

OPTIMASI KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI NGLIRIP KABUPATEN TUBAN

Muhammad Sunjani¹
Hudhiyantoro²

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya¹, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya²

ABSTRAK

Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produksi pangan adalah dengan melakukan pemanfaatan sumber daya air melalui pengelolaan alokasi air yang tepat dan efisien. Pemanfaatan sumber daya air salah satunya adalah dalam hal pertanian yaitu untuk kepentingan irigasi. Daerah Irigasi Nglirip mempunyai baku sawah seluas 1239 Ha tersebar beberapa desa di kecamatan Singgahan Kabupaten Tuban. Pada Daerah Irigasi Nglirip untuk RTTG pada periode 2018-2019 terjadi kekurangan air pada kebutuhan air irigasi untuk periode tanam MK2 sehingga pada studi ini dikaji ulang agar tidak terjadi kekurangan air.

Tujuan studi ini adalah mengefisienkan distribusi air di Daerah Irigasi Nglirip yang paling optimal yaitu menganalisa air yang tersedia dibandingkan dengan debit kebutuhan air irigasi untuk dapat mengairi luas lahan yang ada sehingga dapat menghasilkan keuntungan maksimal.

Dari hasil analisa diketahui besarnya rerata debit kebutuhan air irigasi eksisting sebesar 0,373 m³/det untuk periode MH, 0,566 m³/det untuk periode MK 1, dan 0,703 m³/det untuk periode MK 2. Dan pada periode masa tanam MK 2 ini diketahui terjadi kekurangan air sebanyak 4 periode dan dijadikan analisa untuk dilakukan optimasi program dinamik pada periode tanam MK 2 tersebut. Pada optimasi program dinamik didapatkan luas lahan optimal yang dapat terairi pada masing-masing tanaman di periode tanam MK 2 sebesar 504 hektar Padi dan 788 Hektar Palawija. Sedangkan besarnya keuntungan dari optimasi didapat diperoleh sebesar Rp 30.901.200.000 dibandingkan dengan keuntungan eksisting Rp 30.694.700.000 atau memberikan keuntungan sebesar Rp 206.500.000.

Kata kunci : Kebutuhan Air Irigasi, Optimasi, Program Dinamik

ABSTRACT

One of the efforts made to increase food production is to do water resources through the help of appropriate and efficient air allocation. One of the uses of water resources is in the case of agriculture, which is for irrigation purposes. The Nglirip Irrigation Area has 1239 Ha of paddy fields spread over several villages in the Singgahan sub-district of Tuban Regency. In the Nglirip Irrigation Region for RTTG in the 2018-2019 period there was a water shortage in the irrigation water requirement for the MK2 planting period so that in this study it was reviewed to avoid water shortages.

The purpose of this study is to make the most optimal distribution of water in the Nglirip Irrigation Area, which is to analyze the available water compared to the irrigation water debit needs to be able to irrigate the existing land area so that it can produce maximum profits.

From the analysis results it is known that the average flowrate of existing irrigation water requirements is 0.373 m³/sec for the MH period, 0.566 m³/sec for the MK 1 period, and 0.703 m³/sec for the MK 2 period. And in the MK 2 planting period there was a known shortage 4 periods of water and used as an analysis for dynamic program optimization carried out in the MK 2 planting period. In the dynamic program optimization, the optimal land area that can be irrigated in each crop in the MK 2 planting period is 504 hectares of Rice and 788 hectares of Palawija. While the magnitude of the benefits of optimization obtained amounted to IDR 30,901,200,000 compared to the existing profit of IDR 30,694,700,000 or provided a profit of IDR 206,500,000.

Keywords : Irrigation Water Needs, Optimization, Dynamic Program

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan pangan merupakan hal yang paling utama dalam kehidupan manusia sehingga keberadaan sumber-sumber pangan harus tetap dijaga serta dikembangkan. Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produksi pangan adalah dengan melakukan pemanfaatan sumber daya air melalui pengelolaan alokasi air yang tepat dan efisien.

Daerah Irigasi Nglirip mempunyai baku sawah seluas 1239 Ha tersebar beberapa desa di kecamatan Singgahan Kabupaten Tuban. Pada Daerah Irigasi Nglirip untuk RTTG pada periode 2018-2019 terjadi kekurangan air

pada kebutuhan air irigasi untuk periode tanam MK2 sehingga pada studi ini dikaji ulang agar tidak terjadi kekurangan air. Salah satu model optimasi yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya debit yang dapat dialirkan pada tiap bangunan irigasi pada suatu Daerah Irigasi adalah dengan program dinamik.

Pada studi ini, program dinamik yang digunakan adalah dinamik stokastik. Program stokastik (*stochastic programming*) menangani situasi dimana sebagian atau semua parameter-parameter dari problem dinyatakan dalam bentuk variabel-variabel acak (*random variables*). Sifat-sifat dasar yang menjadi karakteristik problem program dinamik diantaranya adalah problem dipecah menjadi tahap-tahap (*stages*) dengan variabel-variabel keputusan (*decision variables*) pada setiap tahap (Montarcih, 2009).

Rumusan Masalah

1. Berapa besar kebutuhan air irigasi dengan RTTG eksisting Daerah Irigasi Nglirip?
2. Berapa luas lahan optimal yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian?
3. Berapa besar keuntungan maksimum pada setiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap dengan menggunakan program dinamik?

Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari studi ini adalah untuk mengefisienkan distribusi air di Daerah Irigasi Nglirip yang paling optimal yang dapat terairi pada kondisi musim hujan dan musim kemarau dalam suatu periode musim tanam sesuai dengan penerapan pola tata tanam yang tertera pada RTTG. Dalam studi ini, yang dimaksud optimal adalah air yang tersedia dapat mengairi luas lahan yang ada sehingga dapat menghasilkan keuntungan maksimal, dalam hal ini adalah hasil produksi.

Sedangkan tujuan khususnya sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui besarnya kebutuhan air irigasi eksisting berdasarkan RTTG yang telah direncanakan.
2. Untuk menentukan luas lahan yang dapat ditanam secara optimum untuk pertanian.
3. Untuk mengetahui besarnya keuntungan maksimum pada setiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap dengan menggunakan program dinamik.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari studi ini adalah untuk memberikan rekomendasi kepada instansi dan pihak-pihak terkait tentang penggunaan debit air irigasi khususnya pada periode musim tanam MK2 Daerah Irigasi Nglirip yang sering terjadi kekurangan air. Dengan adanya optimasi kebutuhan air irigasi ini diharapkan dapat diperoleh luas tanam dan keuntungan maksimum dengan debit andalan yang ada pada saluran.

Batasan Dan Ruang Lingkup Penelitian

1. Data debit yang dianalisa adalah sepuluh tahun terakhir yaitu tahun 2011 sampai dengan 2019.
2. Pola tanam yang dianalisa adalah berdasarkan RTTG Daerah Irigasi Nglirip pada periode tahun 2018-2019.
3. Analisa optimasi program dinamik hanya membahas pada periode MK 2 yang sering terjadi kekurangan air.
4. Optimas air irigasi dilakukan pada tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap Daerah Irigasi Nglirip.
5. Tidak membahas faktor kehilangan air di saluran irigasi.
6. Tidak membahas desain konstruksi dan AMDAL.

KAJIAN PUSTAKA

Evapotranspirasi

Besarnya evapotranspirasi potensial dapat dihitung dengan menggunakan Metode Penman Modifikasi yang telah disesuaikan dengan keadaan daerah Indonesia (Suhardjono, 1994) dengan rumus sebagai berikut :

$$E_{To} = c \cdot E_{to}^* \quad (1)$$

$$E_{to}^* = W \cdot (0,75 \cdot R_s - R_n) + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d) \quad (2)$$

dengan :

c = angka koreksi Penman

W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah

R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hr)

$$= (0,25 + 0,54 \cdot n/N) \cdot R_a \quad (3)$$

R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka angot), tergantung letak lintang daerah (mm/hr)

n = lama kecerahan matahari yang nyata (tidak terhalang awan) dalam 1 hari

(jam)

N = lama kecerahan matahari yang mungkin dalam 1 hari (jam)

$Rn1$ = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hr)

$$= f(t).f(ed).f(n/N) \quad (4)$$

$f(t)$ = fungsi suhu

$$= \sigma \sigma T_a^4 \quad (5)$$

$f(ed)$ = fungsi tekanan uap

$$= 0,34 - 0,044\sqrt{ed} \quad (6)$$

$f(n/N)$ = fungsi kecerahan

$$= 0,1 + 0,9.n/N \quad (7)$$

$f(u)$ = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah (m/dt)

$$= 0,27 (1 + 0,864.u) \quad (8)$$

$(ea-ed)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya

ed = tekanan uap jenuh

$$= ea \cdot RH \quad (9)$$

ea = tekanan uap sebenarnya

RH = kelembaban udara relatif (%)

Kebutuhan Air di Sawah

Besarnya kebutuhan air di sawah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air/KP-01, 2013):

- Penyiapan lahan
- Penggunaan konsumtif
- Perkolasi
- Pergantian lapisan air
- Curah hujan efektif

$$NFR \text{ padi} = LP + ET + WLR + P - Re \text{ padi} \quad (10)$$

$$NFR \text{ plw} = ET - Re \text{ plw} \quad (11)$$

Dengan :

$NFR \text{ padi}$ = netto kebutuhan air padi sawah (mm/hr)

$NFR \text{ plw}$ = netto kebutuhan air palawija (mm/hr)

LP = kebutuhan air untuk persiapan lahan (mm/hr)

ET = kebutuhan air untuk tanaman (mm/hr)

WLR = (Water Level Requirement) kebutuhan air untuk pergantian lapisan air (mm/hr)

P = perkolasi (mm/hr)

$Re \text{ padi}$ = curah hujan efektif untuk padi sawah (mm/hr)

Re plw = curah hujan efektif untuk palawija (mm/hr)

Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan.

$$ET = k \cdot ETo \quad (12)$$

dengan :

ET = kebutuhan air untuk tanaman (mm/hr)

k = koefisien tanaman, yang besarnya tergantung pada jenis, macam, dan umur tanaman

ETo = evapotranspirasi potensial (mm/hr)

Perkolasi

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zone tidak jenuh (antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah) ke dalam daerah jenuh (daerah di bawah permukaan air tanah) (Soemarto, 1986).

Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dipengaruhi oleh evaporasi, kejenuhan tanah, perkolasi dan jangka waktu untuk penyiapan lahan. (Wirosodarmo, 1985)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat dihitung dengan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968) dengan persamaan sebagai berikut (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air/KP-01, 2013):

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)} \quad (13)$$

dengan :

IR = kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hr)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evapotranspirasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hr) = $Eo + P$ (14)

Eo = evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan (mm/hr)
= $1,1 \cdot ETo$ (15)

P = perkolasi

k = $(M \cdot T) / S$ (16)

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

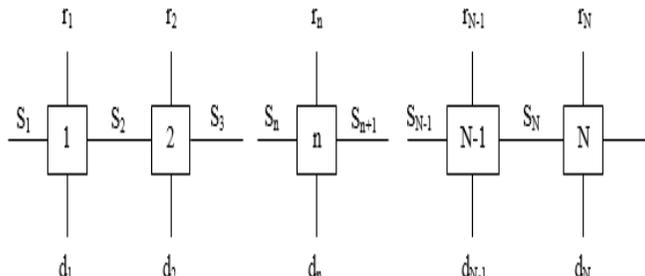
S = kebutuhan air untuk penjenahan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni $200 + 50 = 250$ mm

e = bilangan eksponensial (2,71828)

Program Dinamik

Analisa pada studi ini dipakai program dinamik karena beberapa alasan sebagai berikut:

1. Pada persoalan program dinamik ini tidak ada formulasi matematis yang standar sehingga persamaan-persamaan yang terpilih untuk digunakan disesuaikan dengan masing-masing situasi yang dihadapi.
2. Optimasi yang dilakukan adalah pada setiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap dimana di setiap bangunan itu lahannya ditanami tanaman yang tidak sejenis sehingga variabelnya bersifat acak.



Gambar 1. Diagram Urutan Problem Dinamik Serial

Mengacu Gambar 1. di atas, elemen-elemen model program dinamik adalah sebagai berikut :

1. Tahap/Stage (n)

Merupakan bagian dari problem dimana keputusan (*decision*) diambil.

2. Variabel Keputusan/Decision Variable (d_n)

Variabel keputusan dalam studi ini adalah besarnya debit yang dialokasikan atau debit yang dibutuhkan tiap bangunan irigasi serta keuntungan bersih yang diperoleh.

3. Variabel Status/State Variable (S_n)

Fungsi dari variabel status adalah untuk menghubungkan tahap-tahap secara berurutan sedemikian sehingga, apabila setiap tahap dioptimasi secara terpisah, maka keputusan yang dihasilkan adalah layak (*feasible*) untuk seluruh problem.

4. Akibat Tahap/Stage Return (r_n)

Akibat tahap (stage return) ini merupakan fungsi dari variabel-variabel S_n (status input), S_{n+1} (state output), dan d_n (keputusan), sehingga dapat dinyatakan sebagai fungsi berikut.

$$r_n = r(S_n, S_{n+1}, d_n) \quad (17)$$

5. Transformasi Tahap/Stage Transformation atau Transisi Status/State Transition (t_n)

Merupakan suatu transformasi nilai tunggal yang menyatakan hubungan antara variabel-variabel S_n (status input), S_{n+1} (status output), dan d_n (keputusan), yang dinyatakan sebagai persamaan berikut.

$$S_{n+1} = t_n(S_n, d_n) \quad (18)$$

METODE PENELITIAN

Teknik Analisis Data

Untuk memperlancar langkah-langkah perhitungan dalam studi ini, maka diperlukan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Pengolahan Data Curah Hujan
2. Pengolahan Data Debit Intake
3. Pengolahan Data Klimatologi
4. Menghitung besarnya kebutuhan air tanaman.
5. Perhitungan kebutuhan air sawah.
6. Perhitungan kebutuhan air di intake.
7. Perhitungan neraca air untuk menentukan apakah debit yang tersedia dapat mencukupi debit yang dibutuhkan.

Tahapan Program Dinamik

Prosedur penyelesaian untuk permasalahan optimasi alokasi air dengan program dinamik pada Daerah Irigasi Nglirip dilakukan sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya volume air yang dibutuhkan untuk masing-masing bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap yang akan dikaji.
2. Menghitung besar volume air yang tersedia dari debit andalan yang dialirkan secara terus menerus.
3. Dari volume yang dibutuhkan dan volume yang tersedia, dapat dihitung luas lahan yang terairi oleh debit yang ada pada tiap periode tanam pada masing-masing bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap.
4. Menentukan keuntungan sebagai fungsi debit yang merupakan keuntungan bersih dari debit yang dialirkan pada tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap.

5. Membuat tabel yang memuat unsur-unsur : Debit awal, debit akhir, besar debit dialokasikan, keuntungan dari besarnya debit, dan didapatkan keuntungan maksimum dari setiap tahap dan didapat variabel keputusan yaitu debit guna maksimum.
6. Hasil dari tahap pertama ditransformasikan ke tahap berikutnya, demikian sampai akhir.
7. Keuntungan maksimum pada tahap terakhir merupakan kebijakan total secara keseluruhan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN Neraca Air

Pada perhitungan kebutuhan air di sawah Daerah Irigasi Nglirip ini diketahui bahwa terjadi kekurangan air pada periode Musim Kering 2. Oleh karena itu pada Musim Kering 2 ini dilakukan analisa pengoptimalan pendistribusian air irigasi dengan menggunakan program dinamik.

Tabel 1. Perbandingan Ketersediaan Air Dengan Kebutuhan Air Irigasi

Bulan	Periode	Musim	Jenis Tanaman	Luas Tanam	Q 80 m ³ /dt	Q Kebutuhan m ³ /dt	Kekurangan / Kelebihan	Keterangan
Januari	I	MH	Padi	1292	3,77	0,202	3,564	Lebih
	II	MH	Palawija	0	5,26	0,834	4,428	Lebih
	III	MH	Lain-Lain	0	3,28	0,000	3,285	Lebih
Februari	I	MH	Padi	1292	4,68	0,000	4,684	Lebih
	II	MH	Palawija	0	2,86	0,000	2,839	Lebih
	III	MH	Lain-Lain	0	2,63	0,000	2,628	Lebih
Maret	I	MK 1	Padi	1292	3,59	0,000	3,586	Lebih
	II	MK 1	Palawija	0	2,82	0,911	1,904	Lebih
	III	MK 1	Lain-Lain	0	7,52	0,716	6,805	Lebih
April	I	MK 1	Padi	1292	5,05	1,268	3,780	Lebih
	II	MK 1	Palawija	0	2,70	0,082	2,620	Lebih
	III	MK 1	Lain-Lain	0	2,31	0,660	1,653	Lebih
Mei	I	MK 1	Padi	1292	3,31	0,468	2,845	Lebih
	II	MK 1	Palawija	0	2,42	0,468	1,953	Lebih
	III	MK 1	Lain-Lain	0	2,03	0,000	2,033	Lebih
Juni	I	MK 1	Padi	1292	2,07	0,523	1,546	Lebih
	II	MK 1	Palawija	0	2,23	0,000	2,229	Lebih
	III	MK 1	Lain-Lain	0	1,89	0,000	1,892	Lebih
Juli	I	MK 2	Padi	1292	1,97	0,764	1,205	Lebih
	II	MK 2	Palawija	0	1,86	0,717	1,143	Lebih
	III	MK 2	Lain-Lain	0	1,86	1,123	0,737	Lebih
Agustus	I	MK 2	Padi	620	1,86	0,782	1,078	Lebih
	II	MK 2	Palawija	672	1,86	0,526	1,334	Lebih
	III	MK 2	Lain-Lain	0	1,60	0,783	0,822	Lebih
Sept.	I	MK 2	Padi	620	1,00	1,036	-0,036	Kurang
	II	MK 2	Palawija	672	1,03	1,149	-0,123	Kurang
	III	MK 2	Lain-Lain	0	0,48	0,514	-0,035	Kurang
Okto.	I	MK 2	Padi	620	0,98	0,030	0,950	Lebih
	II	MK 2	Palawija	672	0,71	0,871	-0,157	Kurang
	III	MK 2	Lain-Lain	0	0,89	0,139	0,751	Lebih
Nov.	I	MH	Padi	1292	0,88	0,260	0,622	Lebih
	II	MH	Palawija	0	0,90	0,288	0,607	Lebih
	III	MH	Lain-Lain	0	1,09	0,657	0,436	Lebih
Des.	I	MH	Padi	1292	1,29	0,453	0,833	Lebih
	II	MH	Palawija	0	6,26	0,550	5,707	Lebih
	III	MH	Lain-Lain	0	11,86	0,118	11,743	Lebih
Rerata			MH			0,373		
			MK1			0,566		
			MK2			0,703		

Sumber: Hasil Analisa

Luas Lahan yang Dapat Ditanami

Contoh hasil perhitungan luas lahan yang dapat ditanami berdasarkan perbandingan volume tersedia dengan volume yang dibutuhkan dengan sebaran debit yang ada sebagai berikut :

Tabel 2. Luas lahan yang bisa ditanami padi dan palawija di Bangunan Sadap NGL Kn 1 dengan Luas maksimal 44 Ha

Tanaman	Debit	Volume yg tersedia	Volume yg dibutuhkan	Luas lahan yg diairi
	(m ³ /det)	(m ³)	(m ³ /ha)	(ha)
	[1]	[2]	[3]	[4]
Padi MK 2	0,01	77760	6140,705	12,663
	0,02	155520	6140,705	25,326
	0,03	233280	6140,705	37,989
	0,04	311040	6140,705	44,000
Palawija MK 2	0,01	77760	1830,729	42,475
	0,02	155520	1830,729	44,000

Sumber : Hasil Analisa

Keuntungan Sebagai Fungsi Debit

Dengan diketahui luas lahan yang dapat ditanami dan besarnya biaya produksi per hektar, maka dapat dihitung besarnya keuntungan dari debit yang dialirkan pada tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap NGL Kn 1 sampai NGL Kr 9 Ki pada Daerah Irigasi Nglirip. Besar keuntungan irigasi sebagai fungsi debit tergantung pada alternatif besarnya debit yang dialirkan dengan batasan bila debit yang diberikan.

Tabel 3. Keuntungan yang Didapat Sebagai Fungsi Debit Pengambilan di Bangunan Sadap NGL Kn 1 dengan Luas maksimal 44 Ha

Tanaman	Debit	Luas lahan yg diairi	Manfaat Irigasi	Keuntungan Irigasi
	(m ³ /det)	(ha)	(Rp/ha)	(Rp)
	[1]	[4]	[4]	[4]
Padi MK 2	0,01	12,663	22.850.000	289.350.513
	0,02	25,326	22.850.000	578.701.025
	0,03	37,989	22.850.000	868.051.538
	0,04	44,000	22.850.000	1.005.400.000
Palawija MK 2	0,01	42,475	24.600.000	1.044.881.888
	0,02	44,000	24.600.000	1.082.400.000

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Pengambilan Periode Tanam MK 2 Pada NGL Kn 1

Debit (m ³ /det)	Padi (Rp)	Palawija (Rp)	Keuntungan per musim tanam (Rp)
0,01	289.350.513	1.044.881.888	1.334.232.401
0,02	578.701.025	1.082.400.000	1.661.101.025
0,03	868.051.538	1.082.400.000	1.950.451.538
0,04	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,05	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,06	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,07	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,08	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,09	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,10	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000

0,70	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,71	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,72	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,73	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,74	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000
0,75	1.005.400.000	1.082.400.000	2.087.800.000

Sumber : Hasil Analisa

Optimasi dengan Program Dinamik

Contoh perhitungan optimasi alokasi air dengan menggunakan program dinamik sebagai berikut:

1. Pada tahap 1 di NGL KN 1 dengan debit outflow sebesar 0 m³/det, maka debit guna adalah 0,69 m³/det sehingga diperoleh keuntungan irigasi sebagai fungsi debit sebesar Rp 2.087.800.000 debit outflow sebesar 0,04 m³/det, maka debit guna adalah 0,65 m³/det diperoleh keuntungan irigasi sebagai fungsi debit sebesar Rp 2.087.800.000 dan seterusnya hingga debit outflow sama dengan 0,69 m³/det

Tabel 5. Tahap Alokasi Debit Air Pada NGL Kn 1

Debit Outflow (m ³ /det)	Debit Inflow (m ³ /det)		Keuntungan
	Q guna (m ³ /det)	Keuntungan (Rp)	Maksimum
0,00	0,69	2.087.800.000	2.087.800.000
0,01	0,68	2.087.800.000	2.087.800.000
0,02	0,67	2.087.800.000	2.087.800.000
0,03	0,66	2.087.800.000	2.087.800.000
0,04	0,65	2.087.800.000	2.087.800.000
0,05	0,64	2.087.800.000	2.087.800.000
0,06	0,63	2.087.800.000	2.087.800.000
0,07	0,62	2.087.800.000	2.087.800.000
0,08	0,61	2.087.800.000	2.087.800.000
0,09	0,60	2.087.800.000	2.087.800.000
0,10	0,59	2.087.800.000	2.087.800.000
0,62	0,07	2.087.800.000	2.087.800.000
0,63	0,06	2.087.800.000	2.087.800.000
0,64	0,05	2.087.800.000	2.087.800.000
0,65	0,04	2.087.800.000	2.087.800.000
0,66	0,03	1.950.451.538	1.950.451.538
0,67	0,02	1.661.101.025	1.661.101.025
0,68	0,01	1.334.232.401	1.334.232.401
0,69	0,00	-	-

Sumber : Hasil Analisa

2. Dari keseluruhan debit *outflow* dan debit guna, diperoleh keuntungan maksimum dari tahap 1 pada NGL KN 1.
3. Nilai keuntungan maksimum dari tahap 1 tersebut lalu ditransformasikan ke tahap selanjutnya yaitu untuk NGL KN 2.
4. Pada tahap ke-2, debit guna 0 m³/det, keuntungan yang didapat adalah sama dengan keuntungan maksimum pada tahap 1, sedangkan untuk debit guna selanjutnya, nilai keuntungan maksimum pada tahap 1 ditambahkan dengan keuntungan irigasi sebagai fungsi debit pada NGL KN 1 (Tabel 4.24) yang menghasilkan nilai keuntungan maksimum akhir tahap.

Contoh:

a. Debit guna 0,01 m³/det

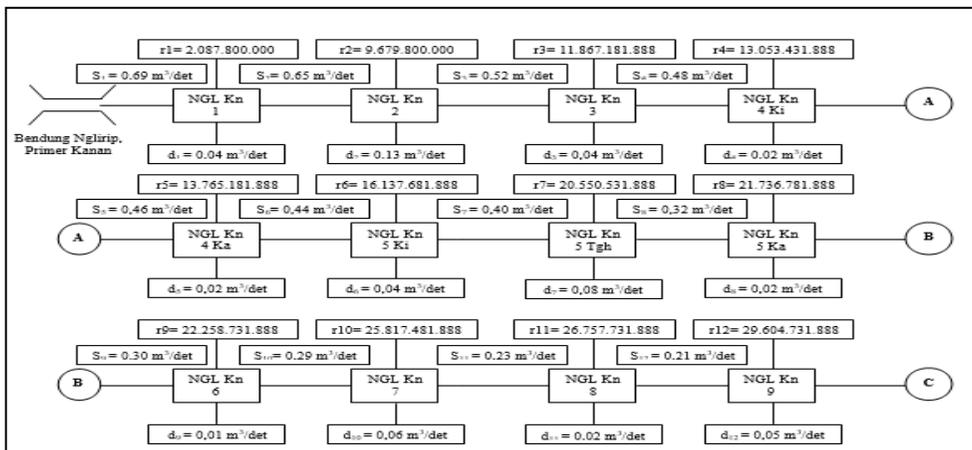
$$\text{Keuntungan maksimum} = 1.259.901.372 + 2.087.800.000 = 3.347.701.372$$

b. Debit guna 0,02 m³/det

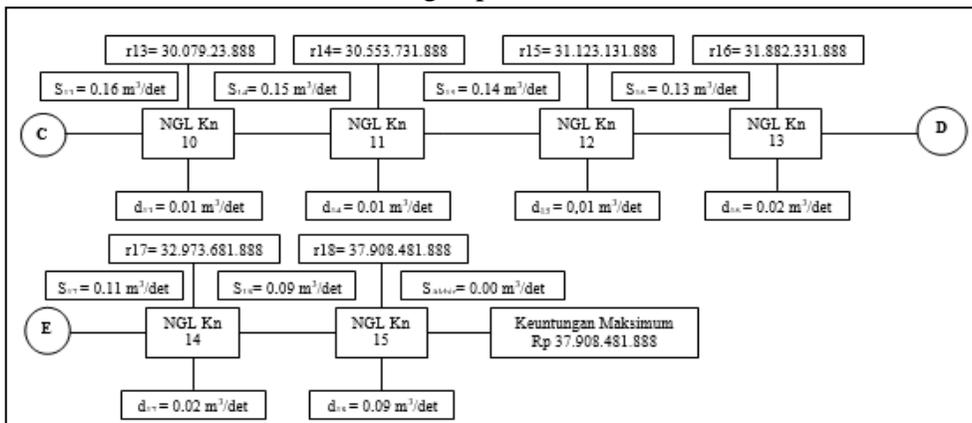
$$\text{Keuntungan maksimum} = 2.668.464.801 + 2.087.800.000 = 4.756.264.801$$

Demikian seterusnya hingga debit guna 0,69 m³/det.

5. Dari semua keuntungan maksimum akhir tahap untuk satu *state* dipilih keuntungan yang maksimum dan debit *inflow*
6. maksimum akhir tahap yang berhubungan dengan nilai keuntungan maksimum.
7. Jika semua *cell* pada tabel optimasi telah terisi, lakukan kembali prosedur yang sama (dimulai dari langkah nomor 2) untuk tahap berikutnya hingga tahap akhir. Dan untuk bangunan NGL Kn 2 didapatkan debit guna sebesar $0,52 \text{ m}^3/\text{det}$ dan keuntungan maksimum $9.679.800.000$. Hasil optimasi alokasi air dengan program dinamik dapat dilihat pada gambar 2. dan gambar 3.



Gambar 2. Optimasi Alokasi Air Dengan Program Dinamik Pada Primer Nglirip Kanan



Gambar 3. Optimasi Alokasi Air Dengan Program Dinamik Pada Primer Nglirip Kanan (Lanjutan)

Rekap Debit, Keuntungan Maksimum dan Luas Lahan Optimasi Program Dinamik

Jalur optimal yang didapat pada bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap NGL Kn 1 sampai NGL Kn 15 pada primer Nglirip Kanan adalah 0,69 m³/det - 0,65 m³/det - 0,52 m³/det - 0,48 m³/det - 0,46 m³/det - 0,44 m³/det - 0,40 m³/det - 0,32 m³/det - 0,30 m³/det - 0,29 m³/det - 0,23 m³/det - 0,21 m³/det - 0,16 m³/det - 0,15 m³/det - 0,14 m³/det - 0,13 m³/det - 0,11 m³/det - 0,09 m³/det dan pada NGL Kr 1 sampai NGL Kr 9 Ki pada primer Nglirip Kiri adalah 0,44 m³/det - 0,43 m³/det - 0,41 m³/det - 0,40 m³/det - 0,36 m³/det - 0,32 m³/det - 0,21 m³/det - 0,17 m³/det - 0,16 m³/det - 0,15 m³/det - 0,05 m³/det.

Pada lokasi eksisting didapatkan luasan tanam untuk padi sebesar 622 hektar dan palawija 670 hektar, sedangkan hasil optimasi didapatkan luas tanam untuk padi sebesar 504 hektar dan palawija 788 hektar. Sehingga didapatkan nilai keuntungan sebelum optimasi sebesar Rp 30.694.700 dan setelah optimasi sebesar Rp 30.901.200.000.

Neraca Air Hasil Optimasi Program Dinamik

Didapatkan secara hasil neraca air terjadi kekurangan sebanyak 6 periode dan atas kekurangan itu akan direncanakan sistem pembagian airnya.

Tabel 6. Perhitungan Faktor K dan Lama Pemberian Air pada Periode MK 2

Bulan	Periode	Musim	Q		Faktor K	Ket.	Waktu Pemberian (Jam)	
			Q 80 m ³ /dt	Kebutuhan Optimasi MK 2 m ³ /dt			Gol. A (798 Ha)	Gol. B (494 Ha)
Januari	I	MH	3,77	0,20	18,66	T M	-	-
	II	MH	5,26	0,83	6,31	T M	-	-
	III	MH	3,28	0,00	0,00	-	-	-
Februari	I	MH	4,68	0,00	0,00	-	-	-
	II	MH	2,86	0,00	0,00	-	-	-
	III	MH	2,63	0,00	0,00	-	-	-
Maret	I	MK 1	3,59	0,00	0,00	-	-	-
	II	MK 1	2,82	0,91	3,09	T M	-	-
	III	MK 1	7,52	0,72	10,50	T M	-	-
April	I	MK 1	5,05	1,27	3,98	T M	-	-
	II	MK 1	2,70	0,08	33,15	T M	-	-
	III	MK 1	2,31	0,66	3,51	T M	-	-
Mei	I	MK 1	3,31	0,47	7,08	T M	-	-
	II	MK 1	2,42	0,47	5,18	T M	-	-
	III	MK 1	2,03	0,00	0,00	-	-	-
Juni	I	MK 1	2,07	0,52	3,96	T M	-	-
	II	MK 1	2,23	0,00	0,00	-	-	-
	III	MK 1	1,89	0,00	0,00	-	-	-
Juli	I	MK 2	1,97	0,76	2,58	T M	-	-
	II	MK 2	1,86	0,72	2,60	T M	-	-
	III	MK 2	1,86	1,12	1,66	T M	-	-
Agustus	I	MK 2	1,86	1,13	1,65	T M	-	-
	II	MK 2	1,86	1,13	1,65	T M	-	-
	III	MK 2	1,60	1,13	1,42	T M	-	-
Sept.	I	MK 2	1,00	1,13	0,88	T M	-	-
	II	MK 2	1,03	1,13	0,91	T M	-	-
	III	MK 2	0,48	1,13	0,42	G S	74	46
Okto.	I	MK 2	0,98	1,13	0,87	T M	-	-
	II	MK 2	0,71	1,13	0,63	G T	148	92
	III	MK 2	0,89	1,13	0,79	G T	148	92
Nov.	I	MH	0,88	0,26	3,39	T M	-	-
	II	MH	0,90	0,29	3,11	T M	-	-
	III	MH	1,09	0,66	1,66	T M	-	-
Des.	I	MH	1,29	0,45	2,84	T M	-	-
	II	MH	6,26	0,55	11,37	T M	-	-
	III	MH	11,86	0,12	100,56	T M	-	-

Sumber : Hasil Analisa

KESIMPULAN

1. Dari pola tata tanam eksisting yang ada di Daerah Irigasi Nglirip didapatkan nilai rerata kebutuhan air irigasi pada periode tanamnya sebesar 0,373 m³/det untuk periode MH, 0,566 m³/det untuk periode MK 1, dan 0,703 m³/det untuk Masa MK 2. Dan pada periode masa tanam MK 2 ini diketahui terjadi kekurangan air sebanyak 4 periode dan dijadikan analisa untuk dilakukan optimasi program dinamik pada periode tanam MK 2 tersebut.
2. Dengan dilakukan optimasi program dinamik didapatkan besarnya debit optimum pada periode MK 2 dengan 2 bangunan primer Nglirip Kiri dan Kanan sebesar 1,130 m³/det. Jalur optimal yang didapat pada bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap NGL Kn 1 sampai NGL Kn 15 pada primer Nglirip Kanan adalah 0,69 m³/det - 0,65 m³/det - 0,52 m³/det - 0,48 m³/det - 0,46 m³/det - 0,44 m³/det - 0,40 m³/det - 0,32 m³/det - 0,30 m³/det - 0,29 m³/det - 0,23 m³/det - 0,21 m³/det - 0,16 m³/det - 0,15 m³/det - 0,14 m³/det - 0,13 m³/det - 0,11 m³/det - 0,09 m³/det dan pada NGL Kr 1 sampai NGL Kr 9 Ki pada primer Nglirip Kiri adalah 0,44

m³/det - 0,43 m³/det - 0,41 m³/det - 0,40 m³/det - 0,36 m³/det - 0,32 m³/det - 0,21 m³/det - 0,17 m³/det - 0,16 m³/det - 0,15 m³/det - 0,05 m³/det.

Dari debit tersebut dilakukan optimasi dan didapatkan luasan lahan sebesar 504 Hektar Padi dan 788 Hektar Palawija dengan dibandingkan luasan lahan eksisting sebesar 622 Hektar Padi dan 670 Hektar Palawija. Dan persentase intensitas tanam yg didapat setelah optimasi untuk padi sebesar 39%, palawija sebesar 61% dibandingkan dengan eksisting untuk padi sebesar 48%, palawija sebesar 52%.

3. Rekap keuntungan yang bisa dicapai dengan program dinamik pada masa tanam periode MK 2 sebesar Rp 30.901.200.000 dan sebelum optimasi sebesar Rp 30.694.700.000 atau memberikan keuntungan sebesar Rp 206.500.000.

SARAN

1. Perlu juga dikembangkan penelitian dengan mempertimbangkan pada periode tanam Musim Hujan dan Musim Kering I agar dapat diketahui keuntungan maksimum dalam setahun musim tanam.
2. Jika mengacu pada kekurangan yang terjadi pada kebutuhan eksisting untuk periode tanam MK 2 untuk dilakukan pola tanam dengan Palawija secara seragam agar tidak terjadi kekurangan air.
3. Untuk instansi terkait dan para HIPPA perlu dilakukan sosialisasi terkait rencana luas tanam dan sistem pemberiaa air khususnya pada masa periode MK 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi (Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01)*
- Montarcih, L. & Soetopo, W. 2009. *Manajemen Air Lanjut*. Malang: CV. Citra Malang.
- Soemarto, C. D. 1986. *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, S & Takeda, K. 1976. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Subagyo, P., Asri, M. & Handoko, T. H. 1981. *Dasar-Dasar Operation Research*. Yogyakarta: BPFE.

- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional
- Wirosoedarmo, R. 1985. *Dasar-dasar Irigasi Pertanian*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.