

OPTIMALISASI PEMANFAATAN AIR SUNGAI UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN IRIGASI

Liany A. Hendratta¹, Dave S. Kandey¹, Jeffry S. F. Sumarauw¹,
Djidon Watania², Ellen Cumentas², Sardjon Welliang², dan Franky Makasaeh²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado

² Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado

*lianyhendratta@yahoo.co.id

Pemasukan: 9 April 2021 Perbaikan: 24 Juni 2021 Diterima: 27 Juni 2021

Intisari

Bendung Polimaan yang memanfaatkan air Sungai Polimaan digunakan untuk mengairi sawah seluas 297,96 Ha. Akibat penurunan debit Sungai Polimaan terjadi kekurangan air di daerah layan Bendung Polimaan. Dalam 1 musim tanam, setengah luas total daerah layan tidak mendapat suplai air sehingga perlu dianalisis agar air Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Analisis ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan dengan menggunakan data sekunder dan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan model NRECA dan hasil kalibrasi yang paling mendekati adalah dengan tingkat keakuratan yang dihitung dengan menggunakan *Nash-Sutcliffe Coefficient* (E) sebesar 0,731. Kebutuhan air dihitung dengan menggunakan sistem pola tanam yaitu dengan membuat variasi pola tanam dan mengubah koefisien rotasi petak tersier. Dari 18 variasi pola tanam hanya 3 pola tanam yang tidak mengalami kekurangan air. Dua pola tanam menggunakan sistem pembagian air dengan 3 golongan dan 1 pola tanam lainnya menggunakan 2 golongan. Ketiga pola tanam tersebut hanya dilakukan 1 musim tanam pada tiap golongan dengan penjadwalan yang berbeda dan dilakukan rotasi pada tiap petak tersier sehingga hanya setengah lahan yang dapat digunakan pada tiap musim tanamnya.

Kata Kunci : Sungai Polimaan, NRECA, kebutuhan air irigasi, neraca air, pola tanam

Latar Belakang

Permasalahan kekurangan air pada suatu daerah irigasi dipengaruhi oleh meningkatnya kebutuhan air atau menurunnya ketersediaan air. Ketersediaan air dipengaruhi oleh potensi sumber air sedangkan kebutuhan air dipengaruhi oleh kebutuhan air pada daerah layan. Daerah Irigasi (DI) Ranoyapo untuk setelahnya ditulis menjadi DI Ranoyapo, memanfaatkan air sungai untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi dan Sungai Polimaan merupakan salah satu dari lima sungai yang dimanfaatkan airnya untuk mengairi areal pertanian di DI Ranoyapo. Terdapat 2 bendung yang digunakan sebagai intake jaringan irigasi di Sungai Polimaan, yaitu Bendung Polimaan yang mengairi 16 petak tersier dengan luas total 297,96 Ha dan

Bendung Polimaan I yang mengairi 1 petak tersier dengan luas 19,51 Ha. Daerah layan Bendung Polimaan mengalami masalah kekurangan air dimana dalam 1 musim tanam, kurang lebih setengah luas total daerah layan tidak mendapatkan suplai air sehingga dengan kondisi yang ada diperlukan kajian ketersediaan air dan penataan suplai air agar potensi air Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk memenuhi kebutuhan air irigasi.

Landasan Teori

Kajian pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam studi ini diawali dengan siklus hidrologi yang merupakan proses kontinyu di mana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi, serta evapotranspirasi yang merupakan proses di mana air menjadi uap. Perhitungan nilai evapotranspirasi menggunakan metode Penman-Monteith yang merupakan metode terbaik untuk menghitung besarnya evapotranspirasi tanaman acuan karena menunjukkan nilai estimasi kesalahan standar yang terkecil dibanding metode lainnya (FAO Paper, 1998). Rumus perhitungan metode Penman-Monteith (Monteith, 1965):

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta R_n + \gamma \frac{900}{(T+273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34 U_2)} \quad (1)$$

dengan:

ET_o = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

R_n = radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman (MJ/m²/hari)

T = suhu udara rata-rata (°C)

U₂ = kecepatan angin pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah (m/det)

e_s = tekanan uap air jenuh (kPa)

e_a = tekanan uap air aktual (kPa)

Δ = kemiringan kurva tekanan uap air terhadap suhu (kPa/°C)

γ = konstanta psikometrik (kPa/°C)

Model NRECA *Modified* dan kalibrasi Model NRECA digunakan dalam studi ini dimana kalibrasi model dilakukan untuk mengetahui keterkaitan data analisis model dan data terukur di lapangan. NRECA merupakan model hidrologi yang dikembangkan oleh Norman Crawford dan Steven Thurin melalui *National Rural Electric Cooperative Association* untuk menghitung debit aliran rendah khususnya untuk proyek pembangkit listrik. Persamaan dasar keseimbangan air model NRECA (Crawford & Thurin, 1981):

$$RO = P - AE + \Delta S \quad (2)$$

dengan:

RO = *Run Off* / Aliran Permukaan

P = *Precipitation* / Presipitasi

AE = *Actual Evaporation* / Penguapan Aktual

ΔS = *Delta Storage* / Perubahan Tampungan

Kalibrasi model dilakukan untuk memastikan parameter yang digunakan mendekati kondisi sebenarnya di lapangan. Ada beberapa parameter yang dapat diubah-ubah agar data analisis semakin mendekati kondisi lapangan, di antaranya:

a. PSUB dan GWF. Parameter PSUB dan GWF adalah parameter dengan sensitifitas tinggi sehingga diprioritaskan untuk diubah lebih dahulu.

Nilai PSUB bergantung pada permeabilitas tanah pada daerah tangkapan hujan.

- PSUB = 0,5 untuk daerah tangkapan hujan normal.
- $0,5 < PSUB \leq 0,9$ untuk daerah dengan akuifer permeabel yang besar.
- $0,2 \leq PSUB < 0,5$ untuk daerah dengan akuifer terbatas dan lapisan tanah yang tipis.

Nilai GWF bergantung pada kondisi tanah untuk menampung air.

- GWF = 0,5 untuk daerah dengan tampungan air normal.
- $0,5 < GWF \leq 0,9$ untuk daerah dengan tampungan air kecil.
- $0,2 \leq GWF < 0,5$ untuk daerah dengan tampungan air yang dapat diandalkan

b. Parameter c, SMS, GWS dan CROPF. Parameter di atas merupakan parameter dengan sensitivitas rendah, direkomendasikan untuk diubah jika nilai PSUB dan GWF sudah diubah.

- Parameter c = 0,2 untuk daerah dengan hujan sepanjang tahun dan c = 0,25 untuk daerah dengan hujan musiman.
- Nilai *Crop Factor*, $0,9 \leq CROPF \leq 1,1$.
- Nilai SMS dan GWS tidak ada batasan, namun perlu diperhatikan fluktuasinya agar seimbang.

Untuk menguji hasil kalibrasi, digunakan Uji Model Koefisien Nash-Sutcliffe untuk mengetahui keterkaitan data debit hasil analisis dan data debit terukur. Koefisien Nash-Sutcliffe (E) berkisar antara $-\infty$ sampai 1. Jika nilai efisiensi (E) semakin mendekati 1 menandakan data analisis dan data terukur sangat mirip, E=0 mengindikasikan data analisis mirip dengan rerata data terukur, sedangkan E<0 menandakan data rerata terukur lebih baik daripada data analisis. Persamaan Uji Model Koefisien Nash-Sutcliffe (Nash & Sutcliffe, 1970) sebagai berikut:

$$E = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - \bar{Q}_o)^2} \tag{3}$$

dengan:

Q_o = data debit terukur

Q_m = data debit analisis

Q_o^t = data debit terukur pada waktu ke-t

Apabila sudah didapat parameter terbaik hasil kalibrasi, maka parameter tersebut dapat diterapkan pada model lainnya.

Analisis debit andalan adalah debit minimum sungai yang dipengaruhi oleh nilai probabilitas. Untuk perencanaan irigasi, keandalan yang akan dihitung sebesar 80% yang artinya debit tersebut memiliki kemungkinan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20%.Tingkat keandalan dihitung dengan rumus Weibull:

$$P(\%) = \frac{m}{n+1} \times 100\% \tag{4}$$

Dimana $P(\%)$ adalah probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%); m adalah nomor urut data; dan n adalah jumlah data.

Studi penelitian ini juga menganalisis Kebutuhan Air Sawah (KAI) khususnya kebutuhan air di sawah untuk padi, dilanjutkan dengan analisis neraca air. Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air yang didapat dengan menghitung selisih antara ketersediaan dan kebutuhan air.

Kebutuhan air di sawah (KAI) untuk padi dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (5) dan dikonversi satuannya menjadi (m^3/det) dengan menggunakan persamaan (6):

$$KAI = ET_c + IR + WLR + P - R_e \quad (5)$$

$$KAI = \frac{KAI (A \times 10000)}{24 \times 3600} \quad (6)$$

dengan:

KAI = kebutuhan air irigasi sawah (mm/hari)

ET_c = kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

IR = kebutuhan air selama penyiapan lahan (mm/hari)

WLR = kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

R_e = hujan efektif (mm/hari)

A = luas areal irigasi (ha)

Debit saluran dihitung berdasarkan skema jaringan irigasi dengan melihat saluran primer, sekunder dan tersier. Perhitungan menggunakan persamaan (7):

$$Q = \frac{c \times KAI}{IE} \quad (7)$$

dengan:

Q = debit saluran (m^3/det)

c = koefisien rotasi, nilainya $0 \leq c \leq 1$. Jika $c=1$ menandakan pemberian air dilakukan secara terus menerus, sedangkan $c<1$ menandakan pemberian air dilakukan secara rotasi.

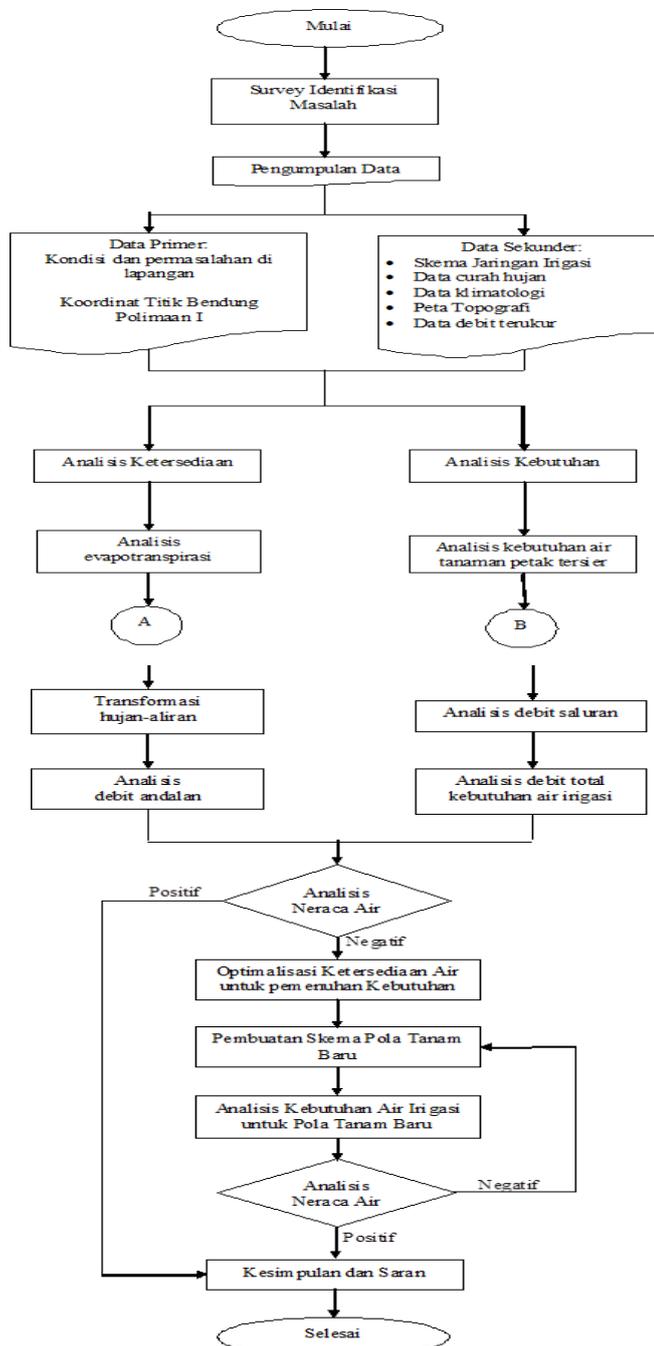
KAI = kebutuhan air irigasi sawah (m^3/det)

IE = efisiensi saluran, IE = 0,9 untuk saluran primer dan sekunder dan IE = 0,8 untuk saluran tersier.

Proses pengoptimalisasi pemanfaatan air untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi adalah proses mencari solusi terbaik agar dapat diperoleh hasil yang optimum sebagai upaya mengatasi masalah kekurangan air pada areal sawah, dengan mengubah beberapa parameter yaitu musim tanam, sistem golongan, koefisien rotasi petak tersier (c) dan waktu mulai menanam.

Metodologi Studi

Metodologi studi pada penelitian dilaksanakan sesuai bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Analisis neraca air merupakan selisih antara hasil analisis debit andalan dan hasil analisis debit total kebutuhan air irigasi. Jika neraca air negatif mengindikasikan adanya kekurangan air, maka perlu dibuat suatu skema pola tanam baru sehingga bisa diperoleh hasil neraca air yang positif sebagai bentuk optimalisasi ketersediaan air.

Hasil Studi dan Pembahasan

Data hidroklimatologi diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dan BMKG. Dikarenakan ketidaklengkapan data, maka untuk analisis evapotranspirasi hanya menggunakan data tahun 2011, 2013 dan 2014. Hasil analisis evapotranspirasi dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan untuk analisis ketersediaan air akan digunakan data 2008, 2009, 2010, 2011, 2013 dan 2014.

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan evapotranspirasi (Januari-Desember)

Bulan	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
Tahun	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	(mm/hari)											
2014	2,362	2,154	2,483	2,597	2,713	2,423	2,747	2,932	2,713	2,481	2,633	2,671
2013	2,189	2,297	2,392	2,386	2,783	2,814	2,013	2,576	2,417	2,735	2,879	2,823
2011	2,458	2,417	2,415	2,425	2,378	2,193	2,357	2,395	2,441	2,247	1,973	2,603
Rerata	2,336	2,289	2,430	2,469	2,624	2,477	2,372	2,635	2,524	2,488	2,495	2,699

Bulan	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
Tahun	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	(mm/hari)											
2014	2,892	3,187	2,518	2,198	2,544	3,197	3,272	2,805	2,345	2,360	2,330	2,329
2013	2,684	2,342	2,555	2,592	2,425	2,877	2,502	2,484	2,628	2,258	2,162	2,278
2011	2,873	2,703	2,740	2,724	2,295	2,498	2,242	2,244	2,539	2,579	2,357	2,347
Rerata	2,816	2,744	2,604	2,505	2,421	2,857	2,672	2,511	2,504	2,399	2,283	2,318

Analisis Model NRECA (Kalibrasi Model)

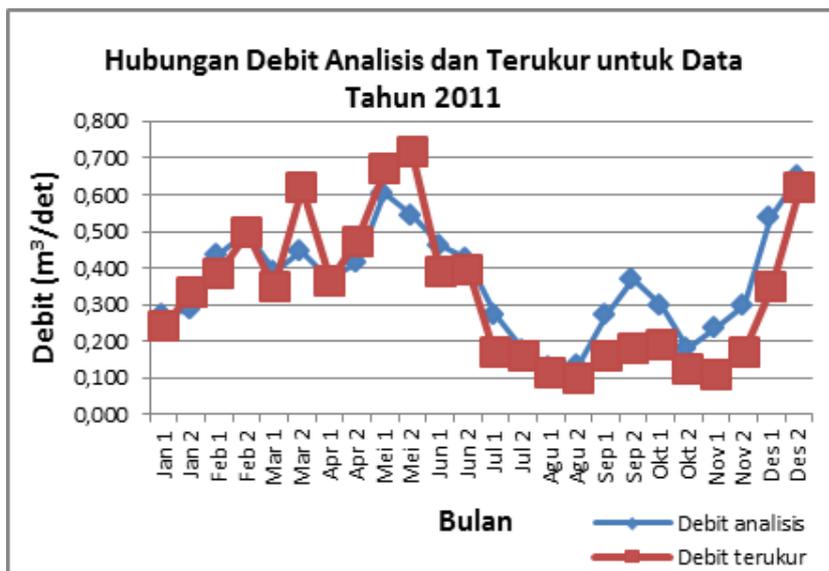
Dilakukan kalibrasi model untuk data tahun 2011 dengan data dasar seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data dasar kalibrasi NRECA tahun 2011

Luas Das = 6,3575 km ²	KA = 33,78
Curah Hujan Rerata Tahunan = 2509,49 mm	CROPF = 0,9
Koefisien C = 0,2	STORAGE = 784,711 mm
NOMINAL = 601,898 mm	GWS = 130,616 mm
PSUB = 0,900	Debit rata-rata = <u>analisis</u> <u>terukur</u> m ³ /det
GWF = 0,309	

Setelah dilakukan analisis model NRECA, hasil debit analisis dan terukur diuji dengan menghitung koefisien Nash-Sutcliffe (E)=0,731 maka disimpulkan data hasil analisis mirip dengan data terukur.

Setelah didapat hasil kalibrasi terbaik, parameter PSUB, GWF, SMS, GWS, dan CROPF yang sudah dikalibrasi, diterapkan pada perhitungan model NRECA untuk data tahun lainnya sehingga didapat debit analisis untuk data tiap tahun.

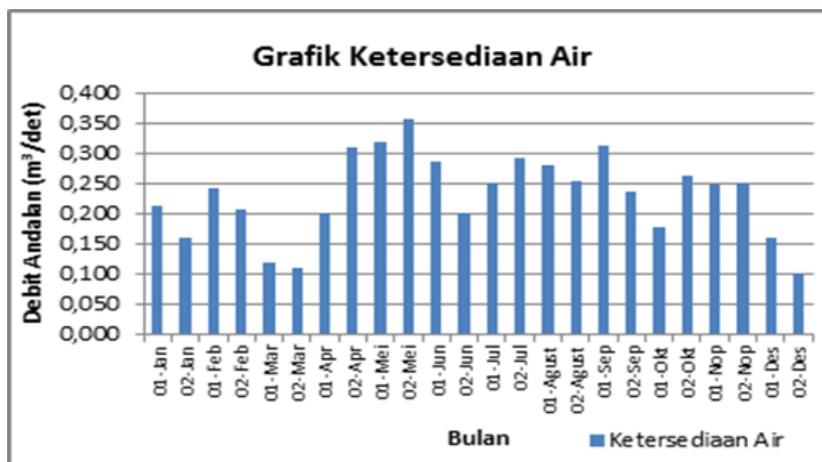


Gambar 2. Hubungan debit analisis dan terukur data tahun 2011

Analisis debit andalan dihitung dengan mengurutkan nilai debit pada minggu yang sama sesuai jumlah data dengan data yang nilainya paling besar pada nomor urut 1 dan data yang nilainya paling kecil pada nomor urut terakhir. Selanjutnya, dilakukan interpolasi untuk mendapat nilai Q pada probabilitas 80% pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan debit andalan (Q_{80})

Bulan	Q_{80} (m^3/det)	Bulan	Q_{80} (m^3/det)	Bulan	Q_{80} (m^3/det)	Bulan	Q_{80} (m^3/det)
Jan 1	0,214	Apr 1	0,201	Jul 1	0,252	Okt 1	0,180
Jan 2	0,162	Apr 2	0,311	Jul 2	0,293	Okt 2	0,265
Feb 1	0,243	Mei 1	0,320	Agu 1	0,282	Nov 1	0,249
Feb 2	0,209	Mei 2	0,359	Agu 2	0,256	Nov 2	0,253
Mar 1	0,120	Jun 1	0,286	Sep 1	0,315	Des 1	0,160
Mar 2	0,112	Jun 2	0,202	Sep 2	0,237	Des 2	0,103

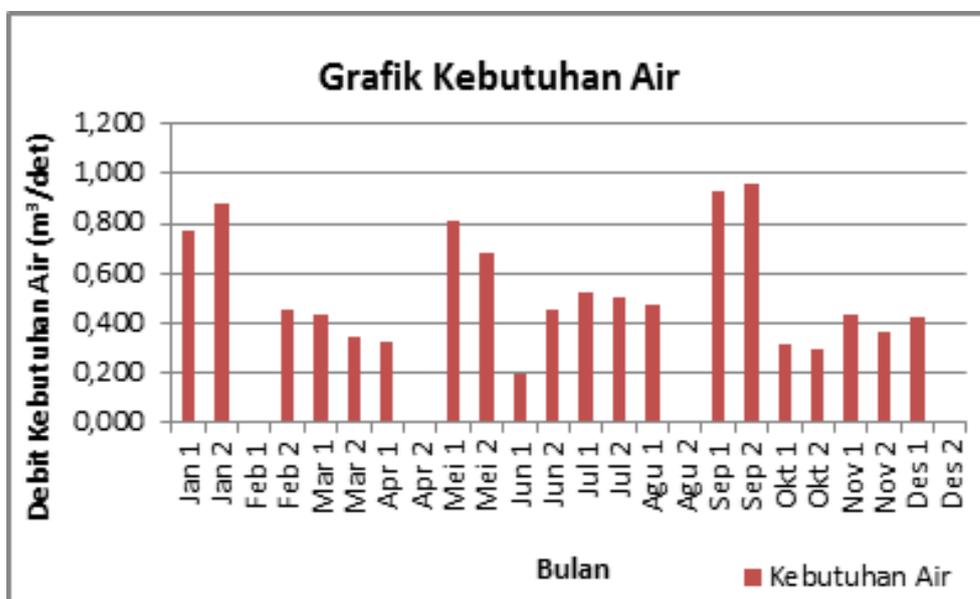


Gambar 3. Grafik Ketersediaan Air

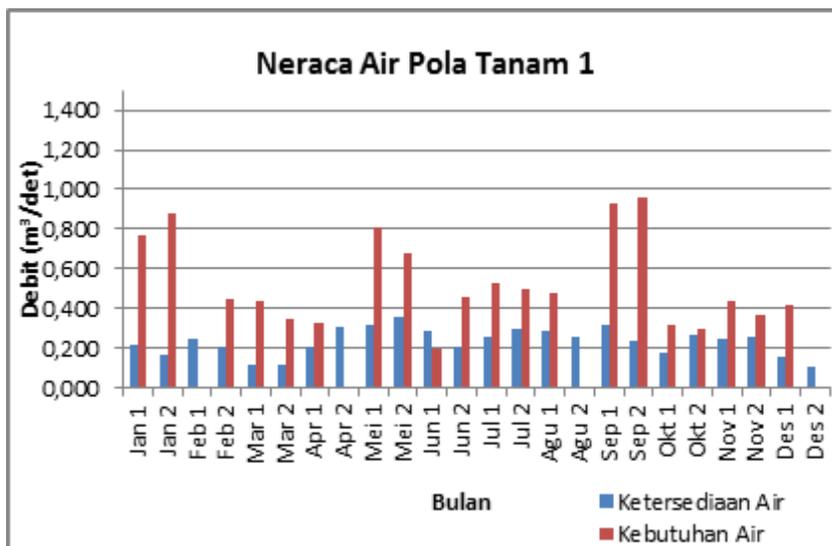
Debit saluran dihitung berdasarkan skema jaringan irigasi dan jenis saluran, baik tersier, sekunder dan primer. Debit pada saluran primer merupakan debit kebutuhan air pada titik Bendung Polimaan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Debit Saluran Primer untuk Pola Tanam 1

Bulan	BPL1- BPL0 (m ³ /det)	Bulan	BPL1- BPL0 (m ³ /det)
Jan 1	0,772	Jul 1	0,523
Jan 2	0,882	Jul 2	0,500
Feb 1	0,002	Agu 1	0,472
Feb 2	0,451	Agu 2	0,000
Mar 1	0,436	Sep 1	0,928
Mar 2	0,343	Sep 2	0,959
Apr 1	0,326	Okt 1	0,312
Apr 2	0,000	Okt 2	0,298
Mei 1	0,807	Nov 1	0,437
Mei 2	0,680	Nov 2	0,365
Jun 1	0,200	Des 1	0,421
Jun 2	0,455	Des 2	0,000



Gambar 4. Grafik kebutuhan air pola tanam 1



Gambar 5. Grafik Neraca Air Pola Tanam 1

Karena debit sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan tidak dapat mengalir seluruh areal sawah sekaligus dengan sistem pengairan terus menerus maka dilakukan berbagai sistem pola tanam. Ada 18 pola tanam dengan variasi musim tanam, golongan, sistem pembagian air dan koefisien rotasi petak tersier (c) seperti yang tertera pada Tabel 5. Kebutuhan air tiap pola tanam dihitung dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Setelah itu, dapat dihitung Neraca Air setiap Pola Tanam dan diperoleh data kekurangan air. Rekapitulasi kekurangan air dari tiap pola tanam dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 5. Variasi Pola Tanam beserta Pembagian Golongan

Pola Tanam	Golongan	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES		Jml Masa Tanam dlm setahun
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
1, 10	1	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	3
4, 13	1	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	2
2, 11	1	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	3
	2	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	
5, 14	1	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	2	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	
7, 16	1	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	2	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	
3, 12	1	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	3
	2	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	
	3	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	
6, 15	1	LP	C	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	LP	2
	2	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	
8, 17	1	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	2	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	-	-	
9, 18	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	1
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	
	3	LP	LP	C	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

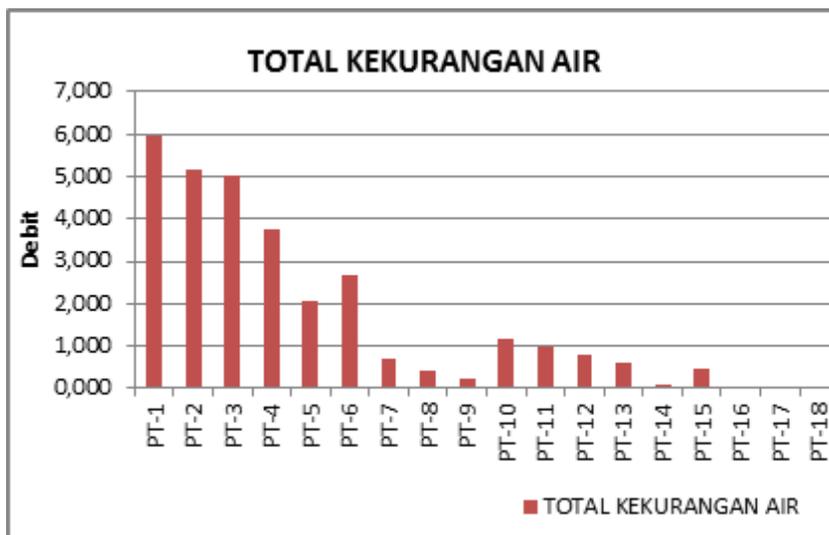
1. LP = Land Preparation (Penyiapan Lahan); C = Crop (Tanaman Bertumbuh)
2. Koefisien rotasi petak tersier (c) untuk Pola Tanam 1-9 c = 1; untuk pola Tana 10-18 c = 05

Tabel 6. Kebutuhan Air Pola Tanam 1-8

Bulan	Kebutuhan Air setiap Pola Tanam (m ³ /det)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Jan 1	0,772	0,271	0,323	0,000	0,271	0,186	0,271	0,186
Jan 2	0,882	0,882	0,483	0,000	0,314	0,320	0,314	0,213
Feb 1	0,002	0,410	0,510	0,000	0,001	0,261	0,001	0,000
Feb 2	0,451	0,291	0,555	0,000	0,074	0,553	0,176	0,109
Mar 1	0,436	0,442	0,340	0,000	0,082	0,641	0,170	0,105
Mar 2	0,343	0,343	0,347	0,000	0,051	0,247	0,134	0,083
Apr 1	0,326	0,336	0,338	0,000	0,523	0,257	0,127	0,322
Apr 2	0,000	0,159	0,206	0,724	0,441	0,380	0,441	0,198
Mei 1	0,807	0,285	0,349	0,807	0,400	0,357	0,492	0,043
Mei 2	0,680	0,680	0,372	0,012	0,402	0,307	0,007	0,069
Jun 1	0,200	0,608	0,707	0,427	0,333	0,369	0,261	0,128
Jun 2	0,455	0,317	0,583	0,446	0,450	0,581	0,272	0,137
Jul 1	0,523	0,529	0,427	0,523	0,511	0,725	0,319	0,154
Jul 2	0,500	0,500	0,504	0,482	0,195	0,404	0,294	0,399
Agu 1	0,472	0,483	0,486	0,000	0,184	0,370	0,000	0,389
Agu 2	0,000	0,260	0,331	0,907	0,553	0,338	0,000	0,108
Sep 1	0,928	0,332	0,432	0,928	0,566	0,209	0,000	0,220
Sep 2	0,959	0,959	0,524	0,302	0,184	0,226	0,000	0,235
Okt 1	0,312	0,716	0,815	0,539	0,329	0,000	0,000	0,240
Okt 2	0,298	0,169	0,439	0,290	0,177	0,000	0,000	0,124
Nov 1	0,437	0,442	0,341	0,437	0,267	0,000	0,000	0,000
Nov 2	0,365	0,365	0,368	0,348	0,213	0,000	0,000	0,000
Des 1	0,421	0,430	0,432	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Des 2	0,000	0,251	0,305	0,000	0,000	0,211	0,000	0,000

Tabel 7. Kebutuhan Air Pola Tanam 9-18

Bulan	Kebutuhan Air setiap Pola Tanam (m ³ /det)								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Jan 1	0,386	0,136	0,161	0,000	0,136	0,093	0,136	0,093	0,053
Jan 2	0,441	0,441	0,241	0,000	0,157	0,160	0,157	0,106	0,055
Feb 1	0,001	0,205	0,255	0,000	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000
Feb 2	0,225	0,146	0,278	0,000	0,037	0,276	0,088	0,054	0,031
Mar 1	0,218	0,221	0,170	0,000	0,041	0,320	0,085	0,053	0,030
Mar 2	0,172	0,172	0,173	0,000	0,025	0,123	0,067	0,041	0,023
Apr 1	0,163	0,168	0,169	0,000	0,262	0,128	0,063	0,161	0,022
Apr 2	0,000	0,079	0,103	0,362	0,221	0,190	0,221	0,099	0,000
Mei 1	0,404	0,142	0,175	0,404	0,200	0,178	0,246	0,021	0,000
Mei 2	0,340	0,340	0,186	0,006	0,201	0,154	0,004	0,034	0,149
Jun 1	0,100	0,304	0,354	0,214	0,167	0,184	0,130	0,064	0,195
Jun 2	0,228	0,158	0,291	0,223	0,225	0,290	0,136	0,068	0,056
Jul 1	0,261	0,264	0,214	0,261	0,256	0,363	0,159	0,077	0,131
Jul 2	0,250	0,250	0,252	0,241	0,098	0,202	0,147	0,199	0,123
Agu 1	0,236	0,242	0,243	0,000	0,092	0,185	0,000	0,195	0,121
Agu 2	0,000	0,130	0,166	0,453	0,277	0,169	0,000	0,054	0,105
Sep 1	0,464	0,166	0,216	0,464	0,283	0,105	0,000	0,110	0,172
Sep 2	0,479	0,479	0,262	0,151	0,092	0,113	0,000	0,118	0,178
Okt 1	0,156	0,358	0,407	0,270	0,164	0,000	0,000	0,120	0,058
Okt 2	0,149	0,084	0,220	0,145	0,088	0,000	0,000	0,062	0,055
Nov 1	0,219	0,221	0,171	0,219	0,133	0,000	0,000	0,000	0,081
Nov 2	0,182	0,182	0,184	0,174	0,106	0,000	0,000	0,000	0,068
Des 1	0,210	0,215	0,216	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,078
Des 2	0,000	0,126	0,153	0,000	0,000	0,106	0,000	0,000	0,000



Gambar 6. Grafik Total Kekurangan Air tiap Pola Tanam

Dari 18 pola tanam yang dibuat, 15 diantaranya masih mengalami kekurangan air. Pola tanam yang tidak mengalami kekurangan air merupakan Pola Tanam 18, 17 dan 16. Pola tanam 18 dan 17 menggunakan sistem pembagian air dengan 3 golongan, sedangkan pola tanam 16 menggunakan sistem pembagian air dengan 2 golongan. Dalam ketiga pola tanam tersebut hanya dilakukan 1 musim tanam pada tiap golongan dengan penjadwalan yang berbeda dan dilakukan rotasi pada tiap petak tersier yang membuat hanya setengah lahan yang dapat menanam padi pada tiap musim tanamnya. Salah satu perbedaan mendasar dari ketiga pola tanam ini dari pola tanam lainnya adalah penjadwalan masa tanam tiap golongan tidak beriringan. Apabila masa tanam salah satu golongan sudah/akan selesai, barulah dimulai masa tanam golongan lainnya.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Debit Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan tidak cukup untuk mengairi seluruh petak tersier yang dilayani dengan sistem pengairan secara terus menerus, sehingga diambil solusi untuk membuat variasi pola tanam dengan mengubah koefisien rotasi petak tersier.
2. Dari 18 variasi pola tanam, 15 diantaranya mengalami kekurangan air. Tiga pola tanam yang tidak mengalami kekurangan air adalah:
 - a. Pola Tanam 18 dengan satu musim tanam, petak tersier dibagi 3 golongan, sistem pembagian air D, koefisien rotasi petak tersier $c = 0,5$ sehingga hanya setengah lahan yang dapat menanam padi.
 - b. Pola Tanam 17 dengan satu musim tanam, petak tersier dibagi 3 golongan, sistem Pembagian Air C, koefisien rotasi petak tersier $c = 0,5$ sehingga hanya setengah lahan yang dapat menanam padi.

- c. Pola Tanam 16 dengan satu musim tanam, petak tersier dibagi 2 golongan, sistem Pembagian Air B, koefisien rotasi petak tersier $c = 0,5$ dan hanya setengah lahan yang dapat menanam padi.

Saran

Untuk penelitian serupa diperlukan seri data hidroklimatologi yang lebih banyak agar diperoleh analisis ketersediaan air yang lebih akurat.

Perlu dikaji faktor-faktor penyebab berkurangnya debit pada Sungai Polimaan sehingga dapat dikembangkan cara lain untuk mencegah serta mengatasi kekurangan air, seperti menjaga kelestarian hutan pada daerah hulu sungai dan lainnya.

Daftar Referensi

- Anonim, 1985. *Bina Program PSA*, Direktur Jenderal Pengairan, Jakarta.
- Anonim, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi – Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01 dan KP-03*, Direktur Jenderal Pengairan, Jakarta.
- Anonim, 2014. *Tata Cara Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan*, Modul Pelatihan CDTA 7849-INO
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Crawford, N dan Thurin S. M, 1981. *Hydrologic Estimate for Small Hydroelectric Projects*, National Rural Electric Cooperative Association (NRECA), Washington DC.
- Food and Agriculture Organization, 1998. *FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*, Rome, Italy.
- Monteith J. L, 1965. Evaporation and the Environment. In: *The State and Movement of Water in Living Organisms. XIXth Symposium. Soc. for xp.Biol., Swansea*. Cambridge University Press, 205-234.
- Nash, J. E. and J. V. Sutcliffe, 1970. River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles, *Journal of Hydrology*, 10 (3), 282-290.