

INFRASTRUKTUR

ANALISIS KETERSEDIAAN AIR DENGAN METODE F.J MOCK PADA DAERAH PERSAWAHAN DESA POBOYA PALU SULAWESI TENGAH

Analysis of Water Availability with F.J Mock Method on the Regional Area of Poboya Village in Palu Central Sulawesi

Setiyawan

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Jl. Soekarno Hatta Km. 9, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia (94118)
Email: setiyawanvip@yahoo.co.id

Vera Wim Andiese

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Jl. Soekarno Hatta Km. 9, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia (94118)
Email: verawimandiese@gmail.com

Lisa Arnita Anzar

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Jl. Soekarno Hatta Km. 9, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia (94118)
Email: Arijayapati@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the availability of water and determine farming patterns planning for agriculture. Research process begin from collecting data then conducting hidrology analysis to know if the water is sufficient to meet the water needs in fungsional field and planning the suitable farming patterns. To determine the ratio between the need and the availability of water, in this case for agriculture sector, the analysis of hydrology and the calculation of water requirement on the paddy field were done. There are some methods which can be used: Penman's Method modification, used to calculating the value of the evapotranspiration by considering the related meteorological factors such as the air temperature, humidity, wind speed, and sun radiation. By using F.J. Mock Method, the amount of water flow obtained from rain's data, characteristics of hydrology flow area, and evapotranspiration can be calculated. According to the results of data analyzing with 46.642 km² catchments area, show that availability of water in Poboya's Irrigation field in the middle of January is 0,038 m³/sec meanwhile water requirement is 0,0078 m³/sec. From the result it can be concluded that water supply in Poboya's Irrigation is enough to fullfill the needs of water on the functional area, as well as by a farming pattern plans of Rice – Rice – Palawija

Keyword : availability of water, the need for water, farming patterns, land fungsional, farming patterns, water balance

ABSTRAK

Studi ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan air serta kebutuhan air, dan menentukan pola tanam rencana untuk keperluan pertanian. Proses penelitian diawali dengan pengumpulan data yang kemudian dilakukan analisis hidrologi untuk mengetahui apakah air yang tersedia cukup atau tidak untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan fungsional dan merencanakan pola tanam yang sesuai. Untuk mengetahui perbandingan antara kebutuhan dan ketersediaan air, dalam hal ini pertanian, maka dilakukan analisis hidrologi serta perhitungan kebutuhan air pada lahan pertanian, adapun beberapa metode yang dapat digunakan antara lain, Metode Penman Modifikasi digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi dengan memperhatikan faktor-faktor meteorologi yang terkait seperti suhu udara, kelembaban, kecepatan angin dan penyinaran matahari. Metode F.J.Mock, dengan metode ini, besarnya aliran air dari data curah hujan, karakteristik hidrologi daerah pengaliran dan evapotranspirasi dapat dihitung. Berdasarkan hasil analisis data untuk luas *Catchment area* 46,642 Km², menunjukkan bahwa ketersediaan air Daerah Irigasi Poboya untuk pertengahan Januari sebesar 0,383 m³/dtk sedangkan kebutuhan air sebesar 0.0078m³/dtk.Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air pada Daerah Irigasi Poboya cukup untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan fungsional, serta diperoleh pola tanam rencana Padi-Padi-Palawija.

Kata Kunci: ketersediaan air, kebutuhan air, pola tanam, lahan fungsional, keseimbangan air.

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui, yang jumlahnya relatif tetap. Karena sangat pentingnya air bagi kehidupan, maka harus diusahakan penggunaan dan pemanfaatannya yang seoptimal mungkin agar semua kebutuhan dapat terpenuhi. Perlu diketahui ketersediaan air sungai pada aliran *free intake* sebagian besar diperoleh dari curah hujan, hal ini sangat bermanfaat besar pada kebutuhan air bersih terhadap masyarakat, yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat, masjid, sekolah, hewan ternak dan sebagainya (Soedjarwadi, 1987).

Air permukaan seperti air sungai inilah yang banyak dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhan dalam kegiatan bercocok tanam atau pertanian. Dimana petani merupakan mata pencaharian sebagian besar penduduk di Indonesia terutama di daerah pedesaan yang masih terdapat banyak lahan untuk dijadikan areal perkebunan, ladang dan juga persawahan. Areal persawahan terutama sawah irigasi, begitu mengandalkan ketersediaan air sungai dan hujan untuk kepentingan pengairan lahan - lahan yang ditanami tanaman yang membutuhkan banyak air dalam pembudi dayaannya. Metode pengairan lahan persawahan inilah yang biasanya disebut sebagai irigasi.

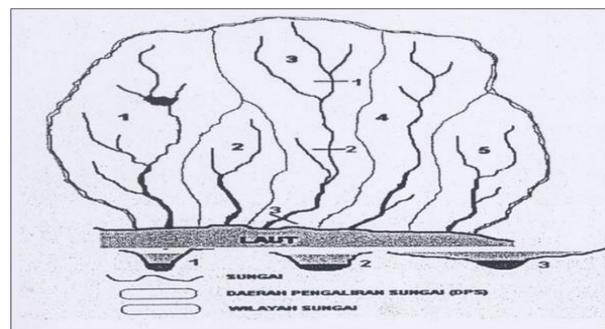
Kebutuhan air irigasi seperti lahan yang ditanami padi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, evaporasi, jenis dan umur tanaman, tanah (tekstur, struktur dan tebal tanah), cara irigasi serta kualitas saluran irigasi. Dimana faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kehilangan air pada saluran irigasi. Kebutuhan air irigasi tersebut dapat diketahui dengan menghitung banyaknya kebutuhan air untuk tanaman seluruh daerah irigasi. Dengan mengetahui besarnya kebutuhan air untuk irigasi, maka dapat digunakan untuk menentukan luas wilayah irigasi yang seharusnya ada, serta pola tanam yang sesuai dengan ketersediaan air yang ada. Dimana hal ini terkait dengan ketersediaan air untuk pengairan tersebut. Pada musim-musim tertentu di Pantai Pantoloan terjadi gelombang tinggi sehingga bisa mengganggu aktifitas bongkar muat. Selain itu, gelombang dapat mempengaruhi bentuk pantai atau morfologi. Sehingga untuk perencanaan baik untuk Pelabuhan maupun bangunan Pengaman Pantai parameter gelombangnya dapat diprediksi.

b. Sungai

Sungai adalah aliran air alami dari daerah hulu ke daerah hilir. Aliran alami sungai merupakan sumber utama untuk memenuhi air bagi manusia.

Hutan di pegunungan merupakan daerah tangkapan hujan. Dari daerah tangkapan hujan air mengalir pada anak-anak sungai menuju daerah bawah dan laut. Secara alami, sungai mengalir sambil melakukan aktivitas yang satu sama lain saling berhubungan. Aktivitas tersebut, antara lain erosi (pengikisan), pengangkutan (*transportasi*), dan pengendapan (*sedimentasi*). Ketiga aktivitas tersebut tergantung pada faktor kemiringan daerah aliran sungai, volume air sungai, dan kecepatan aliran (Soedjarwadi, 1987).

Daerah pengaliran suatu sungai memiliki corak dan karakteristik yang beragam. Berikut adalah contoh aliran sungai seperti pada **Gambar 1**.



Gambar. 1 Daerah pengaliran sungai
(Sosrodarsono,1988)

c. Debit Sungai

Debit adalah suatu koefisien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatuan waktu, biasanya diukur dalam satuan liter per/detik, untuk memenuhi kebutuhan air pengairan, debit air harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran yang telah disiapkan (Anonim, 1994).

Pengukuran debit dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu (Anonim,1994):

1. Pengukuran volume air sungai
2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai
3. Pengukuran dengan menggunakan bahan kimia yang dialirkan dalam sungai
4. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukur debit.

d. Irigasi

Irigasi didefinisikan sebagai bentuk pemanfaatan air pada tanah atau lahan pertanian untuk penyediaan cairan yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman (Vaugh E. Hansen, dkk 1986).

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran serta kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis antara lain jaringan irigasi sederhana, jaringan irigasi semi teknik, dan jaringan irigasi teknik, seperti yang dirinci pada **Tabel 1**, berikut ini:

Tabel 1. Klasifikasi Jaringan Irigasi.

Klasifikasi	Jaringan irigasi		
	Teknis	Semiteknis	Sederhana
Bangunan utama	Permanen	Semi Permanen	Sementara
Kemampuan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Tidak mampu mengatur/mengukur
Jaringan Saluran	Saluran pemberi dan pembuang terpisah	Saluran pemberi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran pemberi dan pembuang menjadi satu
Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan dentitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
Efisiensi secara keseluruhan	50-60%	40-50%	<40%
Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2000 Ha	<500 Ha
Jalan usaha Tani	Ada ke seluruh areal	Hanya sebagian areal	Cenderung tidak ada
Kondisi O dan P	- Ada instansi yang menangani - Dilaksanakan teratur	Belum Teratur	Tidak ada O dan P

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi (KP-01, 1986) Bandung)

e. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah hujan yang jatuh di atas daerah irigasi dan secara langsung dapat

dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman (KP – 01, 1986).

Untuk keperluan irigasi tanaman padi, curah hujan efektif (R_e) direncanakan 70% dari curah hujan rata-rata tengah bulanan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20% (R_{80}). Sedangkan untuk keperluan tanaman Palawija, kemungkinan terpenuhi 50% (KP Penunjang,1986). Curah hujan efektif ditentukan dengan persamaan:

$$R_e \text{ Padi} = 0,7 \times \frac{1}{15} R(\text{setengah bulan})$$

$$R_e \text{ Palawija} = 0,80 \cdot R_{50} - 25 / 30$$

(Jika $R_{50} > 75 \text{ mm/bulan}$) (3.2)

$$R_e \text{ Palawija} = 0,60 \cdot R_{50} - 10 / 30$$

(jika $R_{50} < 75 \text{ mm/bulan}$).

Untuk irigasi padi, curah hujan efektif bulanan diambil 70 persen dari curah hujan tengah-bulanan dengan periode ulang 10 tahun yang kemungkinan dapat terlampaui 80% atau tidak terlampaui 20% dari waktu dalam periode tersebut.

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

dimana:

R_e = Curah hujan efektif, mm/hari

R_{80} = Curah hujan tengah-bulanan yang terlampaui 80% dari waktu, mm

f. Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam perencanaan proyek–proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*), yang tujuannya adalah untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai. Dalam standar perencanaan irigasi (KP-01, 1986) dijelaskan bahwa debit andalan merupakan debit minimum sungai dengan kemungkinan terpenuhi yang ditentukan 80% dan kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%. Untuk menentukan besarnya debit minimum dengan kemungkinan terpenuhi 80% digunakan metode rangking debit dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Data debit bulanan diurut dari yang kecil hingga yang besar.
2. Q_{80} ditentukan dengan memilih rangking dari urutan terkecil

Besarnya debit andalan dapat dihitung dengan beberapa metode yang tentunya disesuaikan dengan data data yang ada. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode F.J. Mock.

g. Metode F.J Mock

Metode F.J.Mock pertama kali ditemukan oleh F.J.Mock. Dengan metode ini, besarnya aliran dari

data curah hujan, karakteristik hidrologi daerah pengaliran dan evapotranspirasi dapat dihitung. Adapun ketentuan dari metode sebagai berikut:

1. Data Curah Hujan yang digunakan adalah curah hujan harian, setengah bulanan atau bulanan rata-rata.
2. Perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan metode Penman
3. Nilai evapotranspirasi yang digunakan adalah evapotranspirasi terbatas (*limited evapotranspirasi*).

Kebutuhan air untuk tanaman adalah banyaknya air yang dibutuhkan sejak masa pengolahan tanah, pertumbuhan tanaman sampai masa panen. Secara umum perkiraan banyaknya air yang dibutuhkan untuk tanaman pada suatu petak sawah meliputi:

1. Kebutuhan air untuk masa penyiapan lahan (*IR*)
2. Kebutuhan air untuk masa pertumbuhan (*Etc*).
3. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (*WLR*)

Adapun kebutuhan bersih air di sawah untuk tanaman padi (*NFR*) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Trianti dkk, 1996)

$$NFR = Etc + P + WLR - Re \quad (2)$$

Sedangkan banyaknya air yang dibutuhkan oleh tanaman palawija dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \quad (3)$$

h. Kebutuhan Air Masa Penyiapan Lahan.

Untuk menentukan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra pada tahun 1968. Metode ini didasarkan pada laju air konstan dalam liter/detik selama periode penyiapan lahan dengan persamaan sebagai berikut: (KP-01, 1986).

$$IR = M \cdot e^k / e^k - 1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan, mm/hari

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, $M = E_0 + P$, mm/hari.

E_0 = Evaporasi air terbuka

P = Perkolasi, mm/hari

K = MT / S

T = Jangka waktu penyiapan lahan, hari.

S = Kebutuhan air.

E = Bilangan eksponensial.

i. Kebutuhan Air Masa Pertumbuhan

Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman atau penggunaan konsumtif adalah kebutuhan untuk

mengganti lapisan air yang hilang akibat evapotranspirasi (*Eto*) dan perkolasi (*P*), mulai dari bibit padi ditanam sampai padi mulai menguning (KP – 01, 1986)

Besarnya kebutuhan air tanaman (*Etc*) merupakan hasil kali dari *evapotranspirasi* dengan faktor koefisien tanaman *kc*. Dalam perhitungan *transpirasi* digunakan Metode Penman Modifikasi.

j. Kebutuhan Air Untuk Mengganti Lapisan Air

Penggantian lapisan air di sawah dilakukan agar pada dapat tumbuh secara normal, serta untuk mengganti lapisan air yang hilang selama transplantasi. Pergantian lapisan air dilakukan sebanyak 2 kali yaitu 1 bulan dan 2 bulan sesudah transplantasi yang besarnya masing-masing 3,3 mm/hari (KP – 01,1986).

k. Pola Tanam Rencana

Pola tanam merupakan rencana urutan jadwal penanaman jenis tanaman pada suatu daerah irigasi dalam jangka waktu satu tahun atau lebih.

Setelah ada pola tanam rencana, maka penentuan awal tanamannya dilakukan dengan cara mencoba-coba menggeser awal waktu tanamnya dengan periode 45 hari agar diperoleh luas tanam maksimumnya.

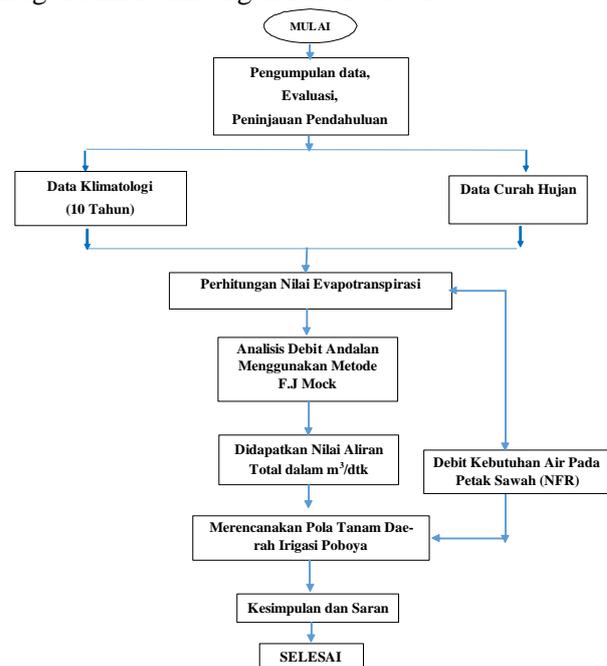
Neraca Air (*Water Balance*).

Neraca air dipintu pengambilan untuk setiap periode pemberian air irigasi, dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$NA = Q \text{ tersedia} - Q \text{ kebutuhan}$$

METODE PENELITIAN

Bagan Alir Perhitungan Perencanaan



Gambar 2. Bagan Alir Perhitungan Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk data-data yang akan digunakan dalam menganalisis ketersediaan air (debit kebutuhan) secara keseluruhan mencakup antara lain:

- a. Data Curah Hujan setengah Bulanan.
- b. Data Curah Hujan Rata-rata Bulanan.
- c. Data Curah Hujan Harian

- d. Data Penyinaran Matahari Rata-rata
 - e. Data Temperatur Udara Rata-rata
 - f. Data Kecepatan Angin Rata-rata
 - g. Data Kelembapan Udara Rata-rata
- Untuk perhitungan *Evapotranspirasi* Bulan berikutnya dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 2. Perhitungan Evapotranspirasi

URAIAN	KET	BULAN											
		Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur Udara (°C)	data	27,30	27,70	27,60	26,90	27,50	26,80	28,20	28,10	27,80	28,60	28,90	28,90
Kecepatan angin (U) Km/hr	data	16,00	16,00	16,00	14,00	14,00	13,00	16,00	15,00	16,00	17,00	16,00	15,00
f(u) = 0,27 (1+U/100)	hitung	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31
Penyinaran Matahari (%)	data	58,80	64,30	42,90	50,50	67,50	60,50	82,50	79,00	77,50	71,50	81,20	72,00
Kelembapan relatif RH (%)	data	76,00	74,30	76,30	80,00	77,40	80,40	71,90	69,60	71,20	71,90	71,60	71,40
Tekanan uap jenuh ea (m bar)	Tabel 3.3	36,36	37,24	37,02	35,48	36,80	35,26	38,34	38,12	37,46	39,22	39,22	39,88
Tekanan uap aktual ed = ea x RH/100	hitung	27,63	27,67	28,25	28,38	28,48	28,35	27,57	26,53	26,67	28,20	28,08	28,47
ea - ed	hitung	8,73	9,57	8,77	7,10	8,32	6,91	10,77	11,59	10,79	11,02	11,14	11,41
Faktor W	Tabel 3.4	0,751	0,763	0,762	0,757	0,762	0,756	0,767	0,766	0,764	0,770	0,770	0,772
(1 - W)	hitung	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23	0,23	0,23
Radiasi ekstra matahari, Ra (mm/hr)	Tabel 3.7	15,00	15,50	15,70	15,30	14,40	13,90	14,10	14,80	15,30	15,40	15,10	14,80
Maksimum Penyinaran matahari, N	Tabel 3.8	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
n=N x penyinaran Matahari (%)	hitung	7,06	7,72	5,15	6,06	8,10	7,26	9,90	9,48	9,30	8,58	9,74	8,64
Rasio Keawanan, n/N	hitung	0,59	0,64	0,43	0,51	0,68	0,61	0,83	0,79	0,78	0,72	0,81	0,72
Radiasi diterima matahari Rs=(0,25 + 0,5n/N)Ra	hitung	8,16	8,86	7,29	7,69	8,46	7,68	9,34	9,55	9,75	9,36	9,91	9,03
Rns= (1-a) Rs, a=0,25	hitung	6,12	6,64	5,47	5,77	6,35	5,76	7,01	7,16	7,32	7,02	7,43	6,77
efek Temperatur, f(t)	Tabel 3.6	16,16	16,24	16,22	16,08	16,20	16,06	16,34	16,32	16,26	16,42	16,42	16,48
F(ed) = 0,34-0,044 (ed)/0,5	hitung	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N	hitung	0,63	0,68	0,49	0,55	0,71	0,64	0,84	0,81	0,80	0,74	0,83	0,75
Rn1 = f(T). f(ed). f(n/N)	hitung	1,11	1,20	0,84	0,94	1,21	1,09	1,50	1,50	1,46	1,30	1,46	1,30
Energi sisa, Rn = Rns - Rn1	hitung	5,01	5,45	4,63	4,82	5,14	4,67	5,51	5,66	5,85	5,72	5,97	5,47
U (m/det)	konversi	0,19	0,19	0,19	0,16	0,16	0,15	0,19	0,17	0,19	0,20	0,19	0,17
Faktor Koreksi C	Tabel 3.9	1,10	1,10	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,10	1,10	1,15	1,15
ETo = C.(W.Rn + (1-W).f(u).(ed - ea)), mm/hr	hitung	4,89	5,35	4,18	4,18	4,30	3,84	5,01	5,18	5,80	5,72	6,21	5,79
Eto,koversi (mm/bulan)	konversi	151,63	149,90	129,73	125,51	133,25	115,22	155,26	160,49	179,67	177,43	186,30	179,44

a. Analisis Ketersediaan Air (Debit Andalan)

Adapun langkah perhitungan ketersediaan air atau debit andalan pada Sungai Poboya dengan Metode F.J. Mock dapat dilihat pada contoh perhitungan pada Bulan Januari Tahun 2006 sebagai berikut :

1. Data-data perhitungan untuk Bulan Januari Tahun 2006 :
 Curah Hujan Bulanan (R) = 40,3 mm/bln
 Jumlah Hari Hujan (n) = 10 hari
 Evapotranspirasi Potensial bulanan pada tabel 5.1 untuk bulan Januari diperoleh ETo = 151,63 mm/bulan.
2. Menentukan faktor singkapan tanah (m) dengan memperhatikan curah hujan. Pada bulan Januari tahun 2006 curah hujan berkisar 40,3 mm/bulan. Berdasarkan curah hujan tersebut dapat dikatakan bahwa kondisi lahan pada waktu itu tidakbanyak ditumbuhi oleh tanaman sehingga faktor terbukanya tanah dapat dikatakan besar atau m= 50%.
3. Menghitung perubahan evapotranspirasi (Ee) :
 $Ee = ETo (m/20) x (18-n)$
 $= 151,63 x (50/20) x (18-10)$
 $= 30,33 \text{ mm/bulan}$
4. Menghitung evapotranspirasi aktual (Ea) :
 $Ea = ETo - Ee$
 $= 151,63 - 30,63$
 $= 121,30 \text{ mm/bulan}$

5. Menentukan Jumlah keseimbangan air atau *Water Ballance* (ΔS) :
 $(\Delta S) = R - Ea$
 $= 40,30 - (121,30)$
 $= -81,00 \text{ mm/bulan}$
 (karena hasilnya (-) maka dianggap 0)
6. *Limpasan Badai* (SR)
 $(SR) = PFxR$
 $= 5\% x 40,30$
 $= 2,02 \text{ mm/bulan}$
7. Menentukan kandungan air tanah
 Bila nilai ΔS negatif maka kapasitas kelembapan tanah akan berkurang dan bila nilai ΔS positif maka kapasitas kelembapan tanah akan bertambah
8. Menentukan kapasitas kelembapan tanah (*Soil Moisture*).
 Untuk kelembapan awal dalam perhitungan ini SMC diambil antara 50 mm sampai dengan 200 mm. Maka diambil SMC 200 mm.
9. Kelebihan air (*Water Surplus*)
 Pada bulan Januari karena nilai ΔS nol (0,00) maka nilai kelebihan air adalah = 0,00 mm/bulan.
10. Koefisien Infiltrasi dan Faktor Resesi aliran air.
 Koefisin nilai infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan

kemiringan tanah Batasan koefisien infiltrasi adalah 0 - 1 Untuk koefisien infiltrasi (i) dan Faktor resesi aliran (k) diambil:

- Koefisien Infiltrasi (i) = 40% = 0,4
- Faktor resesi aliran air (k) = 60% = 0,6

11. Menentukan *Infiltrasi* (i)

Untuk Infiltrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$i = \text{Kelebihan air} \times \text{Koefisien Infiltrasi} \\ = 0,00 \times 0,4 = 0,00 \text{ mm/bulan}$$

12. Menentukan Nilai $0,5 (1+k) i$, dimana $k = 0,6$ sehingga :

$$0,5 (1+k) i = 0,8 \times i, \text{ maka} \\ = 0,8 \times 0,00 \\ = 0,00 \text{ mm/bulan}$$

13. Menghitung Penyimpanan air tanah (*Water Storage*)

Untuk penyimpanan air awal $V_{(n-1)}$ diambil = 50 mm sehingga :

$$K \times V_{(n-1)} = 0,6 \times 50 = 30 \text{ mm/bulan}$$

14. Volume Penyimpanan

Untuk Volume Penyimpanan (V_n) dapat dihitung dengan rumus:

$$V_n = (0,8 \times i) + (k \times V_{(n-1)}) \\ = 0,00 + 30 \\ = 30,00 \text{ mm/bulan}$$

15. Menghitung perubahan Volume aliran air dalam tanah.

Untuk besarnya perubahan volume aliran air dalam tanah (ΔV_n) dapat dihitung dengan rumus:

$$\Delta V_n = V_n - V_{(n-1)} \\ = 30 - 50$$

$$= -20 \text{ mm/bulan}$$

16. Menentukan aliran dasar (*Base Flow*)

Aliran dasar (BF) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$BF = i - \Delta V_n \\ = -20 - 0,00 \\ = 20 \text{ mm/bulan}$$

17. Menghitung limpasan langsung (*Direct Runoff*)

Limpasan langsung (DR) dapat dihitung dengan rumus:

$$DR = W_s - i \\ = 0,00 - 0,00 \\ = 0,00 \text{ mm/bulan}$$

18. Menentukan Limpasan Total (*Run off*)

Limpasan Total (Ro) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Ro = BF + DR + SR \\ = 20 + 0,00 + 2,02 \\ = 22,02 \text{ mm/bulan}$$

19. Menghitung Debit efektif (Q_n)

Diketahui Data-data sebagai berikut :

- Luas *Catchment Area* (A) = 46,642 Km²
- Jumlah Hari dalam Bulan Januari = 31 hr

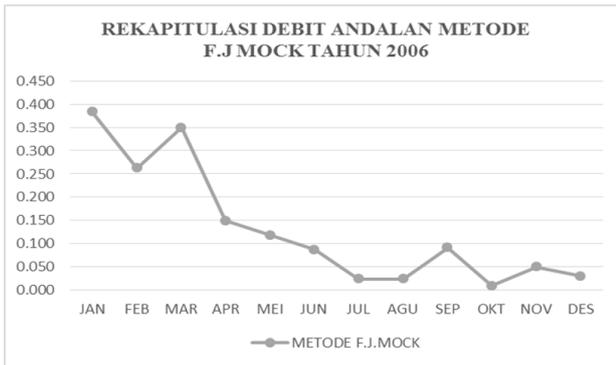
Maka untuk debit efektif (Q_n) dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = \frac{22,02 \times 46,642 \times 1000}{60 \times 60 \times 24 \times 31} \\ = 0,3834 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk Perhitungan Metode F.J.Mock pada Tahun berikutnya bisa dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Debit Andalan (Metode F.J Mock)

No	URAIAN	Satuan	Keterangan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	D.A.T.A														
2	Curah Hujan Bulanan (R)	mm/Bulan		40,30	20,30	130,20	89,90	77,70	61,60	6,00	14,00	93,20	4,60	51,50	31,30
1	Jumlah Hari Hujan (n)	hari		10,00	7,00	8,00	11,00	13,00	17,00	3,00	5,00	10,00	3,00	10,00	8,00
ii	EVAPOTRANSPIRASI (AKTUAL) (ea)														
3	Bapotranspirasi Potensial (E _{to})	mm/Bulan	Data	151,650	149,900	129,726	125,511	133,251	115,221	155,285	160,485	179,665	177,429	186,298	179,437
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	%	Asumsi	50,00	50,00	30,00	40,00	40,00	40,00	30,00	30,00	40,00	30,00	30,00	30,00
5	(m/20) (25-n)	%	Hitung	20,00	27,50	15,00	14,00	10,00	2,00	22,50	19,50	16,00	22,50	12,00	15,00
6	E _a = [(m/20) (25-n)/100] x E _{to}	mm/Bulan	(5) x (3)	30,33	41,22	19,46	17,57	13,33	2,30	34,93	31,29	26,75	39,92	22,36	26,92
7	E _a = E _{to} - E _a	mm/Bulan	(3)-(6)	121,30	108,68	110,27	107,94	119,92	112,92	120,33	129,19	150,92	137,51	163,94	152,52
iii	KESEMBANGAN AIR & LIMPASAN BADAI														
8	ΔS = R - E _a	mm/Bulan	(1) - (7)	0,00	0,00	19,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Limpasan Badai (SR) = PF x R	mm/Bulan	5% x (2)	2,02	1,02	6,51	3,50	3,89	3,08	0,30	0,70	4,66	0,23	2,58	1,57
10	Kandungan Air Tanah (KAS)	mm/Bulan		0,00	0,00	13,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	mm	SMC = (10)	200,00	200,00	200,00	201,00	202,00	203,00	204,00	205,00	206,00	207,00	208,00	209,00
12	Kelebihan Air (WS)	mm/Bulan	(8) - (10)	0,00	0,00	6,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
iv	LIMPASAN & PENYIMPANAN														
13	Infiltrasi (i) = 0,40 WS	mm/Bulan	0,4x(12)	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,5(K+1) x i, dimana K = 0,6	mm/Bulan		0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	K x (V _{n-1})	mm/Bulan	0,6 x 100	30,00	17,40	9,94	5,62	2,77	1,06	0,04	-0,58	-0,95	-1,17	-1,30	-1,38
16	Volume Penyimpanan (V _n)	mm/Bulan	(14) + (15)	30,00	17,40	10,36	5,62	2,77	1,06	0,04	-0,58	-0,95	-1,17	-1,30	-1,38
17	ΔV _n = V _n - (V _{n-1})	mm/Bulan		-20,00	-12,60	-7,04	-4,74	-2,85	-1,71	-1,02	-0,61	-0,37	-0,22	-0,13	-0,08
18	Aliran Dasar (BF) = i - ΔV _n	mm/Bulan	(13) - (17)	20,00	12,60	7,89	4,74	2,85	1,71	1,02	0,61	0,37	0,22	0,13	0,08
19	Limpasan Langsung (DR) = WS - i	mm/Bulan	(12) - (13)	0,00	0,00	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Limpasan Total (Ro) = BF + DR + SR	mm/Bulan	(18) + (19) + (9)	22,02	13,62	20,06	8,24	6,73	4,79	1,32	1,31	5,03	0,45	2,71	1,64
21	Luas Daerah Tangkapan (A)	km ²		46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642	46,642
22	Debit (Q _n)	m ³ /dtk		0,3834	0,2625	0,3493	0,1483	0,1172	0,0862	0,0231	0,0229	0,0905	0,0079	0,0487	0,0286
23	Jumlah Hari dalam satu Bulan	hari		31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00



Gambar 3. Grafik Debit Andalan F.J.Mock Tahun 2006

digunakan rumus persamaan:

$$Re\ Padi = 0,7 \times \frac{1}{15} R(\text{setengahbulan})$$

- c. Curah Hujan efektif untuk tanaman Palawija digunakan persamaan :

$$Re\ Palawija = \frac{0,80 \cdot R_{60} - 25}{30}$$

(jika $R_{50} > 75\text{mm/bulan}$)

$$Re\ Palawija = \frac{0,80 \cdot R_{60} - 25}{30}$$

(jika $R_{50} > 75\text{mm/bulan}$)

b. Curah Hujan

- a. Curah Hujan Efekti
- b. Curah Hujan efektif untuk padi

Tabel 4. Rekapitulasi Debit Andalan

TAHUN	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2006	0.383	0.262	0.349	0.148	0.117	0.086	0.023	0.023	0.090	0.008	0.049	0.029
2007	0.445	0.328	0.190	0.165	0.165	0.192	0.225	0.195	0.095	0.054	0.138	0.108
2008	0.380	0.255	0.265	0.169	0.099	0.126	0.262	0.284	0.117	0.181	0.094	0.041
2009	0.358	0.297	0.211	0.261	0.096	0.101	0.093	0.039	0.026	0.026	0.097	0.095
2010	0.400	0.274	0.151	0.187	0.168	0.209	0.199	0.183	0.210	0.122	0.085	0.054
2011	0.405	0.328	0.187	0.123	0.106	0.163	0.074	0.099	0.183	0.093	0.099	0.086
2012	0.444	0.266	0.188	0.204	0.075	0.122	0.244	0.153	0.037	0.060	0.054	0.136
2013	0.393	0.270	0.178	0.168	0.132	0.185	0.214	0.149	0.182	0.105	0.270	0.124
2014	0.468	0.276	0.177	0.153	0.157	0.076	0.089	0.212	0.065	0.057	0.070	0.180
2015	0.397	0.299	0.204	0.178	0.103	0.199	0.056	0.020	0.043	0.024	0.077	0.003

Tabel 5. Rangkaian Debit Andalan

RANKING	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1	0.358	0.255	0.151	0.123	0.075	0.076	0.023	0.020	0.026	0.008	0.049	0.003
2	0.380	0.262	0.177	0.148	0.096	0.086	0.056	0.023	0.037	0.024	0.054	0.029
3	0.383372	0.265677	0.178147	0.153278	0.099163	0.100539	0.074449	0.039312	0.042617	0.026203	0.06955	0.041257
4	0.393	0.270	0.187	0.165	0.103	0.122	0.089	0.099	0.065	0.054	0.077	0.054
5	0.397	0.274	0.188	0.168	0.106	0.126	0.093	0.149	0.090	0.057	0.085	0.086
6	0.400	0.276	0.190	0.169	0.117	0.163	0.199	0.153	0.095	0.060	0.094	0.095
7	0.405	0.297	0.204	0.178	0.132	0.185	0.214	0.183	0.117	0.093	0.097	0.108
8	0.444	0.299	0.211	0.187	0.157	0.192	0.225	0.195	0.182	0.105	0.099	0.124
9	0.445	0.328	0.265	0.204	0.165	0.199	0.244	0.212	0.183	0.122	0.138	0.136
10	0.468	0.328	0.349	0.261	0.168	0.209	0.262	0.284	0.210	0.181	0.270	0.180

Ket:

- Debit Andalan diambil Ranking $\frac{n}{5} + 1$ Dimana n adalah Jumlah Tahun
- $M = \frac{n}{5} + 1 = \frac{10}{5} + 1 = 3$
- Debit Andalan Pada Ranking Ke-3

c. Rencana Pola Tanam

Pola Tanam merupakan ketentuan tentang urutan jenis tanaman yang disertai jenis penanaman pada suatu daerah irigasi dalam jangka waktu tertentu (satu tahun atau lebih). Dengan melihat debit andalan atau ketersediaan air (**tabel 5.**), awal musim tanam dicoba dengan 3 alternatif, yaitu :

- Awal Bulan Desember (tanggal 1 Desember)
- Pertengahan Bulan Desember (tanggal 15 Desember)
- Awal Bulan Januari (tanggal 1 Januari)

POLA TANAM	BULAN											
	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Alternatif A	Penyiapan lahan		Padi				Penyiapan lahan		Padi		Palawija	
Alternatif B	Penyiapan lahan		Padi				Penyiapan lahan		Padi		Palawija	
Alternatif C	Penyiapan lahan		Padi				Penyiapan lahan		Padi		Palawija	

Gambar 4. Rencana Pola Tanam pada Daerah Irigasi Poboya

Tabel 6. Harga-harga koefisien tanaman

Periode tengah bulanan	PADI				KEDELAI
	NECEDO / PROSIDA		FAO		
	Varietas biasa	Varietas unggul	Varietas biasa	Varietas unggul	
1	1,2	1,2	1,1	1,1	0,5
2	1,2	1,27	1,1	1,1	0,75
3	1,32	1,33	1,1	1,05	1,0
4	1,4	1,3	1,1	1,05	1,0
5	1,35	1,3	1,1	0,95	0,82
6	1,24	0	1,05	0	0,45
7	1,12		0,95		
8	0		0		

(Sumber : KP-01,1986)

d. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air ditingkat persawahan (*IR*) pada masa penyiapan lahan dapat dilihat dari **Tabel 3**, dimana untuk jangka waktu penyiapan lahan selama 45 hari dengan kebutuhan air $s = 300$ mm, diperoleh nilai *IR* sebagai berikut :

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1}$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan pada masa *LP*, mm/hr

$M = E_0 + P$ = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, mm/hr.

$E_0 = 1,1 E_{to}$ = Evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan, mm/hr

Jadi : $M = E_0 + P$

$$= (1,1 E_{to}) + P$$

$$= (1,1 \times 5,79) + 2$$

$$= 8,36 \approx 8,$$

$T = 45$ hari

$$S = 300 \text{ mm}$$

$$K = M.T/S = (8 \times 45)/300 = 12$$

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1}$$

$$= \frac{8,0 \cdot 2,718^{12}}{2,718^{12} - 1}$$

$$= 11,45 \text{ mm/hr}$$

$$= 0,42$$

Tabel 7. Luas daerah maksimum yang dapat terairi secara terus menerus pada D.I Poboya berdasarkan pola tanam padi-padi-palawija (Metode F.J. Mock)

PERIODE		Alternatif 1	A	Alternatif 2	B	Alternatif 3	C
		Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija
1	2	3	4	5	6	7	
Desember	1	0.0089			0.000		0.000
	2	0.0078		0.0232			0.000
Januari	1	0.0117		0.0210		0.0210	
	2	0.0078		0.0112		0.0217	
Februari	1	0.0070		0.0183		0.0223	
	2	0.0025		0.0190		0.0191	
Maret	1	0.0080		0.0192		0.0174	
	2	0.0062		0.0132		0.0195	
April	1	0.0086		0.0086		0.0126	
	2	0.0108		0.0000		0.0084	
Mei	1	0.0083		0.0223		0.0000	
	2	0.0081		0.0223		0.0223	
Juni	1	0.0087		0.0207		0.0214	
	2	0.0067		0.0156		0.0220	
Juli	1	0.0083		0.0172		0.0173	
	2	0.0082		0.0179		0.0161	
Agustus	1	0.0011	0.0084	0.0140		0.0208	
	2		0.0078	0.0104	0.0109	0.0074	
September	1		0.0122		0.0083	0.0120	0.0114
	2		0.0143		0.0126		0.0054
Oktober	1		0.0156		0.0162		0.0099
	2		0.0134		0.0165		0.0121
November	1		0.0091		0.0132		0.0119
	2		0.0099		0.0089		0.0132

Tabel 8. Kebutuhan pengambilan air (m³/s) untuk lahan fungsional dan potensial A= 12Ha

BULAN		Q andalan m ³ /dtk	LUAS AREAL MAX YANG DAPAT DIAIRI SECARA TERUS MENERUS		
			Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
			Ha	Ha	Ha
Desember	1	0.041	12.813	-	-
	2		6.315	2.133	-
Januari	1	0.383	39.307	21.878	21.878
	2		58.679	41.200	21.184
Februari	1	0.266	45.545	17.418	14.282
	2		129.388	16.787	16.682
Maret	1	0.178	26.883	11.122	12.256
	2		-	16.210	10.941
April	1	0.153	-	21.466	14.631
	2		17.107	-	21.978
Mei	1	0.099	14.358	5.340	-
	2		14.655	5.333	5.333
Juni	1	0.106	13.021	6.116	5.915
	2		19.039	8.117	5.768
Juli	1	0.074	27.039	5.205	5.173
	2		9.728	4.977	5.543
Agustus	1	0.039	316.811 / 329.117	3.376	2.328
	2		13.848	33.621 / 329.117	6.358
September	1	0.043	14.989	-	107.842 / 120.00
	2		9.269	13.581	-
Oktober	1	0.026	3.903	3.633	4.898
	2		5.371	3.526	3.633
November	1	0.070	24.288	11.148	8.546
	2		-	26.235	11.148

Ket :
 Padi
 Padi / Palawija
 Palawija

Tabel 9. Perhitungan K dan Neraca Air

No	Bulan	Q		Faktor K $= \frac{Q_{\text{andalan}}}{Q_{\text{kebutuhan}}}$	Neraca Air		Luas Lahan (A) (Ha)
		kebutuhan m ³ /dtk	andalan m ³ /dtk		Q _{andalan} - Q _{kebutuhan}	Q _{kebutuhan}	
1	2	3	4	5	6	7	
1	Jan	1	0,0117	0,383	32,7556	0,380	12,000
		2	0,0078		48,8895	0,376	
2	Feb	1	0,0070	0,266	37,9539	0,259	
		2	0,0025		107,8236	0,263	
3	Mar	1	0,0080	0,178	22,4027	0,170	
		2	0,0062		28,9199	0,172	
4	Apr	1	0,0096	0,153	15,9134	0,144	
		2	0,0108		14,2558	0,143	
5	Mei	1	0,0083	0,089	11,9646	0,091	
		2	0,0081		12,2122	0,091	
6	Jun	1	0,0097	0,101	10,3181	0,091	
		2	0,0067		15,0869	0,094	
7	Jul	1	0,0033	0,074	22,5329	0,071	
		2	0,0092		8,1063	0,065	
8	Agu	1	0,0011/0,0065	0,089	35,089/6,080	0,0882/0,0308	
		2	0,0078		5,066	0,032	
9	Sep	1	0,0122	0,043	3,489	0,030	
		2	0,0143		2,976	0,028	
10	Okt	1	0,0156	0,026	1,676	0,011	
		2	0,0134		1,951	0,013	
11	Nov	1	0,0091	0,070	7,636	0,060	
		2	0,0099		7,022	0,060	
12	Des	1	0,0039	0,041	10,677	0,372	
		2	0,0078		5,262	0,376	

KESIMPULAN

1. Dari debit andalan yang diperoleh dengan menggunakan metode F.J.Mock dan debit kebutuhan yang ada, untuk lahan yang fungsional (A=12,00 Ha) harga faktor K untuk seluruh bulan lebih dari 0.6 artinya air masih dianggap cukup untuk kebutuhan tanaman. Dari kondisi di atas dapat disimpulkan bahwa air yang tersedia di Sungai Poboya dapat mencukupi kebutuhan air pada D.I Poboya untuk lahan fungsional apabila dilakukan pembagian air secara terus-menerus.
2. Metode pola tanam rencana yang digunakan antara lain, Padi – Padi - Palawija yang terbagi menjadi tiga alternatif.
3. Berdasarkan debit andalan dan pola tanam rencana adalah sebagai berikut:
 - Padi I = 58,679 Ha
 - Padi II = 13,021Ha
 - Palawija = 4,187 Ha
 Jadi dapat disimpulkan bahwa debit air yang tersedia pada Sungai Poboya lebih cukup untuk mengaliri lahan fungsional yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi KP – 01*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Anonim, 1994, *“Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Direktorat Pengelolaan Air Irigasi, 2014, *Modul Pelatihan Pengenalan Jaringan Irigasi*, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.

Hansen, Vaughn. E., Israelsen, Orson W., Stringham, Glen E., 1986, *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.

Mock, F.J., 1973, *Water Availability Appraisal*, Food Agriculture Organization Of The United Nation, Bogor.

Soedjarwadi, 1987, *Dasar-dasar Teknik Irigasi*, KMTS-UGM, Yogyakarta.

Sosrodarsono, S, 1988, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Penerbit Pradanya Paramita, Jakarta.

Sosrodarsono, S, dan Takeda, K., 1993, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Penerbit Pradanya Paramita, Jakarta.