

OPTIMASI POLA TANAM DAERAH IRIGASI KAITI SAMO KABUPATEN ROKAN HULU MENGUNAKAN PROGRAM LINIER

Mukhlas Abror, Manyuk Fauzi, M. Efendi Saputra

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
email: cow_pluto@yahoo.co.id

ABSTRACT

The main purpose of this study is to optimize the utilization of water resources and land in Kaiti Samo Irrigation Area of Rokan Hulu District through variations of crop patterns. Kaiti Samo Irrigation Area with 1654 Ha of potential area, the functional area is only 700 Ha. The processing of agricultural land at the location is also done twice a year with Padi-Padi-Bera crop pattern.

The research method used is optimization study to obtain the maximum profits of farming results based on the optimal planting area using a linear program. The existing dependable volume and crops water requirements of each alternative crop pattern planned are used as restrictions/constraints as input for operation of linear program. The results of these calculations are expected to know the optimal planting area according to the crop pattern and crop season, also the greatest profits will be obtained.

The results of one early planting alternative planned, crop pattern is obtained which get the greatest profits is Padi-Padi-Kacang Hijau at early planting November period I. The profits is Rp 8.829.000.000,00 with the planting area for crop season I: Padi = 1180 Ha, crop season II: Padi = 1180 Ha, crop season III: Kacang Hijau = 1140 Ha, and crop intensity 237%.

Key words : dependable volume, crop water requirement, crop pattern, optimization, linear program

PENDAHULUAN

Program Operasi Pangan Riau Makmur (OPRM) merupakan program yang dilaksanakan oleh Provinsi Riau dalam rangka mewujudkan swasembada beras bagi Provinsi Riau pada tahun 2013 dengan menjadikan lahan di Riau sebagai lahan untuk pertanian komoditi padi. Program ini pada pelaksanaannya dilakukan dengan dua langkah yaitu intensifikasi dan ekstensifikasi. Intensifikasi merupakan usaha perbaikan pertanian dengan cara melakukan optimalisasi pada jenis komoditi, pola tanam, dan intensitas tanam, sedangkan ekstensifikasi merupakan usaha perluasan wilayah pertanian.

Kabupaten Rokan Hulu merupakan salah satu kabupaten yang menjadi lumbung beras bagi Provinsi Riau. Banyak wilayah di kabupaten ini yang dijadikan sebagai lahan

pertanian atau daerah irigasi (DI). Salah satu daerah yang dijadikan lahan pertanian adalah DI Kaiti Samo yang terletak di Desa Kaiti, Kecamatan Rambah. Luas lahan pertanian DI Kaiti Samo sebesar ± 1.654 Ha, namun belum mampu memberikan hasil pertanian dan keuntungan maksimum bagi petani, hal ini disebabkan oleh faktor-faktor berikut ini:

1. Lahan yang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian (lahan fungsional) adalah ± 700 Ha.
2. Pengolahan lahan pertanian oleh petani dua kali setahun dengan pola tanam padi-padi-bera.
3. Selain itu didukung dengan air di bendung yang masuk ke kolam-kolam ikan masyarakat setempat yang ada disekitar Bendung Kaiti.

Untuk mendukung pelaksanaan program OPRM dan meningkatkan hasil pertanian dan kesejahteraan petani di DI Kaiti Samo, maka diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi pertanian. Salah satu cara untuk meningkatkan hasil pertanian pada tiap satuan luasnya adalah dengan menggunakan pengaturan cara pemberian air irigasi yang baik dan juga pengaturan pola tanam yang lebih optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

a. Uji konsistensi data

Sebelum data hidrologi tersebut digunakan, harus dilakukan pengujian terhadap konsistensinya. Konsistensi dari pencatatan hujan dalam penelitian ini diperiksa menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS).

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{Dy}$$

dengan:

$k = 1, 2, 3, \dots, n$

$Dy =$ standar deviasi

$S_k^* =$ nilai kumulatif penyimpangan rata-rata

$S_k^{**} =$ hasil nilai uji RAPS

b. Evapotranspirasi

Peristiwa berubahnya air menjadi uap ke udara bergerak dari permukaan tanah, permukaan air dan penguapan melalui tanaman dinamakan evapotranspirasi. Apabila ketersediaan air tidak terbatas maka evapotranspirasi yang terjadi disebut evapotranspirasi potensial (ET_0). Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus Penman-Modifikasi yang diuraikan sebagai berikut :

$$E_{to} = C(W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(U)) \cdot (e_a - e_d)$$

keterangan :

$e_a =$ Tekanan uap jenuh (mbar)

$e_d =$ Tekanan uap nyata (mbar)

$f(U) =$ Fungsi angin (m/s)

$U =$ Kecepatan angin (m/s)

$1 - W =$ Faktor pembobot

$R_n = R_{ns} - R_{nl}$

$R_{ns} =$ Radiasi gelombang pendek netto

$R_{nl} =$ Radiasi gelombang panjang netto

$C =$ Koefisien bulanan

c. Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan adalah curah hujan rerata daerah minimum untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dan dapat dipakai untuk keperluan irigasi. Curah hujan andalan untuk tanaman padi ditetapkan sebesar 80%, sedangkan untuk tanaman palawija sebesar 50%. Curah hujan andalan ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1$$

$$R_{50} = \frac{n}{2} + 1$$

dengan :

$R_{80} =$ Curah hujan yang terjadi dengan tingkat keandalan 80% (mm),

$R_{50} =$ Curah hujan yang terjadi dengan tingkat keandalan 50% (mm),

$n =$ Jumlah tahun pengamatan.

d. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Untuk tanaman padi nilai curah hujan efektifnya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Re = 70\% \times R_{80}$$

Sedangkan untuk tanaman palawija, nilai curah hujan efektifnya dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Re = R_{50}$$

dengan :

$Re =$ Curah hujan efektif (mm).

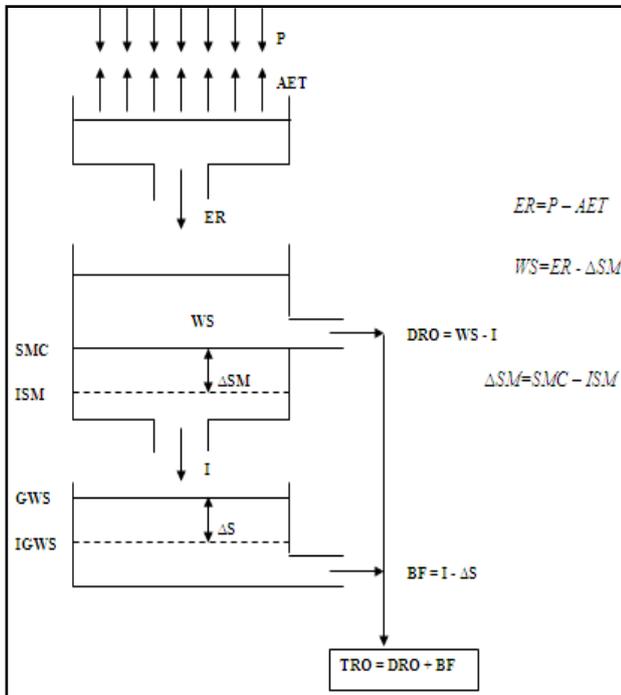
e. Debit Andalan

Debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk keperluan irigasi. Debit aliran sungai harus diketahui sebelum menentukan debit andalan sungai. Untuk mengetahui debit aliran sungai yang tidak diketahui datanya maka dilakukan perhitungan dengan metode tertentu.

• Debit Sungai Hujan-Aliran Metode FJ.Mock

Pada dasarnya metode ini adalah hujan yang jatuh pada *catchment area* sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi aliran permukaan (*direct run off*) dan sebagian lagi akan masuk kedalam tanah (infiltrasi), dimana infiltrasi pertama-

tama akan menjenuhkan *top soil*, kemudian menjadi perkolasi membentuk air bawah tanah (*ground water*) yang nantinya akan keluar ke sungai sebagai aliran dasar (*base flow*). Adapun tahapan yang digunakan dalam metode ini adalah seperti yang digambarkan dalam bagan alir di bawah ini.



• **Debit Andalan Metode Weibull**

Dalam perencanaan proyek-proyek penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*). Untuk menghitung debit andalan tersebut, dihitung peluang 80 % dari debit *inflow* sumber air pada pencatatan debit pada periode tertentu. Dalam menentukan besarnya debit andalan dengan peluang 80 % digunakan probabilitas Metode *Weibull*, dengan rumus :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

dengan :

- P = Peluang (%)
- m = Nomor urut data,
- n = Jumlah data.

f. Optimasi Menggunakan Program Linier

Model optimasi adalah penyusunan model suatu sistem yang sesuai dengan keadaan nyata, yang nantinya dapat diubah ke dalam model matematis dengan pemisahan elemen-elemen pokok agar suatu penyelesaian sesuai dengan sasaran atau tujuan pengambilan keputusan tercapai (Montarcih, 2008).

Pada dasarnya program linier memiliki tiga unsur penting (Montarcih, 2008), yaitu:

1. Variabel Putusan
Variabel putusan merupakan variabel yang akan dicari dan memberi nilai yang paling baik bagi tujuan yang hendak dicapai.
2. Fungsi Tujuan
Fungsi tujuan adalah fungsi matematika yang harus dimaksimumkan atau diminimumkan, dan mencerminkan tujuan yang hendak dicapai.
3. Fungsi Kendala
Fungsi kendala adalah fungsi matematika yang menjadi kendala bagi usaha untuk untuk memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan, mewakili kendala yang harus dicapai.

Bentuk matematika untuk pemecahan masalah dengan program linier adalah sebagai berikut :

Fungsi tujuan = maksimisasi

$$Z_{max} = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Fungsi kendala :

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n &\leq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n &\leq b_2 \\ \dots &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n &\leq b_m \end{aligned}$$

Non negativity :

$$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0; \dots ; X_n \geq 0$$

dengan :

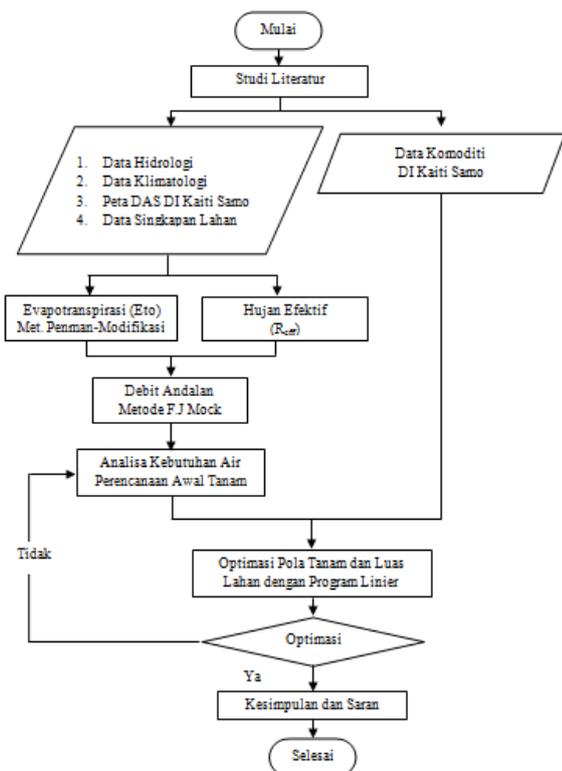
- Z_{max} = fungsi tujuan (*objective function*),
- X_n = variabel,
- C_n = koefisien variabel (*cost*),
- a_{mn} = jumlah sumber daya m yang dikonsumsi oleh setiap unit kegiatan n,
- b_m = jumlah sumber daya m yang tersedia untuk dialokasikan,
- m = jumlah sumber daya yang terbatas,
- n = jumlah kegiatan yang memerlukan sumber daya yang terbatas.

METODOLOGI PENELITIAN

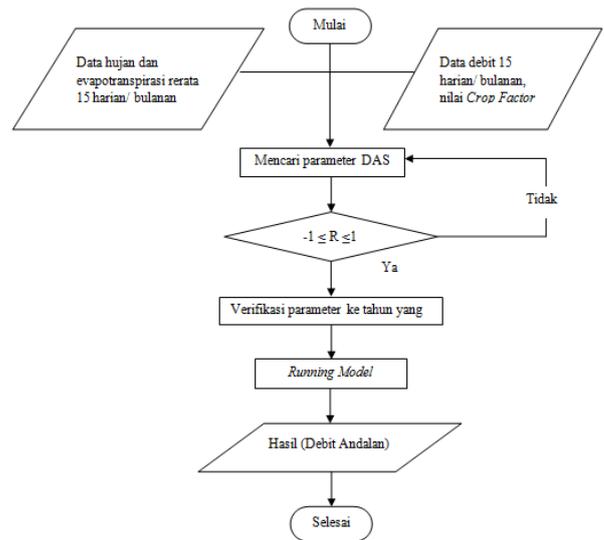
Lokasi penelitian adalah di DI Kaiti Samo Desa Pasir Baru, Suka Maju, Sialang Jaya, Rambah Samo Tengah Barat, Rambah tengah Hilir, Kec. Rambah dan Desa Baru, Rambah Utama Kec. Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau. Luas potensial DI Kaiti

Samo adalah 1654 Ha dengan luas *chatchment area* sebesar 31,688 km².

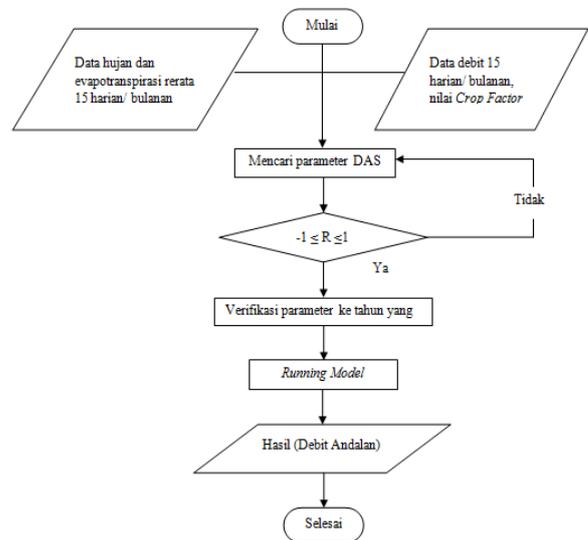
Proses pelaksanaan studi ini pada prinsipnya terbagi dalam tiga bagian yaitu pengumpulan data, pengolahan data/perhitungan dan keluaran berupa hasil analisa sebagai rekomendasi kepada pihak yang membutuhkan. Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur penelitian ini adalah studi literatur dan pengumpulan data. Pola pikir pelaksanaan studi dalam penelitian ini adalah seperti yang digambarkan dalam bagan alir di bawah ini.



Adapun bagan alir debit Metoda F.J Mock dapat dilihat sebagai berikut :



Adapun bagan alir Optimasi Program Linier dapat dilihat sebagai berikut :



HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji Konsistensi

Tabel 1. Uji Konsistensi DAS Rambah Utama dengan RAPS

k	Tahun	Y _i	Y _i -Y _{rata}	Sk*	(Y _i -Y _{rata}) ²	Sk**	Sk**
1	2002	2600,6	-409,87	0,00	167993,4	0,00	0,00
2	2003	3281,0	270,53	270,53	73186,5	0,50	0,50
3	2004	3238,7	228,23	228,23	52088,9	0,42	0,42
4	2005	2138,1	-872,37	0,00	761029,4	0,00	0,00
5	2006	2459,6	-550,87	0,00	303457,8	0,00	0,00
6	2007	3829,0	818,53	818,53	669991,4	1,51	1,51
7	2008	2794,3	-216,17	0,00	46729,5	0,00	0,00
8	2009	3520,4	509,93	509,93	260028,6	0,94	0,94
9	2010	2742,2	-268,27	0,00	71968,8	0,00	0,00
10	2011	3500,8	490,33	490,33	240423,5	0,90	0,90
Jumlah	30104,70			2317,55		4,273481	4,273481
Y rata	3010,47						
S. Deviasi	542,31						
Maks						1,51	
Min						0,00	
R	1,51						
O	1,51						

Sumber : Hasil Perhitungan, 2013

Dari hasil analisis diperoleh :

$$Q_{hitungan} = 1,006 < Q_{kritis} = 1,46$$

$$R_{hitungan} = 1,344 < R_{kritis} = 1,7.$$

Tabel 2. Hasil Uji Konsistensi masing-masing stasiun

DAS SIAK		
Stasiun	Uji Konsistensi	
	RAPS	Kurva Massa Ganda
Rambah Utama	konsisten	Tidak dilakukan
Lubuk Bendahara	konsisten	Tidak dilakukan
Ujung Batu	konsisten	Tidak dilakukan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2013

b. Evapotranspirasi

Analisis evapotranspirasi potensial (ET_o) diperlukan dalam perhitungan ketersediaan air (Q_{80}) dan kebutuhan air (Q_{IR}). Berdasarkan data klimatologi dari stasiun hujan Rambah Utama yang telah dianalisis di atas, maka dapat dihitung besarnya evapotranspirasi Potensial (ET_o). Adapun hasil perhitungan Evapotranspirasi potensial (ET_o) menggunakan metode Penman-Modifikasi untuk adalah berikut ini.

Tabel 5. Evapotranspirasi

No	Uraian	Simbol	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
1	Eto	Eto	mm/hari	4.29	4.61	4.18	3.8	4.18	4.28
2	Eto rata-rata 15 harian	Eto	mm/15 hari	64.36	69.20	62.75	57.01	62.64	64.13
3	Evapotranspirasi rata-rata perbulan	Eto	mm/bulan	128.71	138.40	125.49	114.02	125.29	128.25

No	Uraian	Simbol	Satuan	Juli	Agus	Sept	Okt	Nov	Des
1	Eto	Eto	mm/hari	4.06	4.66	4.73	4.73	4.62	4.51
2	Eto rata-rata 15 harian	Eto	mm/15 hari	60.96	69.94	70.93	70.89	69.33	67.60
3	Evapotranspirasi rata-rata perbulan	Eto	mm/bulan	121.93	139.88	141.87	141.79	138.66	135.20

Sumber : Hasil Perhitungan, 2013

c. Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan merupakan curah hujan rata-rata 15 harian dengan kemungkinan kegagalan 20% yang dihitung dengan menggunakan metode *Basic Year*. Berikut adalah contoh perhitungan curah hujan andalan untuk bulan Januari periode I.

Tabel 6. Curah Hujan Andalan Januari 1

No	Data Hujan		Rangking Data	Keterangan
	Tahun	Curah Hujan Rata-rata	Curah Hujan Rata	
1	2002	12,0	9,6	
2	2003	20,1	12,0	
3	2004	9,6	14,1	14,1
4	2005	21,8	15,6	
5	2006	15,6	16,5	
6	2007	17,2	17,2	17,2
7	2008	14,1	20,1	
8	2009	16,5	21,3	
9	2010	21,3	21,6	
10	2011	21,6	21,8	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2013

Langkah pertama adalah mengurutkan curah hujan rata-rata mulai dari nilai terkecil hingga yang terbesar. Kemudian curah hujan andalan ditentukan menggunakan persamaan $R_{80} = \frac{10}{5} + 1 = 3$, maka diperoleh nilai curah hujan dengan keandalan 80% adalah 14.1 mm, dan $R_{50} = \frac{10}{2} + 1 = 6$, maka diperoleh nilai curah hujan dengan keandalan 50% adalah 17.2 mm. Untuk perhitungan curah hujan andalan bulan lainnya menggunakan cara yang sama.

1. **Curah Hujan Efektif Padi dan Palawija**
Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan konsumtif tanaman. Hasil dari perhitungan curah hujan efektif dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Probabilitas hari hujan dan kering

Bulan	Periode	Jumlah hari	Curah Hujan Efektif (R_e)				
			R_{80} mm	R_{50} mm	Padi		Palawija mm/hari
					mm	mm/hari	
Januari	I	15	14,10	17,20	9,87	0,66	1,15
	II	16	14,60	16,00	10,22	0,64	1,00
Februari	I	15	8,40	14,10	5,88	0,39	0,94
	II	13	10,70	17,90	7,49	0,58	1,38
Maret	I	15	12,00	16,00	8,40	0,56	1,07
	II	16	16,50	19,10	11,55	0,72	1,19
April	I	15	21,60	23,50	15,12	1,01	1,57
	II	15	17,30	19,30	12,11	0,81	1,29
Mei	I	15	21,20	26,80	14,84	0,99	1,79
	II	16	9,90	15,30	6,93	0,43	0,96
Juni	I	15	12,20	18,20	8,54	0,57	1,21
	II	15	12,60	21,10	8,82	0,59	1,41
Juli	I	15	10,90	19,40	7,63	0,51	1,29
	II	16	12,10	17,20	8,47	0,53	1,08
Agustus	I	15	3,30	9,90	2,31	0,15	0,66
	II	16	14,20	20,60	9,94	0,62	1,29
September	I	15	12,00	21,80	8,40	0,56	1,45
	II	15	8,40	12,20	5,88	0,39	0,81
Oktober	I	15	7,70	18,70	5,39	0,36	1,25
	II	16	17,90	20,00	12,53	0,78	1,25
November	I	15	20,80	22,90	14,56	0,97	1,53
	II	15	12,60	17,30	8,82	0,59	1,15
Desember	I	15	16,50	24,00	11,55	0,77	1,60
	II	16	11,30	18,60	7,91	0,49	1,16

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Tabel 7 menunjukkan bahwa untuk tanaman padi, curah hujan tinggi terjadi pada bulan April periode I sebesar 1,01 mm/hari, Mei periode I 0,99 mm/hari dan bulan November periode I sebesar 0.97 mm/hari. Apabila dihubungkan dengan kebutuhan air tanaman, pada bulan-bulan tersebut merupakan waktu yang tepat untuk masa pengolahan tanah/penyiapan lahan. Hasil analisis pada Tabel 7 di atas menunjukkan bahwa untuk tanaman palawija, curah hujan efektif tinggi pada bulan Mei periode I sebesar 1,79 mm/hari. Curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus periode I sebesar 0.66 mm/hari.

2. Debit Andalan

• Debit Sungai Hujan-Aliran Metode FJ.Mock

Tahap pertama adalah melakukan kalibrasi antara debit hasil hitungan dan debit terukur di lapangan untuk memperkirakan nilai parameter DAS. Namun disebabkan data debit terukur untuk debit Sungai Kaiti dan Sungai Samo yang tidak tersedia, maka kalibrasi dilakukan dengan membandingkan debit hitungan andalan Sungai Kaiti dan Sungai Samo dengan debit hasil konversi dari data AWLR Stasiun Pasir Pengarayan tahun 2009 yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatra III, Selanjutnya verifikasi merupakan proses perhitungan dengan menggunakan data masukkan selain yang digunakan pada tahap kalibrasi, akan tetapi menggunakan parameter DAS yang dihasilkan pada tahap kalibrasi. Berikut merupakan hasil perhitungan ketersediaan air pada Sungai Kaiti dengan metode F.J.Mock pada bulan Januari tahun 2002 :

Tabel 8. Perhitungan Pengalihragaman Hujan menjadi Debit dengan Metode Mock Pada Tahun 2002

Parameter DAS	Bulan Ke-											
	1 Jan	2 Feb	3 Mar	4 Apr	5 May	6 Jun	7 Jul	8 Aug	9 Sep	10 Oct	11 Nov	12 Dec
N (hari)	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0
P (mm)	259,6	14,2	170,0	268,4	114,6	78,6	193,9	148,1	253,1	341,0	438,7	320,4
PET (mm)	128,7	138,4	125,5	114,0	125,3	128,3	121,9	139,9	141,9	141,8	138,7	135,2
CF	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
AET (mm)	141,6	152,2	138,0	125,4	137,8	115,4	109,7	111,9	113,5	113,4	124,8	135,2
ER (mm)	118,0	-138,0	32,0	143,0	-23,2	-36,8	84,2	36,2	139,6	227,6	313,9	185,2
SM (mm)	500,0	362,0	393,9	500,0	476,8	440,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
WS (mm)	118,0	0,0	0,0	36,9	0,0	0,0	24,1	36,2	139,6	227,6	313,9	185,2
I (mm)	11,8	0,0	0,0	22,1	0,0	0,0	14,5	21,7	83,8	136,5	31,4	18,5
GWS (mm)	1361	1225	1102	1013	912	820	752	697	707	766	719	665
BF (mm)	150,6	136,1	122,5	111,4	101,3	91,2	82,8	76,3	74,0	77,6	78,2	72,9
DRO (mm)	106,2	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0	9,6	14,5	55,8	91,0	282,5	166,7
TRO (mm)	256,8	136,1	122,5	126,1	101,3	91,2	92,5	90,8	129,8	168,6	360,7	239,6
Qcal (m ³ /det)	2,7	1,6	1,3	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,4	1,8	4,0	2,5

Sumber : Hasil Perhitungan, 2013

• Debit Andalan Metode Weibull

Analisis debit andalan Sungai Kaiti dan Sungai Samo dihitung menggunakan data debit yang diperoleh melalui perhitungan debit Metode FJ Mock, dengan panjang data 10 tahun mulai dari tahun 2002 hingga tahun 2011. Untuk menentukan besarnya debit andalan dengan peluang 80 % digunakan probabilitas Metode Weibull. Dari perhitungan probabilitas Weibull, diperoleh debit andalan (Q₈₀) Sungai Kaiti diambil dari nilai probabilitas 72,7%. Adapun hasil perhitungan debit andalan Sungai Kaiti dan Sungai Samo disajikan pada tabel berikut :

Tabel 9. Debit dan Volume Andalan

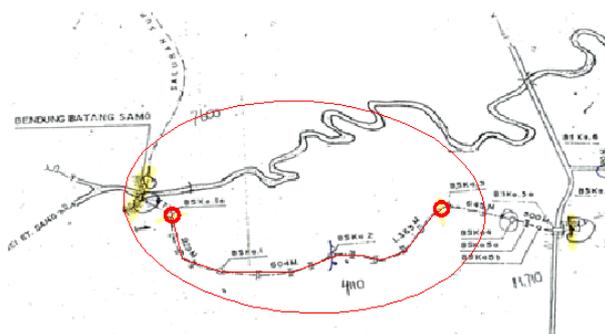
No	Bulan		Q ₈₀ % (m ³ /det)	Volume Andalan (m ³)
1	Januari	I	3,36	4354560
		II	3,36	4354560
2	Februari	I	2,03	2630880
		II	2,03	2630880
3	Maret	I	1,65	2138400
		II	1,65	2138400
4	April	I	1,87	2423520
		II	1,87	2423520
5	Mei	I	1,41	1827360
		II	1,41	1827360
6	Juni	I	1,43	1853280
		II	1,43	1853280
7	Juli	I	1,30	1684800
		II	1,30	1684800
8	Agustus	I	1,22	1581120
		II	1,22	1581120
9	September	I	1,23	1594080
		II	1,23	1594080
10	Oktober	I	1,36	1762560
		II	1,36	1762560
11	November	I	2,48	3214080
		II	2,48	3214080
12	Desember	I	3,06	3965760
		II	3,06	3965760

Sumber : Hasil Perhitungan, 2013

e. Kehilangan Air Dilapangan

Analisis Kehilangan Air di Lapangan Pada DI Kaiti Samo diperoleh dengan menggunakan data hasil pengukuran langsung pada saluran primer yang ada pada DI Kaiti Samo. Pengukuran ini dilakukan pada saluran primer dengan tujuan untuk mengetahui berapa debit yang dialirkan bendungan Samo menuju DI Kaiti Samo, serta mengetahui berapa kehilangan air disaluran tersebut akibat adanya pengambilan air dalam jumlah yang cukup

besar oleh warga setempat untuk mengairi tambak/kolam ikan milik mereka.



Gambar 1. Lokasi Pengukuran, Saluran Primer Di Kaiti Samo, Kabupaten Rokan Hulu

Metoda pengukuran adalah dengan menggunakan Curentmeter, Curentmeter adalah alat untuk mengukur kecepatan aliran. Curentmeter bisa digunakan pada saluran atau sungai yang memiliki debit $0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$ s/d $5 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sebelum mengukur kecepatan dengan metoda satu titik, dua titik dan seterusnya, terlebih dahulu membagi saluran menjadi pias-pias kecil (pada pengukuran ini dibagi empat pias) dengan tujuan untuk mendapatkan kecepatan yang lebih mendekati dengan kecepatan sebenarnya. Selanjutnya Setelah mendapatkan kecepatan aliran dengan menggunakan curentmeter, untuk menghitung debit pada titik tersebut terlebih dulu dikalikan dengan luas penampang basah saluran tersebut. Adapun hasil pengukuran debit lapangan pada saluran primer DI Kaiti Samo dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Hasil Pengukuran Debit Dilapangan

TP	Kec. Aliran (m/s)	Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)	Selisih (m ³ /s)	Keterangan	Kehilangan %
1	0,304	2,496	0,759	0,025		30,05
2	0,184	3,990	0,734	0,074		
3	0,367	1,800	0,661	-0,037	Per. Tampang Saluran	
4	0,506	1,378	0,697	0,026		
5	0,532	1,263	0,672	0,037		
6	0,444	1,430	0,635	0,015		
7	0,328	1,891	0,620	-0,083		
8	0,372	1,890	0,703	0,056		
9	0,399	1,623	0,647	0,038		
10	0,364	1,674	0,609	0,024		
11	0,452	1,296	0,586	0,028		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Dari tabel diatas didapat kehilangan air pada saluran primer adalah sebesar 30 %. hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yaitu perubahan bentuk tampang saluran serta, pengambilan air yang digunakan untum mengairi tambak dan kolam ikan milik warga setempat. Selanjutnya untuk mendapatkan debit andalan kondisi exsiting adalah dengan

mengurangkan debit andalan hasil perhitungan dengan debit yang hilang dilapangan, adapun hasil perhitungan debit existing adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Debit dan Volume Exsiting Eksisting

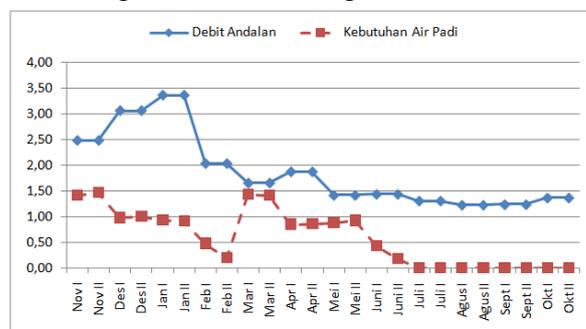
No	Bulan	Q ₅₀ % (m ³ /det)	Volume Andalan (m ³)	
1	Januari	I	2,35	3048192
		II	2,35	3048192
2	Februari	I	1,42	1841616
		II	1,42	1841616
3	Maret	I	1,16	1496880
		II	1,16	1496880
4	April	I	1,31	1696464
		II	1,31	1696464
5	Mei	I	0,99	1279152
		II	0,99	1279152
6	Juni	I	1,00	1297296
		II	1,00	1297296
7	Juli	I	0,91	1179360
		II	0,91	1179360
8	Agustus	I	0,85	1106784
		II	0,85	1106784
9	September	I	0,86	1115856
		II	0,86	1115856
10	Oktober	I	0,95	1233792
		II	0,95	1233792
11	November	I	1,74	2249856
		II	1,74	2249856
12	Desember	I	2,14	2776032
		II	2,14	2776032

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

f. Evaluasi Kesetimbangan Air Irigasi

Keseimbangan air merupakan perbandingan antara kondisi ketersediaan air dengan kebutuhan air. Hasil analisis perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air pada DI Kaiti Samo

1. Keseimbangan Air Kondisi Eksisting (Tidak Mengabaikan Kehilangan Air di Saluran)

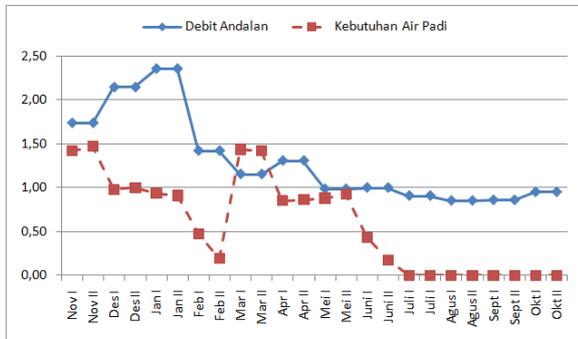


Gambar 2. Keseimbangan Air Kondisi Eksisting dengan pola tanam Padi - Padi - Bera (A = 700 Ha, IP = 200%)

Berdasarkan analisis di atas terlihat terjadinya surplus pada ketersediaan air di Kaiti Samo.

Hal ini terjadi karena pengolahan lahan pertanian hanya dilakukan petani dua kali dalam setahun dengan pola tata tanam Padi-Padi-Bera dengan luas lahan pemanfaatan sebesar 700 ha dari luas potensial 1654 ha.

2. Keseimbangan Air Kondisi Eksisting

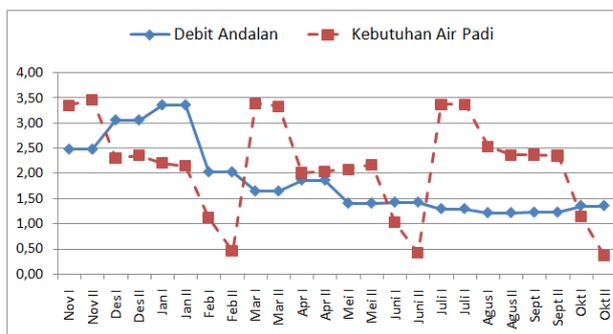


Gambar 3. Keseimbangan Air Kondisi Eksisting dengan pola tanam Padi - Padi - Bera (A = 700 Ha, IP = 200%)

Berdasarkan analisis di atas terlihat terjadinya surplus pada ketersediaan air di Kaiti Samo. Hal ini terjadi karena pengolahan lahan pertanian hanya dilakukan petani dua kali dalam setahun dengan pola tata tanam Padi-Padi-Bera dengan luas lahan pemanfaatan sebesar 700 ha dari luas potensial 1654 ha. Selain itu juga terdapat kekurangan air pada bulan Maret I dan Maret II, adapun kekurangan air pada bulan tersebut dapat ditanggulangi dengan pengaliran air secara bergilir.

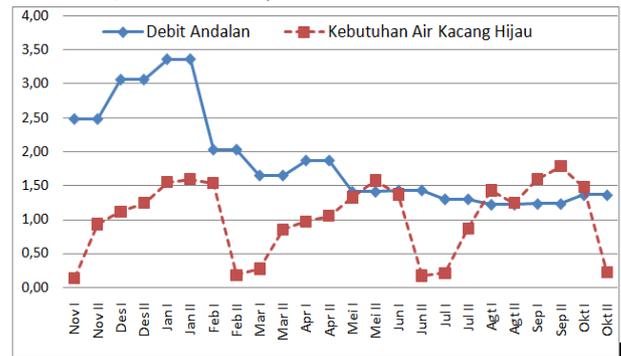
3. Keseimbangan Air Kondisi Rencana (Tidak Mengabaikan Kehilangan Air di Saluran)

Hasil analisis perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air pada DI Kaiti Samo pada kondisi rencana untuk tanaman padi dan kacang hijau dapat dilihat pada Gambar dan Gambar berikut :



Gambar 4. Keseimbangan Air Padi Rencana

dengan pola tanam Padi - Padi - Padi (A= 1654 Ha, IP = 300%)



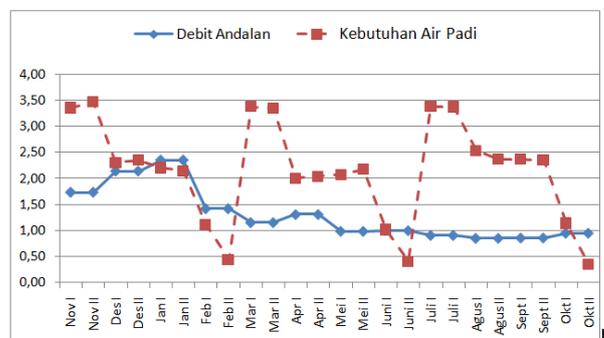
Gambar 5. Keseimbangan air kacang hijau (A = 1654 Ha, IP = 300%)

Gambar 4.8 dan 4.9 di atas adalah grafik keseimbangan air irigasi apabila dimanfaatkan seluruh lahan potensial yaitu 1654 Ha dengan merencanakan penanaman komoditas padi dan kacang hijau pada setiap musim tanam menggunakan sistem pemberian air secara serempak. Dari Gambar 4.8 dan 4.9 dapat dilihat terjadi defisit air terutama pada periode-periode awal penanaman dan penyiapan lahan.

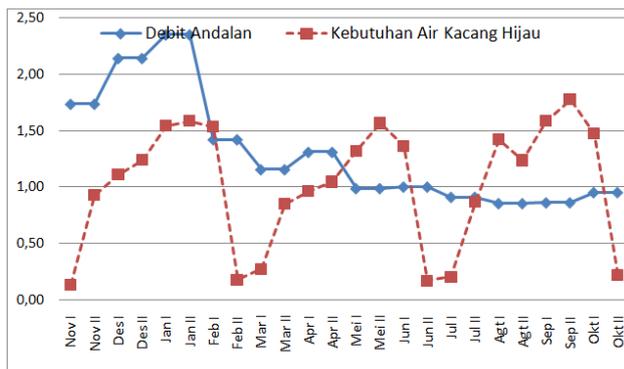
Awal masa tanam dilakukan pada musim peng hujan yaitu pada bulan November. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengoptimalkan sistem pemberian air irigasi dengan memanfaatkan seluruh lahan potensial serta pengaturan pola tanam yang optimal.

4. Keseimbangan Air Kondisi Rencana

Hasil analisis perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air pada DI Kaiti Samo pada kondisi rencana untuk tanaman padi dan kacang hijau dapat dilihat pada Tabel 4.36 dan Tabel 4.37 berikut.



Gambar 6. Keseimbangan Air Padi Rencana dengan pola tanam Padi - Padi - Padi (A= 1654 Ha, IP = 300%)



Gambar 7. Keseimbangan air kacang hijau (A = 1654 Ha, IP = 300%)

Gambar 4.8 dan 4.9 di atas adalah grafik keseimbangan air irigasi (dalam kondisi tidak mengabaikan kehilangan air di saluran apabila dimanfaatkan seluruh lahan potensial yaitu 1654 Ha dengan merencanakan penanaman komoditas padi dan kacang hijau pada setiap musim tanam menggunakan sistem pemberian air secara serempak. Dari Gambar 4.8 dan 4.9 dapat dilihat terjadi defisit air terutama pada periode-periode awal penanaman dan penyiapan lahan.

g. Pemodelan Optimasi Program Linier

Dalam penelitian tugas akhir ini, penggunaan model optimasi merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan dalam pengelolaan dan pemanfaatan air. Disamping itu juga ditujukan pada pengembangan daerah studi, agar daerah tersebut bisa menghasilkan keuntungan hasil produksi yang maksimum.

Untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi wilayah studi, maka analisa dilakukan dengan mengacu pada persyaratan yang sesuai dengan kondisi di lapangan sebagai berikut ini :

1. Luas lahan total DI Kaiti Samo adalah 1654 ha, akan tetapi yang akan digunakan sebagai batasan luasan maksimal adalah 1485 ha, karena setelah dilakukan simulasi ketersediaan air yang ada hanya mampu untuk memnuhi lahan seluas 1485 ha.
2. Hasil usaha tani pada wilayah penelitian tugas akhir disajikan pada tabel berikut :

Tabel 12. Keuntungan usaha tani Kabupaten Rokan Hulu

No	Jenis Komoditi	Keuntungan
1	Padi	Rp 2.775.000,00
2	Kacang Hijau	Rp 2.000.000,00

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Prov. Riau, 2012

Keuntungan usaha tani diperoleh dari harga produksi tiap satuan luas yang dikurangi dengan biaya produksi.

3. Untuk ketersediaan air yang akan digunakan untuk mengoptimasi luas lahan ialah dengan menjumlahkan volume andalan sungai sesuai dengan musim tanam sebagai berikut :

Tabel 13. Volume Andalan

Musim Tanam	Bulan	Q ₃₃ % (m ³ /det)	Volume Andalan (m ³)	Volume Andalan (m ³)
MT I	November	I	2,48	3214080
		II	2,48	3214080
	Desember	I	3,06	3965760
		II	3,06	3965760
	Januari	I	3,36	4354560
		II	3,36	4354560
Februari	I	2,03	2630880	
	II	2,03	2630880	
MT II	Maret	I	1,65	2138400
		II	1,65	2138400
	April	I	1,87	2423520
		II	1,87	2423520
	Mei	I	1,41	1827360
		II	1,41	1827360
Juni	I	1,43	1853280	
	II	1,43	1853280	
MT III	Juli	I	1,30	1684800
		II	1,30	1684800
	Agustus	I	1,22	1581120
		II	1,22	1581120
	September	I	1,23	1594080
		II	1,23	1594080
Oktober	I	1,36	1762560	
	II	1,36	1762560	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Tabel 14. Kebutuhan Air Setiap Musim

Awal Tanam	Musim	Padi	Kacang Hijau
		(m ³ /ha)	(m ³ /ha)
November I	MTI	8873.51	4216.28
	MTII	8387.01	3858.15
	MTIII	9110.90	4484.03

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Adapun model matematis untuk analisa optimasi penelitian tugas akhir ini terdiri dari :

1. Fungsi Tujuan, merupakan suatu rumusan dari tujuan pokok, yaitu hubungan antara peubah-peubah yang akan dioptimalkan. Dalam optimasi ini, yaitu :
 - Memaksimalkan : nilai keuntungan dan luas lahan
 - Meminimalkan : kebutuhan air
 - Model yang digunakan sebagai berikut :

$$Z = A.X_{1a} + B.X_{1b} + A.X_{2a} + B.X_{2b} + A.X_{3a} + B.X_{3b}$$

dengan :

A = Pendapatan produksi padi (Rp/Ha)

B = Pendapatan produksi palawija (Rp/Ha)

- X_{1a} = Luasan areal tanam padi musim tanam I (Ha)
- X_{1b} = Luasan areal tanam palawija musim tanam I (Ha)
- X_{2a} = Luasan areal tanam padi musim tanam II (Ha)
- X_{2b} = Luasan areal tanam palawija musim tanam II (Ha)
- X_{3a} = Luasan areal tanam padi musim tanam III (Ha)
- X_{3b} = Luasan areal tanam palawija musim tanam III (Ha)

2. Fungsi Kendala, merupakan persamaan yang membatasi kegunaan utama, yaitu : kapasitas intake bendung dan luas Daerah Irigasi.

Fungsi batasan yang digunakan sebagai berikut :

a. Luas Maksimum :

$$\begin{aligned} X_{1a} + X_{1b} &\leq X_t \\ X_{2a} + X_{2b} &\leq X_t \\ X_{3a} + X_{3b} &\leq X_t \end{aligned}$$

dengan :

X_t = Luas total Daerah Irigasi

b. Volume Andalan Sungai :

$$\begin{aligned} V_{p1} \cdot X_{1a} + V_{j1} \cdot X_{1b} &\leq V_{s1} \\ V_{p2} \cdot X_{2a} + V_{j2} \cdot X_{2b} &\leq V_{s2} \\ V_{p3} \cdot X_{3a} + V_{j3} \cdot X_{3b} &\leq V_{s3} \end{aligned}$$

dengan :

V_{pi} = Kebutuhan air padi tiap musim

V_{ji} = Kebutuhan air palawija tiap musim

V_{s1} = Volume andalan sungai pada musim tanam I

V_{s2} = Volume andalan sungai pada musim tanam II

V_{s3} = Volume andalan sungai pada musim tanam III

Berikut adalah perhitungan optimasi menggunakan program linier untuk jadwal awal tanam November I.

a) Memaksimalkan fungsi tujuan :

$$\begin{aligned} Z = & 2.775.000 X_{1a} + 2.000.000 X_{1b} + \\ & 2.775.000 X_{2a} + 2.000.000 X_{2b} + \\ & 2.775.000 X_{3a} + 2.000.000 X_{3b} \end{aligned}$$

b) Fungsi kendala :

- $X_{1a} + X_{1b} \leq 1654$
- $X_{2a} + X_{2b} \leq 1654$
- $X_{3a} + X_{3b} \leq 1654$

$$- 8873.51 \cdot X_{1a} + 4216.28 \cdot X_{1b} \leq 28330560$$

$$- 8387.01 \cdot X_{2a} + 3858.15 \cdot X_{2b} \leq 16485120$$

$$- 9110.90 \cdot X_{3a} + 4484.03 \cdot X_{3b} \leq 13245120$$

Selanjutnya hasil persamaan-persamaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.45 berikut :

Tabel 15. Hasil Model Optimasi Awal Tanam November I (Tidak Mengabaikan Kehilangan Air)

Awal Tanam	Musim	Padi (Ha)	K.Hijau (Ha)	Pola Tata Tanam	Intensitas Tanam	Keuntungan (Rp)
November I	MT I	1180	-	Padi	203%	8.311.125.000,00
	MT II	1180	-	Padi		
	MT III	635	-	Padi		
	MT I	1180	-	Padi	237%	8.829.000.000,00
	MT II	1180	-	Padi		
	MT III	-	1140	Palawija		
	MT I	1180	-	Padi	223%	8.006.625.000,00
	MT II	-	1485	Palawija		
	MT III	635	-	Padi		
	MT I	1180	-	Padi	257%	8.524.500.000,00
	MT II	-	1485	Palawija		
	MT III	-	1140	Palawija		
	MT I	1180	-	Padi	191%	7.637.875.000,00
	MT II	750	260	Combine		
	MT III	635	-	Padi		
	MT I	1180	-	Padi	225%	8.155.750.000,00
	MT II	750	260	Combine		
	MT III	-	1140	Palawija		
	MT I	1180	-	Padi	210%	8.494.000.000,00
	MT II	1180	-	Padi		
	MT III	600	140	Combine		
MT I	1180	-	Padi	230%	8.189.500.000,00	
MT II	-	1485	Palawija			
MT III	600	140	Combine			
MT I	1180	-	Padi	198%	7.820.750.000,00	
MT II	750	260	Combine			
MT III	600	140	Combine			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Tabel 16. Hasil Model Optimasi Awal Tanam November I

Awal Tanam	Musim	Padi (Ha)	K.Hijau (Ha)	Pola Tata Tanam	Intensitas Tanam	Keuntungan (Rp)
November I	MT I	850	-	Padi	144%	5.952.375.000,00
	MT II	850	-	Padi		
	MT III	445	-	Padi		
	MT I	850	-	Padi	168%	6.317.500.000,00
	MT II	850	-	Padi		
	MT III	-	800	Palawija		
	MT I	850	-	Padi	157%	5.673.625.000,00
	MT II	-	1040	Palawija		
	MT III	445	-	Padi		
	MT I	850	-	Padi	181%	6.038.750.000,00
	MT II	-	1040	Palawija		
	MT III	-	800	Palawija		
	MT I	850	-	Padi	135%	5.414.500.000,00
	MT II	525	182	Combine		
	MT III	445	-	Padi		
	MT I	850	-	Padi	159%	5.779.625.000,00
	MT II	525	182	Combine		
	MT III	-	800	Palawija		
	MT I	850	-	Padi	149%	6.079.000.000,00
	MT II	850	-	Padi		
	MT III	420	98	Combine		
MT I	850	-	Padi	162%	5.800.250.000,00	
MT II	-	1040	Palawija			
MT III	420	98	Combine			
MT I	850	-	Padi	140%	5.541.125.000,00	
MT II	525	182	Combine			
MT III	420	98	Combine			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2013

Dari hasil perhitungan program linier diperoleh hasil optimum sebagai berikut :

- a) Dengan mengabaikan kehilangan air :
 1. Pola Tanam : Padi – Padi – Palawija
 2. Luas Lahan :
 - Musim Tanam I : Padi = 1180 ha
 - Musim Tanam II : Padi = 1180 ha
 - Musim Tanam III : Kacang Hijau = 1140 ha
 3. Keuntungan maksimum :
Rp 8.829.000.000,00
- b) Dengan tidak mengabaikan kehilangan air :
 1. Pola Tanam : Padi – Padi – Palawija
 2. Luas Lahan :
 - Musim Tanam I : Padi = 850 ha
 - Musim Tanam II : Padi = 850 ha
 - Musim Tanam III : Kacang Hijau = 800 ha
 3. Keuntungan maksimum :
Rp 6.317.500.000,00
- c) Kondisi Eksisting :
 1. Pola Tanam : Padi – Padi – Bera
 2. Luas Lahan :
 - Musim Tanam I : Padi = 700 ha
 - Musim Tanam II : Padi = 700 ha
 - Musim Tanam III : Bera
 3. Keuntungan maksimum :
Rp 3.885.000.000,00

KESIMPULAN

Berdasarkan bab hasil dan pembahasan sebelumnya, maka tugas akhir ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit andalan (Q80%) Sungai Akar diperoleh menggunakan perhitungan debit F.J.Mock. Debit terbesar terjadi pada bulan Januari dan Desember sebesar 3.36 m³/det dan 3.06 m³/det dan debit terkecil pada bulan Agustus sebesar 1.22 m³/det. Adapun berdasarkan debit hasil koreksi dengan kehilangan air di saluran, debit terbesar terjadi pada bulan Januari dan Desember sebesar 2.35 m³/det dan 2.14 m³/det dan debit terkecil pada bulan Agustus sebesar 0.85 m³/det.
2. Kebutuhan air tanaman yang terbesar untuk padi pada awal tanam November I musim tanam III sebesar 9110.90 m³/ha dan untuk kacang hijau pada awal tanam November I musim tanam III sebesar 4484.03 m³/ha. Untuk kebutuhan air tanaman terkecil terjadi pada awal tanam November I musim tanam II

sebesar 8387.01 m³/ha untuk padi dan kacang hijau awal tanam November I musim tanam II sebesar 3858.15 m³/ha.

3. Dari hasil optimasi diperoleh pola tanam yang paling optimal untuk DI Kaiti Samo adalah Padi dan Padi dan Kacang Hijau dengan luas tanam musim tanam I 1180 Ha, musim tanam II 1180 Ha, dan musim tanam III 1140 Ha. Adapun berdasarkan debit hasil koreksi dengan kehilangan air di saluran, yang paling optimal untuk DI Kaiti Samo adalah Padi dan Padi dan Kacang Hijau dengan luas tanam musim tanam I 850 Ha, musim tanam II 850 Ha, dan musim tanam III 800 Ha.

4. Intensitas tanam yang diperoleh dari hasil optimasi DI Kaiti Samo adalah sebesar 237%, meningkat 37% dibandingkan dengan kondisi eksisting DI Kaiti Samo. akan tetapi dengan luasan yang jauh lebih besar dari kondisi eksisting.

5. Setelah melakukan optimasi pada 9 alternatif pola tanam diperoleh keuntungan maksimum pertanian selama setahun. Keuntungan terbesar terdapat pada pola tanam Padi - Padi - Palawija yaitu sebesar Rp Rp 8.829.000.000,00, sedangkan pendapatan terendah terdapat pada pola tanam padi - Padi/Palawija - Padi sebesar Rp 7.637.875.000,00. Dari keuntungan maksimum yang didapat, diperoleh keuntungan sebesar Rp 4.944.000.00 dibandingkan dengan kondisi eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

Coniferiana, Ayu. 2010. *Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Menturus dengan Menggunakan Program Linear*. Tugas Akhir Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Direktorat Jenderal Pengairan. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Bandung: C.V. Galang Persada.

FAO. 1998. *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirement*. FAO.

Hambali, Roby. 2008. *Analisis Ketersediaan Air dengan Model Mock*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Harto. 2000. *Hidrologi*, Yogyakarta : Nafiri Offset.

Montarcih, Lily. 2008. *Pengaruh Perubahan Cuaca Terhadap Optimasi Irigasi dengan Program Linier*. Malang: C.V. Citra Malang.

Sudjarwadi. 1979. *Pengantar Teknik Irigasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI

Talitha, Juan. 2010. *Studi Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Jatiroto dengan Menggunakan Program Linier*. Tugas Akhir Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Widodo, Prayogo Setyo. 1989. *Optimasi Sistem Pengelolaan Air Irigasi di Daerah Irigasi Bd. Singomerto Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah*. Skripsi Jurusan Mekanisasi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.