

Optimalisasi Pemanfaatan Sungai Polimaan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi

Dave Steve Kandey

Liany A. Hendratta, Jeffrey S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

email: davestevkandey@yahoo.com

ABSTRAK

Bendung Polimaan memanfaatkan air dari Sungai Polimaan dan hanya digunakan untuk mengairi 16 petak sawah tersier dengan luas total 297,96 ha. Akibat penurunan debit pada Sungai Polimaan terjadi kekurangan air di daerah layan Bendung Polimaan. Dalam 1 musim tanam, kurang lebih setengah luas total daerah layan Bendung Polimaan tidak mendapat suplai air. Sehingga perlu dicari solusi terbaik agar air Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di daerah layannya. Analisis ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan dengan menggunakan data yang tersedia, yaitu data tahun 2009-2014. Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan model NRECA. Hasil kalibrasi yang paling mendekati adalah data tahun 2011 dengan tingkat keakuratan yang dihitung dengan menggunakan Nash-Sutcliffe Coefficient (E) sebesar 0,731. Sedangkan untuk kebutuhan air dihitung dengan membuat sistem pola tanam dimana dilakukan 3 musim tanam dalam satu tahun dan seluruh petak tersier dialiri sekaligus dengan sistem pengairan secara terus menerus. Hasil analisis neraca air untuk pola tanam 1 diperoleh kekurangan air hampir di setiap bulannya, artinya debit Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan tidak cukup mengairi seluruh petak tersier dengan 3 musim tanam dalam setahun dan sistem pengairan secara terus menerus, sehingga diambil solusi untuk membuat variasi pola tanam dan mengubah koefisien rotasi petak tersier.

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.

Kata kunci : sungai Polimaan, NRECA, kebutuhan air irigasi, pola tanam.

PENDAHULUAN

Masalah kekurangan air disebabkan oleh dua hal mendasar, mengingkatnya kebutuhan air atau menurunnya ketersediaan air. Ketersediaan air dipengaruhi oleh potensi sumber air sedangkan kebutuhan air dipengaruhi oleh pemakaian air pada daerah layan.

Daerah Irigasi Ranoyapo, yang selanjutnya disingkat DI Ranoyapo memanfaatkan air sungai untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi. 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. Dalam 1 musim tanam, kurang lebih setengah luas total daerah layan tidak mendapat suplai air. Hal ini disebabkan terjadinya penurunan debit pada Sungai Polimaan. Oleh karena itu, dengan

kondisi ketersediaan air yang ada perlu dilakukan penataan suplai air agar potensi air Sungai Polimaan pada titik Bendung Polimaan dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk memenuhi kebutuhan air irigasi.

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu di mana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara. Uap air mengalami kondensasi dan membentuk awan dan kemudian jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan darat. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (*surface runoff*) hingga mengalir ke laut. Air yang meresap ke tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) dan mengisi air tanah hingga keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Air di sungai akan sampai ke laut. Proses ini berlangsung terus menerus dan disebut dengan siklus hidrologi. (Bambang Triatmodjo, 2008)

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan proses di mana air menjadi uap. Perhitungan nilai evapotranspirasi menggunakan metode tertentu sebagai upaya pendekatan berdasarkan kondisi iklim seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban, suhu, dan kondisi lingkungan lainnya.

Metode Penman-Monteith 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 ($MJ/m^2/hari$)

T = suhu udara rata-rata ($^{\circ}C$)

U_2 = kecepatan angin pada ketinggian 2m 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 ($kPa/^{\circ}C$)

γ = konstanta psikometrik ($kPa/^{\circ}C$)

Langkah perhitungan evapotranspirasi metode FAO-Penman-Monteith:

Model NRECA Modified

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 Tampung

Kalibrasi Model NRECA

Kalibrasi model dilakukan untuk mengetahui keterkaitan data analisis model dan data terukur di lapangan. Hal ini 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, diantaranya:

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 (*Base Flow* kecil).

- $0,2 \leq GWF < 0,5$ untuk daerah dengan tampungan air yang dapat diandalkan (*Base Flow* besar).

b. Parameter c, SMS, GWS dan CROPF

Parameter diatas merupakan parameter dengan sensitifitas 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:

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

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 (Q₈₀)

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:

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

dengan:

P(%) = probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%)

m = nomor urut data

n = jumlah data

Analisis Kebutuhan Air Sawah (KAI)

Kebutuhan air di sawah untuk padi dihitung dengan menggunakan rumus Persamaan (5) dan dikonversi satuannya menjadi [m³/det] dengan menggunakan Persamaan (6)

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

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

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)

a. Kebutuhan Air selama Penyiapan Lahan (IR)

Penyiapan lahan dilakukan selama 1-1,5 bulan.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan:

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)} \quad (7)$$

dengan:

IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari).

$$M = E_o + P \quad (8)$$

E_o = evaporasi air terbuka, diambil 1,1 ET_o (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

k = perbandingan nilai MT dibagi S

$$k = \frac{M \cdot T_{LP}}{S} \quad (9)$$

T_{LP} = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = kebutuhan air untuk penjenuhan lahan 250mm atau 300mm.

b. Penggunaan Konsumtif (ET_c)

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \quad (10)$$

dengan:

ET_c = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

K_c = koefisien tanaman (sesuai Tabel 1)

ET_o = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

Tabel 1 – Koefisien Tanaman Padi

Bulan	Nedeco/ Prosida		FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	Varietas biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4	0 ⁴		0	

Sumber: Dirjen Pengairan, Bina Program PSA. 010, 1985

c. Perkolasi (P)

Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat tanah, pada tanah lempung laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. (KP Irigasi-01)

d. Penggantian Lapisan Air (WLR)

Perlu dilakukan penggantian lapisan air sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm atau 3,3 mm/hari selama setengah bulan. Jadwal penggantian lapisan air selama satu atau dua bulan setelah transplantasi.

e. Curah Hujan Efektif (R_e)

Untuk irigasi, curah hujan efektif diambil 70% dari curah hujan minimum setengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun.

$$R_e = 0,7 \cdot \frac{1}{15} R_{80} \quad (11)$$

R_e = curah hujan efektif (mm/hari)

R₈₀ = curah hujan yang kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20% (mm). Dihitung probabilitasnya dengan menggunakan rumus Weibull.

Analisis Debit Saluran

Debit saluran dihitung berdasarkan skema jaringan irigasi dengan melihat saluran primer, sekunder dan tersier. Perhitungan menggunakan rumus:

$$Q = \frac{c \cdot KAI}{IE} \quad (12)$$

dengan:

Q = debit saluran (m³/det)

c = koefisien rotasi, nilainya 0 ≤ c ≤ 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 sekunder dan primer dan IE=0,8 untuk saluran tersier.

Analisis Neraca Air

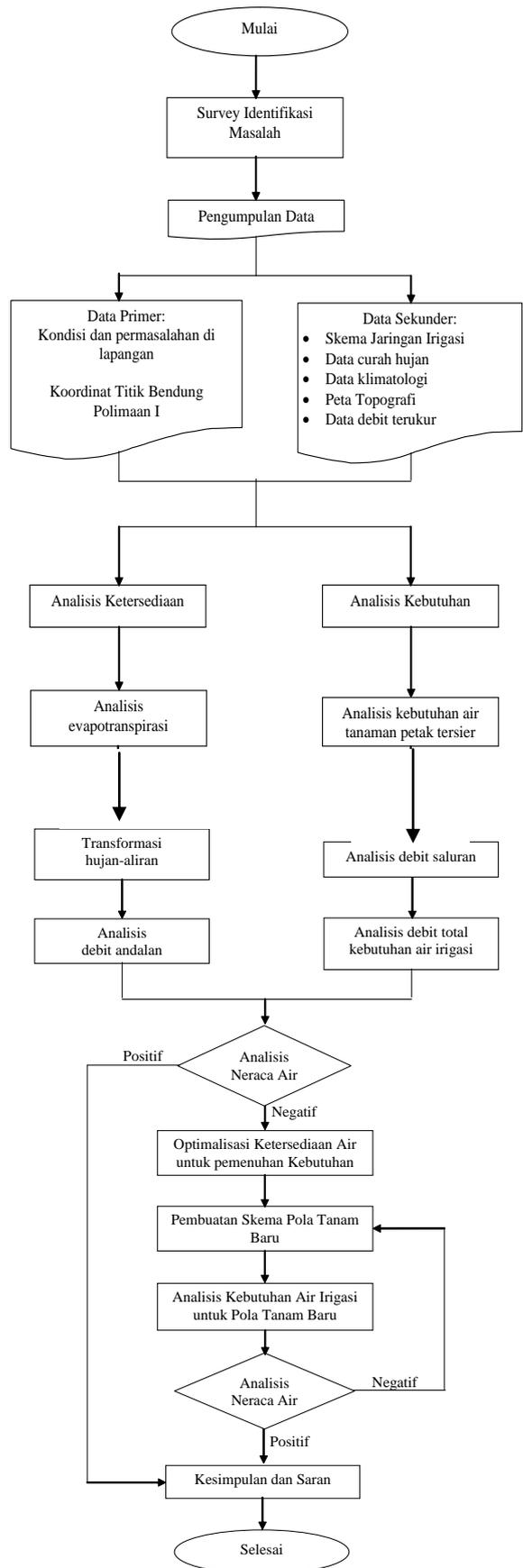
Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air yang didapat dengan menghitung selisih antara ketersediaan dan kebutuhan air. Jika kebutuhan melebihi ketersediaan maka terjadi kekurangan air.

Optimalisasi Pemanfaatan Air untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi

Optimalisasi adalah proses mencari solusi terbaik agar bisa diperoleh hasil yang optimum. Untuk mengatasi masalah kekurangan air pada areal sawah, dapat diterapkan sistem pola tanam. Berikut beberapa parameter yang dapat diubah:

- a. Musim Tanam
 Satu musim tanam untuk padi varietas unggul adalah 4 bulan, sehingga dalam 1 tahun dapat dilakukan maksimum 3 kali musim tanam.
- b. Sistem Golongan
 Dilakukan dengan membagi suatu wilayah irigasi menjadi beberapa bagian kecil sehingga musim tanam dan penjadwalan penanamannya berbeda. Hal ini dapat mengurangi kebutuhan air pada waktu puncak.
- c. Koefisien rotasi petak tersier (c)
 Nilai c menggambarkan pembagian air dalam petak tersier, jika digunakan $c=1$ maka seluruh petak tersier dialiri secara terus menerus, sedangkan jika $c<1$ maka pembagian air pada petak sawah dibagi menjadi beberapa bagian.
- d. Waktu mulai menanam
 Kebutuhan air terbesar adalah pada saat persiapan lahan, sehingga dengan menjadwalkan mulai tanam saat musim basah dapat meminimalisir terjadi kekurangan air.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 – Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

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

Analisis Evapotranspirasi Metode FAO-Penman Monteith

Perhitungan dilakukan dengan data setengah bulanan.

Tabel 2 – Rekapitulasi Perhitungan Evapotranspirasi (Jan-Jun)

Bulan	JAN		FEB		MARE		APRIL		MAY		JUNI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2008	2,388	2,254	2,683	2,587	2,743	2,625	2,787	2,632	2,778	2,681	2,828	2,671
2009	2,388	2,267	2,388	2,388	2,783	2,644	2,616	2,576	2,687	2,735	2,628	2,625
2010	2,658	2,647	2,645	2,625	2,578	2,583	2,587	2,585	2,648	2,687	2,625	2,625
Rata-rata	2,388	2,288	2,388	2,388	2,586	2,677	2,682	2,586	2,638	2,688	2,625	2,628

sumber: hasil analisis

Tabel 3 – Rekapitulasi Perhitungan Evapotranspirasi (Jul-Des)

Bulan	JUL		AGUS		SEPT		OKT		NOV		DES	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2008	2,888	2,888	2,588	2,588	2,588	2,888	2,888	2,888	2,888	2,888	2,888	2,888
2009	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588
2010	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588
Rata-rata	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588	2,588

sumber: hasil analisis

Analisis Model NRECA Kalibrasi Model

Dilakukan kalibrasi model untuk data tahun 2011 dengan data dasar:

Tabel 4 – Data Dasar Kalibrasi NRECA Tahun 2011

Luas DAS =	2,3075 km ²	W =	33,78
Luas Waduk Residu Terakumulasi =	252,48 mm	CROPP =	0,5
Residuen R =	0,2	WATERUSE =	700,771 mm
RESIDUEN =	854,888 mm	PSUB =	120,348 mm
PSUB =	0,282	small dx	transfer
CROPP =	0,282	Residuen maks =	0,282 0,282 mm/det

sumber : hasil analisis

Setelah dilakukan analisis model NRECA, hasil debit analisis dan terukur diuji dengan menghitung koefisien Nash-Sutcliffe.

Tabel 5 – Uji Koefisien Nash-Sutcliffe untuk Data Tahun 2011

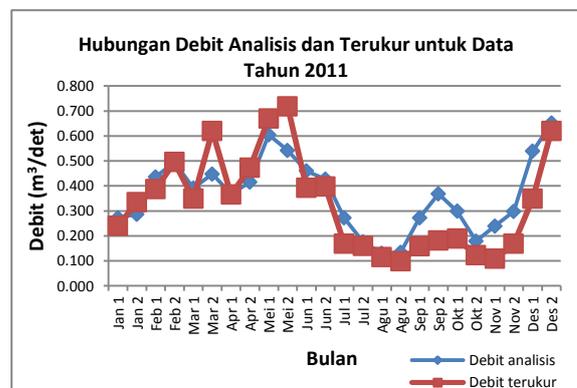
Q _{obs}	Q _{model}	Q _{obs} - Q _{model}	(Q _{obs} - Q _{model}) ²	Q _{obs}	Q _{model}	Q _{obs} - Q _{model}	(Q _{obs} - Q _{model}) ²
0,288	0,272	0,016	-0,032	0,001	-0,008	0,009	
0,336	0,286	0,050	0,049	0,002	0,007	0,009	
0,387	0,436	-0,050	-0,049	0,002	0,008	0,003	
0,436	0,436	0,000	0,000	0,000	0,167	0,028	
0,388	0,391	-0,003	-0,002	0,002	0,000	0,000	
0,528	0,467	0,061	0,172	0,038	0,252	0,086	
0,386	0,388	-0,002	-0,000	0,000	0,037	0,001	
0,472	0,416	0,056	0,000	0,003	0,148	0,021	
0,578	0,686	-0,108	0,006	0,004	0,342	0,117	
0,219	0,692	-0,473	0,177	0,031	0,388	0,162	
0,282	0,463	-0,181	-0,007	0,006	0,004	0,004	
0,388	0,467	-0,079	-0,002	0,001	0,008	0,006	
0,463	0,272	0,191	-0,183	0,011	-0,168	0,026	
0,463	0,176	0,287	-0,017	0,000	-0,168	0,029	
0,116	0,138	-0,022	-0,006	0,000	-0,213	0,046	
0,009	0,134	-0,125	-0,006	0,001	-0,238	0,063	
0,168	0,272	-0,104	-0,114	0,013	-0,178	0,029	
0,002	0,388	-0,386	-0,187	0,036	-0,147	0,022	
0,009	0,289	-0,280	-0,188	0,012	-0,148	0,019	
0,122	0,179	-0,057	-0,003	0,003	-0,286	0,043	
0,000	0,289	-0,289	-0,138	0,017	-0,228	0,049	
0,168	0,288	-0,120	-0,000	0,017	-0,168	0,026	
0,389	0,629	-0,240	-0,138	0,036	0,000	0,000	
0,528	0,651	-0,123	-0,001	0,001	0,252	0,066	
			0,228			0,049	

sumber: hasil analisis

$$E = 1 - \frac{\sum (Q_{obs} - Q_{model})^2}{\sum (Q_{obs} - Q_{obs})^2}$$

$$E = 1 - \frac{0,228}{0,849} = 0,731$$

Karena nilai E=0,731 maka disimpulkan data hasil analisis mirip dengan data terukur.



Gambar 2 – Hubungan Debit Analisis dan Terukur Data Tahun 2011

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

Analisis Debit Andalan (Q₈₀)

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.

Tabel 6 – Urutan Data untuk Perhitungan Q₈₀ (Jan-Jun)

No	P	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		mm											
1	14,38	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
2	28,57	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
3	42,86	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
4	57,14	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
5	71,43	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
6	85,71	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574

sumber: hasil analisis

Tabel 7 – Urutan Data untuk Perhitungan Q₈₀ (Jul-Des)

No	P	JUL		AGU		SEP		OKT		NOV		DES	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		mm											
1	14,38	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
2	28,57	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
3	42,86	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
4	57,14	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
5	71,43	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574
6	85,71	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574	0,287	0,574

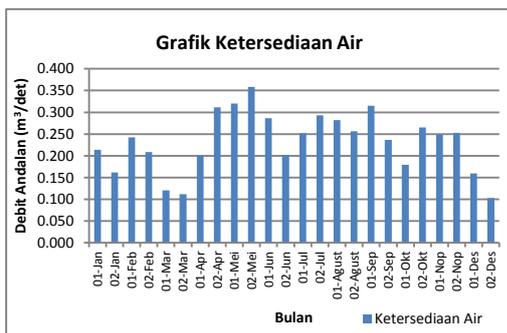
sumber: hasil analisis

Setelah itu, dilakukan interpolasi untuk mendapat nilai Q pada probabilitas 80%. Hasil perhitungan debit andalan yang merupakan debit ketersediaan air pada titik Bendung Polimaan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 – Hasil Perhitungan Debit Andalan (Q₈₀)

Bulan	Q (m ³ /det)	Bulan	Q (m ³ /det)
Jan 1	0,284	Jul 1	0,252
Jan 2	0,162	Jul 2	0,253
Feb 1	0,243	Agus 1	0,252
Feb 2	0,289	Agus 2	0,256
Mar 1	0,129	Sep 1	0,215
Mar 2	0,182	Sep 2	0,237
Apr 1	0,281	Ok1 1	0,188
Apr 2	0,311	Ok1 2	0,255
Mei 1	0,328	Nov 1	0,249
Mei 2	0,359	Nov 2	0,253
Jun 1	0,256	Des 1	0,188
Jun 2	0,282	Des 2	0,183

sumber: hasil analisis



Gambar 3 – Grafik Ketersediaan Air

Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air dihitung dalam jangka waktu 1 tahun untuk setiap pola tanam. Untuk perhitungan awal akan dihitung kebutuhan air untuk pola tanam 1.

Saluran	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	LP	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ket: LP=Persiapan Lahan; C=Masa Tumbuh

Gambar 4 – Skema Pola Tanam 1

Tabel 9 - Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Sawah untuk Musim Tanam I (Jan-1 sampai Apr-2) untuk Pola Tanam 1

Bulan	IR	ET _c	WLR	KAN	Ket
1-Jan	12,458			11,341	Persiapan Lahan
2-Jan	12,429			12,985	Persiapan Lahan
1-Feb		2,673		0,025	Perencanaan Air Kencanaif
2-Feb		2,785	3,045	5,626	
1-Mar		2,756	3,333	5,489	
2-Mar		2,681	3,125	5,842	
1-Apr		2,254	3,333	4,787	
2-Apr				0	

sumber: hasil analisis

Tabel 10 - Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Sawah untuk Musim Tanam II (Mei-1 sampai Agu-2) untuk Pola Tanam 1

Bulan	IR	ET _c	WLR	P	R _c	KAN	Ket
Mei 1	12,677			2	2,716	11,961	Persiapan Lahan
Mei 2	12,656			2	4,054	9,991	Persiapan Lahan
1-Jun		2,746		2	1,881	2,963	Perencanaan Air Kencanaif
2-Jun		2,989	3,333	2	1,61	6,987	
1-Jul		2,967	3,333	2	0,667	7,684	
2-Jul		2,888	3,125	2	0,653	7,363	
1-Agu		2,678	3,333	2	0,653	6,984	
2-Agu						0	

sumber: hasil analisis

Tabel 11 - Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Sawah untuk Musim Tanam III (Sep-1 sampai Des-2) untuk Pola Tanam 1

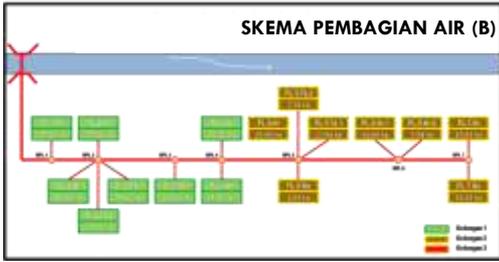
Bulan	IR	ET _c	WLR	P	R _c	KAN	Ket
1-Sep	12,612			2	0,023	13,64	Persiapan Lahan
2-Sep	12,291			2	0,7	14,091	Persiapan Lahan
Ok1 1		2,929		2	0,36	4,689	Perencanaan Air Kencanaif
Ok1 2		2,792	3,125	2	3,6	4,387	
1-Nov		2,629	3,333	2	1,636	6,627	
2-Nov		2,679	3,333	2	2,489	6,36	
Des 1		2,181	3,333	2	1,379	6,181	
Des 2						0	

sumber: hasil analisis

Analisis Debit Saluran

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. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 12.



Diterapkan pada Pola Tanam 2, 5, 7, 11, 14 dan 16
Gambar 8 – Skema (B)



Diterapkan pada Pola Tanam 3, 6, 8, 12, 15 dan 17
Gambar 9 – Skema (C)



Diterapkan pada Pola Tanam 9 dan 18
Gambar 10 – Skema (D)

- c. Koefisien Rotasi Petak Tersier (c)
- Untuk Pola Tanam 1-9 menggunakan $c=1$
 - Untuk Pola Tanam 9-18 menggunakan $c=0,5$

Setelah dibuat variasi pola tanam, dihitung kebutuhan air tiap pola tanam dan dihitung neraca airnya. Pola tanam yang optimal adalah pola tanam yang tidak mengalami kekurangan air.

Rekapitulasi Kekurangan Air tiap Pola Tanam

Tabel 23 – Kekurangan Air PT1 – PT9

MUSIM	KURANGAN AIR per/ha/yr								
	Pola Tanam 1	Pola Tanam 2	Pola Tanam 3	Pola Tanam 4	Pola Tanam 5	Pola Tanam 6	Pola Tanam 7	Pola Tanam 8	Pola Tanam 9
	$c=1$	$c=1$	$c=1$	$c=1$	$c=1$	$c=1$	$c=1$	$c=1$	$c=1$
Jan 1	0,254	0,037	0,200	-	0,027	-	0,037	-	-
Jan 2	0,220	0,220	0,221	-	0,123	0,200	0,201	-	-
Feb 1	-	0,200	0,200	-	-	0,030	-	-	-
Feb 2	0,203	0,033	0,200	-	-	0,204	-	-	-
Mar 1	0,210	0,221	0,220	-	-	0,200	0,030	-	-
Mar 2	0,221	0,221	0,223	-	-	0,204	0,033	-	-
Apr 1	0,124	0,220	0,222	-	0,203	0,033	-	0,120	-
Apr 2	-	-	-	0,010	0,120	0,030	0,220	-	-
Mei 1	0,027	-	0,020	0,027	0,030	0,027	0,223	-	-
Mei 2	0,221	0,221	0,033	-	0,012	-	-	-	-
Jun 1	-	0,223	0,221	0,191	0,027	0,033	-	-	0,020
Jun 2	0,223	0,223	0,221	0,201	0,200	0,200	0,030	-	-
Jul 1	0,227	0,227	0,220	0,221	0,200	0,027	0,027	-	-
Jul 2	0,207	0,207	0,221	0,190	-	-	0,221	0,193	-
Agus 1	0,100	0,201	0,201	-	-	0,027	-	0,107	-
Agus 2	-	0,020	0,023	0,021	0,207	0,031	-	-	-
Sept 1	0,012	0,012	0,222	0,010	0,221	-	-	-	0,020
Sept 2	0,223	0,223	0,200	0,023	-	-	-	-	0,191
Ok 1	0,123	0,222	0,223	0,200	0,190	-	-	0,020	-
Ok 2	0,023	-	0,221	0,023	-	-	-	-	-
Nov 1	0,120	0,220	0,023	0,190	0,010	-	-	-	-
Nov 2	0,123	0,223	0,220	0,020	-	-	-	-	-
Des 1	0,201	0,220	0,223	-	-	-	-	-	-
Des 2	-	0,220	0,203	-	-	0,200	-	-	-
REKAP. per/ha/yr	0,023	0,100	0,040	3,741	3,059	2,027	0,721	0,444	0,220
REKAP. per/ha/yr	0,122	0,722	0,033	0,021	0,322	0,020	0,112	0,120	0,110
REKAP. per/ha/yr	0,023	0,004	0,013	0,025	0,018	0,018	0,001	0,021	0,020
Jumlah Irigasi	1	2	3	1	2	3	2	3	3
Struktur Irigasi	3	3	3	2	2	2	1	1	1

sumber: hasil analisis

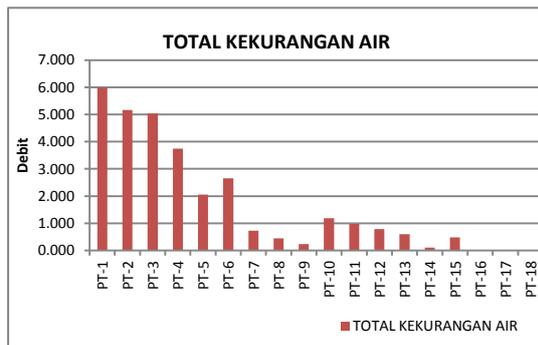
Tabel 24 – Kekurangan Air PT10 – PT18

MUSIM	KURANGAN AIR per/ha/yr								
	Pola Tanam 10	Pola Tanam 11	Pola Tanam 12	Pola Tanam 13	Pola Tanam 14	Pola Tanam 15	Pola Tanam 16	Pola Tanam 17	Pola Tanam 18
	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$	$c=0,5$
Jan 1	0,123	-	-	-	-	-	-	-	-
Jan 2	0,220	0,220	0,220	-	-	-	-	-	-
Feb 1	-	-	0,033	-	-	-	-	-	-
Feb 2	0,012	-	0,020	-	-	0,020	-	-	-
Mar 1	0,020	0,200	0,030	-	-	0,200	-	-	-
Mar 2	0,020	0,030	0,021	-	-	0,021	-	-	-
Apr 1	-	-	-	0,020	-	-	-	-	-
Apr 2	-	-	-	0,020	0,020	-	-	-	-
Mei 1	0,023	-	0,023	-	-	-	-	-	-
Mei 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jun 1	-	0,010	0,027	-	-	-	-	-	-
Jun 2	0,020	-	0,020	0,021	0,023	0,020	-	-	-
Jul 1	0,010	0,010	-	0,010	0,020	0,221	-	-	-
Jul 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agus 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agus 2	-	-	-	0,107	0,020	-	-	-	-
Sept 1	0,190	-	-	0,190	-	-	-	-	-
Sept 2	0,223	0,223	0,023	-	-	-	-	-	-
Ok 1	-	0,220	0,220	0,020	-	-	-	-	-
Ok 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Des 1	0,020	0,023	0,030	-	-	-	-	-	-
Des 2	-	0,023	0,030	-	-	0,023	-	-	-
REKAP. per/ha/yr	1,105	0,020	0,721	0,020	0,107	0,420	0,000	0,000	0,000
REKAP. per/ha/yr	0,270	0,270	0,223	0,197	0,060	0,200	0,000	0,000	0,000
REKAP. per/ha/yr	0,010	0,013	0,013	0,010	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000
Jumlah Irigasi	1	2	3	1	2	3	2	3	3
Struktur Irigasi	3	3	3	2	2	2	1	1	1

sumber: hasil analisis

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 yang beragam seperti pada Gambar



Gambar 11 – Grafik Total Kekurangan Air tiap Pola Tanam

3. Pola Tanam yang tidak mengalami kekurangan air adalah:
 - a. Pola Tanam 18
 - 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
 - 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
 - Satu musim tanam.
 - Petak tersier dibagi 2 golongan.
 - Sistem Pembagian Air B.
 - Koefisien rotasi petak tersier $c=0,5$. Sehingga hanya setengah lahan yang dapat menanam padi.

SARAN

1. Untuk penelitian serupa agar diperoleh analisis ketersediaan air yang akurat, perlu seri data yang lebih banyak.
2. Perlu diteliti alasan berkurangnya debit pada Sungai Polimaan sehingga bisa didapat solusi lain untuk mencegah/mengatasi kekurangan air.
3. Untuk pengelola pengairan daerah irigasi yang dilayani Bendung Polimaan, perlu dipikirkan cara serupa/lainnya untuk mengatasi kekurangan air selain merubah pola tanam agar sistem tanam di daerah ini dapat lebih optimal (lebih banyak musim tanam).

DAFTAR PUSTAKA

- 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 & 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.