

PERENCANAAN HIDROLIS EMBUNG DESA TOULIANG KECAMATAN KAKAS BARAT KABUPATEN MINAHASA SULAWESI UTARA

Reionaldo Karepowan

Lingkan Kawet, Fuad Halim

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

e-mail : reicarx07@gmail.com

ABSTRAK

Sungai di Desa Touliang, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa, adalah salah satu sungai yang pada musim kemarau mengalami kekurangan air. Kondisi ini membuat masyarakat mengalami kesulitan untuk mendapatkan air terutama untuk kebutuhan air baku. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan Embung di daerah tersebut.

Perencanaan Debit aliran masuk dihitung menggunakan metode Mock. Volume tampungan didapat dengan membandingkan volume tampungan yang diperlukan (V_a), volume yang tersedia selama musim hujan (V_h), daya tampung topografi (V_p) dan debit banjir. Debit banjir diambil debit maksimum hasil perhitungan metode Mock.

Dari perhitungan diperoleh debit aliran masuk embung rata-rata berdasarkan metode Mock probabilitas 80% yaitu 11152,8 m³/bulan dan besarnya volume tampungan yang dibutuhkan adalah 17907,43 m³. Debit banjir diambil 27915,84 m³/bulan. Berdasarkan hasil perhitungan secara teknis, perencanaan embung Sungai Touliang di kecamatan Kakas Barat yang berlokasi di Desa Touliang dapat dilakukan ke tahapan perencanaan embung yang selanjutnya.

Kata kunci: *Desa Touliang, embung, air baku, metode Mock, debit banjir*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Embung merupakan waduk berukuran mikro di lahan pertanian (*small farm reservoir*) yang memiliki multifungsi serta dibangun untuk digunakan sebagai pengendali kelebihan air ketika musim penghujan dan menjadi sumber air irigasi pada musim kemarau. Secara operasional sebenarnya embung berfungsi untuk mendistribusikan dan menjamin kontinuitas ketersediaan pasokan air untuk keperluan tanaman ataupun ternak di musim kemarau dan penghujan. (*Asdak*)

Seiring dengan lajunya pertumbuhan penduduk membuat kebutuhan akan air juga semakin bertambah. Khusus untuk daerah pegunungan seringkali kebutuhan air diperoleh melalui pengolahan air sungai menjadi air bersih. Hal ini secara tidak langsung dapat mengurangi ketersediaan air yang menuju ke daerah irigasi.

Di Desa Touliang Kecamatan Kakas Barat Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara ketika musim kemarau tiba, ladang dan sawah seringkali mengalami kekurangan ketersediaan air dan sebaliknya di musim penghujan, sawah banyak yang terendam air. Hal ini jelas

menimbulkan kerugian yang cukup besar yang berdampak pada perekonomian keluarga. Hasil pertanian yang diperoleh menjadi tidak maksimal.

Berdasarkan permasalahan serta kondisi dilapangan maka perlu adanya tindak lanjut yaitu dengan Perencanaan Embung.

Perumusan Masalah

Terjadi kekurangan ketersediaan pasokan air untuk irigasi ketika musim kemarau serta banjir yang menggenangi area persawahan disaat musim penghujan di Desa Touliang Kecamatan Kakas Barat Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara yang mengganggu aktivitas serta merugikan masyarakat, sehingga perlu diatasi dengan Pembuatan Embung.

Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Perencanaan Embung berlokasi pada daerah desa Touliang.
2. Perkiraan Aliran Masuk (*inflow*) yang mengisi Embung.
3. Perencanaan Kapasitas tampung Embung
4. Analisa struktur embung tidak diperhitungkan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain hidrolis Embung di Sungai Touliang.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan manfaat bagi pemerintahan dan masyarakat Desa Touliang sebagai informasi serta masukan untuk pembuatan Embung.

LANDASAN TEORI

Embung Kecil

Embung kecil adalah bangunan yang berfungsi menyimpan air di musim hujan, dan kemudian dimanfaatkan oleh suatu desa, hanya selama musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan prioritas; penduduk, ternak dan sedikit kebun (hanya terbatas pada kebutuhan yang lebih kecil).

Bangunan ini biasanya dibangun pada daerah-daerah kritis air. Artinya pada musim penghujan daerah tersebut kebanjiran namun pada musim kemarau airnya sangat sedikit hingga kering (Subarkah, 1990).

Jumlah kebutuhan-kebutuhan tersebut akan sangat menentukan besar kapasitas tampung embung dan tinggi tubuh embung kecil. Batasan tersebut sebagai berikut:

- Kapasitas tampung embung maksimum 100.000 m³
- Tinggi tubuh embung maksimum = 10 m untuk tipe urugan dan 6 m untuk tipe *gravity* atau komposit: dimana tinggi embung diukur dari permukaan galian pondasi terdalam hingga ke puncak tubuh embung.
- Luas daerah hujan maksimum 100 ha = 1 km²

Lokasi Embung

Untuk memilih lokasi yang cocok untuk embung perlu dilakukan peninjauan ke tempat (site) dan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tempat embung (*site*) harus merupakan cekungan yang cukup untuk menampung air, lebih disukai yang keadaan geo-tekniknya tidak menyerap air, sehingga kehilangan air sedikit.
2. Lokasi dekat desa yang memerlukan air sehingga jaringan distribusi tidak begitu panjang dan tidak banyak kehilangan energi.
3. Lokasi mudah dijangkau.

Penentuan Tipe dan Tinggi Tubuh Embung

Tubuh embung dapat dipilih dengan tipe urugan, pasangan atau beton, dan komposit. Penentuan tipe tubuh embung tergantung dari jenis pondasi, ketersediaan bahan ditempat dan lebar lembah.

Pondasi batu dapat mendukung semua tipe tubuh embung. Dalam hal ini bila lembah sempit (berbentuk V) tubuh embung bertipe pasangan/beton adalah yang paling tepat, sedangkan bila lembah cukup lebar, tipe komposit akan lebih murah. Pondasi tanah hanya dapat mendukung tubuh embung bertipe urugan. Namun semuanya itu harus pula mempertimbangkan jenis dan jumlah bahan yang tersedia di tempat.

Tabel 1. Kesesuaian antara tipe Tubuh Embung dengan Jenis Pondasi, Lembah dan Bahan Bangunan.

| Tipe Tubuh Embung | Jenis Pondasi | Ukuran Lembah | Jenis Bahan Bangunan |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| Urugan | -Batu Atau -Tanah | - Lebar Atau - Sempit | - Lempung atau Tanah berlempung dan/atau - Pasir sampai batu pecah |
| Beton/ Pasangan | Batu | Sempit | Pasir sampai batu pecah |
| Komposit | Batu | Lebar | - Lempung atau Tanah berlempung dan/atau - Pasir sampai batu pecah |

GAMBARAN UMUM LOKASI

Lokasi rencana Embung terletak di Desa Touliang Kecamatan Kakas Barat Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara. Secara geografis Desa Touliang terletak 1°10'0" BU - 124°53'0" BT di ketinggian 700 s/d 800 meter di atas muka air laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sebagian dari wilayah Desa Touliang merupakan daerah perbukitan. Desa ini memiliki luas 3,50 km², dengan luas lahan pertanian sawah 54 ha, lahan pertanian bukan sawah 279,8 ha dan lahan non pertanian 16,2 ha.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa, jumlah penduduk Desa Touliang merupakan jumlah terbanyak kedua di Kakas Barat dengan total KK 461 atau dengan jumlah penduduk 1417 orang.

Sampai saat dilakukan survey penelitian di lokasi yaitu Desa Touliang, penduduk masih kesulitan mengatasi masalah banjir yang sering terjadi ketika musim penghujan tiba dan kekurangan air baku pada saat musim kemarau.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pembagian data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data Primer, merupakan data yang diperoleh dari observasi langsung dilapangan serta tanya jawab dengan *stackholder* terkait. Data ini berupa:
 - a. Data sungai
 - b. Data penduduk
 - c. Data lahan
2. Data Sekunder, merupakan data yang diambil dari instansi terkait seperti Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Data ini berupa:
 - a. Data curah hujan, adalah data jumlah curah hujan bulanan
 - b. Data Iklim, adalah data yang terdiri dari suhu, kelembapan udara, kecepatan angin dan penyinaran matahari.
 - c. Peta Topografi lokasi penelitian Kecamatan Kakas Barat Kabupaten Minahasa provinsi Sulawesi Utara.

Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur sesuai topik.
2. Melakukan observasi lapangan untuk mengetahui keadaan/situasi objek penelitian yaitu Sungai Touliang
3. Mengumpulkan data sekunder, dalam hal ini adalah peta topografi sungai, data curah hujan harian dan data klimatologi yaitu kelembaban

relatif, radiasi matahari, suhu dan kecepatan angin selama 10 tahun

4. Menganalisis data curah hujan dan data klimatologi yang telah dikumpulkan
5. Menganalisis perkiraan aliran masuk (*inflow*) terhadap embung dan aliran debit banjir.
6. Menganalisis kapasitas tampung embung
7. Membuat desain hidrolis embung.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Analisis awal dalam proses perencanaan bangunan embung dan bangunan air lainnya adalah analisis hidrologi. Analisis hidrologi untuk perencanaan embung meliputi; aliran masuk (*inflow*) yang mengisi embung, kapasitas tampung embung dan perhitungan debit banjir. (Kasiro, 1997)

Analisis Meteorologi

Analisis Meteorologi bertujuan untuk mencari kadar air yang hilang akibat evaporasi dan transpirasi atau evapotranspirasi. Evapotranspirasi potensial (ET_p) didapat dengan menggunakan metode *Penman* dengan persamaan :

$$ET_p = (H\Delta + E_a) / (\Delta + \gamma)$$

Data yang digunakan adalah data dari stasiun geofisika klas I Manado di Tondano selama 10 tahun antara tahun 2004 sampai dengan tahun 2013.

Perhitungan ET_p dari bulan Januari 2004 sampai Desember tahun 2004 disajikan pada tabel 2., sedangkan untuk Rekapitulasi data perhitungan ET_p tahun 2004 sampai 2013 dapat dilihat pada Tabel 3.

Perkiraan Debit Aliran Masuk Embung

Perencanaan aliran masuk ke embung digunakan metode NRECA.

Untuk menentukan debit banjir dan aliran masuk ke embung diperlukan:

- a. Data hujan harian maksimum, dan hujan bulanan dari pos hujan yang terdekat, lebih dari satu pos hujan akan lebih baik.
- b. Data penguapan peluh (evapotranspirasi) dan penguapan (evaporasi) bulanan yang berlaku untuk wilayah studi.
- c. Peta topografi daerah cekungan dengan skala 1 : 500 sampai 1 : 2000
- d. Posisi lokasi rencana embung dalam bujur dan lintang geografik
- e. Kondisi penutup lahan di daerah tadah hujan.

Tabel 2. Hasil perhitungan Evapotranspirasi (ETo) tahun 2004 dengan menggunakan metode Penman

| Bulan | RA | T | n/N | RH | U ₂ | es | ea | Δ | Rn | Ea | ETo |
|------------------|---------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Data yang diketahui | | | | | Hasil Perhitungan | | | | | |
| | mm/hr | °C | % | % | Mil/hr | mmHg | mmHg | mmHG/°C | mm/hr | mm/hr | mm/hr |
| Januari | 14.81 | 22.2 | 39 | 89 | 138.1 | 20.09 | 17.88 | 1.22 | 5.09 | 1.84 | 4.86 |
| Februari | 15.50 | 22.2 | 39 | 88 | 138.1 | 20.09 | 17.68 | 1.22 | 5.36 | 2.01 | 5.13 |
| Maret | 15.70 | 22.3 | 44 | 87 | 82.86 | 20.21 | 17.58 | 1.23 | 5.88 | 1.68 | 5.36 |
| April | 15.30 | 23.3 | 47 | 85 | 52.24 | 21.47 | 18.25 | 1.30 | 5.96 | 1.72 | 5.43 |
| Mei | 14.40 | 23.5 | 59 | 76 | 52.24 | 21.73 | 16.52 | 1.31 | 6.51 | 2.78 | 6.26 |
| Juni | 13.90 | 22.9 | 33 | 80 | 110.48 | 20.96 | 16.77 | 1.27 | 4.27 | 3.09 | 4.78 |
| Juli | 14.10 | 22.7 | 86 | 77 | 248.58 | 20.71 | 15.94 | 1.26 | 8.46 | 5.81 | 8.85 |
| Agustus | 14.80 | 22.6 | 77 | 79 | 220.96 | 20.58 | 16.26 | 1.25 | 8.18 | 4.85 | 8.27 |
| September | 15.30 | 22.1 | 76 | 85 | 110.48 | 19.96 | 16.97 | 1.22 | 8.40 | 2.21 | 7.38 |
| Oktober | 15.40 | 22.9 | 72 | 81 | 55.24 | 20.96 | 16.98 | 1.27 | 8.12 | 2.16 | 7.16 |
| November | 15.10 | 22.8 | 48 | 84 | 55.24 | 20.83 | 17.50 | 1.26 | 5.95 | 1.81 | 5.47 |
| Desember | 14.80 | 22.5 | 41 | 91 | 27.62 | 20.46 | 18.61 | 1.24 | 5.25 | 0.82 | 4.57 |
| Rata-rata | 14.9255 | 22.6667 | 55.0833 | 83.5 | 107.678 | 20.67 | 17.24 | 1.25 | 6.45 | 2.57 | 6.13 |
| Max. | 15.70 | 23.50 | 86.00 | 91.00 | 248.58 | 21.73 | 18.61 | 1.31 | 8.46 | 5.81 | 8.85 |
| Min. | 13.90 | 22.10 | 33.00 | 76.00 | 27.62 | 19.96 | 15.94 | 1.22 | 4.27 | 0.82 | 4.57 |

Sumber : Hasil Analisis/Perhitungan

Tabel 3. Rekapitulasi Evapotranspirasi potensial dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2013

| BULAN | TAHUN | | | | | | | | | | Rata - Rata |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | |
| Januari | 150.78 | 179.53 | 140.70 | 165.82 | 144.65 | 147.04 | 158.63 | 149.48 | 173.18 | 134.05 | 154.39 |
| Februari | 143.54 | 144.19 | 144.54 | 162.58 | 139.80 | 166.34 | 128.05 | 140.85 | 127.37 | 134.65 | 143.19 |
| Maret | 166.20 | 159.54 | 192.18 | 178.45 | 158.17 | 167.61 | 126.96 | 170.62 | 173.33 | 134.53 | 162.76 |
| April | 163.05 | 161.58 | 173.91 | 155.90 | 163.28 | 164.05 | 132.47 | 180.83 | 186.02 | 152.53 | 163.36 |
| Mei | 193.93 | 194.06 | 130.05 | 171.01 | 145.95 | 181.82 | 174.06 | 188.12 | 185.60 | 160.21 | 172.48 |
| Juni | 143.31 | 203.84 | 191.01 | 144.03 | 123.45 | 116.44 | 145.04 | 150.84 | 161.37 | 112.97 | 149.23 |
| Juli | 274.42 | 143.46 | 137.10 | 161.06 | 240.13 | 158.62 | 126.14 | 187.83 | 196.25 | 172.91 | 179.79 |
| Agustus | 256.52 | 158.81 | 225.09 | 171.34 | 238.65 | 186.58 | 172.50 | 232.30 | 226.61 | 179.80 | 204.82 |
| September | 221.26 | 206.72 | 220.25 | 167.11 | 199.17 | 165.39 | 156.93 | 173.14 | 182.85 | 160.70 | 185.35 |
| Oktober | 221.92 | 193.22 | 204.30 | 133.58 | 171.58 | 188.76 | 170.84 | 212.13 | 176.81 | 149.69 | 182.28 |
| November | 164.08 | 161.36 | 159.99 | 125.34 | 137.21 | 132.13 | 157.05 | 180.92 | 151.80 | 150.77 | 152.07 |
| Desember | 141.76 | 126.77 | 142.45 | 118.01 | 116.11 | 145.26 | 161.91 | 190.84 | 144.06 | 139.27 | 142.64 |

Sumber : Hasil Analisis/Perhitungan

Analisis Debit dengan Metode NRECA

Perhitungan debit dengan metode NRECA menggunakan parameter data curah hujan dan data evapotranspirasi.

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai tampungan kelengasan awal (Wo)
2. Menghitung nilai rasio tampungan kelengasan tanah (Wi)
3. Menghitung nilai rasio Rb/PET
4. Menghitung nilai rasio AET/PET
5. Menghitung nilai AET
6. Menentukan nilai neraca air
7. Menentukan nilai rasio kelebihan kelengasan tanah (exrat)
8. Menentukan nilai kelebihan kelengasan (excm)
9. Menentukan nilai perubahan tampungan
10. Menentukan nilai tampungan air tanah (gws)
11. Nilai tampungan tanah awal (bsgw)
12. Menghitung nilai tampungan akhir (esgw)

13. Menghitung nilai aliran air tanah
14. Menghitung nilai aliran langsung (DR)
15. Menghitung nilai aliran total

Analisis Debit Menggunakan Metode Mock

Dalam menentukan ketersediaan air atau debit andalan pada DAS sungai Touliang, digunakan metode F.J. mock untuk tiap tahunnya selama 10 tahun. Data yang menjadi parameter dalam menentukan debit andalan antara lain :

1. Data curah hujan
 2. Data perhitungan evapotranspirasi potensial yang dihitung dengan metode Penman
 3. Data jumlah harian hujan
- Langkah-langkah perhitungan debit dengan metode F.J. Mock adalah sebagai berikut :
1. Asumsi presentasi lahan (m)
 2. Menghitung Evapotranspirasi terbatas/ *evapotranspirasi actual* (Ea)
 3. Hitung $D_s = P - E_a$
 4. Menghitung SS
 5. Menghitung SMC akhir
 6. Menghitung kelebihan air (Ws)

7. Menghitung Vn
8. Menghitung total volume penyimpanan air
9. Menghitung aliran dasar (BF)
10. Menghitung limpasan langsung (DR)
11. Menghitung total limpasan (R)
12. Menghitung debit (Q)

Ketersediaan Air (Vh)

Jumlah air yang masuk kedalam embung di peroleh dari debit andalan 80% dengan metode Mock pada tabel 4.

Tabel 4. Jumlah air yang masuk kedalam embung di peroleh dari debit andalan 80% dengan metode Mock

| No | Bulan | Debit Aliran Masuk 80% | |
|-------------------------------|-----------|------------------------|---------------------|
| | | m ³ /det | m ³ /bln |
| 1 | Januari | 0.32 | 27915.84 |
| 2 | Februari | 0.29 | 24727.68 |
| 3 | Maret | 0.21 | 17867.52 |
| 4 | April | 0.17 | 14774.4 |
| 5 | Mei | 0.14 | 11819.52 |
| 6 | Juni | 0.11 | 9452.16 |
| 7 | Juli | 0.08 | 7318.08 |
| 8 | Agustus | 0.07 | 5857.92 |
| 9 | September | 0.06 | 4847.04 |
| 10 | Oktober | 0.04 | 3749.76 |
| 11 | November | 0.04 | 3101.76 |
| 12 | Desember | 0.03 | 2401.92 |
| (Musim Panas) ΣVj Apr - Sept= | | | 54069.12 |
| (Musim Hujan) ΣVj Okt.- Mar = | | | 79764.48 |
| | | ΣVj = | 133833.6 |

Sumber : Hasil Analisis/Perhitungan

Tabel 4. menunjukkan hasil perhitungan debit aliran masuk andalan 80% yang dihitung berdasarkan metode *Mock*. Debit rata - rata yang dihasilkan melalui perhitungan berdasarkan metode *Mock* per bulan adalah sebesar 11152,8 m³/bulan. Untuk debit aliran masuk maksimum terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 27915,84 m³/bln. Sedangkan debit aliran masuk minimum terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 2401,92 m³/bln.

Kebutuhan Air (Vu)

- Kebutuhan Air Penduduk
Kebutuhan air penduduk diperhitungkan berdasarkan jumlah penduduk yang terdapat di Desa Touliang. Dan untuk penelitaan ini yang diperhitungkan adalah sebagian jumlah penduduk yang ada yaitu sebesar 708. Untuk kebutuhan di daerah pedesaan 60 liter/hari, mengikuti standar dalam buku 3 mengenai proyeksi penduduk dan jumlah kebutuhan air yang dikeluarkan oleh Dirjen Cipta Karya.

$$Q_{penduduk} = 708 \times \frac{60}{(1000 \times 24 \times 3600)}$$

$$= 0,000491667 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Kebutuhan Air sawah
Kebutuhan air untuk sawah berdasarkan luas daerah sawah di Desa Touliang adalah sebesar 22 Ha. Tingkat kebutuhan air dalam studi ini diambil dari literatur sebesar 16850 liter/hari
- $$Q_{sawah} = 22 \times \frac{16850}{(1000 \times 24 \times 3600)}$$
- $$= 0,00429 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- Kebutuhan Air Peternakan
Kebutuhan air peternakan berdasarkan jumlah ternak dikalikan kebutuhan air dalam (liter/ekor/hari) yang tersedia dalam tabel 5.

Tabel 5 Kebutuhan Air Untuk Ternak

| Jenis Ternak | Kebutuhan Air (Liter/ekor/hari) | Jumlah Hewan Ternak |
|--------------|---------------------------------|---------------------|
| Kuda | 45,50 | 3 |
| Sapi | 68,25 | 124 |
| Babi | 18,20 | 591 |
| Ayam | 0,09 | 1882 |
| Kambing | 13,60 | - |
| Domba | 13,60 | - |
| Anjing | 13,60 | 629 |

Sumber : Hasil Analisis/Perhitungan

$$Q_{ternak} = 10 \times \frac{(45,50 \times 3) + (68,25 \times 124) + (18,20 \times 591) + (0,09 \times 1882) + (13,60 \times 629)}{1000 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 0,000324994 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{total} = Q_{penduduk} + Q_{sawah} + Q_{ternak}$$

$$= 0,0051 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jumlah Kebutuhan air dalam 1 hari

$$V_{uh} = 0,0051 \times 24 \times 60 \times 60 = 441,26 \text{ m}^3$$

Jumlah kebutuhan air selama 1 bulan

$$= 441,26 \times 30$$

$$V_{ub} = 13237,78 \text{ m}^3$$

Ruang Sedimen (Vs)

Ruang sedimen perlu disediakan di kolam embung mengingat daya tampungnya kecil, walaupun daerah tadah hujan disarankan agar ditanami rumput untuk mengendalikan erosi.

$$\text{Ruang sedimen (Vs)} = 0,1 V_u$$

$$= 0,1 \times 13237,78 \text{ m}^3 = 1323,78 \text{ m}^3 \text{ tinggi 1 meter.}$$

Jumlah Penguapan (Ve)

Penguapan dapat dihitung secara sederhana sebagai berikut:

$$V_e = 10 \times A_g \times \Sigma e_j$$

dimana:

$$V_e = \text{Jumlah penguapan selama musim kemarau (m}^3\text{)}$$

$$A_g = \text{Luas Genangan (ha)}$$

1. Σe_j = Penguapan bulanan dimusim kemarau pada bulan ke-j (mm/bulan) didapat dengan mengalikan besaran penguapan panci A dengan koefisien embung 0,70.

Tabel 6. Jumlah Penguapan

| Bulan` | Luas Genangan (Ha) | Penguapan Panci A x Koef. Embung (mm/bulan) | Jumlah Penguapan |
|-----------|--------------------|---|------------------|
| April | 2.65 | 1.919 | 5.0858 |
| Mei | 2.65 | 1.972 | 5.2249 |
| Juni | 2.65 | 1.995 | 5.2868 |
| Juli | 2.65 | 2.123 | 5.6268 |
| Agustus | 2.65 | 2.934 | 7.7755 |
| September | 2.65 | 2.800 | 7.4200 |

$$\Sigma Ve = 36.4198$$

Sumber : Hasil Analisis/Perhitungan

Jumlah Resapan (Vi)

Jumlah resapan air kolam menurut pelitbang pengairan (1993) :

$$\Sigma Vi = K \cdot Vu$$

dimana :

Σvi = Jumlah Resapan Tahunan (m^3)

Vu = Jumlah air untuk berbagai kebutuhan (m^3)

K = Faktor yang nilainya tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam embung. $K = 10\%$, bila dasar dan dinding kolam embung praktis bersifat rapat air dan $K = 25\%$, bila dasar dan dinding kolam embung bersifat lulus air.

Pemilihan tipe tubuh embung dalam perencanaan ini disesuaikan dengan sifat-sifat fisik tanah. Dari aspek geologis dan situasi di lokasi yang ditentukan, juga memperhatikan pertimbangan-pertimbangan ekonomis lainnya, maka tipe tubuh embung yang dipilih dan dianggap yang paling cocok/sesuai adalah tipe tubuh embung komposit. Gabungan dari pasangan batu dan tanah urugan.

Kondisi tanah di Desa Touliang secara umum berupa lempung, dengan

$$\Sigma Vi = 0,25 \times 13237,78 = 3309,45 m^3$$

Kapasitas tampung yang dibutuhkan (Va)

Kapasitas tampung yang diperlukan untuk sebuah embung adalah :

$$Va = Vu + Ve + Vi + Vs$$

dimana :

Va = Kapasitas tampung yang dibutuhkan (m^3)

Vu = Jumlah kebutuhan air (m^3)

Ve = Jlh penguapan dalam musim kemarau (m^3)

Vi = Jumlah Resapan (m^3)

Vs = Ruang Sedimen (m^3)

Maka diperoleh,

$$Va = 13237,79 + 1323,78 + 36,4198 + 3309,446 = 17907,43 m^3$$

Kapasitas Tampung Desain (Vd)

Menentukan kapasitas tampung desain embung:

1. Volume Tampungan (Va)

- Kebutuhan Penduduk, Hewan dan Sawah

$$Vu = 13237,78 m^3$$

- Volume Cadangan

$$Ve = 36,4198 m^3$$

$$Vi = 3309,45 m^3$$

- Ruang Sedimen

$$Vs = 1323,78 m^3$$

$$Va = Vu + Ve + Vi + Vs$$

$$= 17907,43 m^3$$

2. Volume potensial selama musim hujan (Vh)

$$Vh = 79764,48 m^3$$

3. Daya tampung topografi untuk menampung air (Vp)

$$Vp = 100.000 m^3$$

Dari ketiga besaran Va , Vh dan Vp dipilih yang terkecil sebagai volume/kapasitas tampung desain suatu embung (Vd).

Analisis Debit Banjir

Untuk perhitungan debit banjir diambil dari perhitungan metode *Mock* debit maksimum yaitu sebesar 27915,84 m^3 /bln.

Desain Hidrolis Embung

Dalam penelitian ini masalah yang terjadi ada dua yaitu kekurangan ketersediaan air serta banjir/genangan air. Jadi untuk mendesain embung, maka volume acuan yang diambil ialah volume terbesar antara kebutuhan dan banjir yaitu 79764,48 m^3 . Dari nilai tersebut maka diperoleh dimensi embung (52 x 256 x 6)m dengan kapasitas tampung 79872 m^3 .

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Besar debit aliran masuk embung rata-rata berdasarkan metode *Mock* probabilitas 80% yaitu 11152,8 m^3 /bulan.
2. Volume tampungan embung yang dipakai untuk mendesain embung ialah volume potensial selama musim hujan yaitu sebesar 79764,48 m^3
3. Dari hasil perhitungan debit Banjir dengan metode *Mock*, maka debit yang didapatkan adalah sebesar 27915,84 m^3 /bulan.
4. Desain hidrolis embung yang dipakai menyesuaikan dengan kondisi yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu dengan dimensi (52 x 256 x 6)m dengan kapasitas tampung 79872 m^3 .

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay., 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
- Bachmid, Arvana. 2007. *Studi Kelayakan Perencanaan Embung Pineleng di Kecamatan Pineleng*. Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa, 2013. *Kakas Barat dalam Angka*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Dirjen SDA, 2002. *Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Daya Air Sulawesi Utara*, Final report, PT. Santika Consulindo.
- Kasiro, Ibnu, dkk. 1997. *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Dep. PU. Jakarta.
- Pangalila, Deyce. 2005. *Analisa Parameter Hidrologi untuk Perencanaan Embung (Studi Kasus Embung Kuwil Kecamatan Air Madidi)*. Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Rompies, Candra, Willy. 2013. *Analisis Potensi Sumber Daya Air Sungai Kayuwatu Wangko Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Desa Karor, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa*, S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Soewarno. 1995. *Hidrologi dan Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S dan K. Takeda., 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Subarkah, Imam., 1990. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Ide Dharma, Bandung.
- Triatmodjo Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.

LAMPIRAN

GAMBAR DESAIN PERENCANAAN EMBUNG



