

EVALUASI KAPASITAS TAMPUNGAN EMBUNG BISOK BOKAH *Capacity Evaluation of Bisok Bokah Small Dam*

Gusman Rosadi*, Humairo Saidah**, M Bagus Budianto**

*Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram

**Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram

Email : davidarkana30@gmail.com, h.saidah@unram.ac.id, mbagusbudianto@unram.ac.id

Abstrak

Embung Bisok Bokah terletak di desa Bebuak, kecamatan Kopang, kabupaten Lombok Tengah. Kapasitas tampungan embung Bisok Bokah saat ini mencapai 55.160,83 m³ dengan potensi ketersediaan air yang cukup. Namun air yang ada tersebut tidak dapat tertampung sepenuhnya, hal ini ditunjukkan dengan banyaknya air yang terbuang atau melimpas terutama pada musim penghujan. Embung Bisok Bokah memiliki daerah irigasi baku seluas 315 ha dengan daerah irigasi potensialnya mencapai 500 ha. Berdasarkan lengkung kapasitas, volume tampungan embung Bisok Bokah masih bisa untuk ditingkatkan hingga 141.285,47 m³. Studi dilakukan dengan meninggikan elevasi puncak spillway sebesar 1 m, 2 m dan 3 m yang didasarkan pada ketersediaan data lengkung kapasitas serta keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air. Kemudian dilakukan simulasi untuk menemukan hubungan antara peningkatan tinggi spillway, volume tampungan dan luas daerah layanan irigasi. Berdasarkan hasil simulasi dengan sistem pola tata tanam Padi – Kedelai – Kedelai dan awal musim tanam Oktober I diperoleh bahwa dengan peningkatan elevasi spillway sebesar 1 m menjadi +406,5 m dapat meningkatkan kapasitas tampung embung menjadi 70.579,27 m³ dengan peningkatan luas daerah layanan irigasi sebesar 1 ha. Untuk peningkatan elevasi spillway sebesar 2 m menjadi +407,5 m dapat meningkatkan kapasitas tampung embung menjadi 88.019,29 m³ dengan peningkatan luas daerah layanan irigasi sebesar 9 ha. Sedangkan peningkatan elevasi spillway sebesar 3 m menjadi +408,5 m dapat meningkatkan kapasitas tampung embung menjadi 107.625,68 m³ dengan peningkatan luas daerah layanan irigasi sebesar 21 ha.

Kata kunci : Embung, Ketersediaan air, Spillway, Simulasi.

PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu provinsi yang menjadi lumbung ketahanan pangan nasional, sehingga sarana-sarana penunjang program tersebut harus lebih mendapat perhatian yang seksama. Salah satu usaha yang dilakukan untuk dapat memenuhi kebutuhan pangan nasional adalah dengan cara pemenuhan kebutuhan air irigasi. Salah satu upaya pemenuhan kebutuhan air irigasi tersebut dapat dilakukan dengan pembangunan embung.

Embung merupakan sistem atau istilah lokal yang pada umumnya sudah dikenal oleh masyarakat Nusa Tenggara Barat didalam mengelola sumber daya air. Konstruksi embung berupa waduk penampungan yang terbuat dari timbunan tanah ataupun dari pasangan batu yang digunakan sebagai sumber air untuk melayani kebutuhan air irigasi pada areal di bawahnya, dimana pada umumnya sudah dipersiapkan pola tanam tadah hujan sehingga dapat diperoleh kontinuitas pemberian air untuk pertumbuhan tanaman dalam menghindari gagal panen.

Embung Bisok Bokah merupakan salah satu embung yang ada di provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara administratif, embung Bisok Bokah terletak di desa Bebuak, kecamatan Kopang, kabupaten Lombok Tengah. Menurut data BWS NT I, luas daerah tangkapan air embung Bisok Bokah mencapai 5,61 km², sedangkan kapasitas tampungannya saat ini mencapai 55.160,83 m³ dengan potensi ketersediaan air yang cukup. Hal ini ditunjukkan dari debit inflow rata-rata embung Bisok Bokah

mencapai 0,30 m³/dtk. Namun air yang ada tidak sepenuhnya bisa tertampung. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya air yang terbuang atau melimpas. Saat ini embung Bisok Bokah memiliki daerah irigasi baku seluas 315 ha dengan daerah irigasi potensialnya mencapai 500 ha. Berdasarkan lengkung kapasitas, volume tampungan embung Bisok Bokah masih bisa untuk ditingkatkan hingga 141.285,47 m³.

Berdasarkan dari uraian tersebut maka perlu dilakukan kajian tentang “Analisis Peningkatan Kapasitas Tampung dan Luas Layanan Daerah Irigasi Embung Bisok Bokah” sehingga fungsi embung Bisok Bokah sebagai penampung air yang berlebih pada musim hujan dan dimanfaatkan pada musim kemarau dapat tercapai.

TINJAUAN PUSTAKA

Hakim (2007), melakukan perencanaan pelimpah embung pengkemit di desa Teruwai kecamatan Pujut kabupaten Lombok Tengah. Dengan menggunakan metode simulasi didapatkan kapasitas embung yaitu sebesar 232,2378 x 103 dengan elevasi pelimpah yaitu + 145,50 m. Pada kondisi saat ini elevasi pelimpah adalah +144,00 m. Sedangkan elevasi dasar pelimpah yaitu + 142,20 m, sehingga tinggi pelimpah adalah 3,3 m dan lebar efektif pelimpah adalah 10 m.

Swasono (2015), melakukan simulasi embung Sayong. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa peningkatan elevasi spillway sebesar 3 m, 6 m dan 9 m dapat meningkatkan volume tampungan embung masing-masing menjadi sebesar 54.405,78 m³, 106.314,17 m³ dan 181.976,22 m³. Sedangkan luas areal irigasi yang dapat ditingkatkan adalah masing-masing sebesar 11 ha, 28 ha dan 48 ha.

Putri (2016), melakukan tinjau ulang optimasi tampungan embung Bisok Bokah untuk keperluan air irigasi. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa sistem pola tanam yang paling cocok diterapkan pada daerah irigasi embung Bisok Bokah adalah sistem pola tanam Padi – (Kedelai 50% + Jagung 50%) – Kedelai dengan awal musim tanam Desember dan intensitas tanam sebesar 107,96%.

Pengujian Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau saat pengukuran. Data tersebut harus betul-betul menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya di lapangan.

Pengujian dilakukan terhadap penyimpangan kumulatif dari nilai reratanya yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$Sk^{**} = Sk^*/Dy, \text{ untuk } k = 0,1,2,\dots,n \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n} \text{ dan } Sk^* = \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}) \text{ untuk } k = 1,2,3, \dots, n \quad \dots\dots\dots (2)$$

dengan : n = Jumlah data hujan, Yi = Data curah hujan, \bar{Y} = Rerata curah hujan, Sk*, Sk**, Dy = Nilai statistik

$$\text{Nilai statistik Q : } Q = \max_{0 < k < n} |Sk^{**}|$$

$$\text{Nilai statistik R (Range) } R = \max_{0 < k < n} |Sk^{**}| - \min_{0 < k < n} |Sk^{**}|$$

dengan : Q = Nilai statistic, N = Jumlah data hujan

Curah Hujan Daerah (Area Rainfall)

Ada tiga macam cara yang biasa digunakan untuk menentukan tinggi curah hujan rata-rata di suatu DAS dari curah hujan di beberapa titik pos penakar atau pencatat, yaitu :

a. Rata-rata Arimatik (Aljabar)

Rata-rata aljabar dihitung dari curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan. Curah hujan dihitung dengan persamaan berikut :

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n) \dots\dots\dots (3)$$

dengan : R = curah hujan rata-rata daerah (mm), n = jumlah titik (pos pengamatan), Rn = tinggi curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

b. Poligon Thiessen

Jika titik-titik pengamatan menyebar tidak merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Persamaan yang digunakan dalam menghitung curah hujan rata-rata adalah

$$R = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + \dots + R_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (4)$$

dengan : An = luas bagian-bagian yang mewakili stasiun n

c. Isohyet

Persamaan yang digunakan dalam menghitung curah hujan rata-rata metode Isohyet adalah sebagai berikut ini :

$$R = \frac{\frac{R_0 + R_1}{2} A_1 + \dots + \frac{R_{n-1} + R_n}{2} A_n}{A_1 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (5)$$

dengan : Rn = tinggi curah hujan pada isohyet ke n (mm), An = luas bagian antara garis isohyet (km2).

Evaporasi Panci

Besarnya kehilangan air akibat evaporasi dapat dihitung dengan persamaan 6 :

$$E_L = K \times E_p \dots\dots\dots (6)$$

dengan : EL = Evaporasi dari badan air (waduk atau danau), Ep = Evaporasi dari panci, K = Koefisien panci

Koefisien panci bervariasi menurut musim dan lokasi, yaitu berkisar antara 0,6 dan 0,8. Biasanya digunakan koefisien panci tahunan sebesar 0,7.

Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi dihitung berdasarkan Metode Penman (modifikasi FAO) sesuai rekomendasi Badan Pangan dan Pertanian PBB (FAO). Persamaan Penman modifikasi FAO adalah:

$$ET_o = c \cdot (W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(n) \cdot (e_a - e_d)) \dots\dots\dots (7)$$

dengan : ET_o = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari), W = faktor temperatur dan ketinggian, R_n = radias bersih (mm/hari), ea = tekanan uap jenuh (mbar), ed = tekanan uap nyata (mbar), e = faktor koreksi kecepatan angin dan kelembaban, Rh = kelembaban udara (%).

dengan harga-harga:

$$W = \frac{d}{d+y}$$

dengan rumus pendukung lainnya:

$$d = 2(0,00738T_c + 0,8072)TC - 0,0016$$

$$y = 0,386 \times \frac{P}{L}$$

$$P = 1013 - 0,1055 \times E$$

$$Z = 595 - 0,510 T$$

dengan: E = elevasi medan dari muka air laut (mm), dan T = temperatur rata-rata ($^{\circ}C$).

Sedangkan:

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} ; R_{ns} = (1-\alpha) R_s ; \text{ dan } R_{ns} = \left(a + b \frac{n}{N} \right) R_a$$

$$\alpha = 6\% \text{ (areal genangan); } \alpha = 25\% \text{ (areal irigasi); } \alpha = 25\% \text{ (catchment area)}$$

Menurut Soemarto (1987), a dan b merupakan konstanta yang tergantung letak suatu tempat di atas bumi, untuk Indonesia dapat diambil harga a dan b yang mendekati yaitu Australia a = 0.25 dan b = 0.54.

$$R_{n1} = f(T) \times f(ed) \times f(u) \times R_a$$

$$E_a = 7,01 \times 1,062^T$$

$$E_d = R_h \times e_a$$

dengan harga fungsi-fungsi :

$$f(u) = 0,27 \times (1+)$$

$$f(T) = 11,25 \times 1,0133^T$$

$$f(d) = 0,34 - 0,044 \times (ed)^{0.5}$$

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = 0,10 + 0,9 \times \frac{n}{N}$$

dengan : R_{n1} = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari), R_{ns} = radiasi bersih gelombang pendek (mm/hari), R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hari), R_a = radiasi teraksial ekstra (mm/hari) yang dipengaruhi oleh letak lintang daerah, R_h = kelembaban udara (%),

Reduksi penguapan temperatur karena perbedaan ketinggian elevasi stasiun dengan daerah pengaliran diambil menurut persamaan 8.

$$T_c = T - 0,006 \times \delta E \quad \dots \dots \dots (8)$$

dengan : T_c = temperatur terkoreksi ($^{\circ}C$), T = temperatur rata-rata ($^{\circ}C$), δE = beda tinggi elevasi stasiun dengan lokasi tinjau (m)

Koreksi kecepatan angin karena perbedaan elevasi pengukuran diambil menurut persamaan 9.

$$U_{2c} = U_2 \left[\frac{L_i}{L_p} \right]^{\frac{1}{7}} \quad \dots \dots \dots (9)$$

dengan : U_{2c} = kecepatan angin di lokasi perencanaan, U_2 = kecepatan angin di lokasi pengukuran, L_i = elevasi lokasi perencanaan, L_p = elevasi lokasi pengukuran.

Korelasi terhadap lama penyinaran matahari lokasi perencanaan adalah:

$$\frac{n}{N_c} = \frac{n}{N} - 0,1 \cdot \delta E \quad \dots \dots \dots (10)$$

dengan: $\frac{n}{N}$ = lama penyinaran matahari terukur (%), $\frac{n}{N_c}$ = lama penyinaran matahari terkoreksi (%)

Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi dapat diketahui dengan menghitung kebutuhan air tanaman. Persamaan untuk menghitung kebutuhan air irigasi digunakan persamaan 11.

$$NFR = \frac{(ETc-Re)}{8,4} \dots\dots\dots (11)$$

dengan : NFR = kebutuhan air irigasi (lt/dt/ha), ETc = kebutuhan air tanaman (mm/hari), dimana besarnya ETc = kc x Eto, Re = curah hujan efektif (mm/hari), ETc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari); Eto = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari), kc = koefisien tanaman sesuai dengan pertumbuhannya, dan 8,4 = faktor konversi dari mm/hari ke lt/dt/ha.

Kebutuhan air irigasi pada pintu pengambilan dapat dihitung dengan persamaan:

$$DR = \frac{I_r}{E} \times NFR \dots\dots\dots (12)$$

dengan ; DR = kebutuhan air di intake rata-rata (lt/dt/ha), NFR = kebutuhan air irigasi (lt/dt/ha), E = efisiensi irigasi (%).

Efisiensi irigasi digunakan untuk menentukan efektivitas sistem irigasi dan pengolahannya dalam hubungannya dengan kebutuhan air untuk evapotranspirasi tanaman. Pada dasarnya semua kehilangan air yang mempengaruhi efisiensi irigasi berlangsung selama proses pemindahan air dari sumbernya ke lahan pertanian, padi diambil 65% (KP-01). Nilai ini berasal dari estimasi yang mencakup efisiensi saluran utama 90%, saluran sekunder 90% dan saluran tersier 80%.

Curah Hujan efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah dan dapat dipergunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Persamaan yang digunakan adalah persamaan 13. :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

dengan : P = peluang terjadinya peristiwa, m = nomor urut angka pengamatan dalam susunan (dari besar ke kecil), n = banyaknya data

Sistem Pola Tanam

Ada beberapa pola tanam yang berlaku di Indonesia, masing-masing pola tanam biasanya sangat tergantung pada iklim, kondisi tanah serta kebiasaan petani setempat yang secara umum menggunakan pola : Padi – Padi; Padi – Padi – Palawija; Padi – Palawija – Palawija

Simulasi Tampungan Embung

Pola pikir yang digunakan dalam simulasi embung ini adalah bahwa tampungan merupakan hasil kesetimbangan dari komponen *inflow* (I) dan komponen *outflow* (O) serta tampungan (*storage*) pada waktu (t). Hasil nilai kesetimbangan komponen *inflow* dan *outflow* dijaga agar tidak lebih kecil dari elevasi pada pintu pengambilan atau elevasi muka air operasi minimum.

Analisis pendekatan untuk keseimbangan simulasi dari ketersediaan air dan kebutuhan air adalah pengembangan dari persamaan kontinuitas berupa rumus neraca air di embung (persamaan 14).

$$St = S_{t-1} + It - Et - Wr - Ot \quad \dots\dots\dots (14)$$

dengan : S_t = Volume embung pada waktu t , S_{t-1} = Volume air embung pada waktu $t-1$, I_t = Volume inflow yang masuk ke embung pada waktu t , E_t = Evaporasi yang terjadi di embung pada waktu t , W_r = Kebutuhan air tanaman pada waktu t , O_t = Volume outflow yang disuplai dari embung pada waktu t .

Detail persamaan simulasi dikembangkan sebagai berikut :

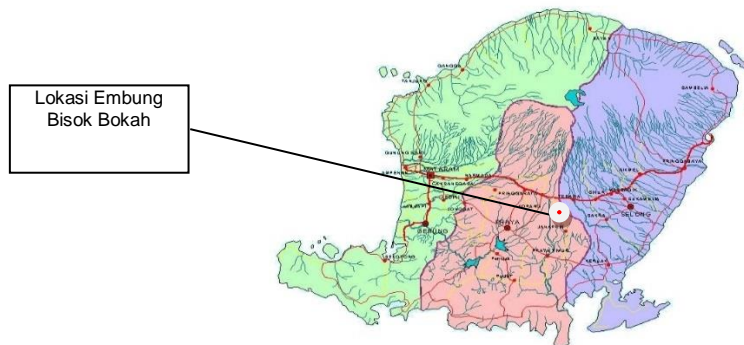
$$It - Lt - Spt - Ot = \frac{(W_t - W_{t-1})}{dt} \quad \dots\dots\dots (15)$$

dengan : I_t = rata-rata inflow di embung dalam setengah bulan (m^3/dt), L_t = kehilangan air oleh evaporasi dalam setengah bulan (m^3/dt), Spt = air yang melalui pelimpah dalam setengah bulan (m^3/dt), O_t = Outflow yang dibutuhkan dalam setengah bulan (m^3/dt), W_t = Volume embung dalam setengah bulan (m^3), W_{t-1} = Volume embung pada periode $t-1$ dalam setengah bulan (m^3), dt = periode operasi embung.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Embung Bisok Bokah di Desa Bebuak, Kecamatan Kopang, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Secara geografis, site embung Bisok Bokah terletak pada koordinat $116^\circ 21' 37''$ BT dan $8^\circ 35' 54,60''$ LS.



Gambar 1. Lokasi studi

Data dan bagan alir studi

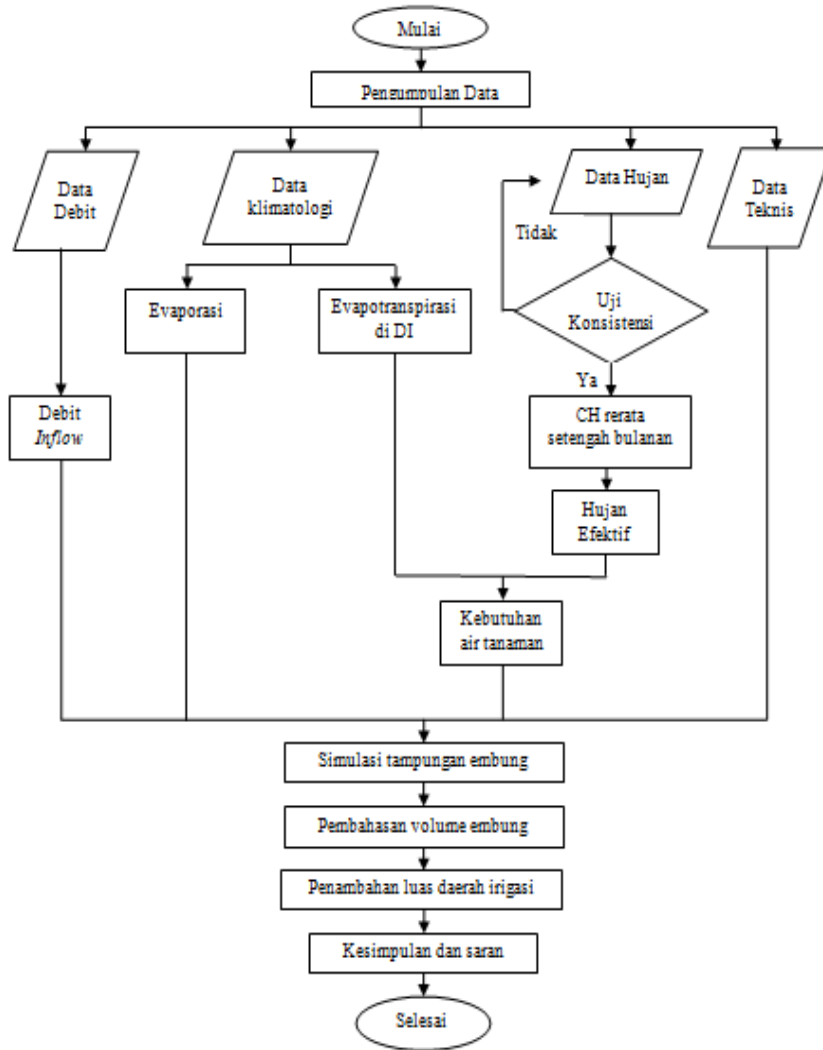
Dalam studi ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang meliputi :

a. Data topografi

Data topografi ini mencakup luas Daerah Tangkapan Air (*catchment area*) dan vegetasi penutup lahan. Data ini diperoleh dari Peta rupa bumi digital Indonesia Bakosurtanal. Penetapan daerah tangkapan air dilakukan berdasar pada peta topografi skala 1:25.000

b. Data Hidro meteorologi

Data debit menggunakan data debit terukur di bendung Bisok Bokah selama 12 tahun mulai tahun 1997 – 2008. Data curah hujan diperoleh dari BIIW Dinas PU Provinsi NTB untuk stasiun Lingkok Lime dan stasiun Perian, dengan ketersediaan data selama 23 tahun mulai tahun 1994 - 2016. Sedangkan data Klimatologi meliputi data temperatur, kecepatan angin, kelembaban udara, penyinaran matahari dan evaporasi panci diperoleh dari BWS Nusa Tenggara 1, untuk stasiun klimatologi Kopang.



Gambar 2. Bagan alir penyelesaian studi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

1) Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Dalam studi ini, uji konsistensi data curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode RAPS. Hasil analisis uji konsistensi metode RAPS untuk stasiun hujan Lingkok Lime dan Perian Tahun 1994-2016 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Uji RAPS Stasiun Lingkok Lime dan Perian

Stasiun	Q/ \sqrt{n}		R/ \sqrt{n}		Keterangan
	Hitungan	Tabel	Hitungan	Tabel	
Lingkok Lime	0,81	1,42	0,83	1,60	Konsisten
Perian	1,06	1,42	1,23	1,60	Konsisten

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan uji konsistensi data dengan metode RAPS, pengujian pada kedua stasiun hujan menunjukkan hasil yang konsisten. Data yang konsisten menunjukkan bahwa data curah hujan yang digunakan pada analisis ini akurat dan tidak terjadi penyimpangan ataupun pergeseran nilai rata-rata (*mean*).

2) Analisis Hujan Rata-Rata Daerah

Dalam menganalisis hujan rata-rata daerah pada daerah tangkapan air embung Bisok Bokah, digunakan metode Polygon Thiessen. Dari Polygon Thiessen diketahui bahwa stasiun hujan yang berpengaruh terhadap Daerah Tangkapan Air embung Bisok Bokah adalah stasiun Lingkok Lime dan stasiun Perian. Stasiun Lingkok Lime memiliki luas daerah pengaruh sebesar 1,94 km² dan stasiun Perian memiliki luas daerah pengaruh sebesar 3,67 km².

3) Analisis Hujan Efektif

Data yang digunakan untuk perhitungan hujan efektif ini adalah data hujan rata-rata daerah yang telah dianalisis sebelumnya. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah Hujan Efektif Untuk Padi dan Palawija

Bulan	Periode	CH Rencana	CH Rencana	Hujan Efektif Padi mm/hari	Hujan Efektif Palawija mm/hari
		(R80) mm	(R50) mm		
Januari	I	182.12	169.89	8.50	7.93
	II	117.43	169.71	5.14	7.42
Februari	I	104.33	138.08	5.22	6.90
	II	171.84	127.27	8.59	6.36
Maret	I	109.74	169.09	5.12	7.89
	II	60.55	134.59	2.65	5.89
April	I	49.66	127.83	2.32	5.97
	II	36.21	26.61	1.69	1.24
Mei	I	25.04	15.10	1.17	0.70
	II	8.42	64.91	0.37	2.84
Juni	I	1.11	0.00	0.05	0.00
	II	3.55	11.64	0.17	0.54
Juli	I	0.24	112.49	0.01	5.25
	II	2.69	2.48	0.12	0.11
Agustus	I	5.12	41.60	0.24	1.94
	II	21.41	0.62	0.94	0.03
September	I	80.36	1.83	3.75	0.09
	II	105.51	2.01	4.92	0.09
Oktober	I	162.34	5.27	7.58	0.25
	II	43.56	172.25	1.91	7.54
November	I	57.61	187.22	2.69	8.74
	II	152.24	167.01	7.10	7.79
Desember	I	109.01	283.76	5.09	13.24
	II	164.33	48.85	7.19	2.14

Dari hasil perhitungan, diperoleh curah hujan efektif terbesar untuk tanaman padi terjadi pada bulan Februari II sebesar 8,50 mm/hari, sedangkan untuk tanaman palawija, curah hujan efektif terbesar terjadi pada bulan Desember I sebesar 13,24 mm/hari

4) Analisis Evaporasi.

Data yang digunakan dalam studi ini adalah data evaporasi panci rata-rata dari stasiun Kopang dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2015.

Berdasarkan hasil analisis evaporasi diperoleh bahwa kehilangan air akibat evaporasi terbesar terjadi pada bulan Februari I yaitu sebesar 4,46 mm/hari. Sedangkan kehilangan air akibat evaporasi terkecil terjadi pada bulan Juni II yaitu sebesar 1,90 mm/hari.

Tabel 3. Evaporasi Dengan Panci Evaporasi Di Daerah Genangan Embung

Bulan	Jumlah hari	koefisien panci K	Evaporasi Panci Ep mm/hr	Evaporasi di embung E _L mm/hr	
Januari	15	0,70	6,19	4,34	-23
	16	0,70	5,86	4,10	77,65
Februari	14	0,70	6,38	4,46	86,57
	14	0,70	5,18	3,63	77,36
Maret	15	0,70	4,94	3,46	82,40
	16	0,70	3,84	2,69	78,02
April	15	0,70	5,73	4,01	88,96
	15	0,70	3,77	2,64	80,35
Mei	15	0,70	3,99	2,79	86,23
	16	0,70	4,12	2,88	74,12
Juni	15	0,70	3,10	2,17	72,68
	15	0,70	2,71	1,90	57,99
Juli	15	0,70	3,37	2,36	56,02
	16	0,70	3,08	2,16	61,33
Agustus	15	0,70	3,25	2,27	73,27
	16	0,70	3,77	2,64	84,07
September	15	0,70	3,97	2,78	88,98
	15	0,70	4,12	2,88	92,03
Oktober	15	0,70	4,21	2,95	92,56
	16	0,70	4,44	3,10	100,88
November	15	0,70	4,77	3,34	112,44
	15	0,70	4,95	3,46	96,81
Desember	15	0,70	4,65	3,25	88,25
	16	0,70	5,18	3,63	76,30

5) Analisis Evapotranspirasi Potensial

Besarnya kehilangan air akibat evapotranspirasi dihitung dengan metode Penman (modifikasi FAO) dengan memasukkan data-data iklim yang ada.

Data klimatologi pada daerah studi diambil dari stasiun terdekat yaitu stasiun klimatologi Kopang dengan mengambil data klimatologi rata-rata tahun 2000 sampai dengan tahun 2015. Data klimatologi ini meliputi data temperatur, kecepatan angin, kelembaban udara dan penyinaran matahari.

Tabel 4. Evapotraspirasi potensial Metode Penman Modifikasi FAO Di Daerah Irigasi

Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
-23	77,65	86,57	77,36	82,40	78,02	88,96	80,35	86,23	74,12	72,68	57,99	56,02	61,33
Agustus		September		Oktober		November		Desember		Rerata			
73,27	84,07	88,98	92,03	92,56	100,88	112,44	96,81	88,25	76,30	77,57			81,78

6) Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air dilakukan dengan metode perbandingan luas. Hal ini dilakukan karena ketersediaan data debit yang cukup di sekitar embung Bisok Bokah. Data debit yang digunakan dalam studi ini adalah data debit terukur di bendung Bisok Bokah selama 12 tahun yaitu dari tahun 1997-2008. Besarnya debit *inflow* pada embung Bisok Bokah disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Debit *Inflow* Embung Bisok Bokah Tahun 1997 – 2008

Bulan	Periode	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Rata-Rata	Jumlah
Jan	I	0.08	0.02	0.08	0.05	0.12	0.03	0.45	0.40	0.07	0.03	0.02	0.11	0.12	1.47
	II	0.34	0.24	0.17	0.11	0.15	0.04	0.69	1.69	0.22	0.24	0.04	0.14	0.34	4.07
Feb	I	0.67	0.68	0.44	0.44	0.39	0.47	2.10	1.69	0.50	1.80	0.29	0.95	0.87	10.40
	II	0.32	0.51	0.34	0.38	0.41	0.36	2.31	1.22	0.28	0.53	1.78	2.18	0.89	10.63
Mar	I	0.48	0.48	0.59	0.47	0.42	0.44	1.04	1.52	0.30	0.43	0.38	3.11	0.80	9.65
	II	0.51	0.50	0.41	0.39	0.34	0.46	1.01	0.76	0.57	0.37	0.44	3.06	0.74	8.83
Apr	I	0.53	0.54	0.33	0.39	0.30	0.43	0.46	0.66	0.55	0.33	0.36	0.29	0.43	5.16
	II	0.41	0.46	0.30	0.40	0.35	0.47	0.49	0.56	0.26	0.29	0.27	0.24	0.38	4.50
Mei	I	0.34	0.36	0.30	0.27	0.31	0.42	0.28	0.44	0.24	0.21	0.28	0.22	0.31	3.67
	II	0.28	0.16	0.24	0.26	0.29	0.43	0.27	0.44	0.16	0.11	0.19	0.21	0.25	3.05
Jun	I	0.20	0.15	0.19	0.20	0.20	0.36	0.22	0.37	0.22	0.11	0.19	0.17	0.22	2.58
	II	0.16	0.13	0.15	0.17	0.19	0.32	0.23	0.22	0.15	0.10	0.18	0.12	0.18	2.11
Jul	I	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.32	0.16	0.08	0.07	0.03	0.07	0.04	0.09	1.10
	II	0.04	0.03	0.06	0.02	0.04	0.31	0.13	0.06	0.03	0.03	0.04	0.03	0.07	0.82
Ags	I	0.02	0.13	0.04	0.02	0.04	0.25	0.11	0.04	0.03	0.02	0.05	0.02	0.06	0.76
	II	0.03	0.01	0.02	0.02	0.06	0.18	0.09	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04	0.54
Sep	I	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.15	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.41
	II	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.18	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.01	0.03	0.36
Okt	I	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.29	0.10	0.09	0.08	0.06	0.09	0.07	0.09	1.11
	II	0.07	0.07	0.09	0.09	0.07	0.30	0.10	0.10	0.08	0.06	0.08	0.07	0.10	1.17
Nop	I	0.10	0.07	0.11	0.13	0.08	0.34	0.16	0.12	0.09	0.06	0.08	0.07	0.12	1.39
	II	0.15	0.08	0.16	0.15	0.11	0.30	0.23	0.27	0.10	0.06	0.77	0.09	0.21	2.46
Des	I	0.37	0.24	0.32	0.32	0.23	0.34	0.38	0.21	0.20	0.19	0.32	0.36	0.29	3.50
	II	0.31	0.25	0.25	0.42	0.29	0.33	0.59	0.20	0.19	0.37	0.32	0.30	0.32	3.81
Rata-Rata		0.23	0.22	0.20	0.20	0.19	0.31	0.49	0.47	0.19	0.23	0.26	0.50	0.29	

Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air irigasi ditentukan berdasarkan kebutuhan air di sawah tergantung pola tanam. Sedangkan pola tanam eksisting di lokasi studi adalah padi – palawija – palawija.

Tabel 6. Rekapitulasi Kebutuhan Air Tanaman (Padi- Kedelai-Kedelai)

No	Periode	Jumlah Hari	Awal Tanam Oktober I				
			Padi (lt/dt/ha)	Kedelai (lt/dt/ha)	Total (lt/dt/ha)	Total (m ³ /ha)	
1	Januari	I	15	0,06	0,00	0,06	80,24
2		II	16	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Februari	I	14	0,00	0,00	0,00	0,00
4		II	14	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Maret	I	15	0,00	0,00	0,00	0,00
6		II	16	0,00	0,00	0,00	0,00
7	April	I	15	0,00	0,00	0,00	0,00
8		II	15	0,00	0,43	0,43	555,87
9	Mei	I	15	0,00	0,29	0,29	379,01
10		II	16	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Juni	I	15	0,00	0,60	0,60	780,68
12		II	15	0,00	0,57	0,57	736,55
13	Juli	I	15	0,00	0,00	0,00	0,00
14		II	16	0,00	0,50	0,50	689,06
15	Agustus	I	15	0,00	0,00	0,00	0,00
16		II	16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	September	I	15	0,00	0,00	0,00	0,00
18		II	15	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Oktober	I	15	2,89	0,00	2,89	3.745,12
20		II	16	3,75	0,00	3,75	5.190,41
21	November	I	15	4,36	0,00	4,36	5.651,42
22		II	15	0,54	0,00	0,54	700,13
23	Desember	I	15	0,72	0,00	0,72	934,91
24		II	16	0,28	0,00	0,28	386,78
Jumlah							19830,16

Analisis Simulasi Tampungan Embung

Pola pikir yang digunakan dalam simulasi embung ini adalah tampungan merupakan hasil kesetimbangan dari komponen inflow dan komponen *outflow*. Untuk melakukan simulasi ini dibutuhkan data debit aliran masuk (*inflow*) dan data debit aliran keluar (*outflow*). Data debit aliran masuk terdiri dari data debit setengah bulanan yang sudah dianalisis dalam perhitungan ketersediaan air sebelumnya. Sedangkan data debit aliran keluar terdiri dari perhitungan kebutuhan air tanaman dan perhitungan evaporasi.

Analisis simulasi tinggi spillway embung Bisok Bokah dimulai pada saat kondisi eksisting. dengan elevasi spillway atau pelimpah eksisting +405,5 m

Tabel 7. Analisis Simulasi Tampungan Embung Bisok Bokah (Kondisi Eksisting)

Pola Tanam	:	Padi - Kedelai - Kedelai
Tahun	:	1997
Keandalan Embung	:	80,21 %
Luas Areal Irigasi Baku	:	315 ha
Kapasitas Tampungan Mati	:	11729,72 m ³
Volume Tampungan	:	55160,83 m ³
Luas Daerah Genangan	:	1,44 ha

No	Bulan	Periode	Jumlah Hari	Inflow (m ³ /dt)	Inflow (m ³)	Total Outflow (m ³)	I - O (m ³)	Vol Tamp. (m ³)	Spill Out (m ³)	Ket
1	Oktober	I	15	0,08	98.059,56	1.045.527,18	-892.306,79	11.729,72	-	Gagal
2		II	16	0,07	98.059,56	1.448.360,30	-1.338.571,02	11.729,72	-	Gagal
3	November	I	15	0,10	136.057,64	1.576.984,83	-1.429.197,48	11.729,72	-	Gagal
4		II	15	0,15	196.119,11	195.583,05	12.265,78	12.265,78	-	Sukses
5	Desember	I	15	0,37	485.394,81	261.077,18	236.583,41	55.160,83	181.422,58	Sukses
6		II	16	0,31	424.924,75	108.749,03	371.336,55	55.160,83	316.175,72	Sukses
7	Januari	I	15	0,08	105.414,02	23.326,23	137.248,62	55.160,83	82.087,79	Sukses
8		II	16	0,34	475.915,72	947,66	530.128,89	55.160,83	474.968,06	Sukses
9	Februari	I	14	0,67	811.115,97	902,54	865.374,26	55.160,83	810.213,43	Sukses
10		II	14	0,32	391.257,63	733,71	445.684,75	55.160,83	390.523,92	Sukses
11	Maret	I	15	0,48	620.226,70	748,64	674.638,89	55.160,83	619.478,06	Sukses
12		II	16	0,51	707.336,27	621,44	761.875,66	55.160,83	706.714,83	Sukses
13	April	I	15	0,53	688.868,39	869,65	743.159,56	55.160,83	687.998,73	Sukses
14		II	15	0,41	529.521,61	155.658,76	429.023,68	55.160,83	373.862,85	Sukses
15	Mei	I	15	0,34	438.816,52	106.348,06	387.629,28	55.160,83	332.468,45	Sukses
16		II	16	0,28	389.623,31	665,98	444.118,16	55.160,83	388.957,33	Sukses
17	Juni	I	15	0,20	257.406,34	218.279,39	94.287,78	55.160,83	39.126,95	Sukses
18		II	15	0,16	203.473,58	205.909,63	52.724,78	52.724,78	-	Sukses
19	Juli	I	15	0,06	80.899,13	498,89	133.125,02	55.160,83	77.964,19	Sukses
20		II	16	0,04	54.913,35	192.746,40	-82.672,21	11.729,72	-	Gagal
21	Agustus	I	15	0,02	25.740,63	162,42	37.307,94	37.307,94	-	Sukses
22		II	16	0,03	41.838,74	435,21	78.711,47	55.160,83	23.550,64	Sukses
23	September	I	15	0,02	25.740,63	602,61	80.298,86	55.160,83	25.138,03	Sukses
24		II	15	0,02	25.740,63	624,57	80.276,89	55.160,83	25.116,06	Sukses

Berdasarkan hasil simulasi operasional embung kondisi eksisting, kapasitas tampungan embung diperoleh sebesar 55.161,83 m³. Terlihat air yang masuk ke dalam embung banyak yang melimpas (*spillout*). Sedangkan daerah irigasi yang mampu dilayani oleh embung Bisok Bokah hanya sebesar 264 ha. Ini artinya luas daerah irigasi yang mampu dilayani oleh embung lebih kecil dari luas daerah irigasi bakunya yang mencapai 315 ha. Berdasarkan lengkung kapasitas, elevasi puncak embung masih lebih kecil dari elevasi maksimum data yang tersedia (+410 m).

Melihat kondisi tersebut, maka ada potensi peningkatan kapasitas tampungan embung dengan cara meningkatkan elevasi *spillway*.

Rekapitulasi hasil analisis simulasi dengan menaikkan elevasi spillway sebesar 1 m, 2 m dan 3 m disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Peningkatan Tinggi *Spillway* Embung Bisok Bokah

No	Rencana Peninggian (m)	Elevasi <i>Spillway</i> (m)	Tinggi Air Banjir (m)	Tinggi Jagaan (m)	Elevasi Puncak Embung (m)	Volume Tampungan (m ³)	Peningkatan Luas Areal Irigasi (ha)	Luas Areal Irigasi (ha)	Intensitas Tanam (%)	Keandalan Embung (%)
1	Eksisting	405,50	1,322	0	406,82	55.160,83	0	279	265,71	80,21
2	1	406,50	1,316	0	407,82	70.579,27	1	280	266,38	80,21
3	2	407,50	1,308	0	408,81	88.019,29	8	287	273,33	80,21
4	3	408,50	1,297	0	409,80	107.625,68	21	300	285,71	80,56

Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh bahwa peningkatan elevasi spillway sebesar 1 m dapat meningkatkan kapasitas tampung embung menjadi 70.579,27 m³ dengan peningkatan luas daerah irigasi sebesar 1 ha menjadi 279 ha. Untuk peningkatan elevasi spillway sebesar 2 m dapat meningkatkan kapasitas tampung embung menjadi 88.019,29 m³ dengan peningkatan luas daerah irigasi sebesar 8 ha menjadi 287 ha. Sedangkan peningkatan elevasi spillway sebesar 3 m dapat meningkatkan kapasitas tampung embung menjadi 107.625,68 m³ dengan peningkatan luas daerah irigasi sebesar 21 ha menjadi 300 ha.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan analisis ketersediaan air, maka diperoleh potensi ketersediaan air (debit inflow rata-rata) pada embung Bisok Bokah sebesar 0.29 m³/dt. Besar volume tampungan embung yang bisa ditingkatkan setelah menaikkan elevasi spillway adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan elevasi spillway sebesar 1 m menjadi +406,50 m, diperoleh volume tampungan sebesar 70.579,27 m³, diperoleh peningkatan luas daerah irigasi sebesar 1 ha.
2. Peningkatan elevasi spillway sebesar 2 m menjadi +407,50 m, diperoleh volume tampungan sebesar 88.019,29 m³, diperoleh peningkatan luas daerah irigasi sebesar 9 ha.
3. Peningkatan elevasi spillway sebesar 3 m menjadi +408,50 m, diperoleh volume tampungan sebesar 107.625,68 m³ diperoleh peningkatan luas daerah irigasi sebesar 33 ha.

Saran

Dalam melakukan analisis ini banyak ditemukan kendala yaitu kurang lengkapnya data dari instansi-instansi terkait sehingga menghambat proses analisis, akan menjadi lebih baik apabila data perencanaan didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, E. (2010). Analisis Simulasi Tinggi *Spillway* Embung Telaga Lebur. Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.
- Direktorat Jendral Pengairan DPU. (1986). Standar Perencanaan Irigasi (KP-01) Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Pengairan. CV Galang Persada. Bandung.
- Anonim. (1994). Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering di Indonesia. Departmen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Chow, V.,T. (1985). Hidrolika Saluran Terbuka. Erlangga. Jakarta

- Hakim, R.A. (2007). Perencanaan Pelimpah Embung Pengkemit di Desa Teruwai Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah. Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.
- Harto, S. (1993). Analisa Hidrologi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Linsley, R.,K, Franzini, J., B, Sasongko, D. (1991). Teknik Sumber Daya Air Jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Putri, S.,N. (2016). Tinjauan Ulang Optimasi Tampungan Embung Bisok Bokah Untuk Keperluan Air Irigasi di Kecamatan Kopang Kabupaten Lombok Tengah. Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.
- Soemarto, C.,D. (1987). Hidrologi Teknik. Usaha Nasional. Surabaya.
- Swasono, Y.,B. (2015). Simulasi Embung Sayong. Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan, Beta Offset. Yogyakarta.
- Wijaya, M. (2010). Analisis Potensi Ketersediaan Air Sebagai Dasar Peningkatan Volume Tampungan Embung Inen Ratu Kec. Janapria Kab. Lombok Tengah. Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram