

Perencanaan Embung Ohoinol Di Desa Ohoinol Kabupaten Maluku Tenggara

Zakiyatun Nafisah, Dr.techn Umboro Lasminto ST.,M.Sc, Dr.Ir. Edijatno

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arif Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

E-mail: zakiyatun.nafisah95@gmail.com,umboro.lasminto@gmail.com, edijatno@ce.its.ac.id

Abstrak-Desa Ohoinol di Maluku Tenggara sering mengalami masalah kekurangan ketersediaan air pada saat musim kemarau. Untuk mengatasi masalah tersebut maka direncanakan untuk dibangun suatu tampungan air yakni embung yang akan berfungsi menampung air saat musim hujan sehingga air dapat digunakan saat musim kemarau. Untuk merencanakan embung dilakukan beberapa analisis. Analisis tersebut meliputi analisis hujan rencana menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III, analisis banjir rencana menggunakan metode hidrograf Nakayasu, analisis debit andalan menggunakan metode Mock dan analisis kebutuhan air penduduk Desa Ohoinol. Kebutuhan air terdiri dari kebutuhan air baku domestic dan non domestic dan irigasi. Selain itu dilakukan analisis keseimbangan air menggunakan kapasitas embung untuk melihat apakah tampungan embung mampu memenuhi kebutuhan air, analisis penelusuran banjir menggunakan metode penelusuran waduk dan analisis terhadap keamanan konstruksi bangunan embung. Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh besar debit banjir sebesar $10.90 \text{ m}^3/\text{s}$. Nilai rata-rata debit andalan $0.003 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk Q90% dan $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk Q50%. Kebutuhan air Desa Ohoinol sebesar 30,990 l/hari untuk air domestik dan 6,260 l/hari non domestik. Nilai tampungan mati embung ohoinol sebesar $12,317.19 \text{ m}^3$ dan tampungan efektif $69,797.40 \text{ m}^3$. Analisis keseimbangan air yang telah dilakukan menunjukkan embung mampu memenuhi kebutuhan air desa ohoinol. Dari analisis-analisis tersebut maka tubuh embung direncanakan berada pada elevasi dasar +15.00 m sampai elevasi puncak +25.00 m. Tinggi total tubuh embung adalah 10 dengan kemiringan hulu 2.5 dan kemiringan hilir 2.0. Bangunan pelimpah embung menggunakan mercu tipe ogge, berada pada elevasi +23.00 m dengan lebar mercu 4.0 m. Dari analisis penelusuran banjir, elevasi muka air banjir pada +23.86 m. Kolam olak untuk meredam energi menggunakan USBR tipe III. Konstruksi tubuh embung dan pelimpah telah dianalisis keamanannya dan dinyatakan aman dalam kondisi muka air normal dan muka air banjir.

Kata kunci : embung, Maluku Tenggara, Ohoinol

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Maluku Tenggara merupakan bagian dari provinsi Maluku yang secara

astronomis terletak antara $5^{\circ} 12' 19.427''$ – $6^{\circ} 6' 18.275''$ Lintang Selatan dan $132^{\circ} 21' 39.082''$ – $133^{\circ} 15' 31.443''$ Bujur Timur. Kabupaten Maluku Tenggara terdiri 11 kecamatan. salah satunya yakni Kecamatan Kei Kecil. Kecamatan

Kei Kecil sendiri terdiri dari beberapa desa dan salah satunya yakni Desa Ohoinol. Kabupaten Maluku Tenggara memiliki potensi hidrologi berupa sungai dan danau. Sungai yang mengalir di Kabupaten Maluku Tenggara tercatat sebanyak 7 buah. 3 buah berada di Pulau Kei Kecil dan 4 buah di Pulau Kei Besar. Sungai-sungai tersebut mengalirkan air sepanjang tahun. Danau di Kabupaten Maluku Tenggara berada di Pulau Kei Kecil dan berjumlah dua buah yakni Danau Ablel dan Wearlaai [1]. Sebagai bentuk perhatian dari Pemerintah akan pemenuhan kebutuhan air di Provinsi Maluku, beberapa bendungan akan di bangun diantaranya Bendungan Way Apu [2] dan Wae Ela.

Meskipun Kabupaten Maluku Tenggara memiliki potensi hidrologi berupa sungai dan pantai, masih ditemui masalah ketersediaan air. Salah satu daerah yang mengalami masalah tersebut adalah wilayah Kecamatan Kei Kecil Timur tepatnya pada Desa Ohoinol. Saat musim kemarau tiba, air yang tersedia tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Desa Ohoinol sendiri memiliki sumber air dari sungai dan sebenarnya sudah memiliki jaringan air bersih. Namun jaringan air bersih tersebut tidak berfungsi akibat masalah pompa dan ketersediaan air. [3]

Untuk mengatasi ketersediaan air didaerah tersebut, perlu direncanakan sebuah fasilitas yakni embung. Embung ini direncanakan agar dapat menampung air hujan saat air hujan berlimpah sehingga pada saat musim kemarau ketersediaan air mencukupi dan dapat digunakan. Perencanaan embung ini dipilih karena di Desa Ohinol memiliki potensi untuk dibangunnya sebuah embung. Potensi yang dimaksudkan yakni berupa aliran sungai dan tebing yang akan digunakan sebagai sandaran tubuh embung. Potensi yang dimaksud tersebut bisa dilihat pada Gambar 1 dan 2.



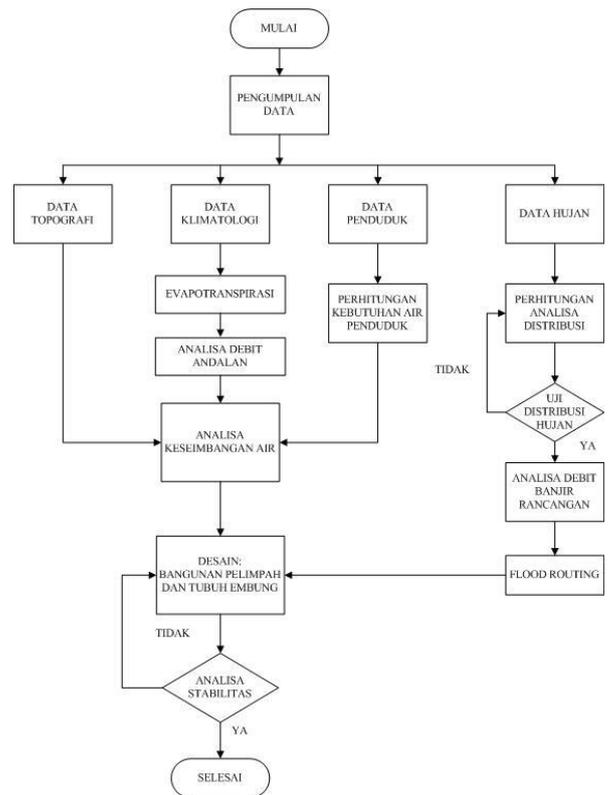
Gambar 1 Aliran Sungai di Lokasi Embung Ohinol



Gambar 2 Tebing Sandaran Kanan dan Kiri Lokasi Rencan Embung Ohinol

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perencanaan embung ohinol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir perencanaan embung ohinol

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Analisis distribusi hujan

Data hujan yang digunakan merupakan hasil pencatatan dari tahun 2001-2015 dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk mengetahui distribusi yang tepat untuk analisis data hujan dilakukan analisis parameter statistik [3]. Analisis parameter statistik terdiri dari:

1. Nilai rata-rata:

$$X_{rt} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{15} 1855 = 123,67$$
2. Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{22343,33}{(15-1)}} = 39,95$$
3. Nilai koefisien kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^3}{S^3}$$

$$Cs = \frac{15}{(15-1)(15-2)} \frac{43.6806,89}{39.95^3} = 0,5647$$
4. Nilai koefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \left\{ \frac{n(n+)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^4}{S^4} \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

$$Ck = \frac{15(15+1)}{(15-1)(15-2)(15-3)} \frac{60997954.44}{39.95^4} - \frac{3(15-1)^2}{(15-2)(15-3)} = 1.1375$$

5. Nilai rata-rata log tinggi hujan :

$$X_{rt} = \frac{1}{15} 31,08 = 2,07$$

6. Nilai standar deviasi (log):

$$S = \sqrt{\frac{0,26423}{(15-1)}} = 0,14$$

7. Nilai Koefisien Kemencengan (Cs) (log):

$$Cs = \frac{15}{(15-1)(15-2)} \frac{0,0084}{0,14^3} = 0,2677$$

8. Nilai Koefisien Kurtosis (Ck) (log)

$$Ck = \left\{ \frac{15(15+1)}{(15-1)(15-2)(15-3)} \frac{0,0077}{0,14^4} \right\} - \frac{3(15-1)^2}{(15-2)(15-3)} = 1,3925$$

Tabel 1
Hujan maksimum dari tahun 2001-2015

No	Tahun	Hujan Maksimum (mm)
1	2001	128
2	2002	75
3	2003	89
4	2004	99
5	2005	89
6	2006	186
7	2007	128
8	2008	94
9	2009	193
10	2010	118
11	2011	173
12	2012	91
13	2013	83
14	2014	143
15	2015	166

Tabel 2
Syarat dan penentuan jenis distribusi hujan

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keputusan
1	Distribusi Normal	Cs ≈ 0	Cs 0,5647	Tidak Diterima
		Ck = 3	Ck 2,4672	Tidak Diterima
2	Distribusi Gumbell	Cs ≈ 1,14	Cs 0,5647	Tidak Diterima
		Ck ≈ 5,40	Ck 2,4672	Tidak Diterima
3	Distribusi Log Pearson III	Cs bebas	Cs 0,2677	Diterima
		Ck bebas	Ck 2,2282	Diterima

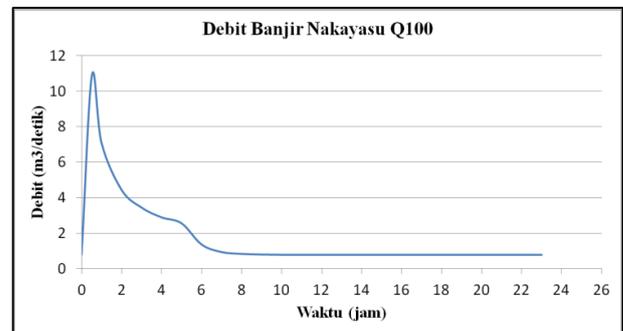
Analisis distribusi hujan menggunakan distribusi Log Pearson tipe III. Tinggi hujan rencana dengan periode ulang 100 tahun dengan perhitungan metode adalah 261,89 mm.

B. Analisis hujan efektif setiap jam

Data hujan pada Tabel 1 merupakan tinggi hujan harian (R₂₄). Untuk mendapatkan nilai hujan efektif, nilai hujan harian dikalikan koefisien lahan sebesar 0,5. tinggi hujan efektif R₂₄ untuk periode ulang 100 tahun adalah 0,5 x 261,89 m = 130,94 mm.

C. Analisis debit banjir rencana

Analisis debit banjir rencana dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintesis Nakayasu dengan waktu hujan selama 6 jam. Untuk Q 100 tahun diperoleh debit sebesar 10,90 m³/s.. Hidrograf banjir Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hidrograf banjir metode nakayasu

D. Evapotranspirasi penman

Dari analisis perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode penman didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3
Evpotranspirasi Penman

Bulan	ETo (mm/hari)
Januari	5,25
Februari	5,36
Maret	4,98
April	4,60
Mei	4,81
Juni	4,76
Juli	5,29
Agustus	6,36
September	6,87
Oktober	7,02
Nopember	5,74
Desember	4,53

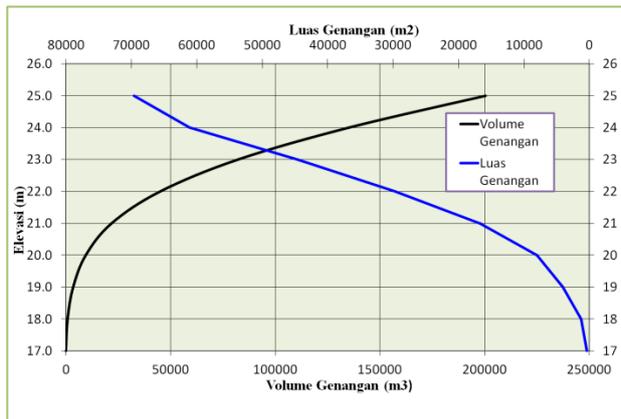
E. Analisis ketersediaan air

Debit andalan dihitung dengan menggunakan metode FJ.Mock dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4. Lengkung kapasitas tampungan embung dapat dilihat

pada Gambar 4. Elevasi mercu pelimpah direncanakan berada pada +23,00 sehingga kapasitas tampungan total embung 82.115,59 m³, tampungan mati 12.317,19 dan tampungan efektif 69.797,40. Grafik lengkung kapasitas embung dapat dilihat pada Gambar 5

Tabel 4
Debit Andalan Mock

Bulan	Debit (90%) m ³ /s	Debit (rerata) m ³ /s
Januari	0,006	0,030
Pebruari	0,004	0,024
Maret	0,010	0,029
April	0,005	0,029
Mei	0,000	0,013
Juni	0,000	0,013
Juli	0,000	0,002
Agustus	0,000	0,001
September	0,000	0,001
Oktober	0,000	0,001
Nopember	0,000	0,006
Desember	0,007	0,032



Gambar 5 Grafik hubungan antara elevasi, volume dan luas genangan

F. Analisis kebutuhan air penduduk Ohoinol

Jumlah penduduk Desa Ohoinol pada tahun 2014 adalah 393. Pertumbuhan penduduk diasumsikan sebesar 1,3 setiap tahun. Dengan menggunakan proyeksi penduduk metode eksponensial diperoleh jumlah penduduk pada tahun 2043 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 e^{m} \\
 &= 393 e^{1.3/100 \times 26} \\
 &= 544 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan air domestik :
- Kebutuhan air untuk saluran rumah (SR) = 60 l/org/hari
- Kebutuhan air untuk hidran umum (HU) = 30 l/org/hari

- Kehilangan air = 30% dari total kebutuhan.
- **Kebutuhan air non domestik** : dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5
Kebutuhan air non domestik

Fasilitas	Jumlah	Kebutuhan air	Total kebutuhan air
SD	50 siswa	10 l/siswa/hari	500 l/hari
SLTP	50 siswa	10 l/siswa/hari	500 l/hari
SLTA	80 siswa	10 l/siswa/hari	800 l/hari
puskesmas	1	2000 l /hari	2000 l/hari
Gereja	1	10 l/hari	10 l/hari
Pasar	1(0.2 Ha)	12000 l/ha/hari	2400 l/hari
Kios	5	10 l/hari	50 l/hari
Jumlah			6,260 l/hari

Keptutuhan irigasi : Pola tanam yang dgunakan adalah pola tanaman palawija-palawija-palawija. Musim tanam pertama dimulai pada setengah bulan pertama bulan Januari.Kebutuhan air untuk tiap setengah bulan adalah dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6
Kebutuhan air untuk irigasi

Bulan	I	II
Januari	0.00	0.00
Pebruari	0.00	0.00
Maret	0.00	0.00
April	0.00	0.00
Mei	0.00	0.06
Juni	0.07	0.00
Juli	1.07	0.00
Agustus	1.28	0.00
September	0.88	0.95
Oktober	1.23	0.00
Nopember	1.03	0.00
Deseber	0.00	0.00

G. Analisis Keseimbangan air

Untuk melihat apakah tampungan embung ohoinol mampu mencukupi kebutuhan air penduduk,maka dilakukan analisis keseimbangan air. Analisis keseimbangan air pertama adalah untuk kebutuhan air baku saja dengan menggunakan debit andalan 90%. Dari analisis yang dilakukan tampungan air mampu mencukupi kebutuhan air baku dengan tingkat prosentasi penduduk terlayani 64% . analisis keseimbangan air yang kedua dengan menggunakan debit andarlana rata-rata. Dari analisis tersebut tampungan air mampu memenuhi kebutuhan air domestik dengan tingkat pelayanan 100%, kebutuhan non

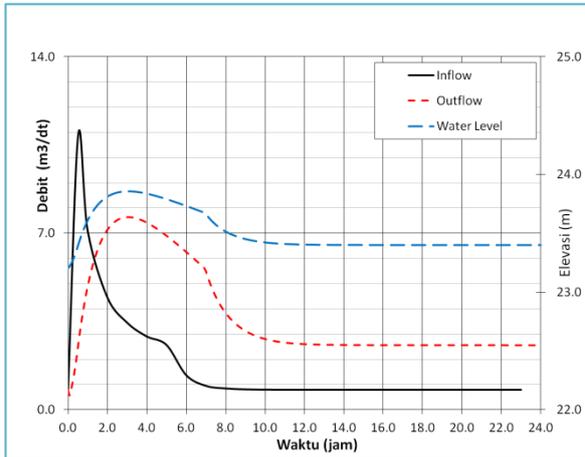
domestik dan kebutuhan irigasi untuk luas area tanam 3,0 Ha.

H. Analisis Penelusuran Banjir

Analisis penelusuran banjir dengan metode penelusuran waduk dimana aliran keluar melalui pelimpah. Pelimpah direncanakan memiliki lebar 4,0 m dan koefisien debit (C) 2,16. Maka debit yang keluar melalui pelimpah dihitung dengan persamaan :

$$Q = CBH^{1.5} = 2,16 \times 4,0 \text{ m} \times H^{1.5}$$

Dari hasil penelusuran banjir diperoleh data *inflow* maksimum 10,90 m³/s dan *outflow* maksimum 7,64 m³/s pada elevasi 23,86 m. Tinggi air di atas pelimpah 0,86 m. Hidrograf *inflow* dan *outflow* bisa dilihat pada Gambar 6.

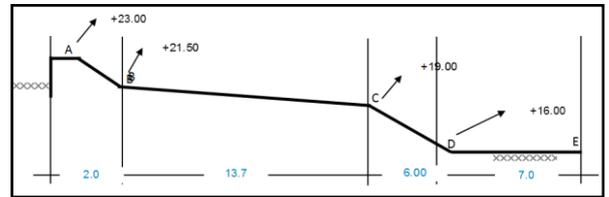


Gambar 6 Hidrograf *Inflow*, *outflow* dan elevasi muka air

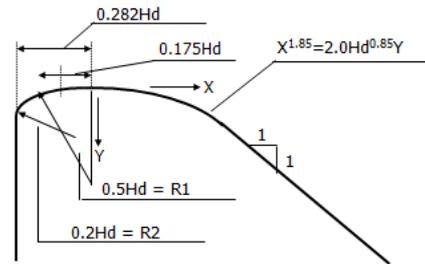
I. Perencanaan Pelimpah

Bangunan pelimpah embung ohinol direncanakan menggunakan debit banjir periode ulang 100 tahun yakni sebesar 10,90 m³/s. bangunan pelimpah terdiri dari saluran pengarah aliran, mercu pelimpah, saluran transisi, saluran peluncur dan bangunan predam energi. Skema perencanaan dapat dilihat pada Gambar 7. Pelimpah direncanakan menggunakan tipe ogee dapat dilihat pada Gambar 8[4]. Puncak mercu pelimpah pada elevasi +23,00 m . dasar pelimpah pada elevasi +22,00 m. Bangunan peredam energi menggunakan kolam olak USBR tipe III. Alasan pemilihan tipe ini karena angka Froude aliran 7,83 > 4,5 , kecepatan aliran 11,79 m/s < 18,0 m/s dan

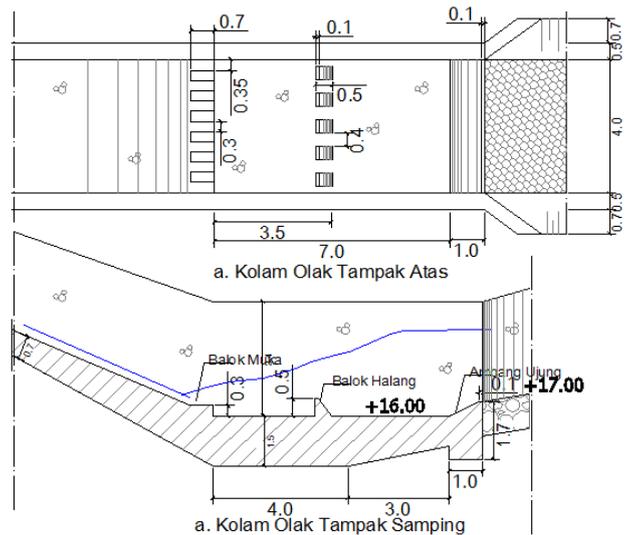
debit air yang mengalir < 18,5 m³/s [5]. Detail kolam olak dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7 Perencanaan bangunan pelimpah



Gambar 8 Kriteria pelimpah tipe ogee



Gambar 9 Detail kolam olak USBR tipe III

J. Analisis Stabilitas Pelimpah

Analisis stabilitas pelimpah dilakukan dalam 4 kondisi yakni pada saat muka air normal (MAN) dan pada saat muka air banjir (MAB) baik tanpa gempa yakni kondisi (1) maupun dengan gempa yakni kondisi (2). SF pada kondisi tanpa beban gempa adalah 1,3 sedangkan kondisi dengan beban gempa adalah 1,1. [5]

- Kontrol Guling
- $SF = \frac{M \text{ tahanan}}{M \text{ guling}}$
- Kontrol terhadap gaya geser:

$$SF = \frac{(Tan \phi \Sigma V + c.B + \Sigma Hp)}{\Sigma Ha}$$

- Kontrol daya dukung tanah

$$\sigma = \frac{Rv}{L} + \left(1 \pm \frac{6e}{L}\right) > \sigma \text{ ijin}$$

$$\sigma \text{ ijin} = 0.5 \times \gamma \cdot N\gamma \cdot B + c \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot Nq$$

$$= 0.5 \times 1.867 \times 1.01 \times 3 + 0.69 \times 10.31 + 1.867 \times 1.5 \times 6.01$$

$$= 26.76 \text{ t/m}^2$$

$\sigma \text{ max} < \sigma \text{ ijin}$ (OK)
 $\sigma \text{ min} < \sigma \text{ ijin}$ (OK)

- Tebal minimum kolam olak (MAN)

$$dx \geq 1.5 \frac{(Px - Wx)}{\gamma}$$

$$dx \geq 1.5 \frac{(2.04 \frac{t}{m^2} - 0)}{2.2 \frac{t}{m^3}}$$

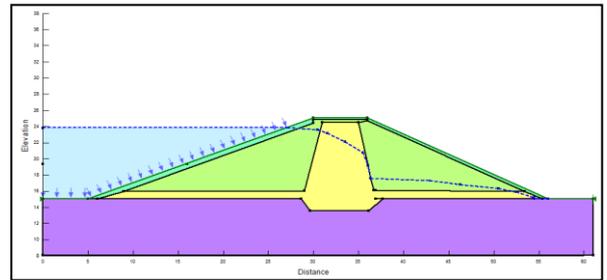
$dx \geq 1.39 \text{ m}$
 $dx = 1.40 \text{ m}$

- Tebal minimum kolam olak (MAB)

$$dx \geq 1.25 \frac{(Px - Wx)}{\gamma}$$

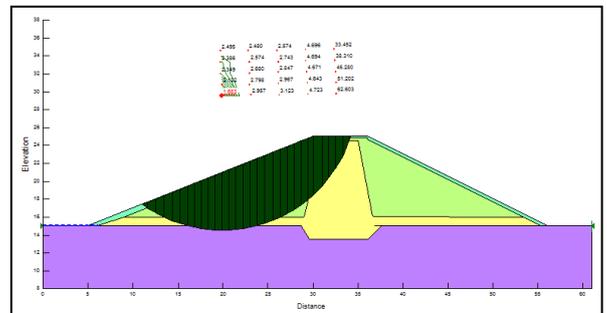
$$dx \geq 1.5 \frac{(4.17 - 1.0)}{2.2 \frac{t}{m^3}}$$

$dx \geq 1.80 \text{ m}$
 $dx = 1.80 \text{ m}$



Gambar 10 Contoh garis depresi pada saat muka air banjir

Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan menggunakan bantuan program bantu geoslope. Contoh hasil analisis kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 11 sedangkan hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 8.



Gambar 11 Hasil analisis bidang longsor bagian hulu saat embung kosong.

Tabel 7
Hasil perhitungan Stabilitas Pelimpah

Kondisi	MAN 1	MAN2	Ket	MAB1	MAB 2	Ket
Kontrol guling	2,65	1,74	Ok	1,36	1,21	Ok
Kontrol geser	4,70	2,56	Ok	4,90	2,79	Ok
Daya dukung	5,59	3,95	Ok	9,64	13,29	OK

K. Perencanaan Tubuh Embung

Tubuh embung terdiri dari tiga zona yakni inti, random dan rip-rap. tinggi tubuh embung 10 m. Dasar embung berada pada +15,00 m dan puncak bendung berada pada +25,00. Untuk analisa stabilitas bendung pertama dilakukan perhitungan analisa garis depresi. Karena timbunan merupakan timbunan heterogen maka perhitungan garis depresi dilakukan dua kali yakni pada saat melewati zona inti dan pada saat melewati zona random.

Persamaan garis depresi:

$$y = \sqrt{2y_0x + y_0^2}$$

Tabel 8
Hasil analisis keamanan konstruksi tubuh embung

kondisi	Tanpa beban gempa		SF rencana	Ket
	hulu	hilir		
Embung kosong	1,683	1,966	1,3	OK
Muka air banjir	1,863	1,734	1,3	OK
½ muka air banjir	1,431	1,528	1,3	OK
Rapid drawdown	1,126	1,308	1,1	OK
Dengan beban gempa				
kondisi	hulu	hilir	SF rencana	Ket
Embung kosong	1,240	1,301	1,1	OK
Muka air banjir	1,134	1,371	1,1	OK
½ muka air banjir	1,134	1,171	1,1	OK

IV. KESIMPULAN

- Berdasarkan analisa perhitungan debit andalan ketersediaan air embung ohoinol dengan menggunakan metode FJ Mock diperoleh besar debit andalan rata-rata untuk debit andalan 90% adalah 0,003 m³/detik dan untuk debit andalan 50% adalah 0,015 m³/detik. Sedangkan berdasarkan lengkung kapasitas, embung ohoinol memiliki kapasitas

- tampungan efektif $12,317.19 \text{ m}^3$ dan tampungan mati $69,797.40 \text{ m}^3$.
2. Kebutuhan air baku desa ohoinol sebagai berikut:
 - Air domestik : $30,990 \text{ l/hari}$,
 - non domestik : $6,260 \text{ l/hari}$,
 - kehilangan (30%) : $11,170 \text{ l/hari}$
 - total : $48,425 \text{ l/hari}$ atau $0,0006 \text{ m}^3/\text{detik}$
 3. Berdasarkan analisa keseimbangan air, kebutuhan air baku domestik desa ohoinol dengan menggunakan debit andalan 90% dapat terpenuhi dengan tingkat pelayanan 64%. Sedangkan jika menggunakan debit andalan 50% dapat memenuhi kebutuhan air baku domestik dengan tingkat pelayanan 100%, kebutuhan air non domestik dan kebutuhan air irigasi untuk luas sawah sebesar 3,00 Ha.
 4. Analisis hidrologi menggunakan distribusi Pearson Tipe III. Untuk debit banjir dengan periode ulang 100 tahun diperoleh besaran nilai $10.9 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan menggunakan metode Nakyasu.
 5. Berdasarkan hasil analisa perhitungan perencanaan dan analisa stabilitas bangunan embung didapatkan :
 - Dimensi tubuh embung:
 - Tipe = tipe urugan
 - Tinggi = $10,0 \text{ m}$
 - Lebar mercu = $6,0 \text{ m}$
 - Lebar dasar = $51., \text{ m}$
 - Elevasi mercu = $+25,00 \text{ m}$
 - Elevasi dasar = $+15,00 \text{ m}$
 - Kemiringan hulu = $2,5$
 - Kemiringan hilir = $2,0$
 - Dimensi pelimpah dan pelengkap
 - Tipe mercu = Mercu tipe ogee
 - Lebar pelimpah = $4,0 \text{ m}$
 - Tinggi pelimpah = 1.0 m
 - Panjang saluran transisi = $13,7 \text{ m}$
 - Panjang saluran peluncur = $6,0 \text{ m}$
 - Lebar saluran peluncur = $4,0 \text{ m}$
 - Elevasi mercu pelimpah = $+23,00 \text{ m}$
 - Elevasi dasar pelimpah = $+22,00 \text{ m}$
 - Panjang kolam olak = $7,0 \text{ m}$
 - Tipe kolam olak = USBR Tipe III

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statitik Kabupaten Maluku Tenggara.2015. **Maluku Tenggara Dalam Angka 2015**. Maluku Tenggara: BPS.
- [2] Cahyadi, A. D. Lasminto, U. dan Ansori, M. B. **Redesain Bendungan Way Apu Kabupaten Buru Provinsi Maluku**. Jurnal Hidroteknik, vol. 1, no. 2, pp 67-74. 2015.
- [3] Firma Angel Consulting Engineering. 2016. SID Pengembangan Waduk Kecil/Embung Serba Guna Untuk Konservasi SDA dan Ketahanan Air Kab.Maluku Tenggara
- [4] Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data jilid 1. Bandung:Nova.
- [5] Suyono.,Kensaku Takeda. 2002. **Bendungan Type Urugan**. Jakarta:PT Pradnya Paramita
- [6] Pekerjaan Umum, Dirjen. 1986. **Kriteria Perencanaan 02-Bangunan Utama**. Jakarta: PU.