diagram atau grafik.

Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai di lokasi Embung Maworena. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu perencanaan bangunan air. Data

untuk penentuan debit banjir rencana pada tugas akhir ini adalah data curah hujan, dimana curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir rencana yang kemudian diolah lagi untuk memperkirakan besar laju sedimentasi pada kapasitas tampung Embung Maworena.

4.2.1 Analisa Curah Hujan

4.2.1.1 Ketersediaan Data Hujan

Untuk mendapatkan hasil yang memiliki akurasi tinggi, dibutuhkan ketersediaan data yang secara kualitas dan kuantitas cukup memadai. Data hujan yang digunakan direncanakan selama 10 tahun terakhir sejak Tahun 2009 hingga Tahun 2018 dengan jumlah stasiun hujan yakni 1 stasiun karena DAS hanya berjarak 10,8 km dari stasiun hujan. Penggunaan 1 stasiun hujan diperbolehkan jika jarak dari stasiun < 20 km. Data hujan harian maksimum stasiun ditampilkan pada Tabel 4.2. Data curah hujan harian maksimum ini didapat dari curah hujan harian dalam satu tahun.

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Tardamu Sabu

Tahun	Curah Hujan Maksimum Bulanan												Rh Total	Rh Maks
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nov	Des		
2009	164,7	325,7	356,0	6,7	3,7	0,0	8,9	0,0	11,7	0,3	71,3	222,6	1.171,6	356,0
2010	295,0	87,7	132,3	217,3	77,6	36,7	5,6	1,2	3,2	243,2	49,2	399,5	1.548,5	399,5
2011	248,1	268,4	153,4	170,8	86,7	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	54,7	170,8	1.155,0	268,4
2012	181,3	94,5	111,7	81,2	34,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,6	208,4	762,4	208,4
2013	409,2	339,2	120,8	23,9	56,0	128,3	2,5	0,0	0,0	1,0	48,8	309,2	1.438,9	409,2
2014	329,5	280,8	170,5	30,5	1,0	2,5	7,4	0,0	0,0	0,0	92,7	237,7	1.152,6	329,5
2015	208,4	181,9	89,7	17,7	14,0	1,3	13,9	0,0	0,0	0,0	93,1	237,7	857,7	237,7
2016	174,3	77,9	168,3	20,5	45,4	0,0	22,7	0,0	41,0	45,6	31,5	173,6	800,8	174,3
2017	159,2	163,3	210,9	94,8	6,6	0,0	1,2	0,1	0,0	5,0	171,0	233,7	1.045,8	233,7
2018	448,2	15,2	193,1	9,1	2,0	0,0	0,0	17,8	1,0	29,4	46,1	121,3	883,2	448,2

Sumber : BMKG Stasiun Tardamu Sabu Raijua

Dari data hujan dapat diketahui curah hujan rata – rata maksimum terjadi pada tahun 2018 bulan Januari yaitu 448,2 mm sedangkan curah hujan rata – rata minimumnya terjadi pada tahun 2016 yaitu tahun Januari yakni 174,3 mm.

4.2.1.2 Analisa Curah Hujan Area

Analisa curah hujan area dihitung dengan metode rata – rata aljabar. Keuntungan cara ini adalah lebih sederhana dibandingkan dengan cara lain. Syarat penggunaan metode ini adalah DAS kecil dengan luasan dibawah 500 km² (Suripin, 2004). Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain.

$$R = \frac{1}{n} R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Tabel 4.3 Data Curah Maksimum Tahunan Stasiun Tardamu

No.	Tahun	Stasiun Tardamu	Rmax (mm)
1	2009	356,0	356,0
2	2010	399,5	399,5
3	2011	268,4	268,4
4	2012	208,4	208,4
5	2013	409,2	409,2
6	2014	329,5	329,5
7	2015	237,7	237,7
8	2016	174,3	174,3
9	2017	233,7	233,7
10	2018	448,2	448,2
Jumlah Stasiun		1,0	3.064,9

Sumber : BMKG Stasiun Tardamu Sabu Rajjua

$$R = \frac{1}{n} \sum Ri$$

$$R = \frac{1}{1} 3064,9$$

$$R = 3.064,9 \text{ mm}$$

$$\bar{R} = 306,5 \text{ mm}$$

4.2.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan Metode Rata-rata Aljabar di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan bulanan maksimum guna menentukan debit banjir rencana.

4.2.3 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya (*Sosrodarsono dan Takeda, 1993*). Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yakni melalui perhitungan parameter statistik untuk $(Xi-X)$, $(Xi-X)^2$, $(Xi-X)^3$, $(Xi-X)^4$ terlebih dahulu.

di mana :

Xi = Besarnya curah hujan daerah (mm)

X = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Perhitungan para meter statistik curah hujan

$$\begin{aligned} X - X &= 356,0 - 306,9 \\ &= 49,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X - X^2 = 49,5^2$$

$$= 2.451,2 \text{ mm}$$

$$X - X^3 = 49,5^3$$

$$= 121.360,9 \text{ mm}$$

$$X - X^4 = 49,5^4$$

$$= 6.008.578,0 \text{ mm}$$

Selanjutnya perhitungan parameter statistik dilakukan menggunakan tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan parameter statistik curah hujan maksimum

No.	Tahun	Rmax		X -	(x-)^2	(X -)^3	(X -)^4
1	2009	356,0	306,49	49,5	2.451,2	121.360,9	6008.578,0
2	2010	399,5	306,49	93,0	8.650,9	804.616,5	74.837.380,5
3	2011	268,4	306,49	-38,1	1.450,8	-55.262,8	2.104.960,2
4	2012	208,4	306,49	-98,1	9.621,6	-943.787,5	92.576.112,2
5	2013	409,2	306,49	102,7	10.549,3	1.083.523,1	111.288.660,9
6	2014	329,5	306,49	23,0	529,5	12.182,9	280.328,0
7	2015	237,7	306,49	-68,8	4.732,1	-325.518,7	22.392.430,6
8	2016	174,3	306,49	-132,2	17.474,2	-2.309.914,0	305.347.529,3
9	2017	233,7	306,49	-72,8	5.298,4	-385.669,4	28.072.874,1
10	2018	448,2	306,49	141,7	20.081,7	2.845.781,1	403.275.642,8
JUMLAH		3.064,9			80.839,8	847.312,2	1.046.184.496,7
R rata - rata		306,49					

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dibawah ini adalah perhitungan dasar statistik untuk menentukan nilai-nilai parameter statistik sebagai salah satu syarat untuk memilih metode yang akan digunakan sebagai metode perhitungan curah hujan rencana :

4.2.3.1 Perhitungan Nilai Rata-Rata

Perhitungan deviasi standar menggunakan Persamaan 2.5 pada Bab II (Soemarto, 1999).

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

$$X = \frac{3064,9}{10}$$

$$X = 306,49 \text{ mm}$$

4.2.3.2 Deviasi Standar (Sd)

Perhitungan deviasi standar menggunakan Persamaan 2.6 pada Bab II (Soemarto, 1999).

$$\text{Std}(x) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Std}(x) = \sqrt{\frac{80839,8}{10-1}}$$

$$\text{Std}(x) = 94,78$$

Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata – rata, maka nilai standar deviasi akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata – rata, maka nilai standar deviasinya kecil.

4.3.3.3 Perhitungan Koefisien Kemencengan Atau Skewness (Cs)

Nilai koefisien skewness suatu data dirumuskan dengan Persamaan 2.7 pada Bab II

$$Cs = \frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \text{std } X^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times 847312,2}{10-1 \cdot 10-2 \cdot 306,49^3}$$

$$Cs = 0.14$$

4.2.3.4 Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\text{std } x^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{10} 1046184496,7}{306,49^4}$$

$$Ck = 1.30$$

Nilai koefisien kurtosis menunjukkan keruncingan dari bentuk kurva distribusi yakni 1,30

4.2.4 Analisa Frekuensi

4.2.4.1 Metode Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Distribusi Gumbel mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of skwennes) atau $CS = 1,14$ dan koefisien kurtosis (Coeficient Curtosis) atau $Ck < 5,4$. Pada metode ini biasanya menggunakan distribusi dan nilai ekstrim dengan distribusi dobel eksponensial (Soewarno, 1995). Langkah-langkah perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut :

Mengitung curah hujan menggunakan Metode Gumbel dengan Pers. 2.9 dan Pers. 2.10 Bab II yaitu :

$$S_n = 0.950 \text{ dari Tabel 2.3 Reduce Standard Deviation (S}_n\text{)}$$

$$Y_n = 0.495 \text{ dari Tabel 2.2 Reduce Mean (Y}_n\text{)}$$

$$X = 306,49$$

$$\text{Std} = 94,78$$

$$Y_T = -\ln(-\ln(\frac{T-1}{T}))$$

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun

$$Y_T = -\ln(-\ln(\frac{2-1}{2}))$$

$$Y_T = 0.367, \text{ maka}$$

$$X_T = X + \frac{S}{S_n} \times (Y_t - Y_n)$$

$$X_T = 306,49 + \frac{94,78}{0.950} \times (0.367 - 0.495)$$

$$X_T = 293,65 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun

$$Y_T = -\ln(-\ln(\frac{5-1}{5}))$$

$$Y_T = 1,50 \text{ maka}$$

$$X_T = X + \frac{S}{S_n} \times (Y_t - Y_n)$$

$$X_T = 306,49 + \frac{94,78}{0.950} \times (1,50 - 0.495)$$

$$X_T = 406,77 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan curah hujan rencana selanjutnya dilakukan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Distribusi Sebaran Dengan Metode Gumbel

No	Periode		Std (X)	S _n	Y _n	Y _t	X _t
1	2	306,49	94,77	0,95	0,50	0,37	293,65
2	5	306,49	94,77	0,95	0,50	1,50	406,77
3	10	306,49	94,77	0,95	0,50	2,25	481,66
4	20	306,49	94,77	0,95	0,50	2,97	553,51
5	25	306,49	94,77	0,95	0,50	3,20	576,30
6	50	306,49	94,77	0,95	0,50	3,90	646,50
7	100	306,49	94,77	0,95	0,50	4,60	716,18
8	200	306,49	94,77	0,95	0,50	5,30	785,61

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

4.2.4.2 Metode Log Person III

Perhitungan curah hujan rencana dengan distribusi sebaran metode log person III dapat dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter statistik yang telah

didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Untuk mencari nilai curah hujan rencana dapat menggunakan rumus pers. 2.11 sampai pers. 2.16 bab ii yaitu :

$$Y = Y + k \cdot S$$

$$X_T = 10^Y$$

Tabel 4.6 Distribusi Frekuensi Metode Log Person Tipe III

Tahun	X	Log X	Log	Log X - Log	(Log X - Log)^2	(Log X - Log)^3
2009	356,0	2,551	2,467	0,085	0,007	0,001
2010	399,5	2,602	2,467	0,135	0,018	0,002
2011	268,4	2,429	2,467	-0,038	0,001	0,000
2012	208,4	2,319	2,467	-0,148	0,022	-0,003
2013	409,2	2,612	2,467	0,145	0,021	0,003
2014	329,5	2,518	2,467	0,051	0,003	0,000
2015	237,7	2,376	2,467	-0,091	0,008	-0,001
2016	174,3	2,241	2,467	-0,225	0,051	-0,011
2017	233,7	2,369	2,467	-0,098	0,010	-0,001
2018	448,2	2,651	2,467	0,185	0,034	0,006
Jumlah		24,668			0,175	-0,004
R Rata - Rata Log		2,467				

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log (X_i)}{n}$$

$$\text{Log } X = \frac{24,67}{10}$$

$$\text{Log } X = 2,467$$

Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut

$$\text{Std } (x) = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \log X_i - \log(\bar{X})^2}}{n-1}$$

$$\text{Std } (x) = \frac{0,175}{10-1}$$

$$\text{Std } (x) = 0.14$$

Menghitung koefisien skewness dengan rumus

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i - \log X^3}{n-1 \cdot n-2 \cdot \text{Std}^3}$$

$$Cs = \frac{-0.004}{10-1 \cdot 10-2 \cdot 0,14^3}$$

$$Cs = -0.020$$

Nilai Cs yang sudah didapat dipakai untuk mencari nilai T pada tabel 2.4 Harga K untuk distribusi log person tipe III maka didapat :

T = 2 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 0.033
T = 5 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 0.850
T = 10 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 1.258
T = 20 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 1.539
T = 25 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 1.680
T = 50 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 1.945
T = 100 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 2.178
T = 200 dan	Cs = -0.020	maka nilai	K = 2.388

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun

$$\text{Log } X_2 = \text{Log } X + (K \times \text{Std Log } X)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,467 + (0.033 \times 0.14)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,471$$

$$X_2 = 10^{2,471}$$

$$X_2 = 296,07 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun

$$\text{Log } X_2 = \text{Log } X + (K \times \text{Std Log } X)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,467 + (0.850 \times 0.14)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,59$$

$$X_5 = 10^{2,59}$$

$$X_5 = 384,91 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dilakukan dalam tabel dibawah ini

Tabel 4.7 Distribusi Sebaran Metode Log Person Tipe III

No	Periode	Log	Std Log	Cs	K	Y = Log + k * Std Log	Xt = 10^Y
1	2	2,47	0,14	-0,02	0,03	2,47	296,07
2	5	2,47	0,14	-0,02	0,85	2,59	384,91
3	10	2,47	0,14	-0,02	1,26	2,64	438,81
4	20	2,47	0,14	-0,02	1,54	2,68	480,26
5	25	2,47	0,14	-0,02	1,68	2,70	502,51
6	50	2,47	0,14	-0,02	1,95	2,74	547,15
7	100	2,47	0,14	-0,02	2,18	2,77	589,67
8	200	2,47	0,14	1,54	2,39	2,80	630,82

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

4.2.4.3 Metode Distribusi Normal

Untuk perhitungan curah hujan rencana dengan distribusi normal dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$X_t = X + (K \times \text{Std})$$

Tabel 4.8 Perhitungan metode Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan	Xi -	(Xi -)^2	(Xi -)^3
		(mm) Xi			
1	2009	356,0	49,5	2.451,2	121.360,9
2	2010	399,5	93,0	8.650,9	804.616,5
3	2011	268,4	-38,1	1.450,8	-55.262,8
4	2012	208,4	-98,1	96.21,6	-943.787,5
5	2013	409,2	102,7	10.549,3	1.083.523,1
6	2014	329,5	23,0	529,5	12.182,9
7	2015	237,7	-68,8	4.732,1	-32 5.518,7
8	2016	174,3	-132,2	17.474,2	-2.309.914,0
9	2017	233,7	-72,8	52.98,4	-385.669,4
10	2018	448,2	141,7	20.081,7	2.845.781,1
Jumlah		3.064,9		80.839,8	847.312,2
Rata - rata ()		306,49			

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dari tabel diatas didapat dicari nilai standar deviasinya, yaitu :

Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut

$$\text{Std}(x) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Std}(x) = \sqrt{\frac{80.839,8}{10-1}}$$

$$\text{Std}(x) = 94,78$$

Menghitung koefisien skewness dengan rumus sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \text{std } X^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times 847312,2}{10-1 \times 10-2 \times 94,78^3}$$

$$C_s = 0.14$$

Kemudian untuk mengetahui besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah

T = 2 dan maka nilai K = 0.3665

T = 5 dan maka nilai K = 1.4999

T	= 10 dan	maka nilai	K = 2.2502
T	= 20 dan	maka nilai	K = 2.9606
T	= 25 dan	maka nilai	K = 3.1985
T	= 50 dan	maka nilai	K = 3.9019
T	= 100 dan	maka nilai	K = 4.6001
T	= 200 dan	maka nilai	K = 5.296

Nilai standar variabel Reduksi Gauss (K) untuk periode ulang t tahun yang besarnya diambil pada Tabel 2.5 pada Bab II.

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun

$$X_2 = 306,49 + (0.3665 \times 94,78)$$

$$X_2 = 341,23 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun

$$X_5 = 306,49 + (1,4999 \times 94,78)$$

$$X_5 = 448,64 \text{ mm}$$

Selanjutnya untuk perhitungan periode ulang tahun selanjutnya dilakukan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal

No	Periode		S	K	Xt
1	2	306,49	94,77	0,37	341,22
2	5	306,49	94,77	1,50	448,64
3	10	306,49	94,77	2,25	519,75
4	20	306,49	94,77	2,96	587,08
5	25	306,49	94,77	3,20	609,63
6	50	306,49	94,77	3,90	676,29
7	100	306,49	94,77	4,60	742,46
8	200	306,49	94,77	5,30	808,42

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

4.2.4.4 Metode Distribusi Log Normal

Distribusi *Log Normal* merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai variasi X menjadi nilai logaritmik variat X. Adapun persamaan yang digunakan dalam perhitungan urah hujan rencana dengan metode *Log Normal* adalah sebagai berikut :

$$\log X_t = \log X + K \cdot S \log x$$

Tabel 4.10 Perhitungan metode Distribusi Log Normal

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Setelah dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter Log X diatas maka selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap nilai Standar Deviasinya.

Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut

$$\text{Std}(x) = \frac{\sqrt{\sum \text{Log } x_i - \overline{\text{Log } x}^2}}{n-1}$$

$$\text{Std}(x) = \frac{0,18}{10-1}$$

$$\text{Std}(x) = 0,14$$

Menghitung koefisien skewness dengan rumus sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum \text{Log } X - \overline{\text{Log } X}^3}{n-1 \cdot n-2 \cdot \text{std } X^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times -0,01}{10-1 \cdot 10-2 \cdot 0,14^3}$$

$$C_s = -0,71$$

Kemudian untuk mengetahui besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah

$$T = 2 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 0.3665$$

$$T = 5 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 1.4999$$

$$T = 10 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 2.2502$$

$$T = 20 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 2.9606$$

$$T = 25 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 3.1985$$

$$T = 50 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 3.9019$$

$$T = 100 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 4.6001$$

$$T = 200 \text{ dan } \text{ maka nilai } K = 5.296$$

Nilai standar variabel Reduksi Gauss (K) untuk periode ulang t tahun yang besarnya diambil pada Tabel 2.5 pada Bab II.

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun

$$X_2 = 306,49 + (0.3665 \times 0,14)$$

$$X_2 = 306,54 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun

$$X_5 = 306,49 + (1,4999 \times 0,14)$$

$$X_5 = 306,70 \text{ mm}$$

Selanjutnya untuk perhitungan periode ulang tahun selanjutnya dilakukan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.11 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal

No	Periode		S	K	Xt
1	2	306,49	0,141	0,367	306,542
2	5	306,49	0,141	1,500	306,702
3	10	306,49	0,141	2,250	306,807
4	20	306,49	0,141	2,961	306,908
5	25	306,49	0,141	3,199	306,941
6	50	306,49	0,141	3,902	307,040
7	100	306,49	0,141	4,600	307,139
8	200	306,49	0,141	5,296	307,237

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dibawah ini adalah tabel rekapitulasi hasil perhitungan nilai curah hujan rencana menggunakan empat metode. Setelah didapat nilai curah hujan rencana dari beberapa metode diatas maka akan dibandingkan terhadap syarat yang ditetapkan, sehingga dapat dipilih metode yang memenuhi syarat.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

No	Periode	Gumbel	Log	Distribusi	Distribusi
			Person Tipe III	Normal	Log Normal
1	2	293,646	296,069	341,225	306,542
2	5	406,768	384,912	448,642	306,702
3	10	481,664	438,809	519,751	306,807
4	20	553,506	480,257	587,079	306,908
5	25	576,295	502,507	609,626	306,941
6	50	646,498	547,153	676,290	307,040
7	100	716,183	589,673	742,462	307,139
8	200	785,613	630,820	808,415	307,237

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan keempat metode diatas selanjutnya dapat ditentukan metode mana yang bisa dipakai sebagai suatu metode yang telah memenuhi syarat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 pada Bab II.

Tabel 4.13 Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dari keempat metode yang digunakan di atas yang paling mendekati syarat adalah sebaran Metode Gumbel dengan nilai $C_s = 0,138$ lebih kecil dari persyaratan $C_s = 1,14$ dan nilai $C_k = 1,297$ yang lebih kecil dari persyaratan $C_k = 5,4$. Dari jenis sebaran

yang telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan sebarannya dengan beberapa metode. Hasil uji kecocokan sebaran menunjukkan distribusinya dapat diterima atau tidak.

4.2.5 Uji Distribusi Probabilitas

4.2.5.1 Uji Chi-Kuadrat

Untuk menguji keselarasan sebaran Metode Gumbel, digunakan Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test) (Soewarno, 1995). Digunakan Persamaan 2.19, Persamaan 2.20 dan Persamaan 2.21 pada Bab II sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad X_{cr}^2$$

Dimana :

X^2 = harga *chi-kuadrat*,

n = jumlah sub kelompok,

O_i = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama,

E_i = frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya.

Prosedur perhitungan *chi-kuadrat* adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data pengamatan dari data yang besar ke data yang kecil atau sebaliknya.
2. Hitung jumlah kelas yang ada ($k = 1 + 3,322 \log n$). Dalam pembagian kelas disarankan agar masing-masing kelas terdapat empat buah data pengamatan.
3. Hitung nilai E_i = jumlah data (n)/jumlah kelas (k)
4. Tentukan nilai O_i untuk masing-masing kelas
5. Hitung nilai X^2 untuk masing-masing kelas kemudian hitung nilai total X^2
6. Nilai X^2 dari perhitungan harus lebih kecil dari nilai X^2 dari tabel untuk derajat nyata tertentu yang sering diambil sebesar 5 % dengan parameter derajat kebebasan.

Rumus Derajat Kebebasan :

$$Dk = K - (P + 1)$$

Dimana :

Dk = Derajat kebebasan

K = jumlah kelas

P = banyaknya keterikatan

(nilai P = 2 untuk distribusi normal dan binomial, nilai P = 1 untuk distribusi poisson dan gumbel).

Perhitungan *Chi-kuadrat* :

1. Urutkan data pengamatan dari data yang besar ke data yang kecil atau sebaliknya.

Tabel 4.14 Urutan Data Curah Hujan Minimum – Maksimum

Tahun	Rmax
2016	174,3
2012	208,4
2017	233,7
2015	237,7
2011	268,4
2014	329,5
2009	356,0
2010	399,5
2013	409,2
2018	448,2

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

2. Jumlah kelas (k)

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad ; n = 10$$

$$K = 1 + 3,322 \log 10 \\ = 4,322 \approx 4$$

3. Derajat kebebasan (dk)

$$Dk = 4 - (1 + 1)$$

$$Dk = 2$$

Untuk $Dk = 2$, signifikan () = 5 %, maka dari tabel uji *chi-kuadrat* didapat harga $X^2 = 5,991$. Tabel uji *chi-kuadrat* dapat dilihat pada tabel 2.6 Laporan Tugas Akhir ini.

4. Nilai Frekuensi yang diharapkan

$$E_i = \frac{n}{K}$$

$$E_i = \frac{10}{4}$$

$$E_i = 2,5$$

5. $Dx = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K - 1}$

$$Dx = \frac{448,2 - 174,3}{4 - 1}$$

$$Dx = 91,3 \approx 91$$

$$\begin{aligned}
6. \quad X_{\text{awal}} &= X_{\text{min}} - (0,5 \times Dx) \\
&= 174,3 - (0,5 \times 91) \\
&= 128,8 \approx 129 \\
X_{\text{akhir}} &= X_{\text{max}} - (0,5 \times Dx) \\
&= 448,2 - (0,5 \times 91) \\
&= 402,7 \approx 403
\end{aligned}$$

Nilai X^2 cr dicari pada Tabel 2.6 dengan menggunakan nilai $Dk=2$ dan Derajat Kepercayaan 5%, lalu dibandingkan dengan nilai X^2 hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.13. Syarat yang harus dipenuhi yaitu X^2 hitungan $< X^2$ cr (Soewarno, 1995).

Tabel 4.15 Uji Sebaran Chi-Kuadrat

No	Nilai Sebaran Tiap Kelas			Jumlah Data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2$ Ei
				Ei	Oi		
1	129,0	< X <	220,0	2,5	2	0,25	0,1
2	220,0	< X <	311,0	2,5	3	0,25	0,1
3	311,0	< X <	402,0	2,5	3	0,25	0,1
4	402,0	< X <	493,0	2,5	2	0,25	0,1
Jumlah =					10		0,4

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

$$\begin{aligned}
\text{Derajat Signifikasi ()} &= 5 \% \\
X^2 \text{ hasil hitungan} &= 0,4 \\
X^2 \text{ cr (Tabel 2.6)} &= 5,991
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai $X^2 = 0,400$. Nilai ini lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai X^2 kritis yang ditunjukkan oleh Tabel 2.6 pada Bab II yaitu dengan derajat kebebasan (Dk) sebesar = 2 dan derajat kepercayaan () = 5 %, maka didapat nilai X^2 kritis = 5,991.

Dilihat hasil perbandingan di atas bahwa ternyata X^2 hitungan $< X^2$ cr, Maka dari pengujian kecocokan penyebaran Distribusi Gumbel dapat diterima.

4.2.5.2 Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov

Untuk menguatkan perkiraan pemilihan distribusi yang diambil, maka dilakukan pengujian distribusi dengan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dari masing-masing distribusi. Metode ini dikenal dengan uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Berdasarkan data yang ada pada Tabel, nilai n adalah 10, sehingga didapat harga kritis Smirnov-Kolmogorov dengan derajat kepercayaan 0,05 adalah 0,41. Hasil perhitungan uji keselarasan

sebaran dengan Smirnov – Kolmogorov untuk Metode Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Xi	= Hujan Rencana	
X	= Rata-rata curah hujan	= 306,46 mm
Std	= Standar Deviasi	= 94,78
n	= Jumlah Data	= 10

Langkah-langkah pengujian Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut :

1. Mengurutkan data dari yang besar sampai yang terkecil dan juga besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
2. Menentukan nilai masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data persamaan distribusinya.
3. Dari kedua peluang ditentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.
4. Berdasarkan tabel nilai krisis (*Smirnov-Kolmogorov Test*) dapat ditentukan harga D.

Tabel 4.16 Uji Smirnov-Kolmogorov

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Derajat signifikansi	= 5 % = 0,05
D _{maks}	= 0,2020
Do kritis	= 0,41

Do kritis didapat dari tabel 2.7 untuk nilai n =10 dan Derajat kebebasan Dk=5%. Syarat yang harus dipenuhi $D_{max} < D_o \text{ kritis}$ ($0,2020 < 0,41$). Dilihat dari perbandingan di atas bahwa $D_{maks} < D_o \text{ kritis}$, maka metode sebaran yang diuji yaitu metode Gumbel dapat diterima.

4.2.6 Distribusi Curah Hujan Jam - Jaman

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan Metode Dr. Moonobe dengan mengacu pada Persamaan 2.23 Bab II yang merupakan sebuah variasi dari persamaan-persamaan curah hujan jangka pendek.

1. Data yang digunakan adalah besarnya curah hujan metode Ej Gumbel (metode yang memenuhi)
2. Persamaannya sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t}^{2/3}$$

Perhitungan nilai intensitas curah hujan dengan periode ulang 2 tahun dalam kurung waktu 1 jam

$$I_1 = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t}^{2/3}$$

$$I_1 = \frac{293,70}{24} \times \frac{24}{1}^{2/3}$$

$$I_1 = 101,80 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.17 Intensitas Curah Hujan

t(jam)	R24							
	R2	R5	R10	R20	R25	R50	R100	R200
	293,65	406,77	481,66	553,51	576,30	646,50	716,18	785,61
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	101,80	141,02	166,98	191,89	199,79	224,13	248,29	272,36
2	64,13	88,84	105,19	120,88	125,86	141,19	156,41	171,57
3	48,94	67,79	80,28	92,25	96,05	107,75	119,36	130,94
4	40,40	55,96	66,27	76,15	79,29	88,95	98,53	108,08
5	34,82	48,23	57,11	65,63	68,33	76,65	84,91	93,14
6	30,83	42,71	50,57	58,11	60,51	67,88	75,19	82,48
7	27,82	38,54	45,63	52,44	54,60	61,25	67,85	74,43
8	25,45	35,25	41,75	47,97	49,95	56,03	62,07	68,09
9	23,53	32,59	38,59	44,35	46,18	51,80	57,38	62,95
10	21,93	30,38	35,98	41,34	43,04	48,29	53,49	58,68
11	20,58	28,51	33,76	38,80	40,39	45,31	50,20	55,07
12	19,42	26,90	31,86	36,61	38,12	42,76	47,37	51,96
13	18,41	25,51	30,20	34,71	36,14	40,54	44,91	49,26
14	17,53	24,28	28,75	33,03	34,39	38,58	42,74	46,89
15	16,74	23,19	27,45	31,55	32,85	36,85	40,82	44,78
16	16,03	22,21	26,30	30,22	31,47	35,30	39,10	42,89
17	15,40	21,33	25,26	29,02	30,22	33,90	37,55	41,19
18	14,82	20,53	24,31	27,94	29,09	32,63	36,15	39,65
19	14,30	19,80	23,45	26,95	28,06	31,48	34,87	38,25
20	13,82	19,14	22,66	26,04	27,12	30,42	33,70	36,96
21	13,37	18,53	21,94	25,21	26,25	29,45	32,62	35,78
22	12,97	17,96	21,27	24,44	25,45	28,55	31,62	34,69
23	12,59	17,44	20,65	23,73	24,70	27,71	30,70	33,68
24	12,24	16,95	20,07	23,06	24,01	26,94	29,84	32,73

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Gambar 4.3 Grafik Perhitungan Intensitas Hujan

Dari tabel dan grafik dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa intensitas curah hujan selama 24 jam, intensitasnya dengan debit yang besar terjadi pada jam pertama. Namun, dalam perencanaan biasanya digunakan pada jam awal – awal.

3. Berikut sebagai contoh perhitungan intensitas curah hujan jam-jaman pada jam ke-3 perhari dari total 24 jam yang pada periode kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Diambil 3 jam pertama dari tiap kala ulang karena intensitas curah hujan terpusat di Sabu Raijua hanya berlangsung 3 jam/hari (*BWS*).

1) Periode Kala Ulang 2 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{293,64}{24} \times \frac{24^2}{2} = 64,13 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut;

b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 2 tahun pada jam ke – 2 ;

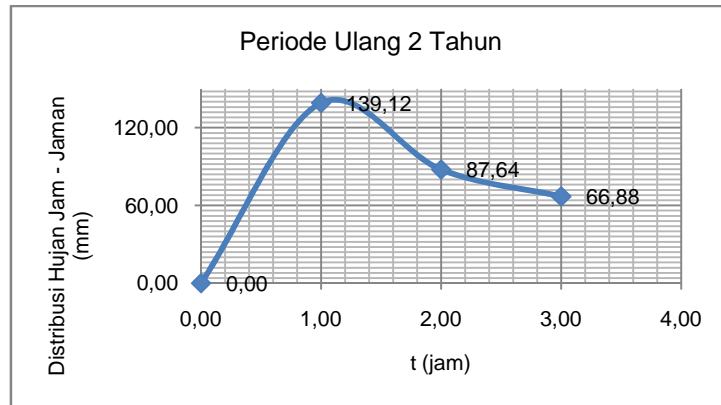
$$\% = \frac{64,13}{214,87} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut;

Tabel 4.18 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 2 Tahun

T	I		Distribusi Hujan Jam-Jaman
(Jam)	(mm)	(%)	(mm)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	141,02	47,38	192,72
2,00	88,84	29,85	121,40
3,00	67,79	22,78	92,65
Jumlah	297,65	100,00	406,77

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.4 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 2 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 139,12 mm

2) Periode Kala Ulang 5 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{406,77}{24} \times \frac{24^2}{2} = 88,84 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut;

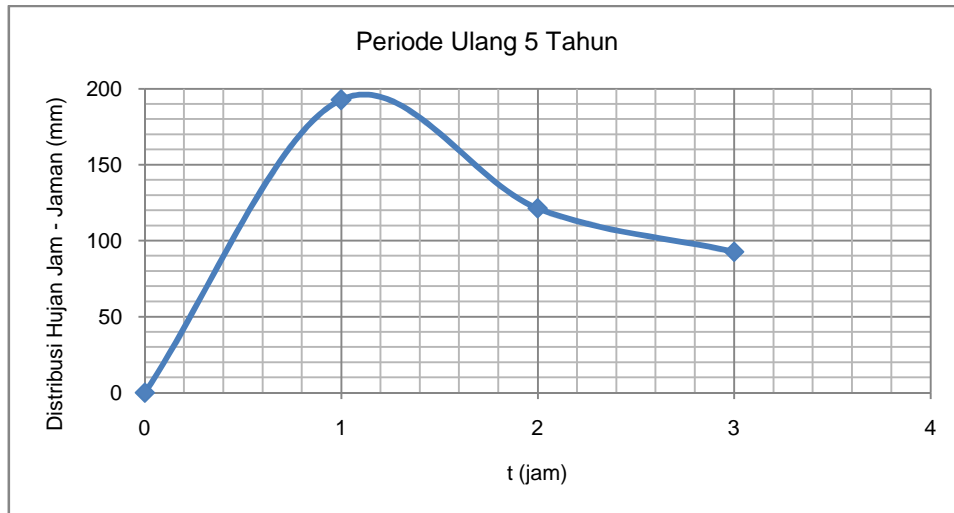
b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

$$\% = \frac{88,84}{297,65} \times 100 = 29,85\%$$

Tabel 4.19 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 5 Tahun

t	i		Distribusi Hujan Jam-jaman
(jam)	(mm)	(%)	(mm)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	166,98	47,38	228,20
2,00	105,19	29,85	143,76
3,00	80,28	22,78	109,71
JUMLAH	352,45	100,00	481,66

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.5 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 5 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 192,72 mm

3) Periode Kala Ulang 10 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{481,66}{24} \times \frac{24}{2}^2 = 105,19 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut;

b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

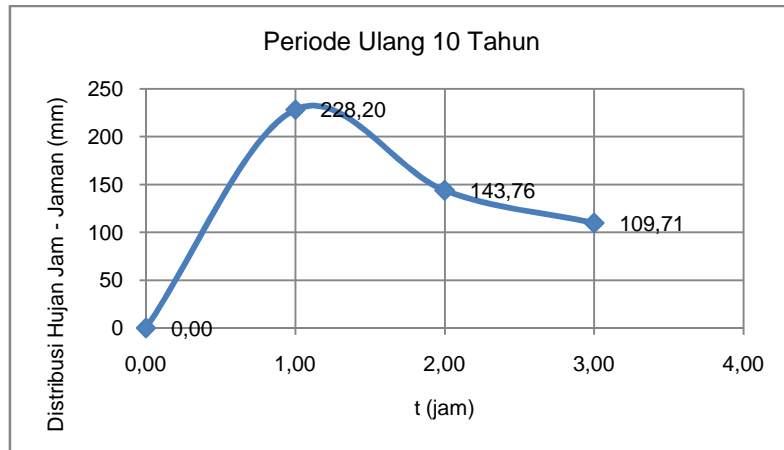
$$\% = \frac{105,19}{352,45} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut;

Tabel 4.20 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 10 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-jaman (mm)
	(mm)	(%)	
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	166,98	47,38	228,20
2,00	105,19	29,85	143,76
3,00	80,28	22,78	109,71
JUMLAH	352,45	100,00	481,66

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.6 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 10 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 228,20 mm

4) Periode Kala Ulang 20 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{553,51}{24} \times \frac{24^2}{2} = 120,88 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut;

b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

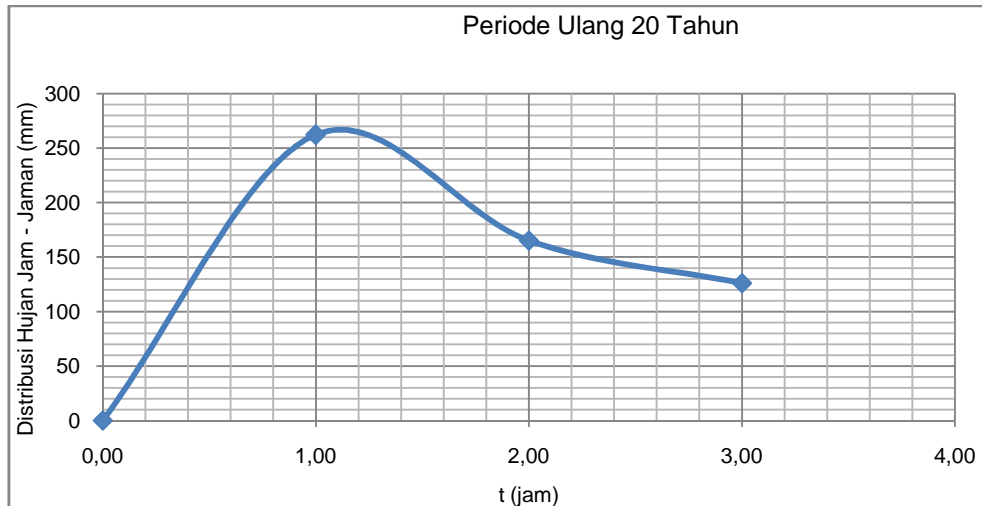
$$\% = \frac{120,88}{405,02} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut;

Tabel 4.21 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 20 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-jaman (mm)
	(mm)	(%)	
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	191,89	47,38	262,24
2,00	120,88	29,85	165,20
3,00	92,25	22,78	126,07
JUMLAH	405,02	100,00	553,51

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.7 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 20 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 262,24 mm

5) Periode Kala Ulang 25 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{576,30}{24} \times \frac{24}{2}^2 = 125,86 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut;

b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

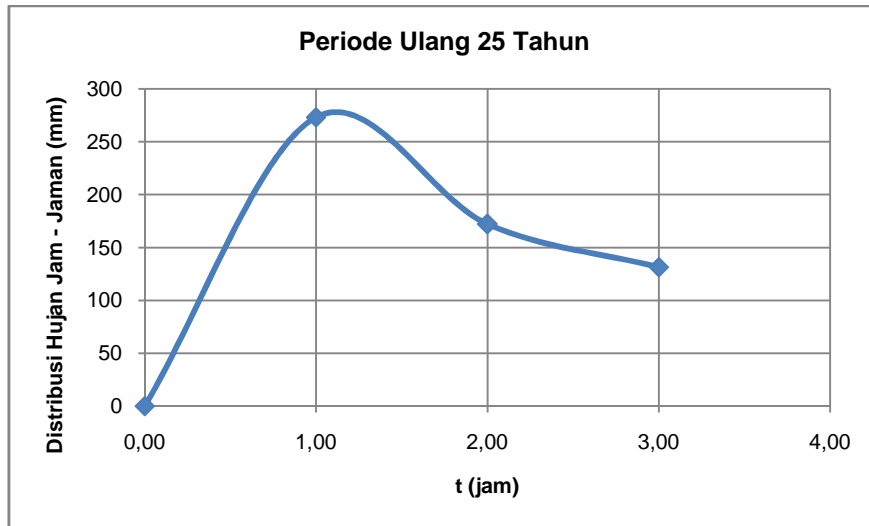
$$\% = \frac{125,30}{421,70} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut;

Tabel 4.22 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 25 Tahun

t	i		Distribusi Hujan Jam-jaman
(jam)	(mm)	(%)	(mm)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	199,79	47,38	273,03
2,00	125,86	29,85	172,00
3,00	96,05	22,78	131,26
JUMLAH	421,70	100,00	576,30

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.8 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 25 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 273,03 mm

6) Periode Kala Ulang 50 Tahun

- a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{646,50}{24} \times \frac{24^2}{2} = 141,19 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.23 berikut;

- b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

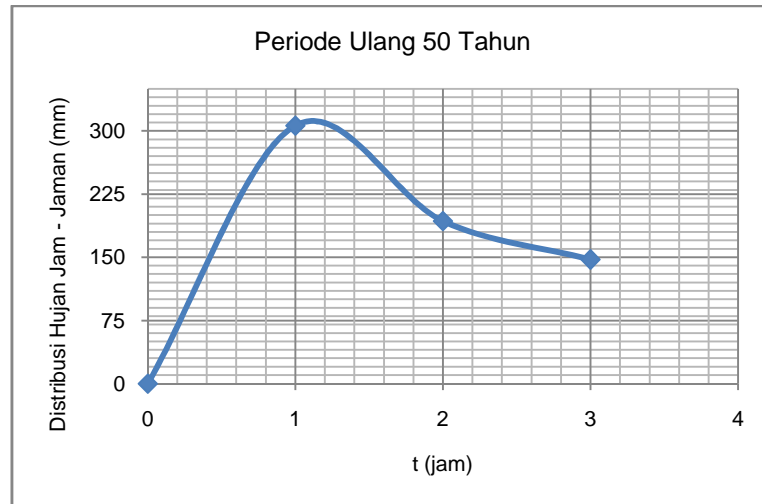
$$\% = \frac{141,19}{473,07} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.23 berikut;

Tabel 4.23 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 50 Tahun

t	i		Distribusi Hujan Jam-jaman
(jam)	(mm)	(%)	(mm)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	224,13	47,38	306,29
2,00	141,19	29,85	192,95
3,00	107,75	22,78	147,25
JUMLAH	473,07	100,00	646,50

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.9 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 50 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 306,29 mm

7) Periode Kala Ulang 100 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{716,18}{24} \times \frac{24^2}{2}^3 = 156,41 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut;

b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

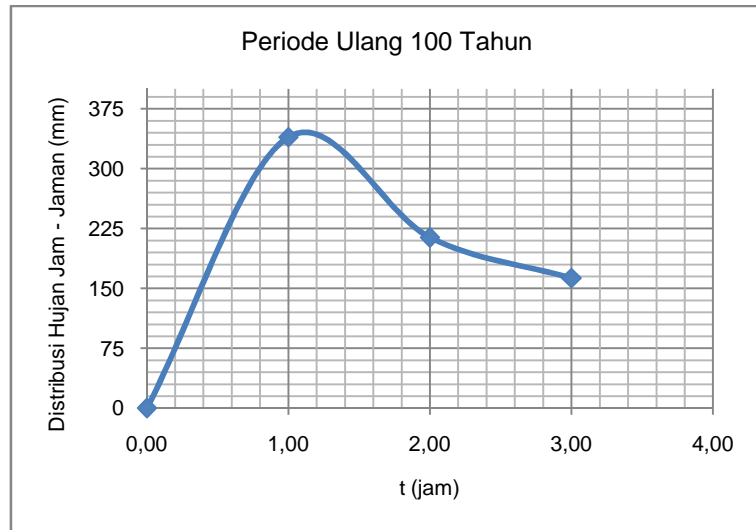
$$\% = \frac{156,41}{524,06} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut;

Tabel 4.24 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 100 Tahun

t	i		Distribusi Hujan Jam-jaman
(jam)	(mm)	(%)	(mm)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	248,29	47,38	339,31
2,00	156,41	29,85	213,75
3,00	119,36	22,78	163,12
JUMLAH	524,06	100,00	716,18

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.10 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 100 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 339,31 mm

8) Periode Kala Ulang 200 Tahun

a. Sebagai contoh berikut perhitungan distribusi jam-jaman pada jam ke – 2 ;

$$I = \frac{785,61}{24} \times \frac{24^2}{2} = 171,57 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut;

b. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase curah hujan jam-jaman. Sebagai contoh berikut perhitungan persentase curah hujan jam-jaman periode 5 tahun pada jam ke – 2 ;

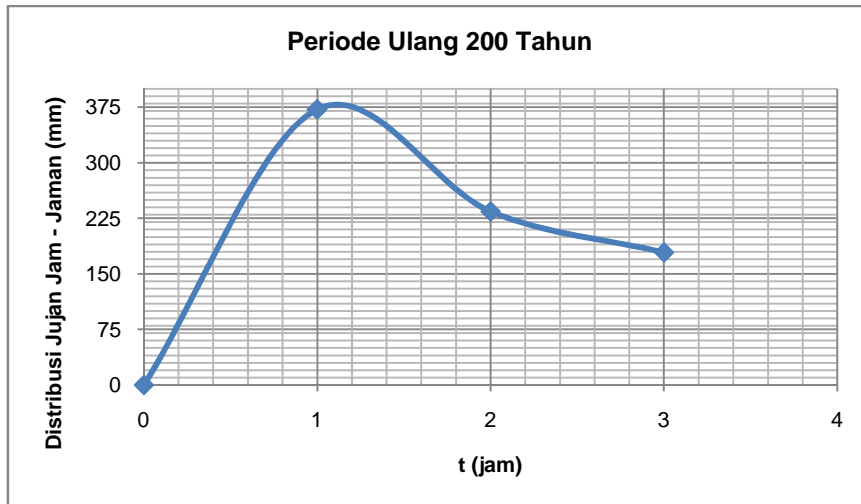
$$\% = \frac{171,57}{574,87} \times 100 = 29,85\%$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut;

Tabel 4.25 Intensitas Dan Presentase Curah Hujan Jam – Jaman Periode 200 Tahun

t	i		Distribusi Hujan Jam-jaman
(jam)	(mm)	(%)	(mm)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	272,36	47,38	372,20
2,00	171,57	29,85	234,47
3,00	130,94	22,78	178,94
JUMLAH	574,87	100,00	785,61

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.11 Grafik Curah Hujan Kala Ulang 200 Tahun

Dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa terjadi intensitas hujan yang besar pada jam pertama yakni sebesar 372,20 mm.

4.3.7 Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung atau memperkirakan besarnya debit banjir yang akan terjadi dalam berbagai periode ulang dengan hasil yang baik dapat dilakukan dengan analisis data aliran dari sungai yang bersangkutan. Oleh karena data aliran yang bersangkutan tidak tersedia maka dalam perhitungan debit banjir akan digunakan beberapa metode yaitu :

1. Metode Rasional
2. Metode Weduwen
3. Metode Haspers

4.3.7.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Untuk menghitungnya menggunakan Persamaan 2.24 s/d Persamaan 2.27 pada Bab II yaitu :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (\text{m}^3 \text{ det})$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t}^{2/3}$$

$$T_c = \frac{L}{w} \quad (\text{untuk perhitungan waktu konsentrasi periode ulang})$$

$$w = 72 \times \frac{H}{L}^{0.6} \quad (\text{waktu kecepatan perlambatan})$$

Data yang ada yaitu :

L = jarak dari ujung daerah hulu sampai titik yang ditinjau (km)

Skala pada gambar kontur 1:500 (*Sumber : Data Gambar BWS*)

Sedangkan panjang sungai pada gambar = 4,59 cm

Maka untuk menghitung panjang sungai (L) :

$$\begin{aligned} L &= \text{Panjang sungai pada gambar} \times \text{skala gambar} \\ &= 91,27 \times 500 \\ &= 2295,795 \text{ cm} \\ &= 2,30 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \text{luas DAS (km)} \\ &= 1,56 \text{ km}^2 \text{ (*Sumber : Data Teknis Embung Maworena BWS*)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= \frac{(\text{Kontur Tertinggi} - \text{Kontur Terendah})}{1000} \\ &= \frac{(312,5 - 66)}{1000} \\ &= 0,25 \text{ km} \end{aligned}$$

C = 0,32 Daerah Hutan Berbukit, harga (C) pada tabel 2.8 Bab II

Dari Tabel 4.15 diketahui :

R24 Periode Ulang 2 Tahun	293,646
R24 Periode Ulang 5 Tahun	406,768
R24 Periode Ulang 10 Tahun	481,664
R24 Periode Ulang 20 Tahun	553,506
R24 Periode Ulang 25 Tahun	576,295
R24 Periode Ulang 50 Tahun	646,498
R24 Periode Ulang 100 Tahun	716,183
R24 Periode Ulang 200 Tahun	785,613

a. Perhitungan waktu konsentrasi untuk periode ulang 2 tahun

$$T_{C_2} = \frac{L}{w}$$

Waktu Kecepatan Perlambatan

$$w = 72 * \frac{H}{L}^{0.6}$$

$$w = 72 * \frac{0,25}{2,30}^{0.6}$$

$$w = 18,87 \text{ km/jam}$$

maka : T_2

$$T_{C_2} = \frac{2,30}{18,87}$$

$$T_{C_2} = 0,122 \text{ jam}$$

Intensitas Hujan Selama t Jam

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t}^{2/3}$$

$$I = \frac{293,646}{24} \times \frac{24}{0,122}^{2/3}$$

$$I = 53,90 \text{ (mm/jam)}$$

Debit banjir rancangan Q

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,278 \times 0,32 \times 59.566,497 \times 2,30$$

$$Q = 58,27 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Perhitungan waktu konsentrasi untuk periode ulang 5 tahun

$$T_{C_5} = \frac{L}{w}$$

Waktu Kecepatan Perlambatan

$$w = 72 * \frac{H}{L}^{0.6}$$

$$w = 72 * \frac{0,25}{2,30}^{0.6}$$

$$w = 18,87 \text{ km/jam}$$

maka : T_2

$$T_{C_5} = \frac{2,30}{18,87}$$

$$T_{C_5} = 0,122 \text{ jam}$$

Intensitas Hujan Selama t Jam

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t}^{2/3}$$

$$I = \frac{406,768}{24} \times \frac{24}{0,122}^{2/3}$$

$$I = 574,42 \text{ (mm/jam)}$$

Debit banjir rancangan Q

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

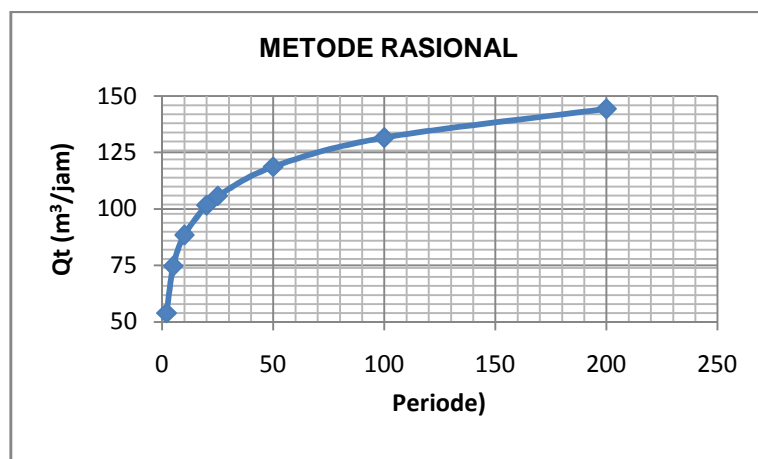
$$Q = 80,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Perhitungan debit banjir untuk periode ulang tahun selanjutnya dengan metode rasional dilakukan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.26 Debit Banjir Rencana Metode Rasional

No	Periode Ulang (Tahun)	A	Rt	L	H	C	W	Tc	I	Qt
		(km ²)	(mm)	(km)	(km)		(km/jam)	mm/jam	mm/jam	m ³ /jam
1,00	2,00	1,56	293,65	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	414,67	58,27
2,00	5,00	1,56	406,77	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	574,42	80,71
3,00	10,00	1,56	481,66	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	680,18	95,57
4,00	20,00	1,56	553,51	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	781,64	109,83
5,00	25,00	1,56	576,30	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	813,82	114,35
6,00	50,00	1,56	646,50	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	912,96	128,28
7,00	100,00	1,56	716,18	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	1.011,36	142,11
8,00	200,00	1,56	785,61	2,30	0,25	0,32	18,87	0,12	1.109,41	155,89

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.12 Grafik Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Berdasarkan hasil analisa maupun grafik menunjukkan tren data selalu naik dari tahun ke tahun namun dalam perencanaan Embung hanya digunakan $Qt_{50th} = 128,28$ m³/det

4.3.7.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Weduwen

Syarat dalam perhitungan debit banjir dengan metode Weduwen adalah sebagai berikut :

A = Luas daerah pengaliran < 100 km²

t = 1/6 sampai 12 jam

Rumus yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana dengan metode Weduwen adalah sebagai berikut :

$$Q_t = C \times q_n \times A$$

$$t = 0,25 LQ^{-0,125} I^{-0,25}$$

$$= \frac{120 + t + 1 \quad t + 9 \quad A}{120 + A}$$

$$q_n = \frac{R_n}{240} \times \frac{67,65}{t + 1,45}$$

$$= 1 - \frac{4,1}{q_n + 7}$$

Dimana :

- Q = Debit rancangan
- C = Koefisien run off
- I = Koefisien reduksi
- q_n = Debit persatuan luas
- A = Luas DAS
- T = Waktu konsentrasi
- R_n = Curah hujan harian maksimum rencana periode ulang T tahun
- L = Panjang sungai
- I = Kemiringan dasar sungai
- H = Beda tinggi

Data yang ada yaitu :

- Luas DAS (A) = 1,56 km²
- Panjang Sungai (L) = 2,30km = 2.295,795 m
- Kemiringan sungai (I) =

Untuk mencari kemiringan sungai digunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{\text{Kontur tertinggi} - \text{Kontur terendah}}{L}$$

$$I = \frac{312,5 - 66}{2295,795}$$

$$I = 0,107$$

Karena perhitungan debit banjir rancangan Metode Weduwen mengandung unsur trial and error untuk nilai t maka perhitungan dilakukan dengan mengasumsi nilai t dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

- a. Periode ulang 2 tahun
- R = 293,695 mm
- Asumsi t = 5,512 jam
- Hitung Koefisien reduksi

$$= \frac{120 + 5,512 + 1 \cdot 5,512 + 9 \times 1,56}{120 + 1,56}$$

$$= \frac{121,65}{120 + 1,56}$$

$$= 2,20$$

Debit persatuan luas

$$q_n = \frac{293,695}{240} \times \frac{67,65}{5,512 + 1,45}$$

$$q_n = 15,00 \text{ m}^3/\text{det.km}^2$$

Koefisien run off

$$= 1 - \frac{4,1}{q_n + 7}$$

$$= 1 - \frac{4,1}{2,20 \times 15,00 + 7}$$

$$= 0,90$$

Debit rancangan

$$Q_t = C \times q_n \times A$$

$$Q_t = 0,90 \times 2,20 \times 15,00 \times 1,56$$

$$Q_t = 46,20 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu konsentrasi terhitung

$$t = 0,25 LQ^{-0,125} I^{-0,25}$$

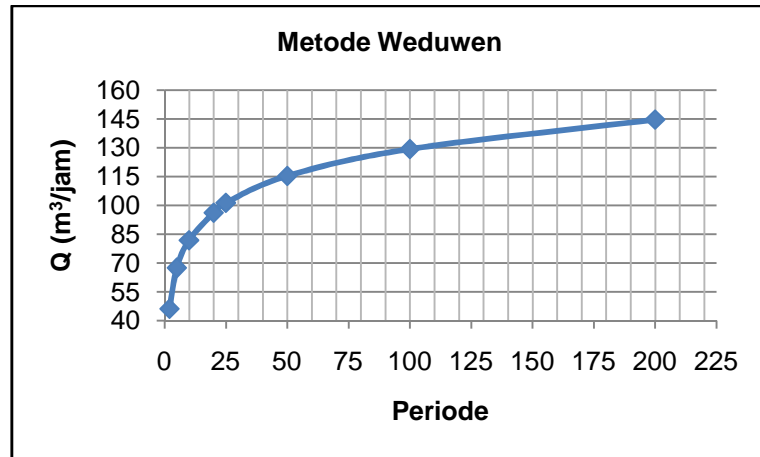
$$t = 0,25 \times 2,30 \times 46,20^{-0,125} \times 0,107^{-0,25}$$

$$t = 0,62 \text{ jam (OK)}$$

Tabel 4.27 Debit Banjir Rencana Metode Weduwen

No	Periode	Rn	tcoba		qn		thitung	Q (m ³ /jam)
1	2	293,65	5,51	2,20	15,00	0,90	5,51	46,20
2	5	406,77	5,15	2,10	22,24	0,92	5,15	67,42
3	10	481,66	4,98	2,06	27,25	0,94	4,98	81,84
4	20	553,51	4,80	2,02	32,43	0,94	4,80	96,19
5	25	576,30	4,70	1,99	34,52	0,95	4,70	101,32
6	50	646,50	4,61	1,97	39,49	0,95	4,61	115,28
7	100	716,18	4,53	1,95	44,51	0,96	4,53	129,28
8	200	785,61	4,38	1,91	50,51	0,96	4,38	144,56

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.13 Grafik Debit Banjir Rencana Metode Weduwen

Dengan trial pada jam ke - 4,61 pada periode 50 tahun didapat $Q_{t_{50th}} = 115,28$ m³/jam dan trial pada jam ke - 4,53, $Q_{t_{100th}} = 129,28$ m³/jam Namun, pada dasarnya dalam perencanaan Embung di gunakan Q_{50th} .

4.3.7.3 Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Hasper

Perhitungan debit banjir rencana untuk Metode Haspers menggunakan Persamaan 2.33 s/d Persamaan 2.38 pada Bab II (Loebis, 1987). Berikut ini perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang T Metode Haspers. Metode ini dapat digunakan dengan syarat luas DAS < 300 km².

Langkah – langkah perhitungan debit banjir rencana metode Hasper :

- a. Menentukan waktu konsentrasi (t)

$$t = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3}$$

Dimana :

t = waktu konsentrasi

L = panjang sungai utama (km)

S = kemiringan dasar sungai rata-rata

- b. Hitung koefisien reduksi ()

$$\frac{1}{K} = 1 + \frac{1 + 3,7 \times 10^{0,4 \times t}}{t^2 + 15} \times \frac{A^3}{12}$$

Dimana :

= Koefisien Reduksi

A = Luas DAS

t = waktu konsentrasi

- c. Hitung koefisien run off ()

$$= \frac{1+0.012 \times A^{0.7}}{1+0.075 \times A^{0.7}}$$

Dimana :

= Koefisien Run off

A = Luas DAS

- d. Hitung curah hujan harian maksimum rencana periode ulang T tahun.

$$R_t = \frac{t \times R_t}{1 + t}$$

Dimana :

R_t = Curah hujan rencana pada periode ulang T tahun

t = waktu konsentrasi

- e. Hitung intensitas hujan yang diperlukan.

$$q_n = \frac{t \cdot R_t}{3,6 t}$$

Dimana :

q_n = Intensitas hujan yang diperlukan.

R_t = Curah hujan rencana pada periode ulang T tahun

t = waktu konsentrasi

- f. Hitung debit banjir rencana periode ulang T tahun

$$Q_t = x \times q_n \times A$$

Dimana :

Q_t = Debit banjir rencana periode ulang T tahun

= Curah hujan rencana pada periode ulang T tahun

= Koefisien reduksi

q_n = Intensitas hujan yang diperlukan.

A = Luas DAS

Adapun proses perhitungan uji sebaran data curah hujan curah adalah sebagai berikut :

Data-data yang diketahui :

A = 1,56 km²

L = 2,30 km

S = 0,0042 (kemiringan dasar sungai)

1. Menentukan waktu konsentrasi (t)

$$\begin{aligned} t &= 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3} \\ &= 0,1 \times 2,30^{0,8} \times 0,0042^{-0,3} \\ &= 0,38 \text{ jam} \end{aligned}$$

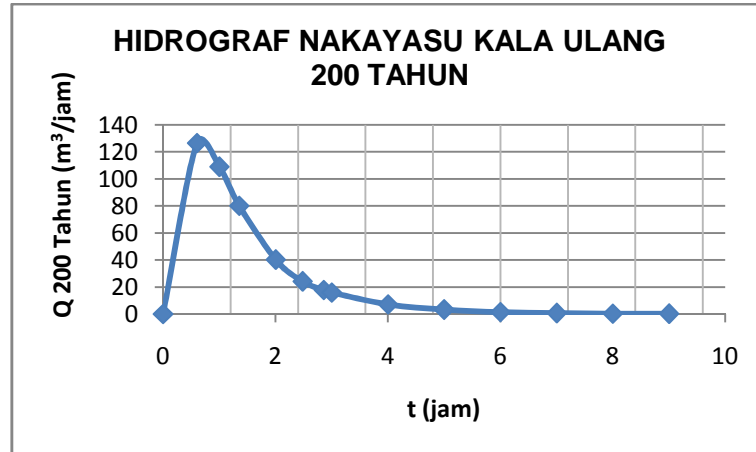
2. Hitung koefisien reduksi ()

Maka, debit puncak kala ulang 100 tahun berada pada jam ke – 0,60 jam yakni sebesar 115,47 m³ /jam dan debit lengkung dasar berada pada jam ke - 9 yakni sebesar 0,118 m³/jam

Tabel 4.40 Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 200 Tahun

t (JAM)	Qt (m ³ /dt)	R200			Q 200 TH (m ³ /jam)	Ket.
		372,203	234,473	178,937		
0,000	0,000	0,000			0,000	Qa
0,601	0,465	173,092	0,000		126,659	
1,000	0,245	91,361	57,554	0,000	108,967	Qd1
1,353	0,140	51,928	32,712	24,964	80,202	
2,000	0,070	26,007	16,383	12,503	40,168	Qd2
2,480	0,042	15,578	9,814	7,489	24,061	
2,856	0,031	11,529	7,263	5,543	17,807	
3,000	0,028	10,269	6,469	4,937	15,861	
4,000	0,012	4,609	2,904	2,216	7,119	
5,000	0,006	2,069	1,303	0,995	3,195	
6,000	0,002	0,929	0,585	0,446	1,434	
7,000	0,001	0,417	0,263	0,200	0,644	
8,000	0,001	0,187	0,118	0,090	0,289	
9,000	0,000	0,084	0,053	0,040	0,130	

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.22 Grafik Hidrograf Nakayasu Kala Ulang 200 Tahun

Maka, debit puncak kala ulang 200 tahun berada pada jam ke – 0,60 jam yakni sebesar 126,66 m³ /jam dan debit lengkung dasar berada pada jam ke - 9 yakni sebesar 0,130 m³/jam.

Tabel 4.41 Rekapitulasi Hidrograf Nakayasu Kala Ulang

t (jam)	Kala Ulang (Th)							
	2	5	10	20	25	50	100	200
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

0,601	64,698	65,580	77,655	89,238	92,912	104,231	115,465	126,659
1,000	55,661	60,435	66,808	76,773	79,934	89,671	99,337	108,967
1,353	40,968	43,808	49,172	56,507	58,833	66,000	73,114	80,202
2,000	20,518	21,941	24,627	28,300	29,465	33,055	36,618	40,168
2,480	12,290	13,143	14,752	16,952	17,650	19,800	21,934	24,061
2,856	9,096	9,727	10,917	12,546	13,062	14,654	16,233	17,807
3,000	8,102	8,664	9,724	11,175	11,635	13,052	14,459	15,861
4,000	3,636	3,889	4,365	5,016	5,222	5,858	6,490	7,119
5,000	1,632	1,745	1,959	2,251	2,344	2,629	2,913	3,195
6,000	0,733	0,783	0,879	1,010	1,052	1,180	1,307	1,434
7,000	0,329	0,352	0,395	0,454	0,472	0,530	0,587	0,644
8,000	0,148	0,158	0,177	0,204	0,212	0,238	0,263	0,289
9,000	0,066	0,071	0,080	0,091	0,095	0,107	0,118	0,130

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Gambar 4.23 Grafik Rekapitulasi Kala Ulang Hidrograf Nakayasu

Dari data rekapitulasi, dapat ditarik sebuah kesimpulan yaitu debit puncak tiap kala ulang tahun berada pada jam ke – 0,60 jam dan debit lengkung dasar berada pada jam ke - 9.

Tabel 4.42 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

P U	Debit Banjir Rencana (m ³ /jam)			
	Rasional	Weduwen	Hasper	Nakayasu
2,00	58,27	46,20	37,94	64,70
5,00	80,71	67,42	52,56	65,58
10,00	95,57	81,84	62,24	77,66
20,00	109,83	96,19	71,52	89,24
25,00	114,35	101,32	74,46	92,91
50,00	128,28	115,28	83,53	104,23
100,00	142,11	129,28	92,54	115,47
200,00	155,89	144,56	101,51	126,66

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Gambar 4.24 Perbandingan Debit Banjir Rencana Empat Metode

Dari tabel dan grafik di atas dapat diketahui hasil perhitungan debit banjir rencana dengan empat metode yang berbeda. Berdasarkan hasil perhitungan dan pertimbangan terhadap nilai debit banjir yang digunakan adalah nilai debit yang terbesar, yaitu dengan metode Nakayasu yaitu pada Q50 = 104,23 m³/jam, dengan debit dari BWS yakni sebesar = 101,09 m³/jam. Debit banjir rencana ini tidak berarti debit sebesar 104,23 m³/jam akan terjadi secara periodik 1 kali setiap 50 tahun,

melainkan setiap tahunnya ada kemungkinan terjadi 1/50 kali terjadi debit yang besarnya yang sama atau lebih dari 104,23 m³/jam, artinya dalam 50 tahun ada kemungkinan 1 kali terjadi debit yang besarnya sama atau lebih dari 104,23 m³/jam. Dalam 100 tahun ada kemungkinan 2 kali terjadi debit yang besarnya sama atau lebih dari 104,23 m³/jam

4.3.9 Aliran Air Yang Masuk Embung

Perhitungan aliran air yang masuk daerah tampungan adalah total jumlah aliran limpasan permukaan yang terjadi di daerah tangkapan hujan selama peristiwa hujan tertentu. Jumlah air limpasan permukaan dihitung dengan persamaan 2.48 dan 2.49 pada bab II.

4.3.9.1 Aliran Permukaan Daerah Tadah Hujan (Run Off)

Perhitungan air permukaan dihitung dengan persamaan empiris CATCHMENT YIELD sebagai berikut :

Perhitungan aliran permukaan dilakukan pada setiap curah hujan bulanan untuk setiap tahunnya sehingga, volume air yang masuk kedalam Embung dapat diketahui berdasarkan jumlah kumulatif setiap bulanannya. Perhitungan dilakukan untuk bulan januari dan februari dan perhitungan selanjutnya dilakukan dalam tabel.

a. Run off bulan Januari (Q)

$$(Q) = A \times R \times Y \text{ (m}^3\text{) (dimana Y adalah faktor reability yaitu 90\%)}$$

$$\begin{aligned} (Q) &= 156.000 \times 261,79 \times 90\% \\ &= 156.000 \times 0,262 \times 90\% \\ &= 367.555,32 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Run off bulan februari (Q)

$$(Q) = A \times R \times Y \text{ (m}^3\text{) (dimana Y adalah faktor reability yaitu 90\%)}$$

$$\begin{aligned} (Q) &= 156.000 \times 183,46 \times 90\% \\ &= 156.000 \times 0,184 \times 90\% \\ &= 25.757,78 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.43 Perhitungan Jumlah Air Hujan Yang Masuk Embung Berdasarkan Curah Hujan Bulanan Pada Embung Maworena

Bulan	Rata - Rata Hujan		A (M2)	Y (%)	Q (M3)	Komulatif (M3)
	Bulanan (R) (Mm)					
1,00	2,00	3 (M)	4,00	5,00	6,00	7,00
Januari	261,79	0,26	156.000,00	90,00	36.755,32	36.755,32
Februari	183,46	0,18	156.000,00	90,00	25.757,78	25.757,78
Maret	170,67	0,17	156.000,00	90,00	23.962,07	23.962,07
April	67,25	0,07	156.000,00	90,00	9.441,90	9.441,90

Mei	32,77	0,03	156.000,00	90,00	4.600,91	4.600,91
Juni	16,88	0,02	156.000,00	90,00	2.369,95	2.369,95
Juli	6,43	0,01	156.000,00	90,00	902,21	902,21
Agustus	1,91	0,00	156.000,00	90,00	268,16	268,16
September	5,69	0,01	156.000,00	90,00	798,88	798,88
Oktober	32,45	0,03	156.000,00	90,00	4.555,98	4.555,98
Nopember	70,90	0,07	156.000,00	90,00	9.954,36	9.954,36
Desember	231,45	0,23	156.000,00	90,00	32.495,58	32.495,58
Total						151.863,10

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Jadi, total air yang masuk Embung dari aliran permukaan (Catchment Area) selain kolam Embung adalah sebesar 151.863,10 m³/tahun.

4.3.9.2 Air Hujan Efektif Yang Langsung Jatuh Diatas Kolam Embung

Perhitungan air hujan efektif yang masuk tampungan Embung menggunakan grafik Hubungan koefisien pengaliran untuk bulan j (C) m³ / bulan dapat dilihat pada grafik hubungan antara hujan bulanan dan koefisien runoff bulan tertentu.

a. Koefisien Pengaliran Bulan November

(butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Gambar 4.25 Hubungan Antara Hujan Bulanan Dan Koefisien Runoff Bulan November

Dengan hujan bulan November sebesar 70,9 mm maka dapat ditentukan koefisien pengaliran untuk bulan Nopember yakni sebesar 0,01.

b. Koefisien Pengaliran Bulan Desember

Gambar 4.26 Hubungan Antara Hujan Bulanan Dan Koefisien Runoff Bulan Desember

Dengan hujan bulan Desember sebesar 231,45 mm maka dapat ditentukan koefisien pengaliran untuk bulan Nopember yakni sebesar 0,17

c. Koefisien Pengaliran Bulan Januari

Gambar 4.27 Hubungan Antara Hujan Bulanan Dan Koefisien Runoff Bulan Januari

Dengan hujan bulan Januari sebesar 261,69 mm maka dapat ditentukan koefisien pengaliran untuk bulan Nopember yakni sebesar 0,18

d. Koefisien Pengaliran Bulan Februari

Gambar 4.28 Hubungan Antara Hujan Bulanan Dan Koefisien Runoff Bulan Februari

Dengan hujan bulan Februari sebesar 183,46 mm maka dapat ditentukan koefisien pengaliran untuk bulan Nopember yakni sebesar 0,194

e. Koefisien Pengaliran Bulan Maret

Gambar 4.29 Hubungan Antara Hujan Bulanan Dan Koefisien Runoff Bulan Maret

Dengan hujan bulan Maret sebesar 170,67 mm maka dapat ditentukan koefisien pengaliran untuk bulan Nopember yakni sebesar 0,20

f. Koefisien Pengaliran Bulan April

Gambar 4.30 Hubungan Antara Hujan Bulanan Dan Koefisien Runoff Bulan April

Dengan hujan bulan April sebesar 67,25 mm maka dapat ditentukan koefisien pengaliran untuk bulan Nopember yakni sebesar 0,03

Perhitungan dilakukan untuk bulan januari dan februari, untuk perhitungan selanjutnya akan dilakukan dalam tabel.

a. Curah hujan efektif dalam Embung Bulan Januari

$$\begin{aligned} V_{jan} &= 10C_{jan} * R_{jan} * A \\ V_{jan} &= 10 * (0,18) * 261,79 * 156.000 \\ V_{jan} &= 10 * (0,18) * 0,262 * 156.000 \\ V_{jan} &= 73.510,63 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Curah hujan efektif dalam Embung Bulan februari

$$\begin{aligned} V_{jan} &= 10C_{jan} * R_{jan} * A \\ V_{jan} &= 10 * (0,194) * 183,46 * 156.000 \\ V_{jan} &= 10 * (0,194) * 0,184 * 156.000 \\ V_{jan} &= 55.522,33 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.44 Perhitungan curah hujan yang langsung jatuh diatas kolam Embung

Bulan	Rata - Rata Hujan Bulanan (R) (Mm)		A (m ²)	Cj	Vef
	2	3			
1	2	3	4	5	6
Januari	261,79	0,26179	156.000	0,18	73.510,63
Februari	183,46	0,18346	156.000	0,194	55.522,33

Maret	170,67	0,17067	156.000	0,2	5.3249,04
April	67,25	0,06725	156.000	0,03	3.147,30
Mei	32,77	0,03277	156.000	0	0,00
Juni	16,88	0,01688	156.000	0	0,00
Juli	6,426	0,006426	156.000	0	0,00
Agustus	1,91	0,00191	156.000	0	0,00
September	5,69	0,00569	156.000	0	0,00
Oktober	32,45	0,03245	156.000	0	0,00
Nopember	70,9	0,0709	156.000	0,01	1.106,04
Desember	231,45	0,23145	156.000	0,17	61.380,54

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Aliran air yang masuk kedalam Embung terdiri dari aliran permukaan (run off) sebesar 151.863,10 m³/tahun dan air hujan yang langsung jatuh dalam kolam Embung sebesar 247.915,89 m³/tahun. Sehingga jumlah air yang masuk Embung adalah 399.778,98 m³/ tahun.

4.3.10 Volume Tampung Embung

Volume tampung Embung Maworena diketahui berdasarkan peta kontur dengan skala 1:500 penampang DAS sedangkan dalam penampang memanjang dan melintang gambar perencanaan Embung Maworena dengan skala 1:200. Seperti yang terlihat pada penampang Embung yang terdapat pada lampiran maka volume genangan dikalikan dengan kemiringan dari pada kolam tampungan Embung. Pada kolam tampungan Embung mempunyai beberapa persentase kemiringan yaitu 33%, 25% dan 20%. Sehingga kemiringan rata-rata Embung $(33\%+25\%+20\%)/3 = 26\%$ kemiringan.

Untuk luasan setiap elevasi kontur dapat dihitung berdasarkan penampang pada file Shop Asbuild Drawing yang diberikan BWS yaitu pada penampang Melintang Tanggul dan Melintang Genangan (*gambar terlampir*)

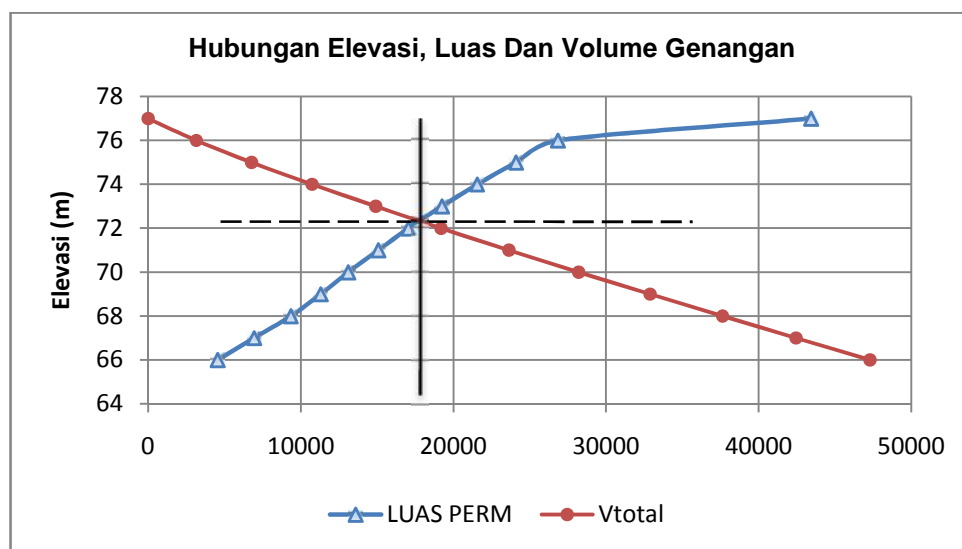
Tabel 4.45 Hubungan Elevasi, Luas Permukaan Dan Volume Genangan

Elevasi (m)	Tinggi Genangan (m)	Luas Permukaan (m ²)	Vtotal (m ³)
66,00	0	4.547,47	0
67,00	1	6.944,44	3.158,39
68,00	1	9.345,09	6.778,02
69,00	1	11.301,97	10.743,65
70,00	1	13.106,07	14.916,52
71,00	1	15.073,75	19.193,26

72,00	1	17.053,29	23.643,19
73,00	1	19.252,17	28.211,46
74,00	1	21.553,78	32.898,59
75,00	1	24.109,05	37.645,72
76,00	1	26852,80	42.451,05
77,00	1	43.434,87	47.305,01
78,00	1	46.116,45	52.207,36
79,00	1	49.496,47	57.165,86

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dari hasil perhitungan di atas dengan dipadukan dengan data dari BWS maka di dapat elevasi intake atau tampungan mati (*Dead Stroge*) 3.158,39 m³ dengan luas permukaan 6.944,44 m² pada elevasi +67,00 m, tinggi muka air normal (MAN) pada elevasi + 75,75 dengan dengan melakukan interpolasi didapat luas permukaan 26.166,86 m² dengan volume total 218.438,53 m³. Tinggi muka air banjir (MAB) pada elevasi + 76,75 dengan volume total 265,751,39 m³ dengan luas permukaan 39.289,35 m².



Gambar 4.31 Hubungan Elevasi Luas Permukaan Dengan Volume Genangan

Berdasarkan grafik hubungan elevasi luas permukaan dengan volume, kapasitas Embung ditunjukkan oleh titik perpotongan antara volume genangan dan luas permukaan berada pada elevasi + 72,35 m, berdasarkan perhitungan luas dan volume yang disajikan pada tabel di atas, dilakukkann interpolasi pada tabel diatas didapat volume genangan Embung pada elevasi ± 72,35 m adalah ± 25.242,09 m³ dengan luas permukaan ± 17.822,90 m²

4.4 Analisa Tingkat Bahaya Erosi

4.4.1 Analisa Faktor Erosivitas Hujan (R)

Persamaan *USLE* menetapkan bahwa nilai *R* yang merupakan daya perusak hujan (erosivitas hujan) tahunan. Erosivitas hujan merupakan perkalian antara energi hujan total (*E*) dan intensitas hujan maksimum 30 menit (*I*₃₀). Kedua faktor tersebut, *E* dan *I*₃₀ selanjutnya dapat ditulis sebagai *EI*₃₀. (Bolls 1978 dalam Arsyad, 1989) mengembangkan persamaan penduga *EI*₃₀ sebagai berikut :

$$Ei_{30} = 6,199 \times Rb^{1,211} \times n^{-0,474} \times Rmax^{0,526}$$

Tabel 4.46 Daftar Hari Hujan Maksimum

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
JLH (mm)	2617,9	1834,6	1706,7	672,5	327,7	168,8	64,3	19,1	56,9	324,5	709,0	2314,5
Rmax (mm)	448,2	325,7	356	217,3	86,7	128,3	22,7	17,8	41,0	243,2	171,0	399,5
Hari	183,0	132,0	138,0	64,0	40,0	16,0	18,0	8,0	7,0	19,0	79,0	168,0

Sumber : *BMKG Tardamu, Sabu Raijua*

Data :

$$R_{jan} = 261,17 \text{ cm}$$

$$N = 183 \text{ Hari}$$

$$R_{max} = 44,82 \text{ cm}$$

Maka :

Perhitungan erosivitas hujan untuk bulan januari sebagai berikut :

$$Ei_{30} = 6,199 \times Rb^{1,211} \times n^{-0,474} \times Rmax^{0,526}$$

$$= 6,199 \times 261,17^{1,211} \times 183^{-0,474} \times 44,82^{0,526}$$

$$Ei_{30} = 3.286,51 \text{ Ton/tahun}$$

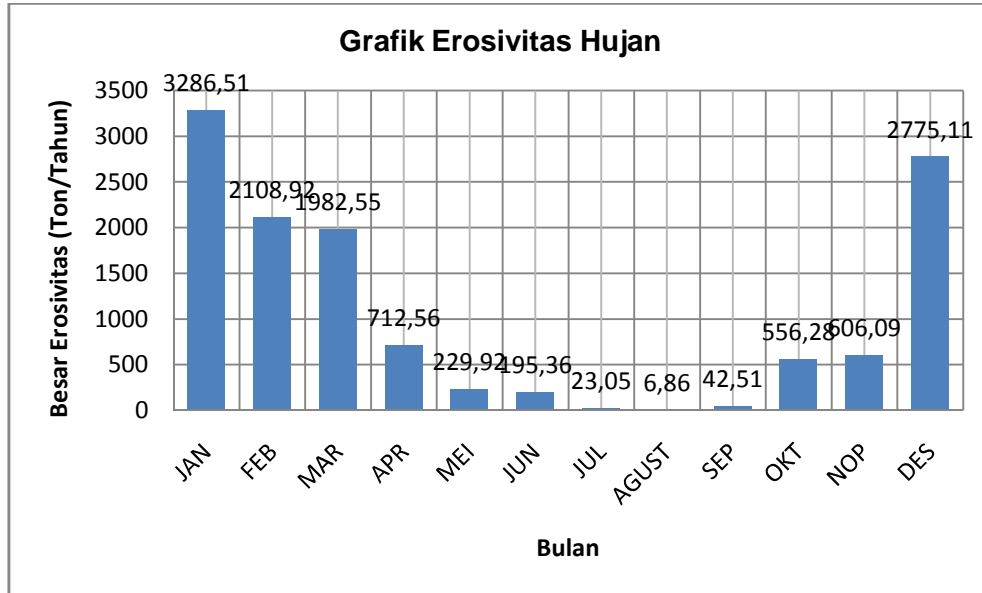
Dan perhitungan selanjutnya dilakukan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.47 Perhitungan Erosivitas Hujan

Bulan	Rb (Cm)	Rmax	N	Rb ^{1,211}	N ^{-0,474}	Rmax ^{0,526}	Ei30	
Jan	261,79	44,82	183,00	847,50	0,08	7,39	3.286,51	32,87
Feb	183,46	32,57	132,00	551,00	0,10	6,25	2.108,92	21,09
Mar	170,67	35,60	138,00	504,83	0,10	6,55	1.982,55	19,83
Apr	67,25	21,73	64,00	163,43	0,14	5,05	712,56	7,13
Mei	32,77	8,67	40,00	68,43	0,17	3,11	229,92	2,30
Jun	16,88	12,83	16,00	30,64	0,27	3,83	195,36	1,95
Jul	6,43	2,27	18,00	9,52	0,25	1,54	23,05	0,23
Agust	1,91	1,78	8,00	2,19	0,37	1,35	6,86	0,07
Sep	5,69	4,10	7,00	8,21	0,40	2,10	42,51	0,43
Okt	32,45	24,32	19,00	67,62	0,25	5,36	556,28	5,56
Nop	70,90	17,10	79,00	174,23	0,13	4,45	606,09	6,06

Des	231,45	39,95	168,00	730,06	0,09	6,96	2.775,11	27,75	
							Jumlah	12.525,72	125,26
							Rerata Ei30	1.043,81	10,44

Sumber : Hasil Perhitungan 2019



Gambar 4.32 Faktor Erosivitas Hujan

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa indeks erosivitas hujan (R) tertinggi terdapat pada bulan januari dengan jumlah 3.286,51 Ton/ha/cm hujan. Tingginya nilai R disebabkan oleh curah hujan dan hari hujan yang tinggi, demikian juga dengan curah hujan maksimum selama 24 jam. Hal ini sesuai dengan pendapat Utomo (1989) yang menyatakan bahwa sifat hujan yang terpenting adalah curah hujan, intensitas dan distribusi. Ketiga sifat hujan ini secara bersama-sama akan menentukan kemampuan hujan untuk menghancurkan butir-butir tanah serta jumlah dan kecepatan limpasan.

4.4.2 Analisa Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Penentuan nilai erodibilitas tanah ialah kemampuan/ketahanan partikel tanah terhadap pengelupasan dan pemindahan tanah akibat energi kinetik hujan. Tabel 2.12 menunjukkan nilai faktor erodibilitas tanah berdasarkan jenis tanah di DAS Embung Maworena. Nilai Faktor Erodibilitas tanah yang terdapat pada tabel 2.12 mengacu pada nilai erodibilitas tanah *Soil Erosion Its Control In West Timor-Ail 1986*. Menurut data topografi kabupaten sabu rajua secara mendasar tanah di wilayah sabu terbentuk dari Bobonaro Scaly Clay (Tanah liat bobonaro) yang diselimuti oleh lipatan tanah Viqueque. Maka faktor kepekaan tanah untuk daerah tadah hujan dan daerah tampungan nilai K yang digunakan adalah 0,45.

4.4.3 Faktor Panjang Kemiringan Lereng (LS)

Untuk kemiringan lereng yang digunakan adalah berdasarkan data gambar yang di peroleh dari BWS sehingga didapat persentase kemiringan lereng sebesar 7,33%, kemiringan ini didapat dari hasil perhitungan dengan berdasarkan skala pada gambar rencana Embung. Panjang lereng diambil dari daerah hulu tertinggi ke aliran sungai berdasarkan panjang lereng dengan skala 1:2000 yaitu 269 m.

$$\begin{aligned} Ls &= \left(\frac{\bar{L}}{100}\right) \times (1,38 + 0,965 + 0,138 \cdot s^2) \quad ; < 20 \% LS \\ &= \left(\frac{269}{100}\right) \times (1,38 + 0,965 + 0,138 \cdot 7,33^2) \\ &= 0,72 \text{ m} \end{aligned}$$

4.4.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C) dan Konservasi Lahan (P)

Faktor pengelolaan lahan ditentukan oleh unsur vegetasi penutup lahan teratas serta pengelolaan lahan daerah tangkapan hujan. Pada analisa ini dilakukan perhitungan pada daerah tangkapan hujan Embung Maworena.

Daerah tangkapan hujan (catchment area)

$$\begin{aligned} \text{Faktor C} &= 0,29 \text{ Untuk tanaman rumput (Tabel 2.13)} \\ &= 0,2 \text{ Untuk kebun campuran} \\ &= 0,95 \text{ Untuk tanah kosong tidak diolah} \\ &= 0,32 \text{ Pohon tanpa semak} \end{aligned}$$

Berdasarkan sumber dari penelitian yang dilakukan oleh *Ruben Ishak Foes, 2002*. Nilai C yang diambil yaitu nilai C rata-rata dari jenis vegetasi yang ada didaerah yang di tinjau.

$$\begin{aligned} C &= \frac{0,29+0,20+0,95+0,32}{4} \\ &= 0,354 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{A_i \times C_i}{A_i} \\ &= \frac{1,56 \times 0,354}{1,56} \\ &= 0,354 \end{aligned}$$

Faktor P = Untuk tanaman dalam kontur dengan kemiringan 0-8% dengan nilai 0,90

Contoh perhitungan hanya untuk bulan januari sedangkan untuk bulan selanjutnya dihitung menggunakan tabel

Daerah tangkapan hujan (catchment area)

$$LS = 0,72 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
K &= 0,45 \\
R &= 32,87 \text{ m}^3/\text{tahun} \\
Ea &= R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \\
&= 32,87 \cdot 0,45 \cdot 0,72 \cdot 0,44 \cdot 0,90 \\
&= 4,19 \text{ Ton/Tahun} \\
&= 4,19 \times \text{Luas catchment area (ha)} \\
&= 4,19 \times 156 \\
&= 654,42 \text{ ton/ha/tahun (Berat volume tanah bobonaro = } 1,65 \text{ t/m}^3\text{)} \\
&= 396,62 \text{ m}^3/\text{ha/tahun}
\end{aligned}$$

Tabel 4.48 Perhitungan Erosi Pada Daerah Catchment Area

Bulan	Ei30 (R)	Klscp	Erosi	Luas	Total Erosi	
	m ³ /ha/thn				t/ha/thn	ha
Jan	32,87	0,13	4,19	156,00	654,42	396,62
Feb	21,09	0,13	2,69	156,00	419,93	254,51
Mar	19,83	0,13	2,53	156,00	394,77	239,25
Apr	7,13	0,13	0,91	156,00	141,89	85,99
Mei	2,30	0,13	0,29	156,00	45,78	27,75
Jun	1,95	0,13	0,25	156,00	38,90	23,58
Jul	0,23	0,13	0,03	156,00	4,59	2,78
Agust	0,07	0,13	0,01	156,00	1,37	0,83
Sep	0,43	0,13	0,05	156,00	8,47	5,13
Okt	5,56	0,13	0,71	156,00	110,77	67,13
Nop	6,06	0,13	0,77	156,00	120,69	73,14
Des	27,75	0,13	3,54	156,00	552,59	334,90
Total					2.494,154	1.511,608

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dari hasil perhitungan erosi dengan menggunakan metode USLE, besar erosi yang didapat pada Daerah *Catchment Area* yaitu sebesar 2.494,154 ton/ha/tahun, atau 1.511,61 m³/ha/tahun. Berdasarkan tingkat bahaya erosi pada tabel 2.11 Bab II, nilai erosi yang terjadi pada Embung Maworena berada pada kelas IV bahaya erosi *Sangat Tinggi* dengan kriteria yang *Sangat Jelek*.

4.5 Analisis Laju Sedimentasi

Prosentase endapan sedimen yang tertangkap dan mengendap didalam tampungan serta total sedimen pada akhir tahun ke-n dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.52 dan 2.53 yang telah dibahas pada Bab II.

Perhitungan sedimentasi dalam penelitian ini diambil n-50 tahun dengan perhitungan laju sedimentasi tahunan berdasarkan prosentase sedimen yang tertangkap dari daerah tangkapan hujan.

Data yang diperoleh yaitu :

$$\text{Kapasitas (C)} = 42.451,05 \text{ m}^3$$

$$\text{Laju erosi tahunan (E)} = 1.511,61 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{tahun}$$

$$\text{Luas DAS} = 1,56 \text{ km}^2$$

Perhitungan sedimen untuk tahun pertama sebagai berikut :

Karena nilai SDR-nya belum diketahui maka langkah pertama menghitung nilai SDR.

$$\begin{aligned} \text{SDR} &= 0,41 A^{-0,3} \\ &= 0,41 \times (1,56)^{-0,3} \\ &= 0,359 \end{aligned}$$

Setelah nilai *sediment deliver ratio* diketahui maka selanjutnya dihitung sedimen yang tertahan pada tampungan Embung.

$$\begin{aligned} Y &= 1511,61 (0,36) 1,56 \\ &= 883,145 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{tahun} \\ &= 252,01 \times 1,65 \text{ ton}/\text{m}^3 \text{ (berat volume tanah bobonaro)} \\ &= 1.457,189 \text{ ton}/\text{ha}/\text{tahun} \end{aligned}$$

Karena satuan volume tampungan Embung Maworena dalam satuan m^3 maka perhitungan yang diambil merupakan nilai sedimen dengan satuan $\text{m}^3/\text{ha}/\text{tahun}$, karena dari hasil perhitungan endapan sedimen dalam kurun waktu tertentu akan dibandingkan terhadap kapasitas Embung Maworena. Dan untuk perhitungan selanjutnya menggunakan tabel. (butuh data lengkap email saya meawilahuky@gmail.com)

Tabel 4.49 Perhitungan Endapan Sedimen pada Embung Maworena dengan persamaan *Sedimen Deliver Ratio*

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

hasil analisis dengan menggunakan metode *Sedimen Deliver Ratio* pada umur 8 tahun yaitu 2025, Embung ini telah mengalami pengendapan volume sedimen sebesar $7.065,159 \text{ m}^3$ dengan demikian sisa volume untuk *Dead Storage* telah mencapai batas maksimum dan juga umur layanan Embung Maworena semakin berkurang.

4.6 Hubungan Laju Sedimentasi Terhadap Usia Layanan Embung

Embung Maworena merupakan salah satu Embung yang di bangun pada tahun 2017 dengan kapasitas tampung bruto sebesar 218.438,53 m³ dengan tampungan efektif 215.280,14 m³ dan tampungan mati (*dead storage*) sebesar 3.158,39 m³. Dilihat dari nilai kapasitas yang ada, kapasitas dead storage sangat berpengaruh terhadap usia layanan Embung terhadap kebutuhan masyarakat akan air dan apabila volume sedimen yang di tampung lebih besar dari kapasitas yang dicadangkan berarti usia guna Embung telah berakhir. Sehingga dari hasil perhitungan terhadap analisis laju sedimentasi nilai dead storage yang telah melebihi kapasitas tampungan mati (*dead stroge*) merupakan nilai dimanana usia layanan Embung Maworena tidak bisa di dimanfaatkan lagi. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan besarnya endapan tahunan yang mengakibatkan berkurangnya usia layanan Embung Maworena.

Data Elevasi sesuai gambar (*BWS*) dan pengamatan :

Elevasi dasar Embung	= + 66 m
Elevasi Intek Embung	= + 67 m
Elevasi tinggi genangan	= + 76 m
Elevasi MAB <i>spillway</i>	= + 76,75 m
Luas permukaan Embung	= 39.289,35 m ²

Tabel 4.50 Perhitungan Hubungan Endapan Sedimen Tahunan Terhadap Umur Layanan Embung Maworena.

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

dari tabel ini bisa disimpulkan bahwa umur Embung akan berakhir pada tahun ke – 12 setelah Embung digunakan. Pada tahun ke – 12 ini elevasi sedimentasi berada pada + 67,00 yaitu elevasi yang sama dengan intake Embung dengan total sedimentasi yaitu 10.597,74 m³.

4.7 Pembahasan

4.7.1 Debit banjir Rencana

Dari hasil perhitungan analisa hidrologi dengan membandingkan empat metode yang berbeda untuk menghitung debit banjir rancangan dipilih salah satu metode yang paling besar nilai untuk perencanaan debit banjir rencana pada Embung Maworena dipakai metode Nakayasu yaitu $Q_{50} = 104,23 \text{ m}^3/\text{jam}$, nilai ini dipakai sebagai standar dalam perhitungan debit banjir pada penelitian ini karena dalam perencanaan stabilitas Embung. debit ini untuk menentukan dimensi *spill waynya* sehingga pada saat banjir

terjadi tidak terjadi kerusakan pada bangunan spill way akibat debit belum melampaui debit banjir rancangan.

4.7.2 Potensi Erosi

Karakteristik daerah tangkapan hujan pada Embung Maworena sangat berpengaruh besar terhadap potensi erosi. Karena berdasarkan hasil perhitungan terhadap analisis tingkat bahaya erosi yang terjadi pada DAS Embung Maworena dengan menggunakan persamaan metode USLE didapat besarnya tingkat bahaya erosi sebesar 2.494,154 ton/ha/tahun. Dengan demikian tingkat erosi yang terjadi pada Embung Maworena termasuk tingkat “ Erosi kelas sangat tinggi dengan kriteria sangat Jelek”.

4.7.3 Laju Sedimentasi pada Embung Maworena

Berdasarkan hasil analisis laju sedimentasi pada umur operasional Embung Maworena selama n-45 tahun diperoleh elevasi dasar pada awal operasional Embung tahun 2017 sekitar +66,00 m, berarti bahwa pada saat umur 1 tahun kedalaman Embung Maworena berkurang sekitar 0,0128 m dari elevasi awal umur Embung tahun 2017 yaitu + 66,00 m menjadi +66,013 m, dengan besarnya volume endapan sedimen selama 1 tahun adalah 883,14 m³. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode *Sedimen Deliver Rasio* pada umur 8 tahun yaitu 2025, Embung ini telah mengalami pengendapan volume sedimen sebesar 7.065,159 m³ dengan demikian sisa volume untuk *Dead Storage* telah mencapai batas maksimum dan juga umur layanan Embung Maworena semakin berkurang. Selanjutnya dari hasil analisis perkiraan sedimennya pada tahun 2057 diperoleh hasil sedimen sebesar 35.325,79 m³ pada elevasi maksimum + 76,97 m, angka tersebut menunjukkan bahwa volume sedimen hampir melampaui kapasitas volume Embung maksimum yaitu pada level puncak *spillway*, sehingga Embung pada umur ini hampir menjadi daratan dan tidak dapat berfungsi lagi akibat tertutupnya *Intake* oleh sedimen yang melebihi level dari *Intake* Embung.

4.7.4 Laju Sedimentasi Terhadap Usia Layanan Embung Maworena

Perkiraan usia layanan Embung dilihat berdasarkan besarnya volume endapan yang masuk kedalam tampungan Embung, baik itu tampungan efektif maupun tampungan mati karena dari hasil perhitungan sedimen didapat volume endapan pada tahun 2026 sebesar 7.948,304 m³, nilai endapan ini sudah melebihi kapasitas tampungan mati yang ada pada data perencanaan Embung Maworena yaitu 3.630,48 m³, umur efektif Embung Maworena berdasarkan aturan yaitu 25 tahun tetapi

setelah dianalisis menggunakan persamaan Sedimen Deliver Rasio didapat volume sedimentasi pada tahun ke-12 sebesar 10.597,738 m³ yang berada pada elevasi +67,00. Besarnya endapan sedimen ini yang sudah mencapai elevasi intake Embung Maworena maka dapat disimpulkan bahwa pada tahun ke-12 umur efektif Embung Maworena akan berakhir seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.33 grafik umur layanan embung