

Analisa Pemanfaatan Embung Woro Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi Desa Woro Kecamatan Kepohbaru Kabupaten Bojonegoro

Leni Erika Puspitasari^{1*}, Moh. Sholahuddin¹, Yulia Indriani¹

¹Universitas Bojonegoro, Jalan Lettu Suyitno No.2 Bojonegoro.

^{*}enierikasari@gmail.com

ABSTRAK

Musim kemarau sering menyebabkan kekeringan di ratusan hektar sawah, serta berkurangnya debit air dari sumber irigasi, memperparah situasi tersebut. Hal ini menjadi tantangan bagi petani di berbagai wilayah, termasuk di Desa Woro, Kecamatan Kepohbaru. Oleh karena itu, penelitian dalam Tugas Akhir (TA) ini dilakukan untuk menganalisis kinerja dan pemanfaatan Embung Woro di Desa Woro, Kecamatan Kepohbaru, Kabupaten Bojonegoro. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air di Embung Woro. Dengan informasi ini, diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman dalam mengoperasikan embung secara efektif selama satu musim tanam. Faktor utama yang mempengaruhi kinerja dan pemanfaatan embung untuk lahan pertanian adalah luas lahan tanam yang produktif di daerah studi. Untuk menganalisis ketersediaan air yang diperlukan guna meningkatkan hasil panen dan tanaman palawija, digunakan metode perhitungan Faktor Polowijo Relatif (FPR) dan Luas Polowijo Relatif (LPR). Metode ini sudah ditetapkan di wilayah Jawa Timur. Proyeksi hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan jumlah ketersediaan air di Embung Woro. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan dan ketersediaan air di Embung Woro, sehingga embung dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung aktivitas pertanian di Desa Woro. Dengan demikian, petani di daerah tersebut dapat lebih siap menghadapi musim kemarau dan tetap dapat menjaga produktivitas lahan pertanian mereka.

Kata kunci: Pemanfaatan Embung Untuk Irigasi, Desa Woro Kepohbaru

ABSTRACT

The dry season often causes drought in hundreds of hectares of rice fields, as well as reduced water discharge from irrigation sources, making the situation worse. This is a challenge for farmers in various regions, including in Woro Village, Kepohbaru District. Therefore, research in this Final Project (TA) was conducted to analyze the performance and utilization of Embung Woro in Woro Village, Kepohbaru District, Bojonegoro Regency. This research aims to identify irrigation water needs and water availability in Embung Woro. With this information, it is hoped that it can be used as a guideline in operating embungs effectively during one planting season. The main factor that influences the performance and use of embungs for agricultural land is the area of productive planting land in the study area. To analyze the availability of water needed to increase crop yields and secondary crops, the Relative Polowijo Factor (FPR) and Relative Polowijo Area (LPR) calculation methods are used. This method has been established in the East Java region. The projection results of these calculations are then used to determine the amount of water availability in Embung Woro. It is hoped that this research can provide a clear picture of the need and availability of water in the Woro Embung, so that the embung can be utilized optimally to support agricultural activities in Woro Village. In this way, farmers in this area can be better prepared to face the dry season and still be able to maintain the productivity of their agricultural land.

Keywords: Utilization of Reservoirs for Irrigation, Woro Kepohbaru Village

1. PENDAHULUAN

Desa Woro, yang terletak di Kecamatan Kepohbaru, Kabupaten Bojonegoro, merupakan salah satu daerah agraris yang sangat bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber utama penghidupan. Sebagian besar masyarakat Desa Woro bekerja sebagai petani, dan keberhasilan panen mereka sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air irigasi. Hal ini menjadikan pengelolaan sumber daya air sebagai faktor krusial dalam mendukung produktivitas pertanian dan kesejahteraan masyarakat. Embung Woro, sebagai salah satu infrastruktur pengelolaan air, memiliki potensi besar dalam membantu mengatasi masalah ketersediaan air irigasi. Embung merupakan waduk kecil yang dibangun untuk menyimpan air hujan. Air yang disimpan dalam embung dapat digunakan pada musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan irigasi pertanian. Pemanfaatan embung ini diharapkan dapat membantu menstabilkan pasokan air bagi lahan pertanian di Desa Woro, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan ketahanan pangan.

Namun, efektivitas pemanfaatan Embung Woro dalam memenuhi kebutuhan air irigasi belum sepenuhnya dipahami. Beberapa faktor seperti kapasitas penyimpanan embung, sistem distribusi air, dan manajemen operasional embung perlu dianalisis secara mendalam. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana Embung Woro dapat memenuhi kebutuhan air irigasi di Desa Woro, serta untuk mengidentifikasi kendala-kendala yang mungkin timbul dalam pemanfaatannya.

2. METODE PENELITIAN

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dalam menganalisis permasalahan yang diteliti.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan dalam pengembangan jaringan, yaitu meliputi:

a. Data primer

Adapun data-data yang dibutuhkan sebagaiberikut:

Data volume tampungan embung.

b. Data sekunder

Adapun data-data yang dibutuhkan sebagaiberikut:

1. Data Curah Hujan.
2. Data Iklim.
3. Data Pola Tanam.
4. Area sawah potensial
5. Peta Topografi Lokasi Penelitian

Analisis Pengolahan Data

Analisis ketersediaan air dalam embung untuk mendukung hasil panen padi dan palawija membutuhkan pendekatan yang terstruktur, dengan mempertimbangkan luas lahan dan kebutuhan air. Metode Faktor Palawija Relatif (FPR) digunakan untuk mengevaluasi penggunaan air berdasarkan jenis tanaman, sedangkan Luas Palawija Relatif (LPR) untuk

mengidentifikasi proporsi luas tanam tiap tanaman. Hasil proyeksi ini membantu menentukan kebutuhan air irigasi secara rinci dan memungkinkan optimalisasi pengelolaan embung, yang penting untuk menghadapi tantangan perubahan iklim dan keberlanjutan sumber daya air.

proses pengolahan data meliputi:

1. Data yang dimaksud harus dikumpulkan secara teratur dan akurat, sehingga dapat memberikan informasi yang benar dan relevan. Pengumpulan data yang tepat sebaiknya dilakukan bersama dengan instansi terkait.
2. Uji konsistensi, selain kekurangan data, data hujan yang diperoleh dari stasiun sering kali mengandung kesalahan berupa ketidakakuratan (inconsistency).
3. Analisis kebutuhan air irigasi untuk menentukan pola tanam yang terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Data yang didapat saat survey di lapangan dan observasi pada intansi terkait selanjutnya digunakan untuk penentuan kelayakan pola tanam Desa Bakalan Kecamatan Kapas berdasarkan ketersediaan air disana. Data cuah hujan 10 tahun terakhir yang ada, selanjutnya di uji konsistensinya agar tidak ada data yang salah, selanjutnya data hujan yang telah di uji di analisa untuk mengetahui ke efektifan pola tanam eksisting pada Desa Bakalan Kecamatan Kapas Bojonegoro.

PEMBAHASAN

Analisis Data Curah Hujan

Dalam perhitungan curah hujan penulis memakai metode hitung aljabar atau aritmatika karena mempertimbangkan beberapa faktor yakni metode ni cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata atau hampir merata dan cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratarrya. Untuk perhitungan data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan yang andaput pada tiga pos pantau yang berada paling dekat dengan lokasi penelitian yaitu Pos Cawak, Kerjo, dan Tlogorejo. Dalam perhitungan ini diambil rata-rata samunnya setiap tahunnya dalam jangka waktu 10 tahun.

Tabel 1 Data Curah Hujan St. Cawak

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	JML	TOTAL HARI HUJAN
2014	161,00	254,00	370,00	229,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	127,00	311,00	1501,00	71
2015	323,00	297,00	0,00	262,00	59,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	214,00	352,00	1507,00	85
2016	203,00	333,00	172,00	202,00	203,00	289,00	89,00	55,00	39,00	161,00	375,00	234,00	2355,00	110
2017	326,00	232,00	283,00	302,00	113,00	76,00	37,00	0,00	87,00	87,00	176,00	286,00	2005,00	87
2018	144,00	215,00	274,00	126,00	49,00	41,00	0,00	0,00	0,00	45,00	154,00	370,00	1418,00	68
2019	249,00	192,00	243,00	324,00	131,00	0,00	11,00	0,00	0,00	18,00	136,00	179,00	1483,00	67
2020	321,00	291,00	350,00	448,00	244,00	2,00	34,00	76,00	24,00	105,00	264,00	392,00	2551,00	110
2021	265,00	146,00	147,00	160,00	0,00	169,00	11,00	171,00	202,00	240,00	389,00	458,00	2358,00	137
2022	260,00	211,00	340,00	219,00	210,00	143,00	66,00	122,00	42,00	360,00	286,00	122,00	2381,00	136
2023	251,00	206,00	112,00	253,00	44,00	2,00	28,00	0,00	2,00	0,00	127,70	362,30	1388,00	92

Sumber : Dinas Sumber Daya Air Kab. Bojonegoro

Tabel 2 Data Curah Hujan St. Kerjo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	JML	TOTAL HARI HUJAN
2014	68,00	136,00	224,00	171,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,00	292,00	962,00	71
2015	246,00	241,00	0,00	224,00	27,00	86,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,00	299,00	1220,00	81
2016	31,00	178,00	42,00	16,00	0,00	62,00	0,00	28,00	9,00	31,00	247,00	89,00	733,00	39
2017	373,00	139,00	239,00	338,00	103,00	108,00	76,00	0,00	79,00	93,00	234,00	373,00	2155,00	99
2018	146,00	278,00	186,00	35,00	15,00	31,00	0,00	0,00	0,00	54,00	57,00	227,00	1029,00	59
2019	209,00	121,00	170,00	230,00	131,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,00	98,00	1012,00	51
2020	354,00	265,00	283,00	452,00	122,00	0,00	56,00	79,00	21,00	149,00	288,00	377,00	2446,00	111
2021	320,00	165,00	283,00	455,00	0,00	126,00	5,00	161,00	141,00	142,00	431,00	126,00	2355,00	137
2022	258,00	219,00	486,00	256,00	270,00	270,00	73,00	104,00	60,00	319,00	271,00	171,00	2757,00	134
2023	265,00	260,00	126,00	253,00	71,00	15,00	8,30	0,00	2,30	0,00	65,00	362,30	1427,90	78

Sumber : Dinas Sumber Daya Air Kab. Bojonegoro

Tabel 3 Data Curah Hujan St. Tlogorejo

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	JML	TOTAL HARI HUJAN
2014	65,00	132,00	324,00	165,00	65,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	141,00	304,00	1196,00	76
2015	280,00	272,00	0,00	195,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	230,00	1036,00	74
2016	54,00	184,00	44,00	113,00	86,00	85,00	21,00	10,00	25,00	100,00	194,00	52,00	968,00	64
2017	200,00	99,00	108,00	142,00	81,00	108,00	35,00	0,00	81,00	47,00	165,00	218,00	1284,00	87
2018	121,00	278,00	289,00	12,00	52,00	41,00	0,00	0,00	0,00	6,00	108,00	186,00	1093,00	57
2019	0,00	101,00	222,00	178,00	90,00	20,50	0,00	0,00	0,00	22,50	103,50	91,00	828,50	60
2020	381,00	206,00	273,00	214,00	172,00	0,00	34,00	65,00	0,00	102,00	307,00	271,00	2025,00	100
2021	295,00	148,00	273,00	214,00	172,00	0,00	0,00	0,00	0,00	88,00	386,00	386,00	1962,00	111
2022	215,00	219,00	436,00	256,00	188,00	131,00	60,00	94,00	60,00	247,00	245,00	166,00	2317,00	130
2023	263,00	262,00	42,00	280,00	49,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	129,90	72,10	1110,00	84

Sumber : Dinas Sumber Daya Air Kab. Bojonegoro

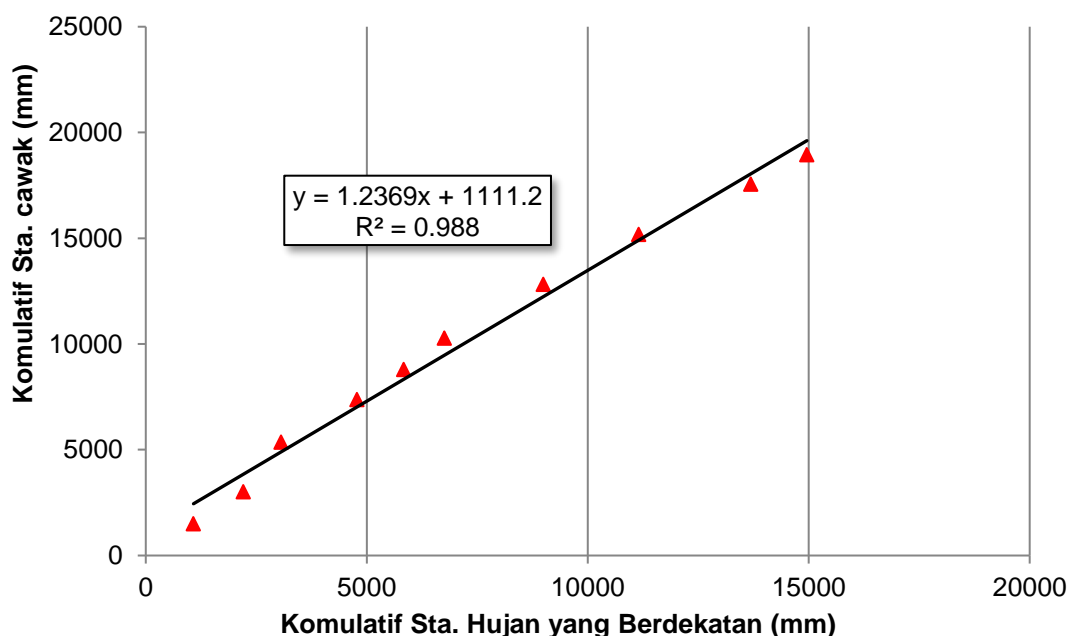
Uji Konsistensi Data

Jumlah Data dalam Jangka Waktu 10 Tahun Berturut-turut: Untuk mendapatkan gambaran yang akurat dan representatif, data curah hujan tersebut harus tersedia untuk minimal 10 tahun berturut-turut. Untuk uji kali ini menggunakan contoh pada salah satu stasiun yaitu St. Cawak.

Tabel 4 Uji Konsistensi Data Sta. Cawak

No.	Tahun	Sta. Cawak		Sta. Pembanding			
		Hujan	Kumulatif	Sta. Stren	Sta. Leran	Rerata	Kumulatif
1	2014	1501,00	1501	962	1196	1079	1079
2	2015	1507,00	3008	1220	1036	1128	2207
3	2016	2355,00	5363	733	968	851	3058
4	2017	2005,00	7368	2155	1284	1720	4777
5	2018	1418,00	8786	1029	1093	1061	5838
6	2019	1483,00	10269	1012	829	920	6758
7	2020	2551,00	12820	2446	2025	2236	8994
8	2021	2358,00	15178	2355	1962	2159	11152
9	2022	2381,00	17559	2757	2317	2537	13689
10	2023	1388,00	18947	1428	1110	1269	14958

Sumber: Perhitungan



Gambar 1. Uji Konsistensi Data Kurva Sta. Cawak

Sumber: Perhitungan

Untuk uji data selanjutnya, digunakan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums). Uji konsistensi hujan ini bertujuan untuk menentukan apakah data yang diolah konsisten atau tidak. Perhitungan dilakukan menggunakan metode RAPS pada setiap stasiun untuk memastikan hasil yang akurat. Kekonsistenan data dinilai berdasarkan nilai Q dan R, yang kemudian dibandingkan dengan tabel referensi :

Tabel 5 Nilai Statistik Q dan R

n	Q/(n ^{0.5})			R/(n ^{0.5})	
	90%	95%	99%	90%	95%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62
	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75

Sumber Analisis Hidrologi, Sri Harto Br, 1983 : 60

Berikut uji konsistensi data curah hujan metode (RAPS) dari Stasiun Cawak:

Tabel 6 Uji Konsistensi Data Hujan Metode RAPS Stasiun Hujan Cawak

No	Tahun	Hujan mm/hari	Sk*	D _y ²	Sk**	[Sk**]
1	2014	1501,00	-393,70	15499,97	-0,87	0,87
2	2015	1507,00	-387,70	15031,13	-0,85	0,85
3	2016	2355,00	460,30	21187,61	1,01	1,01
4	2017	2005,00	110,30	1216,61	0,24	0,24
5	2018	1418,00	-476,70	22724,29	-1,05	1,05
6	2019	1483,00	-411,70	16949,69	-0,91	0,91
7	2020	2551,00	656,30	43072,97	1,44	1,44
8	2021	2358,00	463,30	21464,69	1,02	1,02
9	2022	2381,00	486,30	23648,77	1,07	1,07
10	2023	1388,00	-506,70	25674,49	-1,12	1,12
Jumlah		18947,00		206470,21		
Rerata		1894,70				

Sumber : Perhitungan

n	=	10			
D _y	=	454,39			
Sk** mak	=	1,44			
Sk** min	=	-1,12			
Q	=	1,44			
R	=	2,56			
Q/(no.5)	=	0,46	< 1,08	90 % ==>	Data Hujan Konsisten
R/(no.5)	=	0,81	< 1,28	90 % ==>	Data Hujan Konsisten

Uji Outlier

Uji outlier dalam hidrologi adalah proses untuk mengidentifikasi dan menangani data yang secara signifikan berbeda dari data lainnya dalam studi hidrologi, seperti data curah hujan, aliran sungai, atau tingkat air tanah.

Tabel 7 Nilai Kn untuk uji outlier

n	Kn	n	Kn	n	Kn	n	Kn
10	2,036	24	2,467	38	2,661	60	2,837
11	2,088	25	2,486	39	2,671	65	2,866
12	2,134	26	2,502	40	2,682	70	2,893
13	2,175	27	2,519	41	2,692	75	2,917
14	2,213	28	2,534	42	2,700	80	2,940
15	2,247	29	2,549	43	2,710	85	2,961
16	2,279	30	2,563	44	2,719	90	2,981
17	2,309	31	2,577	45	2,727	95	3,000
18	2,335	32	2,591	46	2,736	100	3,017
19	2,361	33	2,604	47	2,744	110	3,049
20	2,385	34	2,616	48	2,753	120	3,078
21	2,408	35	2,628	49	2,760	130	3,104
22	2,429	36	2,639	50	2,768	140	3,129
23	2,448	37	2,650	55	2,804		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 8 Pengujian outlier data hujan Stasiun Hujan Cawak

No.	Tahun	Outlier	
		X	log X
1	2014	1501,00	3,18
2	2015	1507,00	3,18
3	2016	2355,00	3,37
4	2017	2005,00	3,30
5	2018	1418,00	3,15
6	2019	1483,00	3,17
7	2020	2551,00	3,41
8	2021	2358,00	3,37
9	2022	2381,00	3,38
10	2023	1388,00	3,14
	Xr		3,26
	S		0,11
	Kn	10,00	2,036
Batas atas	XH	3083,87	3,49
Batas bawah	XL	1098,67	3,04

Sumber : Hasil Perhitungan

Curah Hujan Andalan

Data curah hujan harian dengan periode 10 tahun dari stasiun hujan yang berpengaruh yaitu 3 stasiun disusun dan dirata-rata. Harga rata-rata dari curah hujan harian diurutkan dari nilai yang terkecil sampai yang terbesar

Nilai probabilitas curah hujan yang digunakan yaitu dengan tingkat keandalan 80%. Nilai R₈₀ ditentukan dengan persamaan.

$$R_{80} = \frac{10}{5} + 1 = 3$$

Maka diperoleh nilai hujan dengan keandalan 80% adalah 81,82

Tabel 9 Curah Hujan Andalan

TAHUN	Probabilitas	B U L A N											
		JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	9,09	352,0	270,0	420,7	371,3	222,7	181,3	66,3	110,7	114,3	308,7	402,0	346,7
2	18,18	299,7	257,0	306,0	276,3	179,3	145,3	49,3	106,7	82,3	156,7	286,3	323,3
3	27,27	293,3	254,0	302,0	262,0	117,3	98,3	41,3	73,3	54,0	118,7	272,0	302,3
4	36,36	283,0	242,7	249,7	260,7	99,0	97,3	36,7	31,0	24,3	97,3	267,3	293,7
5	45,45	259,7	231,7	234,3	244,0	96,3	37,7	16,1	-	15,0	75,7	191,7	292,3
6	54,55	244,3	216,3	211,7	243,7	57,3	28,7	5,3	-	1,4	35,0	111,0	265,6
7	63,64	152,7	174,0	210,0	227,0	54,7	6,8	3,7	-	-	13,5	108,3	261,0
8	72,73	137,0	156,7	93,3	188,3	41,0	5,7	-	-	-	10,0	107,5	153,0
9	81,82	98,0	153,0	86,0	110,3	38,7	0,7	-	-	-	-	106,3	125,0
10	90,91	96,0	138,0	-	57,7	32,7	-	-	-	-	-	97,5	122,7
	R80	105,8	153,73	87,467	125,93	39,133	1,6667	0	0	0	2	106,57	130,6
	R50	252	224	223	243,83	76,833	33,167	10,717	0	8,2167	55,333	151,33	278,95

Sumber : Hasil Perhitungan

Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif ini untuk menghitung kebutuhan irigasi, berikut ini perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija :

Contoh Perhitungan Re Padi pada bulan januari

Re Padi = 0,7 x R₈₀

Re Padi = 0,7 x 137

Re Padi = 95,9 mm/bulan

Re Padi = 95,9 / 31 = 3,1 mm/hari

Contoh Perhitungan Re Palawija pada bulan januari:

Re Palawija = 0,5 x R₅₀

Re Palawija = 0,5 x 137

Re Palawija = 68,5 mm/bulan

Re Palawija = 68,5 / 31 = 2,2 mm/hari

Tabel 10 Curah Hujan Efektif

Probabilitas	B U L A N											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
9,09	352,0	270,0	420,7	371,3	222,7	181,3	66,3	110,7	114,3	308,7	402,0	346,7
18,18	299,7	257,0	306,0	276,3	179,3	145,3	49,3	106,7	82,3	156,7	286,3	323,3
27,27	293,3	254,0	302,0	262,0	117,3	98,3	41,3	73,3	54,0	118,7	272,0	302,3
36,36	283,0	242,7	249,7	260,7	99,0	97,3	36,7	31,0	24,3	97,3	267,3	293,7
45,45	259,7	231,7	234,3	244,0	96,3	37,7	16,1	-	15,0	75,7	191,7	292,3
54,55	244,3	216,3	211,7	243,7	57,3	28,7	5,3	-	1,4	35,0	111,0	265,6
63,64	152,7	174,0	210,0	227,0	54,7	6,8	3,7	-	-	13,5	108,3	261,0
72,73	137,0	156,7	93,3	188,3	41,0	5,7	-	-	-	10,0	107,5	153,0
81,82	98,0	153,0	86,0	110,3	38,7	0,7	-	-	-	-	106,3	125,0
90,91	96,0	138,0	-	57,7	32,7	-	-	-	-	-	97,5	122,7
R80	105,8	153,7	87,5	125,9	39,1	1,7	-	-	-	2,0	106,6	130,6
R50	252,0	224,0	223,0	243,8	76,8	33,2	10,7	-	8,2	55,3	151,3	279,0
Re Padi bulan	74,1	107,6	61,2	88,2	27,4	1,2	-	-	-	1,4	74,6	91,4
Re Padi Harian	2,4	3,7	2,0	2,9	0,9	0,0	-	-	-	0,0	2,5	2,9
Re Palawija Bulan	126,0	112,0	111,5	121,9	38,4	16,6	5,4	-	4,1	27,7	75,7	139,5
Re Palawija Harian	4,1	3,9	3,6	4,1	1,2	0,6	0,2	-	0,1	0,9	2,5	4,5

Sumber : Perhitungan

Berdasarkan data diatas :

- Awal Tahun (JAN-APR): Curah hujan efektif tinggi, terutama untuk tanaman palawija. Bulan Januari hingga April menunjukkan curah hujan yang cukup tinggi, dengan puncak di bulan April untuk palawija.
- Pertengahan Tahun (MEI-SEP): Curah hujan menurun drastis mulai dari bulan Mei hingga September. Bulan Juni hingga Agustus hampir tidak ada curah hujan yang signifikan, baik untuk padi maupun palawija. Ini menunjukkan adanya musim kering yang dominan di pertengahan tahun.
- Akhir Tahun (OKT-DES): Curah hujan kembali meningkat di bulan Oktober hingga Desember. Bulan Desember menunjukkan curah hujan tertinggi untuk palawija, sementara padi juga mengalami peningkatan curah hujan, terutama di bulan November dan Desember.

Analisis Kebutuhan Air Tanaman Padi Per Hektar

Luas Pesemaian	=	0,1	Ha
Luas Garapan	=	0,9	Ha
Luas Tanaman Padi	=	1	Ha
Faktor Palawija Relatif (FPR)	=	0,12	
Koefisiensi Pembibitan	=	20	
Koefisiensi Garapan	=	6	
Koefisiensi Tanaman	=	4	

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan :air pada masa pembibitan (umur sekitar 25 hari)} &= \text{Luas x Koefisien} \\ \text{Pembibitan: x FPR x hari pembibitan x 24 jam x 60 menit x 60 detik} & \\ &= 518.400,00 \text{ lt/ha} \\ &= 518,40 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

Kebutuhan air pada masa garapan tanah (lama sekitar 7 hari) = Luas x koefisien garapan tanah x FPR x hari garapa tanah x 24 jam x 60 menit x 60 detik

$$= 391.910,40 \text{ lt/ha}$$

$$= 391,91 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Kebutuhan air pada masa pertumbuhan (lama sampai panen = 90 hari)= Luas x koefisien pertumbuhan x FPR x hari pertumbuhan x 24 jam x 60 menit x 60 detik

$$= 3.732.480,00 \text{ lt/ha}$$

$$= 3.732,48 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Total kebutuhan air padi dari pesemaian sampai panen = Kebutuhan air untuk pembibitan + Kebutuhan Air garap + Kebutuhan Air Pertumbuhan

$$= 4.642.790,40 \text{ lt/ha}$$

$$= 4.642,79 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Total kebutuhan air tanaman padi daerah irigasi Ds.Bakalan

= Total kebutuhan air padi dari pesemaian sampai panen x Luas lahan tanaman padi yang di aliri air embung

$$= 4.642,79 \times 5$$

$$= 23.213,95 \text{ m}^3$$

Analisis Kebutuhan Air Tanaman Palawija Per Hektar

Luas:Tanaman Padi = 1 Ha

Faktor Polowijo Relatif (FPR) = 0,12

Koefesiensi Tanaman = 1

Perhitungan :

Kebutuhan air:palawija (lama sampai panen = 90 hari) = Luas x koefisien pertumbuhan x FPR x hari pertumbuhan x 24 jam x 60 menit x 60 detik

$$= 933.120,00 \text{ lt/ha}$$

$$= 933,12 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Total kebutuhan air tanaman palawija daerah irigasi Ds.Bakalan

= Kebutuhan air:palawija (lama sampai panen = 90 hari) x Total lahan tanaman palawija yang di aliri air embung

$$= 933,12 \times 5$$

$$= 4.665,6 \text{ m}^3$$

Jadi total kebutuhan air pada tanaman padi sampai panen untuk lahan di daerah sawah desa bakalan yang di aliri air embung sebesar 5 ha yaitu 23.213,95 m³. Sedangkan kebutuhan air pada tanaman palawija sampai panen untuk lahan di daerah sawah desa bakalan yang di aliri air embung sebesar 5 ha yaitu 4.665,6 m³.

Analisis Sektor Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air merupakan aspek penting dalam menganalisis keperluan air pada lahan pertanian produktif tanam, Analisis Kebutuhan pertanian ini dilaksanakan dengan analisis lahan tanam pada wilayah yang direncanakan, rencana kebutuhan air sangat bergantung pada :

A. Macam tanaman

- B. Luas lahan pertanian
- C. Iklim

Kebutuhan air perlu direncanakan agar dapat sesuai kebutuhan di Jawa Timur dengan menggunakan Metode Faktor Palawija Relatif (FPR) dan Metode Luas Palawija Relatif (LPR)

- a. FPR= Faktor Palawija Relatif adalah banyaknya air (liter) persatuan waktu (detik) yang dibutuhkan tanaman yang luasnya dipersamakan dengan 1 hektar tanaman palawija dan diperhitungkan di pintu teratas /pengambilan.
- b. LPR = Luas Palawija Relatif adalah luas tanaman (hasil perhitungan) yang diperoleh dan luas tanaman sesungguhnya dikendalikan koefisien tanaman yang ada.

Dalam suatu petak tersier dengan sejumlah tanaman untuk mendapat pemenuhan kebutuhan air irigasi perlu diketahui:

- a. Luas tanaman
- b. Jenis tanaman
- c. Koefisien tanaman

Berikut ketetapan angka faktor koefisien untuk setiap jenis tanaman

$LPR = \text{Luas berjenis-jenis tanaman} \times \text{factor tanaman (koefisien tanaman)}$

Angka factor tanaman (koefisien tanaman) adalah sbb :

PADI RENDENG

- 1.Persiapan pembibitan dan pertumbuhannya = 20 x
- 2.Pengolahan tanah untuk tanam = 6 x
- 3.Tanam/pertumbuhan = 4 x
- 4.Periode pemasakan = 2,5 x

PADI GADU IJIN

Tahap pertumbuhan apapun sama dengan padi rendeng

PADI GADU TIDAK IJIN

Tahap pertumbuhan apapun = 1 X

POLOWIJO

Jenis polowijo apapun = 1 X

TEBU

- 1.Tebu muda/bibit = 1,5 X
- 2.Tebu tua = 0 X

TEMLAKAU

Tahap pertumbuhan apapun = 1 X

Menentukan LPR

untuk menentukan luas lahan tanaman LPR dengan cara sebagai berikut :

Rumus dasar mencari LPR yaitu:

$LPR = \text{Luas lahan} \times \text{koefisien tanaman}$

Dari data yang di dapat :

Tanaman =170 Ha

Keterangan

1. Padi = 100 Ha
 2. Tembakau = 50 Ha
 3. Bero = 20 Ha
- Koefisien Tanaman

1. Uritan : $2 \text{ Ha} \times \text{LPR} = 2 \times 20 = 20 \text{ ha. Pol}$
2. Garapan: $100 \text{ Ha} \times \text{LPR} = 100 \times 6 = 600 \text{ ha.pol}$
3. Tanaman : $100 \text{ Ha} \times \text{LPR} = 100 \times 4 = 400 \text{ ha.pol}$
4. Tembakau: $50 \text{ Ha} \times \text{LPR} = 100 \times 1 = 50 \text{ ha.pol}$
 $= 1070 \text{ ha.pol}$

Jumlah LPR

Jadi luas total lahan produktif sesuai metode LPR, yang membutuhkan air sebesar 1.070 ha/pol.

Kapasitas Air Embung Woro

Dari Hasil Perhitungan Kebundaran sir cult Tahan perianten de desa Tanjungharjo sebagai berikut :

- a. Kebutuhan Air dengan
 - Q1= 0,3531 m³/det
 - Q2= 0,1284 m³det
- b. Ketersediaan Air = 77.161,00 m²
- c. Kapasitas Tampung Air = 74.022,75 m²

Rekapitulasi hasil perhitungan yang telah dilakukan tak sebagai sebuah bentuk untuk mengetahui data debit air yang di pada setiap detik, dan masih harus diolah lagi kebutuhan air di lahan pertanian setempat setiap petaknya harus dipenuhi serta jumlah ketersediaan air pada setiap harinya.

Perhitungan Kebutuhan air Pada masa tanam 1

Untuk menghitung kebutuhan air pada musim tanam 1 tanaman padi perlu di hitung total curah hujan efektif pada bulan november, desember, januari, februari dikurangi kebutuhan air tanaman padi pada satu kali musim tanam.

total curah hujan efektif pada bulan november, desember, januari, februari untuk tanaman padi

November =	106,6 mm
Desember =	130,6 mm
januari =	105,8 mm
Februari =	153,7 mm
Total =	496,7 mm

Kebutuhan air pada masa pembibitan (umur sekitar 25 hari) =

$$\begin{aligned} & \text{Luas} \times \text{Koefisien Pembibitan} \times \text{FPR} \times \text{hari pembibitan} \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} \\ & = 518.400,00 \text{ lt/ha} \\ & = 518,40 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

Kebutuhan air pada masa garapan tanah (lama sekitar 7 hari) =

$$\begin{aligned} & \text{Luas} \times \text{koefisien garapan tanah} \times \text{FPR} \times \text{hari garapa tanah} \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} \\ & = 391.910,40 \text{ lt/ha} \\ & = 391,91 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kebutuhan air pada masa pertumbuhan (lama sampai panen = 90 hari)} = \\ & \text{Luas x koefisien pertumbuhan x FPR x hari pertumbuhan x 24 jam x 60 menit x 60 detik} \\ & = 3.732.480,00 \text{ lt/ha} \\ & = 3.732,48 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Total kebutuhan air padi dari pesemaian sampai panen} = \\ & \text{Kebutuhan air untuk pembibitan + Kebutuhan Air garap + Kebutuhan Air Pertumbuhan} \\ & = 4.642.790,40 \text{ lt/ha} \\ & = 4.642,79 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{diubah satuan ke mm} = \\ & = 4.642,79 \text{ m}^3/\text{ha} \\ & = (4.642,79)/10000 \\ & = 0,464279 \text{ m}^2 \\ & = 0,464279 \times 1000 \\ & = 464 \text{ mm} \end{aligned}$$

total curah hujan efektif dikurangi kebutuhan air tanaman padi

$$\begin{aligned} & = 496,7 \text{ mm} - 464 \text{ mm} \\ & = 32,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan air pada musim tanam ke satu cukup menggunakan air hujan pada bulan november, desember, januari, dan february. jadi.air embung dimanfaatkan pada masa tanam 2 dan masa tanam ketiga

Tabel 11 Data perhitungan neraca air

No.	Uraian	Satuan	Bulan											
			November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
	Pola Tanam		PL	Padi			PL	Padi			BERO	Tembakau		
KEBUTUHAN AIR IRIGASI														
	Areal Layanan Padi	Ha	170	170	170	170	170	170	170	170				
	Kebutuhan Air Padi	m ³	154.753	211.507	211.507	211.507	154.753	211.507	211.507	211.507				
	Areal Layanan Palawija	Ha										100	100	100
	Kebutuhan Air Palawija	m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.104	31.104	31.104
	Kebutuhan Air Total	m ³	154.753	211.507	211.507	211.507	154.753	211.507	211.507	211.507		31.104	31.104	31.104
	Kebutuhan Air Total Kumulatif		1.037.339	1.248.846	1.460.354	1.671.861	154.753	366.260	577.767	789.274	789.274	820.378	851.482	882.586
KETERSEDIAAN AIR IRIGASI														
1	Volume Ketersediaan													
	Volume Tampungan Awal	m ³	-	-	-	77.161,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	R80	mm	107	131	106	154	87	126	39	2	-	-	-	2
	Ketersediaan Air Tampungan (Inflow)	m ³	2.350	2.879	2.332	3.389	1.928	2.776	863	37	-	-	-	44
4	Luas Tampungan Embung	m ²	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00
	Luas Tampungan Embung (mikro)	m ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Volume Limpasan Lahan		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kumulatif Ketersediaan Air (inflow)	m ³	88.547,91	91.427,11	93.759,58	80.550,21	82.478,50	85.254,82	86.117,55	86.154,30	86.154,30	86.154,30	86.154,30	86.198,39
5	Evaporasi Lapangan (Ea)	mm/hr	4,16	3,76	3,73	3,97	3,91	4,21	4,40	4,37	4,53	4,70	4,53	4,27
6	Volume Penguapan	m ³	2.749,27	2.487,42	2.466,05	2.626,42	2.582,81	2.782,36	2.906,98	2.888,07	2.995,82	3.108,08	2.994,31	2.823,44
7	Angka Infiltrasi	mm/hr	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
8	Volume Infiltrasi	m ³	6,61	6,83	6,834	6,17	6,83	6,61	6,83	6,61	6,83	6,83	6,61	6,83
9	Total Volume Air Keluar Embung (Outflow)	m ³	2.755,89	2.494,26	2.472,88	2.632,60	2.589,64	2.788,97	2.913,81	2.894,68	3.002,66	3.114,92	3.000,93	2.830,27
10	Volume Tampungan Air	m ³	85.792,02	88.932,86	91.286,70	77.917,61	79.888,85	82.465,85	83.203,75	83.259,61	83.151,64	83.039,38	83.153,37	83.368,12
	Efisiensi	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Volume Tampungan air efektif	m ³	85.792,02	88.932,86	91.286,70	77.917,61	79.888,85	82.465,85	83.203,75	83.259,61	83.151,64	83.039,38	83.153,37	83.368,12
Neraca		m ³	- 799.624,62	- 799.239,67	- 799.380,09	- 798.623,48	- 74.863,92	- 283.794,12	- 494.563,42	- 706.014,75	- 706.122,73	- 737.338,99	- 768.329,00	- 799.218,25
	Areal layanan		kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang	kurang

Sumber: Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas yaitu dengan menggunakan pola tata tanam existing Padi-padi-palawija dinilai kurang memadai dengan luas wilayah yang di aliri air sebesar 170 ha, dimana volume di tiap bulan di dapati minus (-)/kurang.

Maka dalam perhitungan selanjutnya penulis akan mencoba dengan pola tata tanam Padi- Palawija- Bero, karena di nilai air yang tersedia untuk pola tata tanam existing belum tercukupi.

Tabel 12 Data perhitungan neraca air

No.	Uraian	Satuan	Bulan											
			November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
	Pola Tanam		PL	Padi			PL	Padi			BERO	Tembakau		
KEBUTUHAN AIR IRIGASI														
	Areal Layanan Padi	Ha	21	21	21	21	21	21	21	21				
	Kebutuhan Air Padi	m ³	19.117	26.127	26.127	26.127	19.117	26.127	26.127	26.127	-	-	-	
	Areal Layanan Palawija	Ha						-	-	-		5	5	5
	Kebutuhan Air Palawija	m ³						-	-	-		1.555	1.555	1.555
	Kebutuhan Air Total	m ³	19.117	26.127	26.127	26.127	19.117	26.127	26.127	26.127		1.555	1.555	1.555
	Kebutuhan Air Total Kumulatif		121.281	147.408	173.535	199.663	19.117	45.244	71.371	97.499	97.499	99.054	100.609	102.164
KETERSEDIAAN AIR IRIGASI														
1	Volume Ketersediaan													
	Volume Tampungan Awal	m ³	-	-	-	77.161,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	R80	mm	107	131	106	154	87	126	39	2	-	-	-	2
	Ketersediaan Air Tampungan (Inflow)	m ³	2.350	2.879	2.332	3.389	1.928	2.776	863	37	-	-	-	44
4	Luas Tampungan Embung	m ²	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00
	Volume Limpasan Lahan		5.098,45	6.247,88	5.061,45	7.354,57	4.184,39	6.024,63	1.872,13	79,73	-	-	-	95,68
	Kumulatif Ketersediaan Air (inflow)	m ³	113.257,49	122.384,58	129.778,50	87.904,78	94.017,46	102.818,41	105.553,28	105.669,76	105.669,76	105.669,76	105.669,76	105.809,53
5	Evaporasi Lapangan (Ea)	mm/hr	4,16	3,76	3,73	3,97	3,91	4,21	4,40	4,37	4,53	4,70	4,53	4,27
6	Volume Penguapan	m ³	2.749,27	2.487,42	2.466,05	2.626,42	2.582,81	2.782,36	2.906,98	2.888,07	2.995,82	3.108,08	2.994,31	2.823,44
7	Angka Infiltrasi	mm/hr	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
8	Volume Infiltrasi	m ³	6,61	6,83	6,834	6,17	6,83	6,61	6,83	6,61	6,83	6,83	6,61	6,83
9	Total Volume Air Keluar Embung (Outflow)	m ³	2.755,89	2.494,26	2.472,88	2.632,60	2.589,64	2.788,97	2.913,81	2.894,68	3.002,66	3.114,92	3.000,93	2.830,27
10	Volume Tampungan Air	m ³	110.501,61	119.890,32	127.305,62	85.272,18	91.427,82	100.029,44	102.639,47	102.775,07	102.667,10	102.554,84	102.668,83	102.979,25
	Efisiensi	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Volume Tampungan air efektif	m ³	110.501,61	119.890,32	127.305,62	85.272,18	91.427,82	100.029,44	102.639,47	102.775,07	102.667,10	102.554,84	102.668,83	102.979,25
Neraca		m ³	5.507,13	12.139,97	17.061,00	25.172,19	72.311,30	54.785,56	31.268,23	5.276,47	5.168,50	3.501,04	2.059,83	815,06
	Areal layanan		cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup

Sumber: Perhitungan

Tabel 12 Data perhitungan neraca air

No.	Uraian	Satuan	Bulan											
			November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
	Pola Tanam		PL	Padi			Tembakau			BERO	Tembakau			
KEBUTUHAN AIR IRIGASI														
	Areal Layanan Padi	Ha	15	15	15	15	15							
	Kebutuhan Air Padi	m ³	13.655	18.662	18.662	18.662	13.655	-	-	-				
	Areal Layanan Palawija/tembakau	Ha						47	47	47		47	47	47
	Kebutuhan Air Palawija	m ³	-	-	-	-	-	14.619	14.619	14.619		14.619	14.619	14.619
	Kebutuhan Air Total	m ³	13.655	18.662	18.662	18.662	13.655	14.619	14.619	14.619		14.619	14.619	14.619
	Kebutuhan Air Total Kumulatif		115.023	133.685	152.347	171.010	13.655	28.274	42.892	57.511	57.511	72.130	86.749	101.368
KETERSEDIAAN AIR IRIGASI														
1	Volume Ketersediaan													
	Volume Tampungan Awal	m ³	-	-	-	77.161,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	R80	mm	107	131	106	154	87	126	39	2	-	-	-	2
	Ketersediaan Air Tampungan (Inflow)	m ³	2.350	2.879	2.332	3.389	1.928	2.776	863	37	-	-	-	44
4	Luas Tampungan Embung	m ²	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00	22.046,00
	Volume Limpasan Lahan		5.098,45	6.247,88	5.061,45	7.354,57	4.184,39	6.024,63	1.872,13	79,73	-	-	-	95,68
	Kumulatif Ketersediaan Air (inflow)	m ³	113.257,49	122.384,58	129.778,50	87.904,78	94.017,46	102.818,41	105.553,28	105.669,76	105.669,76	105.669,76	105.669,76	105.809,53
5	Evaporasi Lapangan (Ea)	mm/hr	4,16	3,76	3,73	3,97	3,91	4,21	4,40	4,37	4,53	4,70	4,53	4,27
6	Volume Penguapan	m ³	2.749,27	2.487,42	2.466,05	2.626,42	2.582,81	2.782,36	2.906,98	2.888,07	2.995,82	3.108,08	2.994,31	2.823,44
7	Angka Infiltrasi	mm/hr	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
8	Volume Infiltrasi	m ³	6,61	6,83	6,834	6,17	6,83	6,61	6,83	6,61	6,83	6,83	6,61	6,83
9	Total Volume Air Keluar Embung (Outflow)	m ³	2.755,89	2.494,26	2.472,88	2.632,60	2.589,64	2.788,97	2.913,81	2.894,68	3.002,66	3.114,92	3.000,93	2.830,27
10	Volume Tampungan Air	m ³	110.501,61	119.890,32	127.305,62	85.272,18	91.427,82	100.029,44	102.639,47	102.775,07	102.667,10	102.554,84	102.668,83	102.979,25
	Efisiensi	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Volume Tampungan air efektif	m ³	110.501,61	119.890,32	127.305,62	85.272,18	91.427,82	100.029,44	102.639,47	102.775,07	102.667,10	102.554,84	102.668,83	102.979,25
Neraca		m ³	6.303,40	12.936,23	17.857,26	25.968,45	77.773,16	71.755,91	59.747,05	45.263,78	45.155,80	30.424,66	15.919,77	1.611,32
	Areal layanan		cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup	cukup

Sumber: Perhitungan

4. KESIMPULAN.

Kesimpulan mengenai pemanfaatan dan pemenuhan Embung Woro untuk lahan pertanian di Desa Woro, Kecamatan Kepohbaru, Kabupaten Bojonegoro adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan air irigasi:

- Kapasitas embung: 77.161 m³.
- Kebutuhan air untuk padi di lahan 170 Ha: 789.274 m³ per musim tanam.
- Kebutuhan air untuk tembakau di lahan 100 Ha: 93.312 m³ per musim tanam.
- Kebutuhan air untuk 1.670 Ha lahan pertanian dihitung dengan rumus FPR: $Q_1 = 0,3531 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $Q_2 = 0,1284 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Ketersediaan air embung tidak mencukupi kebutuhan irigasi satu musim tanam.

2. Perhitungan neraca air:

- Pola tanam padi-padi-tembakau: 21 Ha padi dan 5 Ha palawija/tembakau.
- Pola tanam padi-tembakau-tembakau: 15 Ha padi dan 47 Ha palawija/tembakau.

Embung Woro tidak dapat sepenuhnya memenuhi kebutuhan air untuk seluruh lahan pertanian sehingga pola tanam yang disesuaikan perlu diterapkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aulia Safithri, 2017. Optimalisasi Pengelolaan Air Embung Salut Time Unik Air Baku Dan Irigasi Di Desa Salut Kecamatan Kayangan Lombok Utara Datit
- Garcia, 2018. Analisis Kapasitas Tampungan Embung Bulakan Untuk Memenuhii Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Dikecamatan Payakumbuh Selatan Muchamad Arif Budiyanto, 2020. Evaluasi Kinerja Embung Song Bolong Selopamioro Imogiri, Bantul
- Syahrul Gayuh A.A, 2019. Analisis Pemanfaatan Embung Desa Karangsambigalih Kecamatan Sugio Kabupaten Lamongan
- Dalit Garcia, 2018. Analisis Kapasitas Tampungan Embung Bulakan Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Dikecamatan Payakumbuh Selatan
- Muchamad Arif Budiyanto, 2020. Evaluasi Kinerja Embung Song Bolong Selopamioro Imogiri, Bantul
- Ajalani Irfan, 2016. Analisa Kapasitas Embung Untuk Suplai Air Irigasi (Studi Kasus : Desa Sendayan. Kecamatan Kampar Utara
- Departemen Pekerjaan Umum. (2011). Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigari KP-01 Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Hadisudsanto, Nugroho. (2010). Aplikasi Hidrologi. Malang: Jogja Mediautama
- Junaidi Rahmad (2015), "Kajian Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Pada Ws

- Parigi-Poso Sulawesi Tengah Dengan Metode Kagan Rodda Dan Kriging". Malang: Universitas Briwijaya Malang
- Priyonugroho, Anton. (2014). Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Shafi Kamte Daerah Irigari Sungai Air Keban Daerah Kabupaten B Lawang), Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol.2 No.3.
- Purwanto, dan Ikhsan, Jazaul. Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Bendung MRICANI, him. 83-93.
- Putra, Muhamad Naddy (2014). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Citameng II Kecamatan Cibatu Kabupaten Garut