

## **Analisis Surplus-Defisit Air Daerah Irigasi Gondang Kabupaten Lamongan**

**Ratna Siti Fatimah, Nur Azizah Affandy, Dwi Kartikasari**

Universitas Islam Lamongan<sup>1</sup>, Dosen Universitas Islam Lamongan

Correspondence: ratnasitifatimah5@gmail.com; nurazizah@unisla.ac.id; dkartika27@unisla.ac.id

**Abstrak.** Pertumbuhan penduduk di Indonesia mengalami peningkatan rata-rata 1,25% dari jumlah penduduk sebelumnya setiap tahun dari tahun 2020 hingga per bulan juli 2022 (Badan Pusat Statistik, 2022). Pertumbuhan penduduk selaras dengan bertambahnya kebutuhan pangan, dimana pembangunan dalam bidang pertanian menjadi salah satu prioritas dalam membangun ketahanan pangan di masa depan. Kabupaten Lamongan menyumbang beras sebanyak 564.139 ton di tahun 2020 dan masuk dalam nominasi 5 (lima) penyumbang besar terbesar tingkat nasional (Redaktur Jatim, 2021). Pertumbuhan penduduk yang tinggi dan meningkatnya kebutuhan pangan membutuhkan infrastruktur yang memadai, termasuk sistem irigasi yang efisien. Keseimbangan air irigasi yang tersedia dan air yang dibutuhkan menentukan keberhasilan dalam pengelolaan air irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit air yang dapat diandalkan dengan menggunakan metode F.J. Mock, menghitung kebutuhan tanaman untuk menentukan surplus-defisit air. Penelitian ini dilakukan di Daerah Irigasi Gondang Terletak di Kecamatan Sugio Kabupaten Lamongan. Luas daerah irigasi gondang adalah 10588 ha. Dari hasil penelitian diperoleh debit tertinggi terjadi pada tahun 2013, pada bulan April periode II sebesar 77,71 m<sup>3</sup>/s. Kebutuhan air tanaman mengalami kekurangan air selama 3 bulan (Juli-September).

**Kata Kunci:** Surplus-Defisit, FJ. Mock, Daerah Irigasi Gondang

**Abstract.** Population growth in Indonesia has increased by an average of 1.25% from the previous population every year from 2020 to July 2022 (Badan Pusat Statistik, 2022). Population growth is in line with increasing food needs, where development in agriculture is one of the priorities in building food security in the future. Lamongan Regency contributed 564,139 tons of rice in 2020 and was nominated for 5 (five) largest major contributors at the national level (Redaktur Jatim, 2021). High population growth and increasing food demand require adequate infrastructure, including efficient irrigation systems. The balance of available irrigation water and required water determines success in irrigation water management. This study aims to analyze reliable water discharge using the F.J. Mock method, calculating plant needs to determine water surpluses. This research was conducted in the Gondang Irrigation Area located in Sugio District, Lamongan Regency. The area of gondang irrigation area is 10588 ha. From the results of the study, the highest discharge occurred in 2013, in April period II amounting to 77.71 m<sup>3</sup> / s. The water needs of plants experience water shortages for 3 months (July-September).

**Keywords:** Surplus-Deficit, FJ. Mock, Gondang Irrigation Area

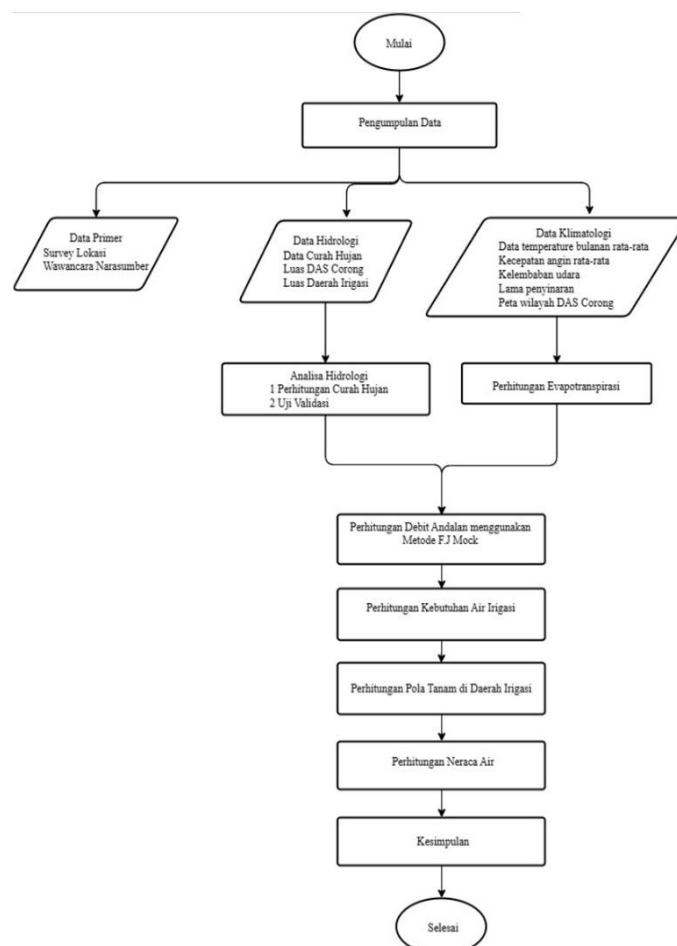
### **PENDAHULUAN**

Daerah Irigasi Gondang terletak di di desa gondang, kecamatan sugio, Kabupaten Lamongan dengan luas 10.588 ha. Sumber air untuk daerah irigasi gondang bersumber pada waduk gondang yang memiliki luas 6,60 ha dengan kedalaman sekitas 29m (A.A. & Mayasari, 2021). Dengan luas daerah irigasi yang harus diairi oleh waduk gondang, setiap musim kemarau petani tidak bisa mengandalkan air dari Waduk Gondang. Menurut Supardi (43) warga desa Sugio setiap kemarau petani disana menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan irigasi, dan jika air sumur juga tidak keluar terpaksa petani tidak melakukan aktivitas pertanian. Waduk Gondang memiliki batas air yang tidak bisa dialirkan, meskipun daerah sekitar membutuhkan untuk irigasi maupun PDAM air tersebut tidak bisa dikeluarkan untuk menjaga kestabilan waduk.

Ketersediaan sumberdaya air yang kurang masih menjadi masalah untuk keperluan pertanian. Walaupun pada saat musim hujan air tersedia dalam jumlah yang melimpah, namun bukan hal yang mustahil ketika musim kemarau datang ketersediaan air akan menurun. Agar dapat memenuhi kebutuhan air, perlu adanya optimasi dalam pemanfaatan air. Pemanfaatan air tergolong dalam optimalisasi sumber daya yang memaksimalkan sumber daya air sebaik mungkin untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Untuk mengantisipasi permasalahan air di masa depan perlu adanya perencanaan sistem irigasi. Perencanaan system irigasi merupakan upaya merencanakan suatu system penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air dengan tujuan untuk menunjang pertanian. Perencanaan suatu sistem irigasi yang tepat dan bermutu didasarkan pada hasil perhitungan debit andalan untuk menganalisis surplus-defisit air.

## METODE



**Gambar 1.** Diagram alur penelitian

Sumber: Hasil penelitian (2023)

### Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Corong yang terletak di Kabupaten Gresik dan Kabupaten Lamongan tepatnya di Daerah Irigasi Gondang. Analisa debit andalan menggunakan metode F.J. Mock berdasarkan informasi data curah hujan harian dari Stasiun hujan Lamongan, Gondang, dan Karangbinangun data 10 tahun (2012-2021) dan data klimatologi Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Perak. Debit andalan ditetapkan debit probabilitas 80%. Selanjutnya melakukan perhitungan kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Gondang dengan luas 10.588 ha. Dari kedua hasil tersebut dibuatkan Neraca Air untuk mengetahui cukup dan tidak cukupnya air pada Daerah Irigasi Gondang.

### Hidrologi

Menurut Soewarno, 1995 (dalam Hilda, 2022) data hidrologi merupakan kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi potensi sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam seperti air, tanah dan hutan yang telah rusak .

### Metode F.J Mock

Menurut Yanuar, 2012 (dalam Kaka, 2020) Pada prinsipnya, semua volume air yang keluar, masuk dan yang tersimpan ditanah (soil storage) diperhitungkan di metode ini. Volume air yang masuk adalah hujan sedangkan volume air yang keluar adalah infiltrasi dan yang paling dominan adalah evapotranspirasi. Menurut Hesti,2011 (dalam Jatiningrum & Amalia, 2021) metode Mock dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Metode ini pada dasarnya adalah hujan yang jatuh pada daerah tampungan air akan mengalami penguapan (evapotranspirasi), sebagian akan langsung menjadi aliran permukaan (direct run off) dan sebagian lagi masuk dalam tanah (infiltrasi). Kriteria perhitungan dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan FJ Mock adalah sebagai berikut:

1. Data meteorologi
  - a. Data curah hujan bulanan (R) untuk setiap tahun
  - b. Data jumlah hari hujan bulanan (n) untuk setiap tahun
2. Parameter yang digunakan dalam perhitungan debit andalan
  - a. m = persentase lahan yang terbuka atau tidak ditumbuhi vegetasi, nilainya dapat ditaksir dengan peta tata guna lahan atau pengamatan di lapangan
  - b. K = koefisien simpan tanah atau faktor resesi aliran tanah (Catchment Area Resession Factor). Nilai K ditentukan oleh kondisi geologi lapisan bawah. Batasan nilai K yaitu antara 0 – 1,0.
  - c. Vn-1= penyimpanan awal (initial storage). Nilai ini berkisar antara 3 mm – 109mm.

### Evapotranspirasi

Menurut Subarkah (dalam Asari, 2021) menyatakan bahwa evaporasi merupakan proses penguapan dari permukaan air dan transpirasi adalah proses penguapan dari tumbuhan. Exposed surface (m) memiliki besaran yang berbeda untuk tiap daerah. Mock mengklasifikasikan nilai m ke dalam tiga daerah. Nilai m tersebut tertera pada

Tabel 1. Nilai Exposed Surface(m) Berdasarkan Jenis Tutupan Lahan

M	Daerah
0 %	Hutan primer, sekunder
10 - 40 %	Daerah tererosi
30 - 50 %	Daerah ladang pertanian

Sumber: Asari (2021)

Rumus F.J. Mock, rasio antara selisih evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh exposed surface (m) dan jumlah hari hujan (n). Evapotranspirasi aktual dari Evaporasi potensial dapat dihitung menggunakan metode Penman (ETo) dengan rumus:

$$ET_o = c \times ET_o^* \quad (1)$$

$$ET_o^* = W (0.75 R_s - R_{n1}) + (1-W) f(U) (e_a - e_d) \quad (2)$$

dengan

$$ET_o = \text{Evaporasi potensial (mm/hari)}$$

$$c = \text{Faktor koreksi}$$

$$ET_o^* = \text{Evaporasi (mm/hari)}$$

$$W = \text{Faktor penimbang berdasarkan suhu udara rata-rata.}$$

$$R_s = \text{Radiasi gelombang pendek (mm/hari)}$$

$$R_{n1} = \text{Radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari).}$$

$$f(U) = \text{Fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2 meter (m/dt)}$$

$$(e_a - e_d) = \text{Perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya}$$

$$E_a = ET_o - \Delta E \rightarrow (E_a = ET) \quad (3)$$

$$\Delta E = ET_o \times (m / 20) \times (18 - n) \rightarrow (E = \Delta E) \quad (4)$$

dengan

$$E_a = \text{Evapotranspirasi aktual (mm/hari)}$$

$$E_t = \text{Evapotranspirasi terbatas (mm/hari)}$$

- Eto = Evaporasi Potensial metode Penman (mm/hari)  
m = Prosentase lahan yang tertutup tanaman, ditaksir dari peta tata guna lahan  
m = 0 untuk lahan dengan hutan lebat  
m = 0 untuk lahan hutan sekunder pada akhir musim hujan dan bertambah 10 % setiap bulan kering berikutnya  
m = 10 – 40 % untuk lahan tererosi  
m = 30 –50% untuk lahan pertanian yang diolah  
n = Jumlah hari hujan dalam sebulan

### Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit minimal yang tersedia di suatu lokasi sumber air yang dapat dikelola dalam memenuhi kebutuhan air. Besarnya nilai debit andalan di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat ditentukan dengan beberapa metode perhitungan yang disesuaikan dengan data yang tersedia (Haryono, 2022). Menurut Soemarto, 1987 (dalam Jatiningrum & Amalia, 2021) debit andalan adalah debit air yang diandalkan untuk suatu kemungkinan kebutuhan air tertentu. Probabilitas untuk debit andalan tidak sama. Probabilitas 80% digunakan untuk keperluan irigasi dan probabilitas 90-95% digunakan untuk keperluan air minum dan industri.

### Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi mengacu pada jumlah air yang tersedia dan dibutuhkan untuk mengelola daerah irigasi untuk mengairi lahan pertanian. Kuantitas air yang dibutuhkan untuk sistem jaringan irigasi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pola tanam dan jenis tanaman.

Untuk menentukan jumlah air yang diperlukan untuk keperluan irigasi atau kebutuhan air di sawah (NFR), langkah pertama adalah menghitung kebutuhan air untuk penyiapan lahan (PWR), penggunaan konsumtif (Etc), perkolasi dan rembesan (P), dan penggantian lapisan air (WLR). Kebutuhan air irigasi di sawah (NFR) juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti curah hujan efektif (Re), kebutuhan pengambilan air irigasi (DR), dan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan ( $\eta$ ). Perkiraan kebutuhan air irigasi dapat dihitung sebagai berikut :

$$NFR = Etc + P + WRL - Ref \quad (5)$$

dengan

- NFR = Kebutuhan air irigasi di sawah (lt/det/ha)  
Etc = Evapotranspirasi (mm/hari)  
P = Perkolasi (mm/hari)  
WRL = Kebutuhan air untuk pengolahan tanah (mm/hari)  
Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

### Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif untuk tanaman padi, biasanya curah hujan efektif diprediksi sebesar 70% dari curah hujan bulanan tengah dengan probabilitas 80% selama periode waktu tersebut. Sedangkan untuk palawija, curah hujan efektif ditentukan berdasarkan periode bulanan dengan mempertimbangkan tabel rata-rata evapotranspirasi (ET) tanaman bulanan dan rata-rata curah hujan bulanan. Kondisi ini terpenuhi jika curah hujan mencapai 50% dari kebutuhan tanaman (Maulina et al., 2022).

### Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Sektor pertanian merupakan sektor yang strategis dan berperan penting dalam perekonomian nasional dan kelangsungan hidup masyarakat, terutama dalam sumbangan terhadap PDB, Penyedia lapangan kerja dan penyedia pangan dalam negeri (Paresa et al., 2020). Pertanian merupakan proses pemanfaatan sumber daya hayati untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industry atau sumber energi serta mengelola lingkungan hidup yang dilakukan oleh manusia. Hal inilah yang membuat sektor pertanian menjadi sektor yang paling dasar dalam perekonomian.

Pembangunan sektor pertanian haruslah diperhatikan karena sebagian besar rakyat Indonesia bekerja dan mengonsumsi hasil pertanian salah satunya ialah beras. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan biasanya menentukan kebutuhan air minimum suatu proyek irigasi. Metode ini menggunakan

asumsi laju air konstan dalam satuan liter per detik per hektar (l/dtk) selama penyiapan lahan. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air penyiapan lahan:

$$IR = (M \cdot ek) / (ek - 1) \quad (6)$$

dengan

IR = Kebutuhan air irigasi untuk pengelolaan lahan (mm/hari)

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan dimana  $M = E_o + P$

$E_o$  = Evaporasi air terbuka (mm/hari) =  $E_{to} \times 1,10$

P = Kehilangan air akibat perkolasi (tergantung tekstur tanah) (mm/hari)

K =  $MT/S$

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air (untuk penjenuhan di tambah dengan lapisan air 50 mm)

Dalam konteks ini, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan adalah satu bulan (30 hari). Kebutuhan air untuk pengolahan tanah pada tanaman padi adalah 200 mm, dan setelah penanaman selesai, tambahan lapisan air di sawah sebesar 50 mm dilakukan. Dengan demikian, total kebutuhan air yang diperlukan untuk penyiapan lahan dan lapisan air awal setelah penanaman adalah 250 mm.

### Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif merujuk pada jumlah air yang digunakan oleh tanaman dalam proses fotosintesis, dengan mempertimbangkan data iklim dan koefisien tanaman pada tahap pertumbuhan. Prediksi penggunaan konsumtif dapat dilakukan menggunakan persamaan empiris berikut ini.

$$E_{tc} = K_c \times E_{to} \quad (7)$$

dengan

$E_{tc}$  = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

$K_c$  = Koefisien tanaman

$E_{to}$  = Evapotranspirasi potensial

### HASIL

Berikut hasil penelitian menggunakan metode FJ. Mock dalam perhitungan debit andalan serta perhitungan kebutuhan air.

Perhitungan Keseimbangan Air (Neraca Air), Keseimbangan air irigasi dihitung dengan membandingkan kebutuhan air irigasi dengan ketersediaan air. Misalnya, pada bulan Februari I, dengan Q80 (debit aliran) sebesar 20,22 m<sup>3</sup>/dtk dan kebutuhan air irigasi sebesar 5,15 m<sup>3</sup>/dtk, neraca air menghasilkan surplus sebesar 0,91 m<sup>3</sup>/dtk, menunjukkan bahwa ketersediaan air cukup memenuhi kebutuhan air irigasi.

Yang kemudian dibuat simulasi pola tanam yang menunjukkan bahwa pola penanaman padi satu kali dan panen palawija (kacang dan jagung) dua kali dalam setahun adalah yang paling cocok. Pola ini melibatkan penanaman padi mulai dari Desember hingga April, tanaman kacang mulai dari Mei hingga Agustus, dan tanaman jagung mulai dari September hingga November.

Penelitian ini memberikan pemahaman tentang bagaimana metode FJ. Mock digunakan untuk menghitung debit andalan dan bagaimana perhitungan kebutuhan air dilakukan dalam skenario irigasi. Hasil penelitian ini dapat memberikan panduan dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air dan irigasi di daerah tersebut, serta memberikan wawasan tentang pola tanam yang efektif.

### Pembahasan

#### *Perhitungan debit andalan dengan metode FJ. Mock*

**Sebelum** perhitungan debit andalan perlu dilakukan perhitungan evapotranspirasi terbatas (Et), keseimbangan air di atas permukaan tanah, aliran dan penyimpanan air tanah (infiltrasi dan limpasan), dan debit aliran sungai seperti tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Debit Aliran

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Jan			Feb			Mar			Apr		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	Jumlah hari pengamatan DATA METEOROLOGI	hr		10	10	11	10	10	8	10	10	11	10	10	10
1	Data Curah Hujan (P)	mm		104	67	68	211	114	44	115	244	57	126	126	49
2	Jumlah Hari Hujan Dalam Sebulan (n)	-		10	15	5	13	9	5	27	7	6	3	2	8
	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ET) (1hr)	mm		4,25	3,71	4,29	4,61	5,82	4,37	4,36	5,03	5,05	4,91	5,75	6,42
B	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ET) (1bulan)	mm		42,51	37,12	47,23	46,07	58,21	34,93	43,62	50,31	55,58	49,06	57,48	64,20
C	EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (EL)														
1	Exposed Surface	%		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	E/ET0 = m/20(18-n)	%		1,87	1,27	3,96	1,56	2,33	4,53	0,87	3,33	4,22	9,79	11,57	3,51
3	Evapotranspirasi Terbuka (E) = (E/ET0)*ET0	mm		0,80	0,47	1,87	0,72	1,36	1,58	0,38	1,67	2,35	4,80	6,65	2,26
4	EL = ET0 - E	mm		41,72	36,65	45,36	45,35	56,85	33,35	43,24	48,63	53,23	44,26	50,83	61,94
D	KESEIMBANGAN AIR DI PERMUKAAN TANAH														
1	Water Surplus Volume WS = (P-EL)	mm		61,90	30,00	22,91	165,94	56,66	10,53	71,53	195,34	4,23	81,50	74,76	-12,90
E	PENYIMPANAN AIR TANAH														
1	Infiltrasi (i) = 40% * (WS)	mm		24,76	12,00	9,17	66,38	22,66	4,21	28,61	78,14	1,69	32,60	29,90	-5,16
2	0,5 (1+K)i {K = 0,5}	-		6,19	3,00	2,29	16,59	5,67	1,05	7,15	19,53	0,42	8,15	7,48	-1,29
3	K*V(n-1)	mm		5,55	5,87	4,43	3,36	9,98	7,82	4,44	5,80	12,66	6,54	7,35	7,41
4	Storage Volume (Vn) = (2) + (3)	mm		11,74	8,87	6,73	19,96	15,64	8,88	11,59	25,33	13,09	14,69	14,82	6,12
5	Vn' = Vn - V(n-1)	mm		0,64	-2,87	-2,14	13,23	-4,31	-6,77	2,72	13,74	-12,24	1,61	0,13	-8,70
6	Base Flow {Bf} = i - Vn'	mm		13,02	3,13	2,44	46,42	7,02	-4,66	17,02	52,81	-11,40	17,91	15,08	-11,28
F	RUN OFF														
1	Direct Run Off (DRO) = 60% (P-EL)	mm		37,14	18,00	13,75	99,57	34,00	6,32	42,92	117,21	2,54	48,90	44,85	-7,74
2	Run Off (RO) = (DRO) + (Bf)	mm		50,16	21,13	16,19	145,99	41,02	1,66	59,94	170,01	-8,86	66,81	59,93	-19,03
3	Run Off (debit)	m3/s		11,92	3,24	7,39	25,16	10,10	0,76	5,11	53,15	-3,39	57,20	58,65	-5,47
4	Watershed (C)			197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27
	Debit Aliran (Q) = (Ro . C. 1000) / (86400. Jumlah hr per bulan)			11,92	3,24	7,39	25,16	10,10	0,76	5,11	53,15	-3,39	57,20	58,65	-5,47

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Mei			Jun			Jul			Ags		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	Jumlah hari pengamatan DATA METEOROLOGI	hr		10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10
1	Data Curah Hujan (P)	mm		32	22	8	27	28	19	21	6	9	4	4	7
2	Jumlah Hari Hujan Dalam Sebulan (n)	-		7	3	1	3	1	1	3	6	3	3	6	9
	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ET) (1hr)	mm		6,56	7,35	6,55	5,66	4,32	4,59	5,52	6,03	5,93	6,72	6,75	6,62
B	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ET) (1bulan)	mm		65,58	73,47	72,00	56,61	43,18	45,94	55,18	60,29	65,28	67,23	67,48	66,16
C	EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (EL)														
1	Exposed Surface	%		32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
2	E/ET0 = m/20(18-n)	%		4,15	8,99	45,90	9,53	48,60	24,98	11,51	5,91	12,12	11,17	6,36	4,34
3	Evapotranspirasi Terbuka (E) = (E/ET0)*ET0	mm		2,72	6,60	33,05	5,40	20,99	11,47	6,35	3,56	7,91	7,51	4,29	2,87
4	EL = ET0 - E	mm		62,86	66,87	38,95	51,21	22,19	34,46	48,83	56,73	57,37	59,72	63,19	63,29
D	KESEIMBANGAN AIR DI PERMUKAAN TANAH														
1	Water Surplus Volume WS = (P-EL)	mm		-30,76	-44,38	-31,34	-23,81	5,54	-15,94	-28,03	-50,79	-48,46	-56,08	-59,55	-56,01
E	PENYIMPANAN AIR TANAH														
1	Infiltrasi (i) = 40% * (WS)	mm		-12,30	-17,75	-12,54	-9,52	2,22	-6,38	-11,21	-20,32	-19,38	-22,43	-23,82	-22,40
2	0,5 (1+K)i {K = 0,5}	-		-3,08	-4,44	-3,13	-2,38	0,55	-1,59	-2,80	-5,08	-4,85	-5,61	-5,96	-5,60
3	K*V(n-1)	mm		3,06	-0,01	-2,22	-2,68	-2,53	-0,99	-1,29	-2,05	-3,56	-4,20	-4,91	-5,43
4	Storage Volume (Vn) = (2) + (3)	mm		-0,02	-4,45	-5,36	-5,06	-1,98	-2,58	-4,09	-7,13	-8,41	-9,81	-10,86	-11,03
5	Vn' = Vn - V(n-1)	mm		-6,14	-4,43	-0,91	0,30	3,08	-0,61	-1,51	-3,03	-1,28	-1,40	-1,05	-0,17
6	Base Flow {Bf} = i - Vn'	mm		-12,29	-13,31	-7,18	-4,46	4,19	-3,80	-7,12	-13,19	-10,97	-12,62	-12,96	-11,37
F	RUN OFF														
1	Direct Run Off (DRO) = 60% (P-EL)	mm		-18,46	-26,63	-18,81	-14,28	3,33	-9,57	-16,82	-30,47	-29,07	-33,65	-35,73	-33,61
2	Run Off (RO) = (DRO) + (Bf)	mm		-30,75	-39,93	-25,99	-18,75	7,52	-13,36	-23,94	-43,66	-40,05	-46,27	-48,69	-44,98
3	Run Off (debit)	m3/s		-10,11	-27,59	-89,00	-12,96	25,75	-22,88	-18,40	-16,78	-30,78	-31,97	-18,71	-11,52
4	Watershed (C)			197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27	197,27
	Debit Aliran (Q) = (Ro . C. 1000) / (86400. Jumlah hr per bulan)			-10,11	-27,59	-89,00	-12,96	25,75	-22,88	-18,40	-16,78	-30,78	-31,97	-18,71	-11,52

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Mei			Jun			Jul			Ags		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	Jumlah hari pengamatan DATA METEOROLOGI	hr		10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10
1	Data Curah Hujan (P)	mm		3	4	26	3	3	5	27	44	92	124	61	132
2	Jumlah Hari Hujan Dalam Sebulan (n)	-		3	3	6	3	3	3	1	1	11	4	12	4
	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ET) (1hr)	mm		7,36	6,07	6,42	6,71	7,27	6,55	4,96	4,38	4,22	3,87	5,03	4,88
B	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ET) (1bulan)	mm		73,60	60,66	70,63	67,09	72,66	65,53	49,63	43,77	46,38	38,70	50,31	48,75
C	EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (EL)														
1	Exposed Surface	%		44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
2	E/ET0 = m/20(18-n)	%		11,99	13,63	6,97	14,24	13,08	13,35	33,75	45,90	4,16	11,93	4,08	11,42
3	Evapotranspirasi Terbuka (E) = (E/ET0)*ET0	mm		8,82	8,27	4,92	9,55	9,50	8,75	16,75	20,09	1,93	4,61	2,05	5,57
4	EL = ET0 - E	mm		64,78	52,39	65,71	57,53	63,16	56,79	32,88	23,68	44,45	34,08	48,25	43,18
D	KESEIMBANGAN AIR DI PERMUKAAN TANAH														
1	Water Surplus Volume WS = (P-EL)	mm		-61,47	-48,42	-39,61	-54,56	-59,85	-51,48	-6,30	20,42	47,30	89,79	12,82	89,08
E	PENYIMPANAN AIR TANAH														
1	Infiltrasi (i) = 40% * (WS)	mm		-24,59	-19,37	-15,84	-21,83	-23,94	-20,59	-2,52	8,17	18,92	35,92	5,13	35,63
2	0,5 (1+K)i {K = 0,5}	-		-6,15	-4,84	-3,96	-5,46	-5,99	-5,15	-0,63	2,04	4,73	8,98	1,28	8,91
3	K*V(n-1)	mm		-5,52	-5,83	-5,34	-4,65	-5,05	-5,52	-5,33	-2,98	-0,47	2,13	5,55	3,42
4	Storage Volume (Vn) = (2) + (3)	mm		-11,66	-10,67	-9,30	-10,11	-11,04	-10,67	-5,96	-0,94	4,26	11,11	6,84	11,10
5	Vn' = Vn - V(n-1)	mm		-0,63	0,99	1,38	-0,81	-0,93	0,37	4,70	5,02	5,20	6,85	-4,27	4,26
6	Base Flow {Bf} = i - Vn'	mm		-12,93	-8,69	-6,55	-11,72	-12,90	-9,93	3,44	9,11	14,66	24,81	-1,71	24,53



Tabel 5. Curah Hujan Efektif

	Jan			Feb			Mar			Apr		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Re 80%	103,62	66,65	68,27	211,30	113,51	43,88	114,78	243,98	57,46	125,76	125,58	49,04
Jumlah Hari	10	10	11	10	10	8	10	10	11	10	10	10
50% (Re80%)	51,81	33,32	34,14	105,65	56,76	21,94	57,39	121,99	28,73	62,88	62,79	24,52
CH Efektif	41,91	41,91	41,91	65,24	65,24	65,24	73,76	73,76	73,76	53,00	53,00	53,00

	Mei			Jun			Jul			Ags		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Re 80%	32,10	22,49	7,61	27,40	27,74	18,52	20,79	5,94	8,91	3,64	3,64	7,27
Jumlah Hari	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10
50% (Re80%)	16,05	11,25	3,80	13,70	13,87	9,26	10,40	2,97	4,46	1,82	1,82	3,64
CH Efektif	10,30	10,30	10,30	12,36	12,36	12,36	5,54	5,54	5,54	1,76	1,76	1,76

	Sep			Okt			Nov			Des		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Re 80%	3,30	3,97	26,10	2,97	3,30	5,30	26,58	44,10	91,75	123,87	61,07	132,27
Jumlah Hari	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10
50% (Re80%)	1,65	1,99	13,05	1,49	1,65	2,65	13,29	22,05	45,87	61,94	30,53	66,13
CH Efektif	5,14	5,14	5,14	1,23	1,23	1,23	28,27	28,27	28,27	56,01	56,01	56,01

Sumber: Data Olahan (2023)

Tabel 6. Kebutuhan Air Tanaman

BULAN	Februari			Maret			April			Mei		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
NFR	17,75	26,79	28,28	24,08	16,22	6,06	0,70	1,45	7,36	8,48	9,66	6,28

BULAN	Juni			Juli			Agustus			September		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
NFR	2,71	1,06	37,35	32,73	34,71	32,21	36,17	11,16	10,77	11,80	10,45	9,43

BULAN	Oktober			November			Desember			Januari		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
NFR	11,12	9,87	8,74	4,90	2,70	0,00	0,00	2,92	0,00	0,00	1,19	1,24

Sumber: Data Olahan (2023)

Dalam perhitungan kebutuhan air irigasi pertahun diusulkan menggunakan kebutuhan air di sawah tertinggi dibagi dengan efisiensi irigasi. Adapun kebutuhan air di saluran primer yang kehilangan air sebesar 10% sehingga efisiensi = 0,90. Dan kebutuhan air di saluran sekunder yang kehilangan air sebesar 20% sehingga efisiensi = 0,80. Sehingga nilai efisiensi irigasi adalah =  $(90 \times 90 \times 80) / 1000000 = 0.65$ . nilai ini digunakan untuk mencari nilai total kebutuhan air di intake dengan rumus Nilai kebutuhan air dibagi dengan nilai efisiensi irigasi

Tabel 7. Kebutuhan Air Irigasi

BULAN	Februari			Maret			April			Mei		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kebutuhan Air Irigasi Gondang	5,15	30,65	30,65	30,65	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30

BULAN	Juni			Juli			Agustus			September		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kebutuhan Air Irigasi Gondang	18,30	32,84	32,84	32,84	19,61	19,61	19,61	19,61	19,61	19,61	19,61	19,61

BULAN	Oktober			November			Desember			Januari		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kebutuhan Air Irigasi Gondang	19,61	6,47	6,47	6,47	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15

Sumber: Data Olahan (2023)

### Keseimbangan Air (Neraca Air/Water Balance)

Neraca air irigasi dilakukan dengan membandingkan antara kebutuhan air irigasi untuk 10.588 Ha lahan sawah di daerah irigasi Gondang, sebagai contoh hasil perhitungan neraca air dengan curah pada bulan Februari I, dimana diketahui  $Q_{80} = 20,22 \text{ m}^3 / \text{dt}$  dan kebutuhan air =  $5,15 \text{ m}^3 / \text{dt}$ , Neraca air =  $20,22 - 5,15 = 0,91$  yang artinya ketersediaan air memenuhi kebutuhan air. Untuk perhitungan hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.20, sedangkan Untuk perhitungan  $Q_{80}$  dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Neraca Air

Bulan	Periode	Ketersediaan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /dt)	Kebutuhan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /dt)	Kelebihan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /dt)	Kekurangan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan
Januari	1	32,43	30,22	2,21	0,00	cukup
	2	35,54	32,25	3,29	0,00	cukup
	3	25,00	5,66	19,34	0,00	cukup
Februari	1	20,22	0,00	20,22	0,00	cukup
	2	34,16	3,11	31,04	0,00	cukup
	3	39,87	6,36	33,51	0,00	cukup
Maret	1	16,90	1,22	15,68	0,00	cukup

	2	35,95	0,00	35,95	0,00	cukup
	3	15,43	5,25	10,18	0,00	cukup
April	1	38,61	0,00	38,61	0,00	cukup
	2	19,52	0,00	19,52	0,00	cukup
	3	20,87	4,20	16,67	0,00	cukup
Mei	1	20,63	0,00	20,63	0,00	cukup
	2	0,32	0,00	0,32	0,00	cukup
	3	13,06	0,00	13,06	0,00	cukup
Juni	1	0,00	0,00	0,00	0,00	cukup
	2	22,33	0,00	22,33	0,00	cukup
	3	10,28	0,00	10,28	0,00	cukup
Juli	1	7,20	0,00	7,20	0,00	cukup
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	cukup
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	cukup
Agustus	1	0,00	1,96	-1,96	1,96	tidak cukup
	2	0,00	1,85	-1,85	1,85	tidak cukup
	3	0,00	1,76	-1,76	1,76	tidak cukup
September	1	0,00	0,00	0,00	0,00	cukup
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	cukup
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	cukup
Oktober	1	6,14	6,00	0,14	0,00	cukup
	2	0,00	6,79	-6,79	6,79	tidak cukup
	3	18,97	5,93	13,04	0,00	cukup
November	1	22,31	0,00	22,31	0,00	cukup
	2	17,43	0,00	17,43	0,00	cukup
	3	27,38	0,00	27,38	0,00	cukup
Desember	1	31,99	27,67	4,31	0,00	cukup
	2	45,67	35,57	10,10	0,00	cukup
	3	29,93	29,12	0,81	0,00	cukup

Sumber: Data Olahan (2023)

Pada simulasi ini dirasa paling cocok karena secara keseluruhan hampir mencukupi, dengan 1 kali penanaman padi dan 2 kali panen palawija (Kacang dan Jagung). Tanam padi dimulai pada bulan Desember hingga April, untuk tanaman kacang dimulai bulan Mei hingga Agustus, dan untuk tanaman Jagung dimulai pada bulan September hingga November. Dengan Simulasi Pola Tanam sebagai berikut:

Tabel 10. Simulasi Pola Tanam

Uraian	Desember			Januari			Februari			Maret			April			Mei		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Jumlah Hari	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	11	10	10	8	10	10	11	
Eto (Penman)	3,52	4,57	4,43	3,86	3,37	3,90	4,19	5,29	3,97	3,97	4,57	4,59	4,46	5,23	5,84	5,96	6,68	
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
WLR 1																		
WLR 2	50	45																
WLR 3																		
WLR							1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67						
C1	PL	PL	PL	PL	PL	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,075	1,05	0,95	0,52	0,52	
C2	PL	PL	PL	PL	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,075	1,05	0,95	0,52	0,52	
C3	PL	PL	PL	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,075	1,05	0,95	0,52	0,52	0,51	0,66	
Kc	PL	PL	PL	PL	PL	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,09	1,08	1,03	0,84	0,66	0,52	0,56	
Etc = Eto x kc						4,29	4,61	5,82	4,37	4,36	4,99	4,94	4,57	4,39	3,86	3,07	3,75	
Eo = 1,1 x Eto	3,87	5,03	4,88	4,25	3,71													
M = Eo + P	11,61	15,09	14,63	12,75	11,14													
K (MT/S)	0,464346	0,603681	0,585013	0,510175	0,445452													
e <sup>k</sup>	1,59	1,83	1,80	1,67	1,56													
IR = M.e <sup>k</sup> / (e <sup>k</sup> -1)	31,25	33,30	33,02	31,92	30,98													
Re	8,67	4,27	9,26	7,25	4,67	4,34	14,79	7,95	3,84	8,03	17,08	3,66	8,80	8,79	3,43	10,30	10,30	
Kebutuhan Air Total	31,25	33,30	33,02	31,92	30,98	7,29	9,27	10,49	9,03	9,03	9,66	9,60	7,57	7,39	6,86	3,07	3,75	
NFR	22,58	29,03	23,76	24,66	26,31	2,95	0,00	2,54	5,19	0,99	0,00	5,95	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00	
NFR	2,61	3,36	2,75	2,85	3,05	0,34	0,00	0,29	0,60	0,12	0,00	0,69	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	
DR Efisiensi Total	10588	27,67	35,57	29,12	30,22	32,25	3,61	0,00	3,11	6,36	1,22	0,00	7,29	0,00	4,20	0,00	0,00	

Uraian	Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			November		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Jumlah Hari	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11	
Eto (Penman)	5,15	3,93	4,18	5,02	5,48	5,40	5,11	5,13	5,01	5,69	5,51	5,84	5,10	5,61	5,96	4,51	3,98	
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
WLR 1																		
WLR 2	50	45																
WLR 3																		
WLR																		
C1	0,66	0,76	0,85	0,95	0,95	0,55	0,55	0,55	0,50	0,55	0,59	0,96	1,01	1,05	1,02	0,99	0,95	
C2	0,76	0,85	0,95	0,95	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,55	0,59	0,96	1,01	1,05	1,02	0,99	0,95	
C3	0,85	0,95	0,95	0,95	0,55	0,55	0,55	0,50	0,55	0,59	0,96	1,01	1,05	1,02	0,99	0,95		
Kc	0,76	0,85	0,92	0,95	0,82	0,68	0,55	0,53	0,53	0,55	0,70	0,85	1,01	1,03	1,02	0,99	0,65	
Etc = Eto x kc	3,89	3,34	3,83	4,77	4,48	3,69	3,36	3,27	3,20	3,65	3,85	4,97	6,13	6,77	6,07	4,44	2,57	
Eo = 1,1 x Eto																		

M = Eo + P K (MT/S) 250 e <sup>k</sup> IR = M.e <sup>k</sup> / (e <sup>k</sup> -1) Re	mm/hari	12,36	12,36	12,36	5,54	5,54	5,54	1,76	1,76	1,76	5,14	5,14	5,14	1,23	1,23	1,23	28,27	28,27	28,27
Kebutuhan Air Total	mm/hari	3,89	3,34	3,83	4,77	4,48	3,69	3,36	3,27	3,20	3,65	3,85	4,97	6,13	6,77	6,07	4,44	2,57	1,21
NFR	mm/hari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	1,51	1,44	0,00	0,00	0,00	4,90	5,54	4,84	0,00	0,00	0,00
NFR	l/detik/ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,57	0,64	0,56	0,00	0,00	0,00
DR																			
Efisiensi Total	m3/dt	10588	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	1,85	1,76	0,00	0,00	0,00	6,00	6,79	5,93	0,00	0,00	0,00

Sumber: Data Olahan (2023)

## SIMPULAN

1. Besar Debit Andalan pada Daerah Irigasi Gondang Kabupaten Lamongan dengan Metode FJ. Mock nilai tertinggi terjadi pada tahun 2013, pada bulan April periode II sebesar 77,71 m<sup>3</sup>/s. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan April periode II tahun 2013, debit air yang tersedia secara konsisten di daerah tersebut mencapai nilai tertinggi. Informasi ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan sumber daya air irigasi di Daerah Irigasi Gondang.
2. Kebutuhan air tanaman untuk simulasi pola tanam padi-palawija-palawija, terjadi defisit air selama 2 bulan, yaitu Bulan Juli dan Agustus.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.A., S. G., & Mayasari, I. (2021). Analisis Pemanfaatan Embung Desa Karangsembigalih Kecamatan Sugio Kabupaten Lamongan. *1*(2), 120–132.
- Asari, V. (2021). Analisis Debit Andalan Untuk Kebutuhan Air Daerah Irigasi Matajang Pada Das Matajang Kab. Barru – Pangkep.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen), 2020-2022. <https://www.bps.go.id/indicator/12/1976/1/laju-pertumbuhan-penduduk.html>
- Haryono, F. (2022). Analisis Debit Andalan DAS Way Andeng Menggunakan Data Satelit TRMM. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *9*(3), 82–85.
- Hilda, M. (2022). Analisis Ketersediaan Air pada Sub DAS menggunakan Pendekatan F.J Mock (Studi Kasus: Sub DAS Tapung Kiri). *Sainstek (e-Journal)*, *10*(1), 67–72. <https://doi.org/10.35583/js.v10i1.215>
- Jatiningrum, D. W., & Amalia, D. D. (2021). Analisis Ketersediaan Air Daerah Aliran Sungai Karanggeneng Dengan Metode Mock. In <https://medium.com/>. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Kaka, V. Z. (2020). Analisis Debit Andalan Pada Daerah Irigasi Konga dengan Menggunakan Metode Nreca dan Metode FJ. Mock.
- Maulina, S. M., Christiana, R., & Widodo, M. L. (2022). Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Banjir dan Debit Andalan dengan Metode FJ Mock (Studi Kasus: Sungai Kapuas Kecamatan Tayan Hilir Kabupaten Sanggau). *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, *3*(2).
- Paresa, J., Pamuttu, D. L., Lathuhin, F., & Kurik, V. I. (2020). Analisa Debit Andalan Pada Long Storage Dengan Metode Fj Mock.
- Redaktur Jatim. (2021). Kabupaten Lamongan Dinobatkan Sebagai Penghasil Padi Terbesar Di Jawa Timur. <https://jatim.medgo.id/kabupaten-lamongan-dinobatkan-sebagai-penghasil-padi-terbesar-di-jawa-timur/>