

## Model Optimasi Pola Tanam untuk Meningkatkan Keuntungan Hasil Pertanian dengan Program Linier (Studi Kasus Daerah Irigasi Rambut Kabupaten Tegal Provinsi Jawa Tengah)

**Dina Septyana**

Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,  
Institut Teknologi Bandung, JL. Ganesa No. 10, Bandung 40132, E-mail: dina.septyana@gmail.com

**Dhemi Harlan**

Kelompok Keahlian Teknik Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
JL. Ganesa No. 10, Bandung 40132, E-mail: dhemi@si.itb.ac.id

**Winskayati**

Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,  
Institut Teknologi Bandung, JL. Ganesa No. 10, Bandung 40132, E-mail: winskayati@yahoo.com

### Abstrak

Daerah irigasi Rambut merupakan jaringan irigasi teknis yang berada di Kabupaten Tegal melayani areal seluas 7.634 Ha. Pola tanam yang diterapkan pada peraturan bupati Tegal tahun 2014/2015 yaitu padi/tebu-padi/palawija/tebu-tebu dengan awal tanam November I, namun karena kekurangan air realisasi tanam pada tahun 2014/2015 tidak sesuai dengan pola tanam yang direncanakan. Untuk memenuhi kebutuhan air di Daerah Irigasi Rambut, dilakukan optimasi dengan mengoptimalkan ketersediaan air yang ada termasuk suplesi yang berasal dari saluran suplesi Cacaban Rambut. Optimasi bertujuan agar dapat menyusun pola tanam yang tepat serta meningkatkan keuntungan hasil pertanian yang maksimal. Metode optimasi yang digunakan yaitu dengan menggunakan program linier melalui model matematis yang diselesaikan dengan metode simpleks. Skenario optimasi pola tanam terdiri dari 3 (tiga) skenario yaitu : (1) luas tanaman tebu 1500 Ha, (2) luas tanaman tebu 888 Ha dan (3) tanpa batasan luas tanaman tebu. Pada setiap skenario disimulasikan dengan 4 (empat) alternatif pola tanam dengan mengubah jadwal tanam yaitu November I, November II, Desember I dan Desember II. Berdasarkan hasil optimasi, keuntungan tertinggi pada masing-masing skenario hasil optimasi diberikan pada alternatif 1, awal tanam November I. Pola tanam hasil optimasi untuk skenario I dan II yaitu padi/palawija/tebu-palawija/tebu-palawija/tebu sedangkan untuk skenario III dengan pola tanam padi/palawija-palawija-palawija.

**Kata-kata Kunci:** Optimasi, Irigasi, Pola tanam, Metode simpleks.

### Abstract

The 7634 Ha of Rambut irrigation scheme is technical irrigation network located in Tegal District. The cropping pattern applied to the regulation of Tegal regency in 2014/2015 was rice plant/ sugar cane-rice plant/ crops/sugar cane-sugar cane which beginning in November I, but due to water shortage, it wasn't applied in 2014/2015. Therefore, optimization of existing available water including suppletion derived from Cacaban Rambut suppletion channels is needed to prepare appropriate cropping patterns and to increase benefit of agriculture outcome to the maximum. Optimization was done by using linear programming through mathematical model solved by simplex method. Cropping pattern optimization consists of three scenarios, which are: (1) the sugar cane area 1500 Ha, (2) the sugar cane area 888 Ha and (3) without limitation of sugar cane area. Every scenario is simulated by four cropping patterns alternative by changing planting schedules existing from November I, November II, December I and December II. Based on the results, the highest profits for each scenario is the alternative 1, start planting on November I. The cropping pattern obtained from optimization is rice plant/crops/sugar cane - crops/sugar cane - crops/sugar cane for scenario I and II, while for scenario III is rice plant/crops- crops - crops.

**Keywords:** Optimization, Irrigation, Cropping pattern, Simplex method.

## **1. Pendahuluan**

Daerah irigasi Rambut merupakan jaringan irigasi teknis yang berada di Kabupaten Tegal melayani areal seluas 7.634 Ha, yang merupakan satu kesatuan sistem interkoneksi dengan Daerah Irigasi Cacaban (Waduk Cacaban), Bendung Mejagong di sungai Comal dan Bendung Kejene di sungai Waluh. Air yang dimanfaatkan di jaringan irigasi Rambut yang berasal dari sungai Rambut di bendung Cipero dengan suplesi air dari bendung Mejagong lewat bendung Kejene. Ketersediaan air pada musim hujan dapat mencukupi kebutuhan air irigasi, namun pada musim kemarau sering terjadi kekurangan air. Saat ini kondisi di Daerah Irigasi Rambut terdapat areal yang mengalami kekurangan air untuk memenuhi kebutuhan tanaman khususnya pada waktu Musim Tanam II (MT II) dan Musim Tanam III (MT III). Kondisi kekurangan air ini menjadikan pola tanam yang direncanakan pada Daerah Irigasi Rambut tidak terlaksana seperti pada pola tanam tahun 2014/2015. Pada MT II terdapat penanaman tanaman padi yang mencapai 3686 Ha oleh petani, namun hasilnya hanya 2491 Ha yang sampai pada masa panen, sedangkan sisanya sebanyak 1195 Ha merupakan puso. (Laporan Realisasi Tanam Dinas PU Pengairan Kabupaten Tegal, 2015)

Permasalahan kekurangan air di wilayah jaringan irigasi Rambut (Bendung Cipero) merupakan masalah yang dihadapi para petani setiap tahunnya di Kecamatan Warureja dan Suradadi, Kabupaten Tegal. Untuk mengatasi ketersediaan air dari sungai Rambut di bendung Cipero yang terbatas, perlu difungsikan kembali saluran suplesi Cacaban Rambut yang menghantarkan suplesi dari Waduk Cacaban melalui bendung Dukuhjati sampai ke saluran induk Rambut. Optimasi dilakukan dengan mengoptimalkan ketersediaan air pada sungai Rambut di bendung Cipero dan

suplesi yang berasal dari saluran suplesi Cacaban Rambut sehingga diharapkan dapat menyusun pola tanam yang tepat serta meningkatkan keuntungan hasil pertanian yang maksimal.

Maksud dari kajian ini adalah melakukan optimasi pola tanam di Daerah Irigasi Rambut sehingga diperoleh keuntungan hasil pertanian yang maksimal sedangkan tujuan dari kajian ini adalah menentukan pola tanam yang memberikan keuntungan yang maksimal serta mengetahui kondisi ketersediaan dan kebutuhan air di Daerah Irigasi Rambut.

## **2. Deskripsi Wilayah Studi**

Daerah irigasi Rambut merupakan jaringan irigasi teknis yang berada di Kabupaten Tegal, dengan memanfaatkan sumber air dari sungai Rambut melalui bendung Cipero untuk melayani areal seluas 7.634 Ha. Daerah Irigasi Rambut mendapatkan air dari bendung Cipero di sungai Rambut dan merupakan satu kesatuan sistem interkoneksi dengan Daerah Irigasi Cacaban (Waduk Cacaban), Bendung Mejagong di sungai Comal dan Bendung Kejene di sungai Waluh. Sistem pengambilan air dilakukan melalui bendung Cipero dengan satu pengambilan lewat sisi kiri ke saluran induk Rambut dengan luas areal 7.634 Ha untuk mengairi 2 (dua) wilayah Kecamatan yaitu Kecamatan Warureja dengan luas areal 3.740 Ha dan Kecamatan Suradadi dengan luas areal 3.894 Ha. Untuk mencukupi kebutuhan air, jaringan irigasi Rambut mendapat suplesi air dari sungai Comal melalui bendung Mejagong ke sungai Waluh di hulu bendung Kejene yang secara bersama-sama digunakan untuk bendung Kejene (DI Kejene) dan suplesi ke sungai Rambut untuk bendung Cipero (DI Rambut) dan sisanya akan dimanfaatkan oleh jaringan irigasi di hilir dari bendung Kejene termasuk bendung Sungapan (DI Sungapan).



**Gambar 1. Lokasi daerah irigasi rambut**

Pada awalnya Daerah Irigasi Rambut dibangun untuk melayani luas areal 8.250 Ha sedangkan pada tahun 2010 luasan telah berkurang menjadi 7.634 Ha. Kondisi luasan layanan daerah irigasi ini semakin berkurang dikarenakan adanya alih fungsi lahan dimana areal irigasi berubah fungsi menjadi permukiman, fasilitas umum, kantor dan tambak. Pada tahun 2013 berdasarkan updating peta dan layout peta daerah irigasi, luas areal Daerah Irigasi Rambut adalah 7.621 Ha. (DED Rehab DI Cacaban (Cipero), BBWS Pemali Juana, 2013).

Daerah Irigasi Rambut dibagi dalam 6 (enam) golongan dengan pola tanam padi/tebu (MT I), padi/palawija/tebu (MT II) dan tebu (MT III), dimana pemberian air pertama MT I dilakukan pada tanggal 1 November pada golongan 1. (Peraturan Bupati Tegal Nomor 28 tentang Pedoman Pengaturan Pola Tanam dan Rencana Tata Tanam MT. 2014/2015 Kabupaten Tegal)

Luas tanam dari pola tanam tersebut yaitu luas tanam padi pada MT I 5616 Ha, pada MT II 415 Ha, palawija (jagung) pada MT II 5201 Ha dan tanaman tebu 1854 Ha sepanjang musim sedangkan hasil realisasi tanam tahun 2014/2015 yaitu MT I : padi 5833 Ha dan palawija (jagung) 749 Ha, MT II: padi 3686 Ha (panen 2491 Ha dan puso 1195 Ha) dan palawija (jagung) 1200 Ha dan tanaman tebu sepanjang musim 888 Ha. Hal ini disebabkan karena kondisi ketersediaan air yang tidak dapat mencukupi kebutuhan air pola tanam berdasarkan peraturan bupati.

### 3. Kajian Pustaka

#### 3.1 Ketersediaan air

Ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan air irigasi berasal dari debit andalan di bangunan pengambilan. Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi, dengan kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). (Standar Perencanaan Irigasi KP-01, 1986)

#### 3.2 Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air untuk irigasi di petak persawahan tergantung pada beberapa faktor, yaitu :

1. Persiapan Lahan (*Land Preparation*)
2. Perkolasi dan rembesan (*Percolation & Infiltration*)
3. Penggantian lapisan air di petak persawahan (*Water Layer Replacement / WLR*)
4. Curah Hujan Efektif (*Rainfall Effective / Re*)
5. Penggunaan Konsumtif

Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR) diperhitungkan dengan ketentuan sebagai berikut:

$$\text{NFR} = \text{ETc} + \text{P} - \text{Re} + \text{WLR} \quad (1)$$

keterangan:

ETc = Penggunaan konsumtif (mm/hari)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari).

#### 3.3 Rencana tata tanam

Rencana Tata Tanam secara garis besar merupakan pola dan jadwal tanam dalam satu tahun untuk setiap jenis tanaman dengan luas tanam masing-masing yang dibuat sebelum jadwal tanam dimulai (Modul Tentang Rencana Tata Tanam, 2006).

#### 3.4 Optimasi

Optimasi merupakan suatu rancangan untuk memecahkan permasalahan model-model perencanaan dengan dasar fungsi matematis yang membatasi sehingga menjadi suatu proses sistem untuk menghasilkan keputusan terbaik. (Montarich, et al dalam Ekorini, 2013).

Dalam optimasi terdapat sebuah kondisi tertentu untuk mencapai tujuan yang optimum, atau yang paling menguntungkan. Optimasi memiliki dua komponen yaitu model matematika dan penyelesaian model matematika. Model matematika terdiri dari persamaan maupun pertidaksamaan yang terdiri dari fungsi tujuan (*objective function*), fungsi kendala (*constraints condition*) dan fungsi non negativitas (*non negativity constrain*). Untuk memperoleh hasil optimasi, maka model matematika tersebut harus diselesaikan dengan operasi matematika tertentu.

#### 3.5 Metode simpleks

Cara penyelesaian yang dapat digunakan untuk permasalahan optimasi untuk mendapatkan solusi optimum yaitu dengan metode analitis dengan menggunakan metode simpleks. Metode Simpleks merupakan serangkaian prosedur matematik dengan metode iterasi untuk menemukan solusi optimum dari persamaan linier suatu model matematis (Ossenburgen, 1984).

Metode simpleks adalah suatu metode yang bersifat iterasi yang bergerak selangkah demi selangkah, dimulai dari suatu titik ekstrim pada wilayah fisibel menuju ke titik ekstrim yang optimum. (Joubert, 2011).

### 4. Metodologi Studi

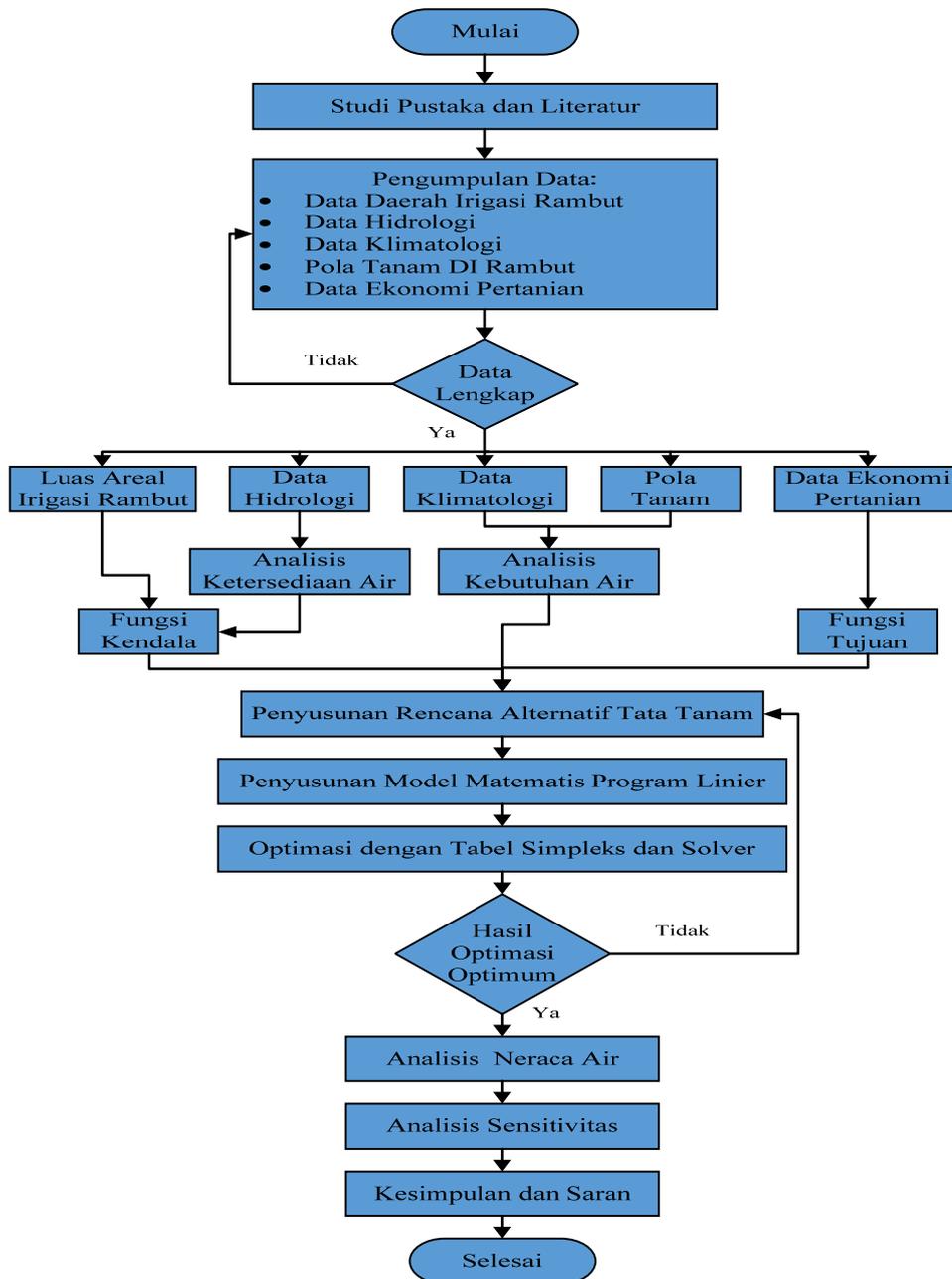
Secara umum proses kegiatan dalam kajian ini yaitu pengumpulan data, pengolahan data dan keluaran hasil. Alur pikir dalam kajian ini ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Dalam analisis optimasi, penyusunan model matematis merupakan tahapan penting. Model matematis dalam kajian ini terdiri dari fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Fungsi tujuan yaitu memaksimalkan hasil keuntungan pertanian. Model matematis fungsi tujuan terdiri dari variabel luas lahan masing-masing jenis tanaman (Ha) dan keuntungan hasil pertanian masing-masing jenis tanaman (Rp/Ha).

Terdapat dua batasan yang menjadi fungsi kendala yaitu luas lahan dan volume ketersediaan air. Untuk model matematis fungsi kendala luas lahan, total luas lahan setiap jenis tanaman masing-masing golongan tidak melebihi luas lahan total pada daerah irigasi.

Persamaan untuk fungsi kendala volume ketersediaan air terdapat untuk setiap periode sepanjang musim tanam. Variabel yang terdapat pada persamaan ini yaitu volume kebutuhan air untuk setiap jenis tanaman masing-masing golongan untuk setiap periode ( $m^3/Ha$ ) dan luas lahan untuk setiap jenis tanaman masing-masing golongan (Ha), sehingga volume kebutuhan air tanaman tidak melebihi volume air yang tersedia setiap periodenya. Penyusunan persamaan dilakukan setiap periode karena volume ketersediaan air yang berfluktuasi sepanjang musim tanam dan kebutuhan air tanaman juga berubah selama pertumbuhan tanaman.



**Gambar 2. Alur pikir dalam kajian**

## 5. Hasil Studi dan Pembahasan

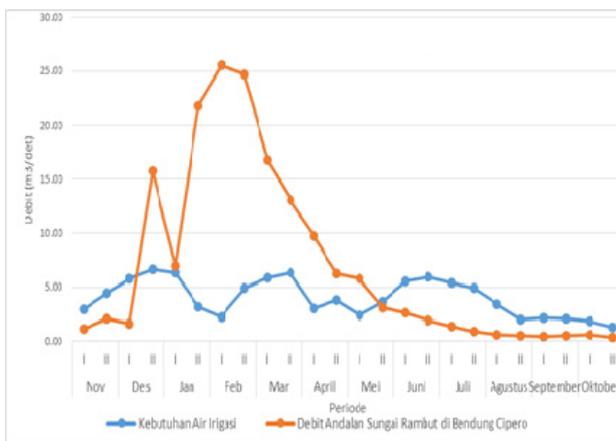
### 5.1 Ketersediaan air

Permasalahan ketersediaan air di Daerah Irigasi Rambut yang mengandalkan debit sungai Rambut dari Bendung Cipero yaitu seringkali mengalami kekurangan air. Selain mendapat suplesi dari sungai Comal, Daerah Irigasi Rambut juga mendapat suplesi dari Waduk Cacaban melalui saluran suplesi Cacaban Rambut yang menghantarkan suplesi air dari Waduk Cacaban melalui bendung Dukuhjati sampai ke bangunan bagi sadap B.Rt.4 di saluran induk Rambut, dengan kapasitas debit 1,500 m<sup>3</sup>/det. Analisis ketersediaan air yang digunakan dalam kajian ini merupakan debit andalan Q80 dari sungai Rambut melalui Bendung Cipero dengan debit suplesi melalui saluran suplesi Cacaban Rambut. Dalam kajian optimasi ini menganggap saluran suplesi Cacaban Rambut dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat mengurangi permasalahan kekurangan air di Daerah Irigasi Rambut.

### 5.2 Neraca air eksisting

Dengan membandingkan antara ketersediaan air sungai Rambut di Bendung Cipero dan kebutuhan air berdasarkan pola tanam tahun 2014/2015, terjadi permasalahan kekurangan air seperti pada **Gambar 3**.

Pada periode September I sampai dengan Oktober II terjadi permasalahan kekeurangan air disebabkan oleh kebutuhan tanaman tebu seluas 1854 Ha, dimana pada periode tersebut, hanya terdapat tanaman tebu di Daerah Irigasi Rambut. Oleh karena itu, penetapan tanaman tebu seluas 1854 Ha perlu ditinjau kembali agar ketersediaan air yang ada dapat memenuhi kebutuhan irigasi di Daerah Rambut.



**Gambar 3. Neraca air eksisting pola tanam**

### 5.3 Skenario optimasi

Dalam analisis optimasi dalam kajian ini terdiri dari 3 (tiga) skenario dengan 4 (empat) perubahan alternatif jadwal tanam mulai dari November I, November II, Desember I dan Desember II untuk masing-masing skenario. Skenario yang digunakan yaitu sebagai berikut:

#### 1. Skenario I

Skenario I memberikan batasan bahwa luas tanaman tebu yang ditanam di DI Rambut seluas 1500 Ha. Pada pola tanam eksisting tahun 2014/2015, luas tanaman tebu yang ditetapkan yaitu 1854 Ha, namun kondisi ini tidak tercapai karena kondisi ketersediaan air di Daerah Irigasi Rambut tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tebu seluas 1854 Ha. Oleh karena itu, pada skenario I ini dilakukan pengurangan luas tanaman tebu menjadi 1500 Ha agar kebutuhan tanaman dapat terpenuhi oleh ketersediaan air di Daerah Irigasi Rambut. Penanaman tanaman tebu di Daerah Irigasi dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tebu pada pabrik gula di sekitar lokasi

#### 2. Skenario II

Berdasarkan realisasi tanam pada musim tanam tahun 2014/2015, dimana tanaman tebu yang ditanam oleh petani Daerah Irigasi Rambut yaitu 888 Ha. Skenario II memberikan batasan luas tanaman tebu yang ditanam di DI Rambut seluas 888 Ha dengan 4 (empat) alternatif simulasi perubahan jadwal tanam.

#### 3. Skenario III

Optimasi yang dilakukan pada skenario III ini tidak membatasi luas tanam dari padi, palawija maupun tebu yang ditanam di DI Rambut atau jenis tanaman tersebut dapat ditanam secara bebas dengan 4 (empat) alternatif dengan simulasi perubahan jadwal tanam.

### 5.4 Model matematis

Model matematis untuk menyelesaikan optimasi dengan program linier ini terdiri dari fungsi tujuan dan fungsi kendala. Dalam optimasi ini yang menjadi variabel keputusan dalam optimasi ini adalah luas lahan untuk masing-masing golongan tiap jenis tanaman dalam satu Musim Tanam.

Fungsi Tujuan

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{pjk} \cdot B_p + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{jjk} \cdot B_j + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{tjk} \cdot B_t \quad (2)$$

- $Z$  : Nilai yang akan dioptimumkan, yaitu memaksimalkan keuntungan pada suatu luasan lahan tertentu (daerah irigasi) dalam Rupiah (Rp)
- $X_{pjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  (ha).
- $X_{jjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman jagung, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  (ha).
- $X_{tjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman tebu, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  (ha).
- $B_p$  : nett benefit usaha tani untuk jenis tanaman padi (Rp/ha)
- $B_j$  : nett benefit usaha tani untuk jenis tanaman jagung (Rp/ha)
- $B_t$  : nett benefit usaha tani untuk jenis tanaman tebu (Rp/ha)

Nilai nett benefit untuk masing-masing tanaman yang dibudidayakan di Daerah Irigasi Rambut diperoleh berdasarkan analisis usaha tani dengan harga yang berlaku di daerah setempat.

Dari nilai laba penerimaan untuk masing-masing tanaman yaitu padi, jagung dan tebu maka persamaan matematis untuk fungsi tujuan menjadi:

$$Max Z = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{pjk} Rp 15.363.700,00 + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{jjk} Rp 13.236.000,00 + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{tjk} Rp 9.164.800,00 \quad (3)$$

**Fungsi Kendala**

Pada optimasi irigasi ini terdapat 2 (dua) fungsi kendala yaitu volume ketersediaan air dan luas tanam daerah irigasi.

**1. Volume Ketersediaan Air**

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p v_{pjk}(t) X_{pjk}(t) + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p v_{jjk}(t) X_{jjk}(t) + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p v_{tjk}(t) X_{tjk}(t) \leq V_k(t) \quad (4)$$

Keterangan :

- $V_{pjk}(t)$  : volume kebutuhan air untuk jenis tanaman padi, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  pada periode  $t$  ( $m^3/ha$ ).
- $V_{jjk}(t)$  : volume kebutuhan air untuk jenis tanaman jagung, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  pada periode  $t$  ( $m^3/ha$ ).
- $V_{tjk}(t)$  : volume kebutuhan air untuk jenis tanaman tebu, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  pada periode  $t$  ( $m^3/ha$ ).
- $X_{pjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  pada periode  $t$  (ha).
- $X_{jjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman jagung, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  pada periode  $t$  (ha).
- $X_{tjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman tebu, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  pada periode  $t$  (ha).
- $V_k$  : Volume ketersediaan air pada musim tanam ke-  $k$  pada periode  $t$  ( $m^3$ )

Volume ketersediaan air dihitung dari debit andalan (Q80) bendung Cipro dengan debit suplesi dari saluran suplesi Cacaban Rambut untuk masing-masing periode waktu (setengah bulanan) sedangkan volume kebutuhan air tanaman berubah setiap periodenya selama pertumbuhan tanaman. Pada skenario I dan II dimana terdapat batasan tanaman tebu, maka ketersediaan air yang dapat digunakan untuk tanaman padi dan palawija merupakan volume air yang tersedia di bendung dan saluran suplesi dikurangi volume kebutuhan tanaman tebu.

**Tabel 1. Volume ketersediaan air**

Periode	Jml Hari	Debit Tersedia (m3/det)	Volume (m3)
Jan	I	15	8.464
	II	16	23.256
Feb	I	14	27.030
	II	14	26.219
Mar	I	15	18.288
	II	16	14.603
Apr	I	15	11.249
	II	15	7.762
Mei	I	15	7.265
	II	16	4.595
Juni	I	15	4.167
	II	15	3.442
Juli	I	15	2.837
	II	16	2.375
Agustus	I	15	2.050
	II	16	1.980
September	I	15	1.939
	II	15	1.982
Oktober	I	15	2.077
	II	16	1.844
November	I	15	2.634
	II	15	3.553
Desember	I	15	3.116
	II	16	17.249

Sumber: Hasil perhitungan

**2. Luas lahan daerah irigasi**

Bentuk persamaan linier untuk luas lahan irigasi untuk setiap Musim Tanam yaitu:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{pjk} + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{jjk} + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{tjk} \leq A_t \quad (6)$$

Keterangan :

- $X_{pjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman padi, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  (ha).
- $X_{jjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman jagung, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  (ha).
- $X_{tjk}$  : luas areal tanaman untuk jenis tanaman tebu, golongan  $j$ , musim tanam  $k$  (ha).
- $A_t$  : luas lahan daerah irigasi total (ha)

Berdasarkan hasil data updating data dan peta layout pada Daerah Irigasi Rambut, luas lahan total Daerah Irigasi Rambut yaitu 7621 Ha. Nilai luasan ini yang digunakan dalam kajian sebagai batasan fungsi kendala.

a. Penyelesaian optimasi dengan metode simpleks

Dalam penyelesaian optimasi dengan metode simpleks, langkah awal yaitu mengubah permasalahan ke dalam bentuk model matematis.

Skenario I

Pada skenario I alternatif 1 dengan batasan luas tanam tebu 1500 Ha dan awal tanam November I, model matematis untuk MT I yaitu:

Fungsi Tujuan

$$Max Z = (X_{p11} + X_{p21} + X_{p31} + X_{p41} + X_{p51} + X_{p61})15.363.700 + (X_{j11} + X_{j21} + X_{j31} + X_{j41} + X_{j51} + X_{j61})13.236.000$$

- 1)  $X_{p11} + X_{j11} \leq 1463$  (Luas Lahan Golongan I)
- 2)  $X_{p21} + X_{j21} \leq 769$  (Luas Lahan Golongan II)
- 3)  $X_{p31} + X_{j31} \leq 825$  (Luas Lahan Golongan III)
- 4)  $X_{p41} + X_{j41} \leq 1195$  (Luas Lahan Golongan IV)
- 5)  $X_{p51} + X_{j51} \leq 742$  (Luas Lahan Golongan V)
- 6)  $X_{p61} + X_{j61} \leq 1127$  (Luas Lahan Golongan VI)
- 7)  $X_{p11} \cdot 2833,77 + X_{j11} \cdot 95,66 \leq 2892106,41$  (Periode November I)
- 8)  $X_{p11} \cdot 2689,19 + X_{p21} \cdot 2689,19 + X_{j11} \cdot 343,41 + X_{j21} \cdot 286,72 \leq 4013066,04$  (Periode November II)
- 9)  $X_{p11} \cdot 2510,76 + X_{p21} \cdot 2510,76 + X_{p31} \cdot 2510,76 + X_{j11} \cdot 347,45 + X_{j21} \cdot 80,17 + X_{j31} \cdot 27,88 \leq 3807358,91$  (Periode Desember I)
- 10)  $X_{p11} \cdot 631,11 + X_{p21} \cdot 1892,53 + X_{p31} \cdot 1892,53 + X_{p41} \cdot 1892,53 + X_{p51} \cdot 1892,53 + X_{p61} \cdot 1892,53 + X_{j11} \cdot 0 + X_{j21} \cdot 0 + X_{j31} \cdot 0 + X_{j41} \cdot 0 + X_{j51} \cdot 0 + X_{j61} \cdot 0 \leq 23844412,80$  (Periode Desember II)

Dalam penyelesaian program simpleks, model matematis disusun sesuai dengan kaidah simpleks. Tahap dalam penyusunan sesuai dengan kaidah standar metode simpleks sebagai berikut:

1. Merubah fungsi *maximize* menjadi *minimize* pada fungsi tujuan dengan cara mengalikan ruas kanan dengan -1.
2. Penambahan variabel *slack* pada fungsi kendala untuk merubah pertidaksamaan menjadi persamaan.

Sehingga bentuk model matematisnya menjadi seperti berikut:

$$Min Z = -15.363.700(X_{p11} + X_{p21} + X_{p31} + X_{p41} + X_{p51} + X_{p61}) -13.236.000(X_{j11} + X_{j21} + X_{j31} + X_{j41} + X_{j51} + X_{j61})$$

Penambahan *slack* variable

$$X_{p11} + X_{j11} + S_1 = 1463$$

$$X_{p21} + X_{j21} + S_2 = 769$$

$$X_{p31} + X_{j31} + S_3 = 825$$

$$X_{p41} + X_{j41} + S_4 = 1195$$

$$X_{p51} + X_{j51} + S_5 = 742$$

$$X_{p61} + X_{j61} + S_6 = 1127$$

$$X_{p11} \cdot 2833,77 + X_{j11} \cdot 95,66 + S_7 = 2892106,41$$

$$X_{p11} \cdot 2689,19 + X_{p21} \cdot 2689,19 + X_{j11} \cdot 343,41 + X_{j21} \cdot 286,72 + S_8 = 4013066,04$$

$$X_{p11} \cdot 2510,76 + X_{p21} \cdot 2510,76 + X_{p31} \cdot 2510,76 + X_{j11} \cdot 347,45 + X_{j21} \cdot 80,17 + X_{j31} \cdot 27,88 + S_9 = 3807358,91$$

$$X_{p11} \cdot 631,11 + X_{p21} \cdot 1892,53 + X_{p31} \cdot 1892,53 + X_{p41} \cdot 1892,53 + X_{p51} \cdot 1892,53 + X_{p61} \cdot 1892,53 + X_{j11} \cdot 0 + X_{j21} \cdot 0 + X_{j31} \cdot 0 + X_{j41} \cdot 0 + X_{j51} \cdot 0 + X_{j61} \cdot 0 + S_{10} = 23844412,80$$

Penyelesaian persamaan optimasi dengan metode simpleks, menggunakan tabel simpleks seperti pada tabel 2 kemudian dilakukan langkah penyelesaian sebagai berikut:

- 1) Nilai optimum diperoleh jika semua nilai pada baris Z bernilai positif. Apabila ada yang bernilai negatif pada baris Z maka dilakukan iterasi.
- 2) Variabel yang memiliki nilai paling kecil pada baris Z dipilih sebagai kolom kunci.
- 3) Variabel yang memiliki nilai terkecil dari vektor b/a dipilih sebagai baris kunci. Nilai b/a merupakan perbandingan antara nilai solusi dengan kolom kunci.
- 4) Membuat baris kunci baru, dengan cara membagi baris kunci lama dengan pivot element.
- 5) Membuat baris Z baru dan baris variabel baru dengan cara = Baris lama – (Nilai kolom kunci baris yang sesuai \* Baris kunci baru)
- 6) Iterasi dilakukan berulang hingga dicapai nilai optimum, seluruh nilai pada baris Z bernilai positif seperti pada **Tabel 3**.

**Tabel 2. Bentuk awal tabel simpleks untuk skenario I alternatif 1**

Xb	Z	Xp1	Xp2	Xp3	Xp4	Xp5	Xp6	Xj1	Xj2	Xj3	Xj4	Xj5	Xj6	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	sol	b/a	
Z	1	-15363700	-15363700	-15363700	-15363700	-15363700	-15363700	-13236000	-13236000	-13236000	-13236000	-13236000	-13236000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1463	1463
S2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	769	#DIV/0!
S3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	825	#DIV/0!
S4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1195	#DIV/0!
S5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	742	#DIV/0!
S6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1127	#DIV/0!
S7	0	2833.77	0	0	0	0	0	95.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2892106.41	1020.586
S8	0	2689.20	2689.20	0	0	0	0	343.41	286.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4013066.04	1492.291
S9	0	2510.76	2510.76	2510.76	0	0	0	347.45	80.18	27.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3807358.91	1516.4167
S10	0	631.11	1892.53	1892.53	1892.53	1892.53	1892.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	23844412.80	37781.88

Tabel 3. Hasil Akhir tabel simpleks untuk skenario I alternatif 1

Xb	Z	Xp1	Xp2	Xp3	Xp4	Xp5	Xp6	Xj1	Xj2	Xj3	Xj4	Xj5	Xj6	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	sol	b/a			
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2127700	2127700	2127700	1292808	13161944,4	13212105	15363700	15363700	15363700	84,035	18,65	856,95	0	9058,403680	
xj1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457,8701718	
xj2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,109	1,119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380,9218184	
xj3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,003	-0,085	1,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	786,0474232	
xp4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1195	
xp5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	742	
xp6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1127	
xp1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1005,129828	
xp2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,109	-0,119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388,0781816	
xp3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,003	0,085	-0,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,95257681	
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1892,532	-1892,532	-1892,531	233,617	65,870	21,254	-1892,532	-1892,531	0,386	-0,02	-0,762	1	16603182,68		

Dari hasil tabel simpleks diatas diperoleh solusi untuk skenario I alternatif 1 pada MT I yaitu:

Xp11	=	1005,13	Ha	Xj11	=	457,87	Ha
Xp21	=	388,08	Ha	Xj21	=	380,92	Ha
Xp31	=	38,95	Ha	Xj31	=	786,05	Ha
Xp41	=	1195,00	Ha	Xj41	=	0,00	Ha
Xp51	=	742,00	Ha	Xj51	=	0,00	Ha
Xp61	=	1127,00	Ha	Xj61	=	0,00	Ha

Hasil luas tanam yang diperoleh berdasarkan optimasi sampai dengan periode IV (Desember II) kemudian dianalisis ketersediaan air untuk periode berikutnya sampai akhir MT I. Pada periode selanjutnya tidak terjadi permasalahan kekurangan air. Dari kondisi ketersediaan air pada periode MT II dan MT III, ketersediaan air semakin menurun sehingga untuk mengantisipasi masalah kekurangan air optimasi dilakukan untuk MT II dan MT III secara bersamaan.

Pada MT II luas tanam yang dicari yaitu luas tanam padi dan palawija untuk golongan I, II, III, IV, V dan VI. Sedangkan pada MT III, dilihat dari ketersediaan air yang memungkinkan ditanam yaitu tanaman palawija. Penanaman pada MT III mulai dilakukan pada periode Juli II. Mengingat ketersediaan air yang terbatas. Model matematika skenario I alternatif 1 untuk MT II dan MT III sebagai berikut.

Model Matematika Skenario I Alternatif 1 untuk MT II dan MT III

Fungsi Tujuan

$$Max Z = (X_{p12} + X_{p22} + X_{p32} + X_{p42} + X_{p52} + X_{p62})15.363.700 + (X_{j12} + X_{j22} + X_{j32} + X_{j42} + X_{j52} + X_{j62})13.236.000 + X_{j13} \cdot 13.236.000$$

Fungsi Kendala

- $X_{p12} + X_{j12} \leq 1463$  (Luas Lahan Golongan I MT II)
- $X_{p22} + X_{j22} \leq 769$  (Luas Lahan Golongan II MT II)
- $X_{p32} + X_{j32} \leq 825$  (Luas Lahan Golongan III MT II)
- $X_{p42} + X_{j42} \leq 1195$  (Luas Lahan Golongan IV MT II)
- $X_{p52} + X_{j52} \leq 742$  (Luas Lahan Golongan V MT II)
- $X_{p62} + X_{j62} \leq 1127$  (Luas Lahan Golongan VI MT II)
- $X_{j13} \leq 1463$  (Luas Lahan Golongan I MT III)
- $X_{p12} \cdot 2546,41 + X_{j12} \cdot 0 \leq 14757387,18$

- $X_{p12} \cdot 2264,32 + X_{j12} \cdot 0 + X_{p22} \cdot 2264,32 + X_{j22} \cdot 0 \leq 11573599,74$
- $X_{p12} \cdot 2903,88 + X_{p22} \cdot 2903,88 + X_{p32} \cdot 2903,88 + X_{j12} \cdot 527,77 + X_{j22} \cdot 237,80 + X_{j32} \cdot 181,07 \leq 7606414,39$
- $X_{p12} \cdot 1546,42 + X_{p22} \cdot 2700,14 + X_{p32} \cdot 2700,14 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 2700,14 + X_{j12} \cdot 610,63 + X_{j22} \cdot 325,98 + X_{j32} \cdot 41,34 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 0 \leq 8416483,88$
- $X_{p12} \cdot 2023,27 + X_{p22} \cdot 1646,01 + X_{p32} \cdot 2876,43 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 2876,43 + X_{j12} \cdot 927,78 + X_{j22} \cdot 888,18 + X_{j32} \cdot 584,56 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 280,94 \leq 4930754,82$
- $X_{p12} \cdot 1998,65 + X_{p22} \cdot 2028,64 + X_{p32} \cdot 1674,00 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 2842,17 + X_{j12} \cdot 967,27 + X_{j22} \cdot 1027,23 + X_{j32} \cdot 991,25 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 715,40 \leq 3832163,75$
- $X_{p12} \cdot 1980,71 + X_{p22} \cdot 2040,68 + X_{p32} \cdot 2070,66 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 1716,03 + X_{j12} \cdot 384,34 + X_{j22} \cdot 996 + X_{j32} \cdot 1055,97 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 1019,99 \leq 2849892,17$
- $X_{p12} \cdot 1441,83 + X_{p22} \cdot 2100,20 + X_{p32} \cdot 2162,90 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 2194,25 + X_{j22} \cdot 396,73 + X_{j32} \cdot 1036,29 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 1098,99 \leq 1999615,28$
- $X_{p12} \cdot 492,31 + X_{p22} \cdot 1537,95 + X_{p32} \cdot 2240,21 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 2307,09 + X_{j32} \cdot 559,58 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 1241,78 + X_{j13} \cdot 593,02 \leq 1290115,24$
- $X_{p12} \cdot 461,54 + X_{p22} \cdot 461,54 + X_{p32} \cdot 1468,56 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 2156,48 + (X_{j42} + X_{j52} + X_{j62}) \cdot 622,41 + X_{j13} \cdot 714,13 \leq 592597,64$
- $X_{p22} \cdot 492,31 + X_{p32} \cdot 492,31 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 1566,46 + X_{j13} \cdot 1083,21 \leq 535796,95$
- $X_{p32} \cdot 461,54 + (X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 461,54 + X_{j13} \cdot 1482,59 \leq 259298,49$
- $(X_{p42} + X_{p52} + X_{p62}) \cdot 461,54 + X_{j13} \cdot 1526,84 \leq 409416,85$
- $X_{j13} \cdot 1424,23 \leq 723688,82$
- $X_{j13} \cdot 572,80 \leq 1075852,03$

Penyelesaian optimasi dengan tabel simpleks dilakukan untuk setiap alternatif skenario sehingga diperoleh hasil yang optimum.

Hasil optimasi untuk Skenario I dengan tabel simpleks sebagai berikut.

**Tabel 4. Hasil optimasi untuk Skenario I**

Alternatif	Uraian	Luas Tanam Optimum (Ha)			
		Padi	Palawija	Tebu (dlm 1 thn)	Total
Alternatif 1 (Awal Tanam November I)	MT I	4496.16	1624.84	1500	7621
	MT II	0	3696.52	1500	5196.52
	MT III	0	174.9	1500	1674.9
Alternatif 2 (Awal Tanam November II)	MT I	5412.38	708.62	1500	7621
	MT II	0	2804.78	1500	4304.78
Alternatif 3 (Awal Tanam Desember I)	MT I	6110.57	10.43	1500	7621
	MT II	0	1842.66	1500	3342.66
Alternatif 4 (Awal Tanam Desember I)	MT I	5694.1	426.9	1500	7621
	MT II	0	952.11	1500	2452.11
Desember I)	MT III	0	256.54	1500	1756.54

**Skenario II**

Skenario II dengan batasan tanaman tebu 888 Ha, menghasilkan solusi optimasi seperti pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Hasil Optimasi untuk Skenario II**

Alternatif	Uraian	Luas Tanam Optimum (Ha)			
		Padi	Palawija	Tebu (dlm 1 thn)	Total
Alternatif 1 (Awal Tanam November I)	MT I	4853.2	1879.8	888	7621
	MT II	0	4239.09	888	5127.09
	MT III	0	794.9	888	1682.9
Alternatif 2 (Awal Tanam November II)	MT I	5872.65	860.35	888	7621
	MT II	0	3487.799	888	4375.799
Alternatif 3 (Awal Tanam Desember I)	MT I	6707.81	25.19	888	7621
	MT II	0	2537.7	888	3425.7
Alternatif 4 (Awal Tanam Desember I)	MT I	6008.14	724.86	888	7621
	MT II	0	1763.72	888	2651.72
Desember I)	MT III	0	932.72	888	1820.72

**Skenario III**

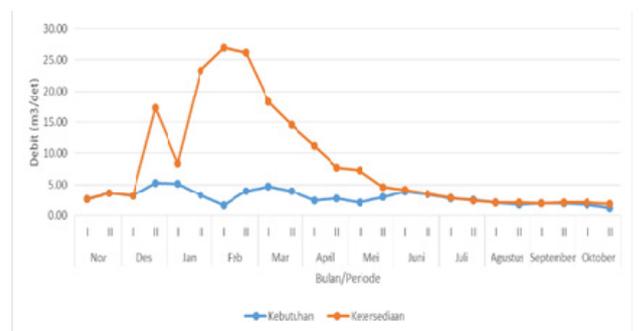
Pada skenario III dimana tidak terdapat batasan luasan tanaman tebu menghasilkan keputusan tidak terdapat tanaman tebu. Hal ini dikarenakan nilai benefit tanaman tebu yang paling minimum sehingga diperoleh keputusan dengan mengoptimalkan luas tanaman padi dan palawija untuk menghasilkan keuntungan pertanian yang maksimum seperti pada **Tabel 6**.

**Tabel 6. Hasil Optimasi untuk Skenario III**

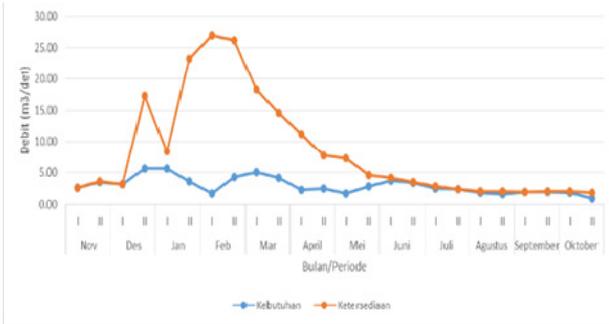
Alternatif	Uraian	Luas Tanam Optimum (Ha)			
		Padi	Palawija	Tebu (dlm 1 thn)	Total
Alternatif 1 (Awal Tanam November I)	MT I	5371.54	2249.46	0	7621
	MT II	0	5125.98	0	5125.98
	MT III	0	1653	0	1653
Alternatif 2 (Awal Tanam November II)	MT I	6539.02	1081.98	0	7621
	MT II	0	4456.26	0	4456.26
Alternatif 3 (Awal Tanam Desember I)	MT I	7575.74	45.26	0	7621
	MT II	0	3533.62	0	3533.62
	MT III	0	1653	0	1653
Alternatif 4 (Awal Tanam Desember I)	MT I	6433.9	1187.1	0	7621
	MT II	0	2829.87	0	2829.87
	MT III	0	1653	0	1653

Dari hasil optimasi untuk masing-masing skenario menunjukkan nilai keuntungan hasil pertanian tertinggi terdapat pada Alternatif 1, awal tanam November I. Pola tanam pada alternatif 1 untuk skenario I dan II dimana terdapat tanaman tebu yaitu padi/palawija/tebu-palawija/tebu-palawija/tebu sedangkan untuk pola tanam skenario III alternatif 1 yaitu padi/palawija - palawija - palawija.

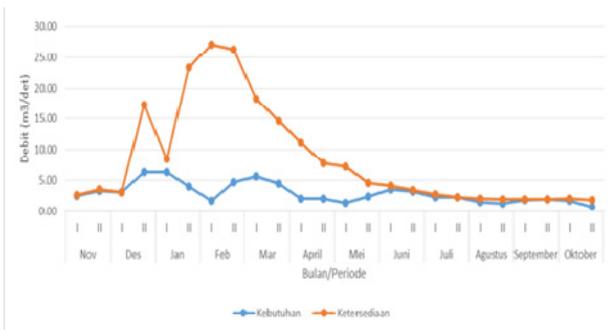
Dengan pola tanam yang dihasilkan dari analisis optimasi tersebut, kemudian dilakukan analisis neraca air untuk membandingkan ketersediaan dan kebutuhan air tanaman.



**Gambar 4. Grafik neraca air pola tanam skenario I alternatif 1**

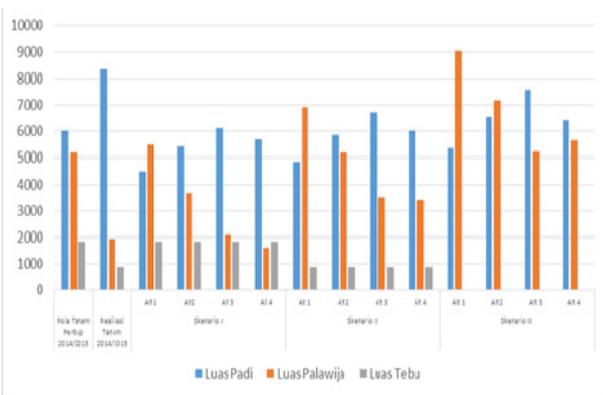


Gambar 5. Grafik neraca air pola tanam skenario II alternatif 1



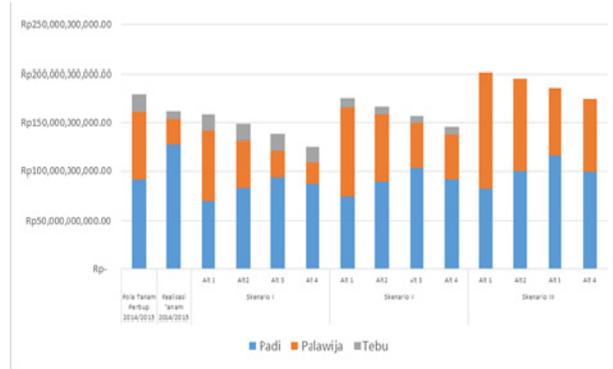
Gambar 6. Grafik neraca air pola tanam skenario III alternatif 1

Hasil optimasi untuk setiap skenario dan alternatif kemudian dibandingkan dengan kondisi eksisting. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi setelah dilakukan optimasi.



Gambar 7. Grafik perbandingan luas tanaman dalam satu tahun

Dari grafik pada Gambar 7, terlihat bahwa luas tanam padi terbesar pada kondisi eksisting realisasi tanam tahun 2014/2015 sebesar 8.324 Ha. Untuk hasil optimasi, luas tanam padi terbesar pada skenario III alternatif 3, awal tanam Desember I, dengan luas tanam sebesar 7575,74 Ha. Untuk luas palawija yang terbesar terdapat pada skenario III alternatif 1 yaitu 9.028,44 Ha.



Gambar 8. Grafik perbandingan benefit dalam satu tahun

Berdasarkan pola tanam Peraturan Bupati Kabupaten Tegal tahun 2014/2015, keuntungan usaha tani yaitu sebesar Rp 178.490.449.900,00 sedangkan yang tercapai berdasarkan realisasi tanam adalah Rp161.882.745.200,00. Pada skenario I dengan luas tanam tebu 1500 Ha, menghasilkan keuntungan optimum terbesar alternatif 1 yaitu Rp 155.573.350.752,00 sedangkan skenario II dengan luas tanam tebu 888 Ha menunjukkan keuntungan usaha tani terbesar mencapai Rp 174.212.375.680,00 pada alternatif 1. Skenario III dimana tidak terdapat tanaman tebu, menghasilkan keuntungan optimum terbesar alternatif 1 yaitu Rp. 202.027.160.938,00.

Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting berdasarkan realisasi tanam pada tahun 2014/2015 dengan hasil optimasi pada skenario II, dimana terdapat tanaman tebu seluas 888 Ha, keuntungan hasil pertanian hasil optimasi meningkat sebesar Rp 12.329.630480,00/tahun.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Keuntungan hasil pertanian yang direncanakan berdasarkan pola tanam peraturan bupati Tegal yaitu Rp 178.490.449.900,00/tahun namun berdasarkan realisasi tanam tahun 2014/2015 keuntungan hasil pertanian yang tercapai yaitu Rp 161.882.745.200,00/tahun. Hal ini disebabkan ketersediaan air sungai Rambut di Bendung Cipero tidak mampu memenuhi kebutuhan air irigasi sepanjang tahun di Daerah Irigasi Rambut sehingga terdapat periode-periode yang mengalami kekurangan air yaitu pada periode November I sampai dengan Desember I dan Mei II sampai dengan Oktober II.
- 2) Hasil optimasi dengan menggunakan debit sublesi dari saluran suplesi Cacaban Rambut sebesar 1,500 m<sup>3</sup>/det memberikan keuntungan maksimal sebesar

Rp 155.573.350.752,00/tahun pada alternatif 1, awal tanam November I dengan pola tanam padi/palawija/tebu – palawija/tebu – palawija/tebu. Luas tanam yang diterapkan yaitu MT I: padi 4496,16 Ha dan palawija (jagung) 1624,84 Ha, MT II : palawija (jagung) 3696,52 Ha dan MT III : palawija (jagung) 174,90 Ha serta tanaman tebu 1500 Ha sepanjang musim.

- 3) Skenario II dengan luas tanaman tebu 888 Ha menghasilkan keuntungan maksimal sebesar Rp 174.212.375.680,00/tahun pada alternatif 1, awal tanam November I dengan pola tanam padi/palawija/tebu – palawija/tebu – palawija/tebu. Nilai keuntungan meningkat dari kondisi eksisting pada realisasi tanam tahun 2014/2015 sebesar Rp 12.329.630480,00/tahun. Luas tanam yang diterapkan untuk skenario II alternatif 1 yaitu MT I : padi 4853,20 Ha dan palawija (jagung) 1879,80 Ha, pada MT II: palawija (jagung) 4239,09 Ha dan MT III : palawija (jagung) 794,90 Ha serta tanaman tebu 888 Ha sepanjang musim.
- 4) Pada skenario III tidak terdapat luasan tanaman tebu sehingga menghasilkan keputusan berupa luasan tanaman padi dan palawija untuk menghasilkan keuntungan maksimal. Keuntungan hasil pertanian yang terbesar diperoleh pada alternatif 1, awal tanam November I sebesar Rp. 202.027.160.938,00/ tahun, dengan pola tanam padi/palawija - palawija - palawija. Luas tanam yang diterapkan pada skenario III alternatif 1 yaitu MT I: padi 5371,54 Ha dan palawija (jagung) 2249,46 Ha, MT II: palawija (jagung) 5125,98 Ha dan MT III: palawija (jagung) 1653,00 Ha.

## Daftar Pustaka

- BBWS Pemali Juana, 2013, *DED Rehab DI Cacaban Ciperu (7.634 Ha)*, Semarang: BBWS Pemali Juana.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi KP 01*. Bandung: CV. Galang Persada.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006, *Modul Rencana Tata Tanam*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dinas PU Pengairan Kabupaten Tegal, 2015, *Laporan Realisasi Tanam Kabupaten Tegal*, Tegal: Dinas PU Pengairan Kabupaten Tegal.
- Ekorini, L/D,, Montarcih, L.L., Suhartanto, E., 2013, Studi Optimasi Distribusi Air Irigasi di Daerah Irigasi Lodoyo. Malang: *Jurnal Pengairan* Vol 4, No.2 (2013), Universitas Brawijaya.

Joubert, M.D, 2011, *Kajian Optimasi Penggunaan Air Irigasi di Daerah Irigasi Ciramajaya Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat*. Bandung: Tesis Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, ITB.

Ossenburgen, P.J., 1984, *System Analysis for Civil Engineers*, Canada: John Wiley & Sons.

Pemerintah Kabupaten Tegal, 2014, *Peraturan Bupati Tegal Nomor 28 tentang Pedoman Pengaturan Pola Tanam dan Rencana Tata Tanam MT. 2014/2015 Kabupaten Tegal*. Pemerintah Kabupaten Tegal, Tegal.

