

ANALISIS KAPASITAS EMBUNG PENIWEN UNTUK SUPLESI AIR IRIGASI

Budi Iswoyo¹, Annisa Kesya Garside²

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia, Malang

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Budi Iswoyo

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia Malang

Email: boediiswojo@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Malang merupakan daerah agraris memiliki jumlah penduduk 2.544.315 jiwa yang sebagian besar tinggal di pedesaan dengan mata pencaharian bertani, maka dibutuhkan ketersediaan air utamanya untuk irigasi. Terjadinya perubahan iklim, air menjadi berkurang dan banyak sumber air yang mati pada musim kemarau. Sebagai solusinya perlu dibangun embung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kelayakan pembangunan embung Peniwen ditinjau dari aspek teknis. Hasil analisis teknis embung Peniwen dengan perhitungan debit andalan $Q_{80\%}$ diperoleh debit andalan maksimum pada bulan Maret Periode I sebesar 0,222 m³/detik dan debit andalan minimum pada bulan September Periode I sebesar 0,058 m³/detik. Hasil analisis debit banjir rencana menggunakan perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan kala ulang 100 tahun sebesar 46,93 m³/detik. Tipe embung peniwen adalah tipe urugan homogen dengan panjang 123,33 m dengan lebar puncak 6 m dengan tinggi 12 m, elevasi topdam +407,00 m, elevasi crestspillway +404,50 m, volume tampungan total 58.167,24 m³ dan volume tampungan mati 6.134,69 m³. Embung Peniwen dengan kapasitas tampungan efektif 52.032,55 m³ dapat memenuhi kebutuhan air irigasi untuk lahan sawah seluas 75 hektar dengan pola tanam padi-padi-palawija dengan awal masa tanam bulan Januari. Kesimpulannya bahwa pembangunan embung Peniwen layak secara teknis untuk dibangun.

Kata kunci: Hujan efektif, Debit Andalan, Debit Banjir Rencana, Neraca Air, Kapasitas Tampungan Embung,

Kata kunci: maksimal 5 kata kunci dalam makalah

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan pokok bagi keberlangsungan kehidupan di bumi, baik manusia, hewan dan tanaman. Air merupakan sumber daya alam yang sifatnya dapat diperbaharui, sebab air selalu mengalir dalam satu siklus yang disebut daur hidrologi. Meskipun air dapat diperbaharui, akan tetapi air juga mengalami perubahan, baik dari segi jumlah maupun mutu yang sering disebut sebagai “warungjamu” (waktu, ruang, jumlah dan mutu) [1]. Oleh karena itu, ketersediaannya baik secara kuantitas maupun kualitas menjadi sangat penting dalam upaya pemenuhannya tersebut. Seiring dengan perkembangan perekonomian masyarakat, ragam maupun besaran kebutuhan air baku senantiasa cenderung meningkat. Sedangkan sumber air yang ada cenderung mengalami penurunan. Masih banyak daerah di Kabupaten Malang khususnya di beberapa kawasan yang kesulitan air baku untuk irigasi dan berbagai keperluan masyarakat sehari-hari [2]. Dalam memenuhi kebutuhan air baku untuk irigasi, khususnya di Desa Peniwen Kecamatan Kromengan, perlu dibangun embung yang diharapkan dapat menampung air hujan dan aliran permukaan (*run off*) pada wilayah sekitarnya serta sumber air lainnya yang memungkinkan seperti mata air, parit, sungai-sungai kecil dan sebagainya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air di Desa Peniwen, menganalisis kapasitas tampungan embung dan merencanakan mercu bendung [3]. Adapun manfaat yang diharapkan untuk menampung air sesuai dengan kapasitasnya, sehingga kebutuhan air di Desa Peniwen dapat terpenuhi di saat musim kemarau.

2. Metode Penelitian

2.1. Definisi Embung

Embung didefinisikan sebagai bendungan kecil, dimana bendungan kecil adalah bendungan yang tidak memenuhi syarat-syarat sebagai bendungan besar. Menurut ICOLD (The International Commission on Large Dams). Menurut Soedibyo [4] Sedangkan definisi bendungan besar adalah :

1. Bendungan yang tingginya lebih dari 15 m, diukur dari bagian bawah pondasi sampai ke puncak bendungan.
2. Bendungan yang tingginya antara 10-15 m dapat pula disebut bendungan besar apabila memenuhi salah satu atau lebih kriteria sebagai berikut: a). panjang puncak bendungan tidak kurang dari 500 m, b).

2.2. Analisis Curah Hujan Rencana

a. Analisis Curah Hujan Rerata Daerah (*Areal Rainfall*)

Curah hujan yang diperlukan untuk analisis perhitungan adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan rerata daerah dan dinyatakan dalam mm [5]. Jika dalam suatu area terdapat beberapa pos penakar curah hujan, maka untuk mendapatkan harga curah hujan rerata daerah dihitung dengan menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu: Metode Isohyet dan Metode Poligon Thiessen.

b. Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan disamai atau dilampaui, atau hujan yang terjadi akan disamai atau dilampaui pada periode ulang tertentu. Curah hujan rencana dihitung berdasarkan analisis Probabilitas Frekuensi dengan mengacu pada SK SNI M-18-1989 tentang Metode Perhitungan debit banjir [6]. Metode perhitungan curah hujan rencana yang digunakan adalah:

1) Metode E.J Gumbel Tipe I

Metode E.J. Gumbel Tipe I dengan persamaan sebagai berikut:

$$X = Xr +$$

$$K \cdot Sx \dots\dots\dots(1)$$

$$Xr = \frac{1}{n} \sum_1^n Xi, \quad Sx = \frac{\sum_1^n Xi^2 - Xr \sum_1^n Xi}{n-1}, \quad K = \frac{YT - Yn}{Sn} \dots\dots\dots(2)$$

dimana: X adalah *variate* yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang pada T tahun, X adalah harga rerata dari data, Sx adalah standar deviasi, K adalah faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return period*) dan tipe distribusi frekuensi, YT adalah *reduced variate* sebagai fungsi periode ulang Yn adalah reduce mean sebagai fungsi dari banyaknya data n . T adalah $-\ln [-\ln (T - 1)/T]$, Sn adalah *reduced standard deviasi* sebagai fungsi dari banyaknya data n , T adalah kala ulang (tahun).

Dengan mensubstitusikan ketiga persamaan di atas diperoleh :

$$XT = X + \frac{(YT - Yn)}{Sn} Sx \dots\dots\dots(3)$$

Jika :

$$(1/a) = (Sx/Sn) \dots\dots\dots(4)$$

$$b = X - (Sx/Sn)Yn \dots\dots\dots(5)$$

Persamaan diatas menjadi :

$$XT = b + (1/a) \cdot YT \dots\dots\dots(6)$$

dimana: XT adalah debit banjir dengan kala ulang T tahun, YT adalah *reduced variate*

2) Metode Log Pearson Type III

Metode yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi Log Pearson ialah dengan mengkonversikan rangkaian datanya menjadi bentuk logaritmis. Bentuk kumulatif dari distribusi Log-Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (logarithmic *probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah:

$$Y = \bar{Y} - K \cdot S \dots\dots\dots(7)$$

dimana: Y adalah nilai logaritma dari X, \bar{Y} adalah nilai rata-rata dari Y, S adalah standar deviasi dari Y, K adalah karakteristik dari distribusi Log-Pearson Tipe III. Tahapan untuk menghitung hujan rencana maksimum dengan metode Log-Pearson Tipe III dimana hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma sebagai berikut [7]

Menghitung harga logaritma rata-rata dengan rumus:

$$\overline{\text{Log}x} = \frac{\sum \text{Log}x_i}{n} \dots\dots\dots(8)$$

Menghitung harga simpangan baku dengan rumus:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}x_i - \overline{\text{Log}x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(9)$$

Menghitung harga koefisien asimetri dengan rumus:

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log}x_i - \overline{\text{Log}x})^3}{(n-1)(n-2)S_i^3} \dots\dots\dots(10)$$

Menghitung logaritma hujan rencana dengan kala ulang tertentu dengan rumus:

$$\text{Log}X_T = \overline{\text{Log}x} + K \cdot S_i \dots\dots\dots(11)$$

Menghitung antilog XT untuk mendapatkan curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu atau dengan membaca grafik pengeplotan XT dengan peluang pada kertas logaritma.

c. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk mengetahui apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana diterima atau ditolak, maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi. Uji ini dilakukan secara horizontal dengan menggunakan Metode Smirnov-Kolmogorov dan vertikal dengan menggunakan Metode Chi Square.

1) Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan horisontal yaitu selisih/simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (Δ_{maks}). Kriteria pengujian ini memenuhi apabila $D_{maks} < D_{cr}$. Harga Δ_{maks} dapat dicari dengan persamaan:

$$D_{maks} = I P(T) - P(E)I \dots\dots\dots(12)$$

dimana: D_{maks} adalah selisih antara peluang teoritis dengan peluang empiris, D_{cr} adalah simpangan kritis. Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov sesuai jumlah data yang tersedia, $P(T)$ adalah peluang teoritis, $P(E)$ adalah Peluang empiris [7]

2) Uji ChiSquare

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima secara teoritis. Pada penggunaan Uji Smirnov-Kolmogorov, meskipun menggunakan perhitungan matematis namun kesimpulan hanya berdasarkan bagian tertentu (sebuah variant) yang mempunyai penyimpangan terbesar, sedangkan Uji Chi-Square menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan mengukur secara matematis kedekatan antara data pengamatan dan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya. Parameter Chi-Square dapat dihitung dengan persamaan (Soewarno,1995:194) sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^G \frac{X_n^2}{E_i} = \frac{O_i - E_i^2}{E_i} \dots \dots \dots (13)$$

dimana: X_n^2 adalah parameter Chi-Square terhitung, G adalah jumlah sub kelompok, O_i adalah jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke- i , E_i adalah jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- i .

2.3. Evapotranspirasi Terbatas

Curah hujan bulanan (P) dalam mm dan jumlah hari hujan (n) yang terjadi pada bulan yang bersangkutan. Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta frekuensi curah hujan.

$$E = E_p * (d/30) * m \dots \dots \dots (14)$$

dimana: E adalah perbedaan antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas, E_p adalah evapotranspirasi potensial, d adalah jumlah hari kering atau tanpa hujan dalam 1 bulan, m adalah prosentase lahan yang tidak tertutup vegetasi, ditaksir dari peta tata guna tanah, $m = 0\%$ untuk lahan dengan hutan lebat, $m = 0\%$ pada akhir musim hujan, dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan dengan hutan sekunder, $m = 10 - 40\%$ untuk lahan yang tererosi, $m = 30 - 50\%$ untuk lahan pertanian yang diolah (misal sawah, ladang)

2.4. Analisis Debit Banjir Rencana

Banjir rencana (design flood) adalah salah satu besaran rancangan untuk suatu rencana pembuatan bangunan air atau bangunan yang keberadaannya (fungsi operasi dan stabilitas) dipengaruhi oleh karakteristik aliran banjir. Hidrograf merupakan gambaran integral dari karakteristik fisiografis dan klimatis yang mengendalikan hubungan antara curah hujan dan pengaliran dari suatu daerah pengaliran tertentu [8]. Sedangkan menurut Sri Harto [9] hidrograf dapat disebut sebagai penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Perhitungan hidrograf banjir dengan dua metode yaitu hidrograf satuan sintetik Nakayasu.

2.5. Analisis Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air terdiri dari berbagai macam seperti yang akan dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

a. Kebutuhan air untuk penduduk

Asumsi besarnya kebutuhan air untuk penduduk berdasarkan analisis dari DPU Cipta Karya, sbb: kebutuhan air untuk penduduk pedesaan = 80 lt/det dan kebutuhan air untuk penduduk perkotaan = 150 lt/det

Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai didasarkan dari penelitian Direktorat Jenderal Pengairan (DJP) yaitu perkalian antara jumlah penduduk kota dengan kebutuhan air untuk pemeliharaan/penggelontoran perkapita. Asumsi besarnya kebutuhan air untuk pemeliharaan/penggelontoran sebesar 300 lt/hari/orang dengan anggapan banyak penduduk yang sudah atau mempunyai sistem pengolahan limbah.

b. Air Konservasi

Air konservasi digunakan untuk menjaga kelestarian lingkungan, mengisi sumur-sumur penduduk, menjaga kestabilan saluran dan sebagainya, biasanya air untuk konservasi ini berasal dari air sisa kebutuhan yang ada.

c. Kebutuhan Air untuk Pemeliharaan Sungai

Perkiraan kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh DJP, yaitu perkalian antara jumlah penduduk perkotaan dengan kebutuhan air untuk pemeliharaan atau penggelontoran sungai perkapita [10]. Menurut DJP, besarnya kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai sekarang diperkirakan adalah 330 lt/kapita/hari, untuk tahun 2000 diharapkan meningkat menjadi 360 lt/kapita/hari dan tahun 2015 diharapkan berkurang menjadi 300 lt/kapita/hari karena pada saat itu lebih banyak orang diharapkan untuk terhubung pada sebuah sistem penyaluran limbah. Proyeksi kebutuhan air penggelontoran per kapita diasumsikan sebagai berikut:

Tabel 1. Proyeksi Kebutuhan Air Penggelontoran per Kapita

Proyeksi	Kebutuhan Air (lt/kapita/hari)
1990 – 2000	330
2000 – 2015	360
2015 – 2020	300

Sumber : DJP

Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai selanjutnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_f = 365 \text{ hari} \times \{q(f) / 1.000\} \times P(u) \dots \dots \dots (15)$$

dimana: Q_f adalah jumlah kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai atau penggelontoran sungai (m^3/th), $q(f)$ adalah kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai atau penggelontoran sungai (330 lt/kapita/hari), $P(u)$ adalah Jumlah penduduk kota. Perhitungan kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai data yang digunakan adalah jumlah penduduk kota.

d. Kebutuhan Air untuk Peternakan

Kebutuhan air untuk ternak per hari diasumsikan sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Air untuk Ternak

Jenis Ternak	Kebutuhan air (lt/ekor/hari)
Sapi/kerbau/Kud a	40
Kambing/Domba	5
Babi	6
Unggas	0,6

Sumber : Agricultural Compendium (1981)

Kebutuhan air untuk ternak diestimasi dengan cara mengalikan jumlah ternak dengan tingkat kebutuhan airnya berdasarkan persamaan berikut :

$$Q_t = (365/1.000) \times \{q(c/b/h) \times P(c/b/h) + q(s/g) \times P(s/g) + q(pi) \times P(pi) + q(po) \times P(po)\} \dots \dots \dots (16)$$

e. Kebutuhan Air untuk Perikanan

Estimasi besarnya kebutuhan air untuk perikanan ditentukan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh DJP, ditetapkan bahwa untuk kedalaman kolam ikan kurang lebih 70 cm, banyaknya air yang dibutuhkan per hektar adalah 35mm/hari sampai 40 mm/hari.

$$Q_{fp} = 365 \times \{q(fp) / 1.000\} \times A(fp) \times 10.000 \dots \dots \dots (17)$$

dimana : Q_{fp} adalah kebutuhan air untuk perikanan (m^3/th), $Q(fp)$ adalah kebutuhan air untuk pembilasan (7 mm/hari/ha), $A(fp)$ adalah luas kolam/tambak/empang ikan (ha).

Untuk perhitungan kebutuhan air perikanan, luas kolam/tambak/empang yang ada dianggap cenderung tetap tiap tahunnya.

2.6. Analisis Neraca Air

Analisis keseimbangan air (*water balance*) diperlukan untuk menentukan kapasitas tampungan efektif yang diperlukan dengan mempertimbangkan inflow [11], kebutuhan dan kehilangan di bendung.

Keseimbangan air didasarkan atas besarnya debit pengambilan (*outflow*) dibandingkan dengan debit yang masuk ke bendung (*inflow*) untuk tiap-tiap periode.

Persamaan umum yang digunakan diuraikan sebagai berikut:

$$S_t = S(t-1) + I_t - O_t - E_t - L_t \dots \dots \dots (18)$$

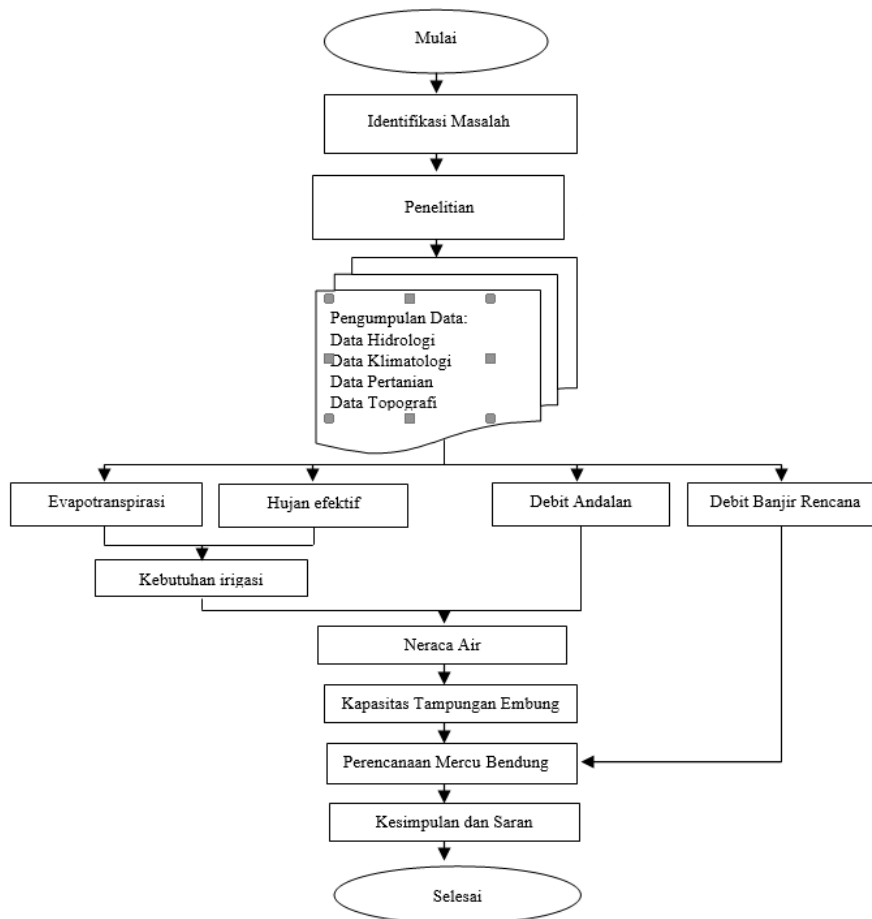
$$0 < S_t < C$$

dimana: C adalah kapasitas tampungan efektif bendungan, S_t adalah volume air di tampungan pada periode waktu ke t , $S(t-1)$ adalah volume air di tampungan pada periode waktu ke $(t-1)$, I_t adalah debit masuk (Inflow) pada waktu t , O_t adalah debit kebutuhan (Outflow) pada periode waktu ke t , E_t adalah penguapan yang terjadi di tampungan pada periode waktu ke t , L_t adalah kehilangan air pada waktu ke t .

2.7. Pengolahan Data

Penelitian dilakukan di Desa Peniwen, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang.

Analisis data dalam penelitian ini antara lain meliputi: analisis hidrologi, analisis klimatologi, analisis evapotranspirasi dengan metode Penman, analisis curah hujan efektif, analisis debit andalan dengan metode FJ. Mock, analisis debit banjir dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, analisis neraca air, analisis kapasitas tampungan embung dan perencanaan mercu bendung. Untuk lebih jelas bagan alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Lokasi Penelitian dilaksanakan di Desa Peniwen Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. Secara geografis, terletak pada 112° 17' 10,90" sampai dengan 112° 57' 00" Bujur Timur dan 7° 44' 55,11" sampai dengan 8° 26' 35,45" Lintang Selatan.

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam, dan di atas permukaan tanah. Termasuk di dalamnya adalah penyebaran, daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimianya, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri. Analisis hidrologi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran karakteristik hidrologi dan klimatologi pada daerah penelitian selanjutnya.

Evapotranspirasi
Tabel 3. Evapotranspirasi Stasiun Klimatologi Karangates

No	Urutan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Suhu rata-rata T (C)	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90
2	Kelembapan relatif, Rh (%)	85,00	84,00	84,00	83,00	84,00	85,00	81,00	75,00	72,00	72,00	82,00	86,00
3	Kececerahan matahari, n (jam/hr)	5,16	6,36	8,16	7,32	6,48	6,84	8,04	10,20	10,56	10,44	5,40	3,84
4	Kecepatan angin, U2 (km/hr)	74,40	52,80	57,60	36,00	43,20	26,40	88,80	62,40	50,40	50,40	36,00	26,40
5	Waktu maksimum kececerahan matahari N (jam/hr)	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87	11,87
6	Rasio n/N	0,43	0,54	0,69	0,62	0,55	0,58	0,68	0,86	0,89	0,88	0,46	0,32
7	Faktor suhu, f(T)	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38	15,38
8	Faktor tekanan, W	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
9	Tekanan uap jenuh air, ea (mbar)	20,96	20,71	20,71	20,46	20,71	20,96	19,97	18,49	17,75	17,75	20,22	21,20
10	Faktor kecepatan angin, f(U)	0,47	0,41	0,43	0,37	0,39	0,34	0,51	0,44	0,41	0,41	0,37	0,34
11	Tekanan uap air, ed (mbar)	17,81	17,40	17,70	16,98	17,40	17,81	16,18	13,87	12,78	12,78	16,58	18,23
12	Angka angot, Ra (mm/hr)	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43	14,43
13	Radiasi gelombang pendek, Rns (mm/hr)	5,06	5,61	6,43	6,04	5,66	5,83	6,37	7,36	7,52	7,47	5,17	4,46
14	Radiasi gelombang panjang, Rnl (mm/hr)	1,15	1,38	1,69	1,57	1,40	1,44	1,74	2,44	2,58	2,56	1,24	0,90
15	Net radiasi, Rn (mm/hr)	3,91	4,23	4,73	4,48	4,26	4,38	4,63	4,92	4,94	4,91	3,93	3,56
16	Radiasi matahari, Rs (mm/hr)	6,75	7,48	8,57	8,06	7,55	7,77	8,50	9,81	10,03	9,96	6,89	5,94
17	Faktor koreksi, c	1,03	1,06	1,07	1,07	1,06	1,07	1,06	1,08	1,09	1,08	1,05	1,04
18	Evapotranspirasi potensial, Eto (mm/hr)	3,36	3,65	4,11	3,87	3,67	3,74	4,13	4,47	4,51	4,48	3,40	3,00

**Sumber: Hasil Analisis
Hujan Efektif**

Tabel 4. Curah Hujan Efektif Embung Peniwen

Bulan	R80 (mm)	Re = 0,7 x R80 (mm)	Re (mm/hari)	R50 (mm)	Re = 0,7 x R50 (mm)	Re (mm/hari)
Januari	57,05	39,93	2,66	138,32	96,82	6,45
	117,57	82,30	5,14	155,74	109,02	6,81
Februari	105,59	73,91	4,93	161,32	112,92	7,53
	77,91	54,54	4,20	128,31	89,82	6,91
Maret	87,59	61,31	4,09	121,89	85,32	5,69
	66,77	46,74	2,92	166,95	118,97	7,30

April	70,96	49,67	3,31	124,31	87,01	5,80
	48,71	34,10	2,27	89,58	62,71	4,18
Mei	5,91	4,14	0,28	51,80	36,26	2,42
	0,00	0,00	0,00	27,63	18,34	1,21
Juni	0,00	0,00	0,00	6,41	4,48	0,30
	0,00	0,00	0,00	4,92	3,45	0,23
Juli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agustus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
September	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oktober	0,00	0,00	0,00	14,98	10,48	0,70
	2,87	2,01	0,13	66,57	46,60	2,91
November	31,10	21,77	1,45	87,93	61,55	4,10
	54,57	38,20	2,55	134,96	94,47	6,30
Desember	88,30	61,81	4,12	167,95	117,56	7,84
	58,10	40,67	2,54	116,57	81,60	5,10

Sumber: Hasil Analisis

Debit Andalan
Tabel 5. Debit Andalan 80% FJ.Mock Embung Peniwen

Bulan	Periode	Jumlah	Debit	Volume	Volume	Debit
		Hari	(m ³ /dt)	(m ³)	(Bulan) (m ³)	(m ³ /dt)
Januari	I	15	0,205	265,98	574,86	0,21
	II	16	0,223	308,88		
Februari	I	15	0,199	257,812	490,54	0,2
	II	13	0,207	232,73		
Maret	I	15	0,222	287,63	579,04	0,22
	II	16	0,211	291,41		
April	I	15	0,171	221,43	413,43	0,16
	II	15	0,148	191,98		
Mei	I	15	0,137	177,8	334,9	0,13
	II	16	0,114	157,09		
Juni	I	15	0,109	141,39	268,64	0,1
	II	15	0,098	127,25		
Juli	I	15	0,088	114,52	217,59	0,08
	II	16	0,075	103,07		
Agustus	I	15	0,072	92,76	176,25	0,06
	II	16	0,6	83,49		
September	I	15	0,058	75,14	142,76	0,05
	II	15	0,052	67,62		
Oktober	I	15	0,047	60,86	115,64	0,4
	II	16	0,04	54,78		
November	I	15	0,061	78,79	504,51	0,19
	II	15	0,328	425,72		
Desember	I	15	0,234	303,35	564,04	0,21
	II	16	0,189	260,69		

Sumber: Hasil Analisis

Debit Banjir Rencana
Tabel 6. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Beberapa Metode DAS Peniwen(Distribusi Hujan 12 jam PSA 007)

No.	Kala Ulang	Debit (m ³ /detik) Metode HSS		
		Nakayasu	Gama I	SCS
Metode Log Pearson Tipe III				
1	Q ₂ tahun	17.40	17.97	16.47
2	Q ₅ tahun	24.37	24.17	23.19
3	Q ₁₀ tahun	29.31	28.87	27.96
4	Q ₂₀ tahun	33.60	33.25	32.27
5	Q ₂₅ tahun	35.93	35.63	34.62
6	Q ₅₀ tahun	41.29	41.03	40.01
7	Q ₁₀₀ tahun	46.93	46.70	45.69
8	Q ₂₀₀ tahun	52.87	52.67	51.67
9	Q ₁₀₀₀ tahun	68.19	68.29	67.09

Sumber: Hasil Analisis

Lebar puncak embung direncanakan berdasarkan persamaan-persamaan sebagaimana ditentukan dalam Pedoman Perencanaan Embung Tipe Urugan dan dibandingkan dengan kriteria desain sesuai dengan RSNI-T-01-2002. Adapun tujuan perencanaan ini untuk mendapatkan suatu desain yang memadai dari segi keamanan dan juga dari aspek estetikanya.

Lebar puncak embung minimum ditentukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

dimana : b adalah lebar puncak embung, H adalah tinggi embung (m), Tinggi embung adalah 14,00 m (dari galian dasar pondasi), maka $b = 3,6 * (14,00)^{1/3} - 3,0 = 5,677$ m. Dihitung dengan menggunakan persamaan USBR, sebagai berikut: $B = 1,65 (H + 1,50)^{1/3} = 1,65 (14,00 + 1,5)^{1/3} = 4,114$ m. Ditinjau dari persamaan kedua dari Pedoman Perencanaan Bendungan Urugan, tinjauan USBR dan persamaan pertama maka lebar perencanaan yang digunakan sudah memadai. Selanjutnya dengan mempertimbangkan hasil perhitungan dan kriteria desainnya, maka ditentukan puncak embung Peniwen dengan lebar 6,0 m.

3.1 Perencanaan Elevasi Puncak Embung

Tinggi jagaan embung direncanakan 1 m di atas tinggi muka air pada saat Q₁₀₀ yang akan dikontrol dengan debit Q₂₀₀ dan Q₁₀₀₀, tinggi muka air hasil routing pelimpah adalah sebagai berikut:

Kondisi Q₁₀₀

Elevasi muka air Q₁₀₀ = El. +406,19 m

Elevasi Puncak embung = El. +406,19 m + 1,00 m

= El. +407,19 m

Elevasi muka air Q₂₀₀ = El. +406,34 m

Elevasi muka air Q₁₀₀₀ = El. +406,69 m

Berdasarkan hasil perhitungan, maka elevasi puncak embung ditetapkan pada El. =407,00 m.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Perhitungan debit andalan Q_{80%} diperoleh dengan menggunakan perhitungan FJ. Mock menghasilkan debit andalan maksimum pada bulan Maret Periode I yaitu sebesar 0,222 m³/ detik, sedangkan debit andalan minimum pada bulan September Periode I yaitu sebesar 0,058 m³/detik. Dari hasil analisis teknis, volume tampungan dengan probabilitas 80% bahwa embung Peniwen dengan tampungan efektif sebesar 52.032,55 m³ dapat memenuhi kebutuhan air irigasi untuk lahan sawah seluas 75 hektar dengan pola tanam padi-padi-palawija dengan awal masa tanam bulan Januari. Hasil analisis

debit banjir rencana menggunakan perhitungan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan debit banjir rencana yang digunakan dalam perencanaan embung ini adalah debit banjir rencana dengan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 46,93m³/detik. Tipe embung adalah tipe urugan homogen dengan panjang 123,33 m dengan lebar puncak embung 6 m. Dari hasil analisis didapatkan data fisik embung: tinggi embung 12 m, elevasi topdam +407,00 m, elevasi crest spillway +404,50 m, volume tampungan total 58.167,24 m³, volume tampungan mati 6.134,69 m³.

4.2 Saran

Dikarenakan pekerjaan ini adalah awal dari perencanaan embung, maka diperlukan investigasi lebih lanjut untuk meneruskan ke pekerjaan *Detail Engineering Desain* (DED) dengan jangka waktu yang lebih panjang agar didapatkan hasil yang lebih optimal.

Referensi

- [1] L. Limantara, "Hidrologi praktis [Practical Hydrology]. Bandung. CV Lubuk Agung," ISBN 978-979-505-205-2 pp. 3242010.
- [2] G. Irianto, "Pedoman Teknis Konservasi Air Melalui Pembangunan Embung," *Departemen Pertanian, Jakarta*, 2007.
- [3] J. Wirawan, M. Idkham, and S. Chairani, "Analisis Evapotranspirasi dengan Menggunakan Metode Thornthwaite, Blaney Criddle, Hargreaves, dan Radiasi," *Rona Teknik Pertanian*, vol. 6, pp. 451-457, 2013.
- [4] I. Sudiby, "Teknik Bendungan," *Pradnya Paramita, Jakarta*, 1993.
- [5] K. Takeda and S. Sosrodarsono, "Hidrologi untuk Pengairan," *Editor Sosrodarsono, S. PT Pradnya Paramita: Jakarta*, 2003.
- [6] S. D. N. Perwitasari and N. Bafdal, "Penjadwalan irigasi berbasis neraca air pada sistem pemanenan air limpasan permukaan untuk pertanian lahan kering," *Jurnal Keteknikan Pertanian*, vol. 4, 2016.
- [7] C. Soemarto, "Hidrologi Teknik Jilid 2," *Jakarta: Erlangga*, 1999.
- [8] I. Subakah, *Hidrologi: untuk perencanaan bangunan air*: Penerbit Idea Dharma, 1980.
- [9] S. Harto, "Analisis hidrologi," *Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*, 1993.
- [10] I. M. Kamiana, "Teknik perhitungan debit rencana bangunan air," *Graha Ilmu, Yogyakarta*, 2011.
- [11] S. Sosrodarsono and K. Takeda, *Bendungan Type Urugan*: PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1977.