



Simulasi Operasi Pemberian Air Embung Desa Sidomukti Kecamatan Kepohbaru Kabupaten Bojonegoro untuk Irigasi Pertanian

*Simulation of Water Conservancy Operation in Sidomukti Village
Kepohbaru Subdistrict, Bojonegoro District for Agricultural Irrigation*

Sudarmanto¹; Sobriyah²; Cahyono Ikhsan³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

E-mail: s2.sipil@ft.uns.ac.id; darm44rman@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Keywords:

*Climatology,
RAPS Method,
Moch Method,
Planting Patterns,
Watering Patterns.*

Reservoir is a container that serves to store water when there is excess so that it can be used when needed, with the aim that water management for irrigation needs can be fulfilled. The water that is regulated is rainwater or river water that is accommodated in the embung, so that water can be provided in a timely manner and in accordance with existing needs. Rain data we take from the Bojonegoro Regency PU SDA (Public Works Water Resources) office with the closest station to the Embung location, namely at the Kerjo station, while for Climatology data used online data from BMKG (Climatology Meteorology, Geophysics Agency) Nganjuk district. The data was tested for consistency with the RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) method. Water availability by calculating the Embung area multiplied by effective rainfall (Re). With the cropping pattern of rice, rice, secondary crops, irrigation water supply patterns can be carried out.

ABSTRAK

Kata kunci:

*Klimatologi,
Metode RAPS,
Metode Moch,
Pola Tanam,
Pola Pemberian Air.*

Embung adalah wadah yang berfungsi untuk menyimpan air saat terjadi kelebihan agar dapat digunakan saat dibutuhkan, dengan tujuan agar pengaturan air untuk kebutuhan irigasi dapat terpenuhi. Air yang diatur adalah air hujan atau air sungai ditampung di embung, sehingga air dapat disediakan dengan tepat waktu dan sesuai dengan kebutuhan yang ada. Data hujan kita ambil dari dinas PU SDA (Pekerjaan Umum Sumber daya Air) Kabupaten Bojonegoro di stasiun yang dekat dengan lokasi Embung yaitu stasiun Kerjo. Untuk data Klimatologi yang digunakan adalah data online dari BMKG (Badan Metereologi Klimatologi, Geofisika) kabupaten Nganjuk. Data tersebut di uji konsistensinya dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Parsial Sums). Ketersediaan air diprediksikan dari luas Embung di kalikan dengan curah hujan efektif (Re). Dengan Pola tanam padi, padi, palawija dapat dilakukan pola pemberian air irigasi.

PENDAHULUAN

Desa Sidomukti Kecamatan Kepohbaru adalah salah satu Desa yang terletak di wilayah timur Kabupaten Bojonegoro dengan jarak \pm 25 Km dari pusat Kota Kabupaten. Sebelah timur berbatasan langsung dengan Kabupaten Lamongan. Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Baureno, sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Sumberejo dan di sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Kedungadem. Desa Sidomukti sebagian besar wilayahnya adalah lahan persawahan seluas 241,5 Ha. Pola tanamnya adalah padi

saat musim hujan, sedangkan tembakau dan palawija di tanam saat musim kemarau. Namun kegiatan pertanian sering kali mengalami kendala terkait dengan pemenuhan kebutuhan air terutama untuk tanaman padi. Pada umumnya, hal ini disebabkan sistem pertanian masih menggunakan sistem semi teknis dan belum menggunakan sistem irigasi teknis. Banyak upaya yang sudah dilakukan Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah. Salah satunya program pembangunan embung desa. Hampir tiap Desa dapat dibangun 1-2 buah embung tergantung dari ketersediaan lahan oleh desa. Namun sampai saat ini walaupun sudah banyak embung yang terbangun ternyata belum juga bisa memenuhi kebutuhan air irigasi.

Untuk mengatasi permasalahan di atas dilakukan penelitian untuk mengatur pemberian air dari embung, sehingga air embung bisa terdistribusi secara merata.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Embung Desa Sidomukti Kecamatan Kepohbaru Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur. Waktu penelitian dimulai bulan Agustus tahun 2023 sampai dengan bulan Januari tahun 2024. Langkah langkah yang dilakukan adalah dengan melakukan survey lapangan sebagai pendahuluan, Data primer yang dikumpulkan adalah data existing embung dan data sekundernya adalah peta topografi, data hujan harian, volume tampungan embung, areal irigasi dan data klimatologi. Selanjutnya data hujan di uji konsistensinya dengan RAPS, evapotranspirasi dianalisa dengan metode Blaney Criddle, hujan efektif di analisa dengan metode R80. Simulasi operasi pemberian air irigasi dianalisa dengan metode kontinuitas.

a. Metode Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS)

Uji ketangguhan data hujan, digunakan metode Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS). Metode ini dilakukan dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (mean) data hujan. Hasil analisa ini akan menunjukkan data layak atau tidak layak di gunakan.

b. Evapotranspirasi

Metode Blaney-Criddle, yang dikembangkan pada tahun 1950, dirancang untuk wilayah yang memiliki data iklim yang tersedia, khususnya suhu udara rata-rata. Informasi tambahan, seperti kelembapan udara relatif, radiasi matahari, dan kecepatan angin, dapat diperkirakan berdasarkan kondisi lapangan secara umum. Untuk menghitung evapotranspirasi dapat digunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} E_{To} &= C \cdot \rho (0.46 \cdot T + 8) \dots \dots \dots (1) \\ C &= (0.0311 \cdot T + 0.34) + k \end{aligned}$$

dengan:

- E_{to} : evapotranspirasi tetapan pada bulan yang dipertimbangkan (mm/hari)
- C : factor penyesuai (adjustment factor)
- ρ : prosentase harian rerata jam siang dalam setahun
- T : temperature harian rerata (oC), dalam bulan yang diperhitungkan
- K : factor tanaman

c. Curah Hujan Efektif

Curah hujan yang dapat diandalkan yang terjadi di suatu wilayah tertentu dan dimanfaatkan oleh tanaman untuk memfasilitasi pertumbuhan disebut sebagai curah hujan efektif. Penghitungan curah hujan efektif bergantung pada analisis curah hujan bulanan, khususnya menggunakan konsep R80, yang menunjukkan kemungkinan 20% tidak terjadi. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahunan sesuai Standar Perencanaan Irigasi KP-01, Dep.PU, 1986. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_e = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80}) \dots \dots \dots (2)$$

dengan:

R_e : curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} : curah hujan yang kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20% (mm)

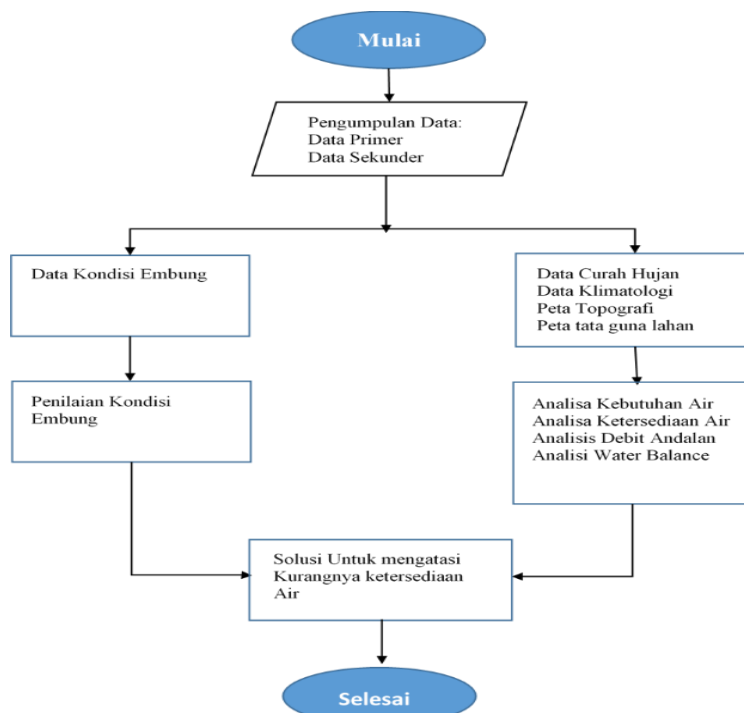
R_{80} didapat dari urutan data dengan: $m = \frac{n}{5} + 1$

dengan:

m : rangking dari urutan terkecil,

n : jumlah tahun pengamatan.

d. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Gambar di atas adalah alur penelitian yang dilakukan sehingga nantinya dalam pelaksanaan mudah untuk melakukan evaluasi dan hasilnya sebagai acuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS)

Untuk mengatasi masalah data hujan yang tidak konsisten antar stasiun yang berbeda, digunakan metode RAPS. Metode ini dilakukan dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (mean) data hujan, sehingga mengatasi ketidakkonsistenan. Tidak jarang data hujan menunjukkan inkonsistensi. Untuk memastikan keakuratan data lapangan, dilakukan uji konsistensi, yang memverifikasi bahwa data tetap tidak terpengaruh oleh kesalahan pengukuran.

Tabel 4.1 Uji Konsistensi data Metode RAPS

Tahun	Rh max	Rh Total	R-Rrerata	Sk*	Dy2	Sk**	Sk***
2013	321	1125	-514,9	-514,9	26512,2	-0,7	0,7
2014	292	962	-677,9	-677,9	45954,8	-0,92	0,92
2015	299	1466	-173,9	-173,9	3024,12	-0,24	0,24
2016	247	831	-808,9	-808,9	65431,9	-1,09	1,09
2017	373	2052	412,1	412,1	16982,6	0,56	0,56
2018	278	1029	-610,9	-610,9	37319,9	-0,83	0,83
2019	230	996	-643,9	-643,9	41460,7	-0,87	0,87
2021	473	2702	1062,1	1062,1	112806	1,44	1,44
2022	486	2790	1150,1	1150,1	132273	1,56	1,56

Sumber Hasil Perhitungan

Tabel 4.1 Uji Konsistensi data Metode RAPS (Lanjutan)

Banyak Dat n	Q/n ^{0.5}			R/n ^{0.5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,1	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,46	1,4	1,5	1,7
40	1,13	1,26	1,5	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,5	1,62	1,86
<i>infinited</i>	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2

Sumber Hasil Perhitungan

Tabel 4.1 Uji Konsistensi data Metode RAPS (Lanjutan)

Kesimpulan			
α	Q/n ^{0.5}	R/n ^{0.5}	Keterangan
1%	1,29	1,38	data konsisten
5%	1,14	1,28	data konsisten

Sumber Hasil Perhitungan

2. Klimatologi

Untuk penelitian ini, data iklim yang digunakan bersumber dari stasiun terdekat, dipilih karena mampu mencerminkan secara akurat kondisi lokasi embung yang direncanakan. Secara khusus stasiun klimatologi Kabupaten Nganjuk dipilih. Data yang diperoleh dari stasiun ini adalah data curah hujan bulanan, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan penyinaran matahari.

3. Evapotranspirasi

Perhitungan besarnya evapotraspirasi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Perhitungan Evapotranspirasi

Bulan	Jan		Feb		Maret		April		Mei		Juni	
Dua Minggu	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,1
P												
n/N	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
(0.46.T+8)	4,5	4,2	4	4,5	4,9	5,5	7,1	7,8	9,3	9,2	9,1	10,7
ET_o	80,3	73,1	69,2	77,9	86,2	97,7	127,7	140,8	170,8	169,1	165,7	218,7

Sumber data hasil perhitungan

Tabel 4.2 Perhitungan Evapotranspirasi (Lanjutan)

Bulan	Juli		Agst		Sept		Oktob		Nov		Des	
Dua Minggu	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
C	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
P												
n/N	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3
(0.46.T+8)	11,1	12	12,3	13,1	12,7	12,7	11,6	11,1	8,6	7,8	5,3	5,2
ET_o	221,3	238,4	245,1	263,4	265,3	270,3	254,2	244	187,9	168,3	109,9	106,5

Sumber data hasil perhitungan

4. Curah Hujan Efektif

Curah hujan yang dapat diandalkan yang terjadi di suatu wilayah tertentu dan dimanfaatkan oleh tanaman untuk memfasilitasi pertumbuhan disebut sebagai curah hujan efektif. Penghitungan curah hujan efektif bergantung pada analisis curah hujan bulanan, khususnya menggunakan metode R80, yang menunjukkan kemungkinan 20% tidak terpenuhi. Perhitungan besarnya curah hujan efektif disajikan pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Curah hujan efektif

Bulan	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
R 80	60	86	67	69	86	47	67	49	0	0	0	0
Re	2,9	4,2	3,3	3,4	4,2	2,3	3,3	2,4	0	0	0	0

Sumber data hasil perhitungan

Tabel 4.3 Curah hujan efektif (Lanjutan)

Bulan	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
R 80	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	49	59
Re	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6	0	2,4	2,9

Sumber data hasil perhitungan

5. Kebutuhan Bersih Air di Sawah

Kebutuhan air irigasi di tentukan oleh pola tata tanam di lahan persawahan

Tabel 4.4 Kebutuhan air irigasi di sawah

Uraian	Nop		Des		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agust		Sep		Okt			
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
1 Jumlah Hari	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	16.00	15.00	13.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	16.00	15.00	14.00	15.00	16.00		
	PL		Padi				PL		Padi				Palawija													
2 E_{ij} (Blaney Criddle)	mm/hari	187.90	168.30	109.90	106.47	80.33	73.11	69.20	77.91	86.17	97.75	127.72	140.78	170.79	169.09	165.73	218.70	221.33	238.40	245.13	263.44	265.33	270.30	254.16	243.97	
3 P	mm/hari	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Water Layer Re/Placement/Pergantian Lapisan Air																										
4 WBR1	WLR	WLR					3.33		3.00							3.33		3.00								
5 WBR2	50.00	45.00				3.33		3.00								3.33		3.00								
6 WBR3						3.33		3.00								3.33		3.00								
7 WBR					1.11	1.11	1.11	1.00	1.00							1.11	1.11	2.11	1.00	1.00						
Koefisien Tanaman																										
8 C1		PL	PL	PL	1.20	1.27	1.33	1.30	1.30	0.00	PL	PL	PL	1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00	0.50	0.75	1.00	1.00	0.82	0.45	
9 C2		PL	PL	PL	1.20	1.27	1.33	1.30	1.30	0.00	PL	PL	PL	1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00	0.50	0.75	1.00	1.00	0.82	0.45	
10 C3		PL	PL	PL	1.20	1.27	1.33	1.30	1.30	0.00	PL	PL	PL	1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00	0.50	0.75	1.00	1.00	0.82	0.45	
11 Kc		IP	IP	IP	1.27	1.30	1.31	0.87	0.43	0.00	IP	IP	IP	1.08	1.07	1.02	0.67	0.48	0.42	0.75	0.92	0.94	0.76	0.42	0.15	
12 $E_{ij} - E_{ij} \times K_c$					134.86	104.43	95.77	59.97	33.76	0.00				185.03	180.37	168.49	145.80	106.98	99.33	183.85	241.49	249.41	204.53	107.60	36.59	
Perrivapan Lahan (LP)/Land Preparation (LP)																										
13 $E_{ij} - 1.1 \times E_{ij}$		208.69	187.13	122.89							107.520	140.493	154.854													
14 $M = E_{ij} + P$		208.69	187.13	122.89							109.520	142.493	156.854													
15 $k = M/T \times S =$	215.00	195.00	29.12	26.11	17.15						16.849	21.922	24.131													
16 e^2	$T = 30 \rightarrow$ Mesin	443002355248.79	218598188299.16	27991512.37							20773284.34	3316081732.78	30206732645.49													
17 $IR = M \cdot e^2 / (e^2 - 1)$		208.69	187.13	122.89							109.52	142.49	156.85													
Ch Efektif																										
18 Re	mm/hari	2.60	0.00	2.40	2.89	2.94	4.21	3.28	3.38	4.21	2.30	3.28	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Kebutuhan Bersih Air di Sawah																										
19 Kebutuhan Air Total	mm/hari	208.69	187.13	122.89	137.97	107.54	99.88	62.97	36.76	2.00	109.52	142.49	156.85	188.14	183.48	172.60	148.80	109.98	101.33	183.85	241.49	249.41	204.53	107.60	36.59	
20 NFR	mm/hari	206.09	187.13	120.49	135.08	104.60	95.67	59.69	33.38	0.00	107.22	139.21	154.45	188.14	183.48	172.60	148.80	109.98	101.33	183.85	241.49	249.41	204.53	107.60	36.59	
21 NFR	Volumetika	1.59	1.44	0.93	0.98	0.81	0.69	0.46	0.30	0.00	0.78	1.07	1.19	1.45	1.33	1.33	1.15	0.85	0.73	1.42	1.75	1.92	1.69	0.83	0.26	

Sumber data Hasil Perhitungan

6. Pola Operasi Embung

Pola operasi embung ini pada prinsipnya adalah pemberian air disesuaikan dengan kebutuhan irigasi yang di mulai pada awal musim hujan dengan air embung dalam komdisi penuh dan akhir musim kemarau air embung dalam kondisi kosong. Hal ini dapat di simulasikan dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pola operasi embung

No	Uraian	Sat	Bulan											
			Apr		Mei		Juni		Juli		Ags		Sep	
			1-Apr	2-Apr	Mei1	Mei2	1-Jun	2-Jun	1-Jul	2-Jul	Ags1	Ags2	1-Sep	2-Sep
1	n	hari	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	16.00	15.00	15.00
2	t	10 ³ dt	1296.00	1296.00	1296.00	1382.40	1296.00	1296.00	1296.00	1382.40	1296.00	1382.40	1296.00	1296.00
3	Kebutuhan Irigasi	m ³ /0,5 Bl	4.67	4.56	4.67	4.56	4.29	3.69	2.73	2.52	4.56	6.00	6.19	5.08
4	Hujan	mm/0,5 Bl	130.00	126.00	106.00	164.00	30.00	51.00	73.00	0.00	92.00	12.00	60.00	0.00
5	Evaporasi	mm/0,5 Bl	127.72	140.78	170.79	169.09	165.73	218.70	221.33	238.40	245.13	263.44	270.30	0.00
6	Kedalaman Air 1	m	4.00	4.00	3.99	3.92	3.92	3.78	3.61	3.47	3.23	3.07	2.82	2.62
7	Luas Embung Rata-rata	m ²	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00
8	Volume 1 (elevasi awal periode routing)	m ³	146640.00	146719.54	146173.85	143794.48	143603.77	138623.96	132473.24	127033.48	118291.91	112674.17	103450.31	95917.04
9	Outflow (pemberian air irigasi)	m ³ /0,5 Bl	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	6.00	6.00	5.00
10	Volume 2 (akhir periode)	m ³	146719.54	146173.85	143794.48	143603.77	138623.96	132473.24	127033.48	118291.91	112674.17	103450.31	95917.04	86002.77
11	Kedalaman Air 2	m	4.00	3.99	3.92	3.92	3.78	3.61	3.47	3.23	3.07	2.82	2.62	2.35
12	Faktor Pemenuhan Irigasi(=no ⁹ /no ³)		0.86	0.88	0.86	0.88	0.93	0.81	0.73	0.80	0.88	1.00	0.97	0.98
13	Keterangan													

Tabel 4.5 Pola Operasi Embung (Lanjutan)

No	Uraian	Sat	Bulan											
			Okt		Nov		Des		Jan		Feb		Mar	
			Okt1	Okt2	NovI	NovII	DesI	DesII	JanI	JanII	FebI	FebII	MarI	MarII
1	n	hari	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	16.00	14.00	14.00	15.00	16.00
2	t	10 ⁹ dt	1296.00	1382.40	1296.00	1296.00	1296.00	1382.40	1296.00	1382.40	1209.60	1209.60	1296.00	1382.40
3	Kebutuhan Irigasi	m ³ /0,5 Bl	2.67	0.91	5.12	4.65	2.99	3.35	2.60	2.38	1.48	0.83	0.00	2.66
4	Hujan	mm/0,5 Bl	79.00	122.00	270.00	161.00	296.00	177.00	136.00	122.00	115.00	104.00	312.00	174.00
5	Evaporasi	mm/0,5 Bl	254.16	243.97	187.90	168.30	109.90	106.47	80.33	73.11	69.20	77.91	86.17	97.75
6	Kedalaman Air 1	m	2.35	2.17	2.05	0.08	0.07	0.26	0.33	0.39	0.44	0.48	0.51	0.73
7	Luas Embung Rata-rata	m ²	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00	36660.00
8	Volume 1 (elevasi awal periode routing)	m ³	86002.77	79579.32	3009.81	3009.81	2742.35	9563.79	12148.40	14188.19	15979.65	17657.62	18613.66	26892.75
9	Outflow (pemberian air irigasi)	m ³ /0,5 Bl	2.00	0.50	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.00	1.00
10	Volume 2 (akhir periode)	m ³	79579.32	75107.54	3009.81	2742.35	9563.79	12148.40	14188.19	15979.65	17657.62	18613.66	26892.75	29687.26
11	Kedalaman Air 2	m	2.17	2.05	0.08	0.07	0.26	0.33	0.39	0.44	0.48	0.51	0.73	0.81
12	Faktor Pemenuhan Irigasi(-no9/no3)		0.75	0.55	0.00	0.00	0.33	0.30	0.39	0.42	0.67	0.60	0.00	0.38
13	Keterangan													

Sumber hasil perhitungan

Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa air embung belum dapat mencukupi kebutuhan irigasi sepanjang tahun. Hal ini disebabkan karena sumber air embung hanya mengandalkan air hujan yang jatuh di embung.

SIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil uji konsistensi data hujan dengan metode RAPS, menunjukkan bahwa data hujan yang dipakai konsisten dan bisa digunakan untuk perhitungan.
- Hasil simulasi operasi pemberian air menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi rata-rata sebesar 3,46 m³/0,5 Bl sedangkan kemampuan embung untuk memberikan air irigasi rata-rata sebesar 2,38 m³/0,5 Bl. Dengan demikian embung Desa Sidomukti belum bisa memenuhi kebutuhan air irigasi di areal persawahan.

DAFTAR PUSTAKA

- FAO: Crop Water Requirements, Irrigation And Drainage Paper 24, Rome, 1975
- Suyono Sosrodarsono, Ir. & Kensaku Takeda: Bendungan Tipe Urugan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1977.
- CHOW,V.T: Handbook of Applied Hydrology, Mc Graw-Hill, London, 1964.
- Dewi, R., & Wahidin, W. (2020). Embung Sebagai Alternatif Cadangan Air Pada Sawah Tadah Hujan (Study Kasus Kecamatan Kroya Kabupaten Indramayu). Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan
<https://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/teknologi/article/view/2401>
- HADI, A. L. (2021). Analisis Kapasitas Tampung Dan Keandalan Embung Wukirsari 1 (Analysis Of Wukirsari 1 Small Dam Storage Capacity And Reliability). dspace.uui.ac.id. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/37080>