

# PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR DI IRIGASI WAY MITAL PROPINSI MALUKU

Edison Hukom<sup>1</sup>, Lily Montarcih Limantara<sup>2</sup>, Ussy Andawayanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Teknik Pengairan Minat Manajemen Sumber Daya Air

<sup>2</sup>Program Magister dan Doktor Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

email: edisonhukom@gmail.com

**Abstrak:** Perubahan iklim global berpengaruh terhadap temperatur suhu, kelembaban relatif, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, curah hujan dan debit sungai. Tingginya intensitas curah hujan setelah terjadinya perubahan iklim berdampak terhadap fluktuasi debit sungai pada musim hujan dan kemarau. Bencana banjir dan kekeringan merupakan peristiwa alam yang semakin sering di jumpai saat ini. Areal jaringan irigasi way mital mempunyai luas baku sawah 127 Ha yang terdiri dari 4 petak tersier yaitu tersier kairatu 7 Ha, tersier gamba 10 Ha, tersier hatusia 10 Ha dan tersier way mital 100 Ha oleh karenanya untuk menghadapi dampak ekstrim tersebut diperlukan perencanaan pengelolaan irigasi yang sistematis agar mendatangkan keuntungan khususnya bagi petani.

Metodologi yang digunakan dalam analisis optimalisasi ketersediaan air di irigasi Way Mital dengan menggunakan Simplex Linier Programming maka akan diperoleh luas tanam, debit air dan keuntungan maksimal hasil pertanian.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan iklim di irigasi way mital pada tahun 2009 yang ditandai dengan pergeseran musim hujan dan kemarau serta meningkatnya jumlah curah hujan tahunan. Peningkatan jumlah curah hujan ini berdampak terhadap perubahan ketersediaan volume air di intake bendung sebelum terjadinya perubahan iklim, volume air yang tersedia di intake pada (Musim Tanam) MT I = 699000 m<sup>3</sup>, MT II = 444000 m<sup>3</sup> dan MT III = 502000 m<sup>3</sup>. Sedangkan hasil studi juga menunjukkan bahwa sesudah terjadinya perubahan iklim volume air yang tersedia pada MT I = 715000 m<sup>3</sup>, MT II = 487000 m<sup>3</sup> dan MT III = 537000 m<sup>3</sup>. Volume air dari hasil optimasi terhadap eksisting pola tata tanam yang terdapat di irigasi way mital baik sebelum dan sesudah perubahan iklim masih mencukupi kebutuhan air untuk setiap musim tanam dan selisih keuntungan Rp 418,875,000.00 per tahun yg diperoleh dari hasil produksi pertanian.

**Kata Kunci:** Perubahan Iklim, Ketersediaan Air, Program Linier.

**Abstract:** Global climate change affects to temperature, relative humidity, solarradiation length, wind speed, rainfall and river discharge. Due to climate change the high of rainfall intensity impact on river discharge fluctuations in the wet and dry season. Floods and droughts as a natural event are more often occurred at this time. Waymital Irrigation area has a 127 hectares command area consisting of the four tertiary those are 7 hectares Kairat tertiary, 10 hectares Gembat tertiary, 10 hectares Hatusat tertiary and 100 hectares way Mital tertiary, therefore to deal with that extreme impact, required a systematically irrigation management plans in order to be still profitable, especially for farmers.

The methodology used in the analysis of irrigation water availability optimization at Mital Way command area using the Simplex Linear Programming that will be obtained cropping area, discharge and maximum benefit of agricultural production.

Based on the analysis results indicates that has occurred the climate change on Way mital command area in 2009 that is marked by a shifted in the rainy and dry seasons and increased the amount of annual rainfall. Increasing the amount of rainfall has an impact on the volume availability of water intake changes, before the climate change, the volume availability of water in the intake (cropping season) are MT I = 699000 m<sup>3</sup>, MT II = 444 000 m<sup>3</sup> and MT III = 502 000 m<sup>3</sup>. While from the study result also showed that after the occurrence of climate change, volume of water available in the intake are MT I = 715000 m<sup>3</sup>, MT II = 487000 m<sup>3</sup> and MT III = 537000 m<sup>3</sup>. Volume of water availability from the optimization of the existing cropping pattern at Way Mital both before and after climate change is still sufficient to water requirement for every cropping season and the difference in profit is 418.875.000 rupiahs per year which is obtained from agricultural production.

**Keywords:** Climate Change, Water Availability, Linear Programming.

Perubahan iklim adalah fenomena global, mengalami peningkatan sebagai akibat dari aktivitas manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil dan perubahan dalam pemanfaatan lahan. Salah satu perubahan iklim global adalah meningkatnya frekuensi dan intensitas iklim yang ekstrim seperti badai, banjir, dan kekeringan. Beberapa riset yang dilakukan sebelum ini menunjukkan banyaknya indikator dalam perubahan iklim seperti meningkatnya permukaan air laut, banjir, kekeringan, beberapa permasalahan sumberdaya dan permasalahan dalam pengembangan sumberdaya air.

Perencanaan dan manajemen sumberdaya air bukanlah sebuah tugas yang mudah khususnya ketika permasalahan yang dibahas mencakup wilayah seluruh negeri. Hal ini menjadi lebih sulit jika sebuah daerah irigasi dianggap tidak stabil atau ketika peristiwa dan iklim menjadi cukup sulit diprediksikan. Pengambilan keputusan regional dianggap sebagai sebuah variasi aspek teknis yang perlu diputuskan.

Way Mital adalah salah satu Daerah Irigasi di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat. Keterbatasan sumberdaya air permukaan khususnya di musim kemarau semakin mendorong adanya kebutuhan untuk mendapatkan kapasitas dan operasional yang optimum. Perubahan iklim global juga mempengaruhi intensitas panen. Sehingga sangatlah dibutuhkan untuk membandingkan alokasi penggunaan air seefisien mungkin untuk gambaran sebelum dan sesudah perubahan iklim global. Analisa optimalisasi akan memberikan informasi lebih akurat dalam mengalokasikan air.

### Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas dapat diidentifikasi bahwa pengaruh perubahan iklim disebabkan karena:

1. Telah terjadi pergeseran musim hujan dan pola tata tanam berdampak pada perubahan iklim.
2. Petani mulai mengeluhkan dampak pada perubahan iklim karena berkurangnya pasokan air pada musim tanam tertentu terutama di daerah hilir.
3. Rendahnya informasi dan pengetahuan petani tentang perubahan iklim sehingga masyarakat masih mempertahankan pola tata tanam yang lama.

Optimasi Pola Tata Tanam Pada Irigasi Way Mital ini diselesaikan dengan Program Linear. Alasan

mengapa dilakukan dengan program linier adalah dikarenakan variabel-variabel yang ada dalam sistem irigasi ini bersifat linier, sehingga sangat tepat apabila dilaksanakan dengan Program tersebut.

Selain itu Program ini juga mempunyai beberapa keunggulan yaitu:

1. Memiliki fungsi matematika yang sederhana
2. Hasilnya cukup akurat
3. Efektif jika seluruh variabel dapat diasumsi deterministik (dapat diprediksi secara tepat)
4. Modul dari metode ini mudah diperoleh.

Dalam Penyelesaian perhitungan program linier ini dapat juga dilakukan melalui sistem komputerisasi dengan alat bantu (*Software*), sehingga hasil perhitungan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. Penelitian ini merupakan salah satu bentuk kajian pemanfaatan bentuk *software* dalam rangka penyelesaian permasalahan yang dihadapi.

Oleh karena itu diperlukan kajian mengenai pengaruh perubahan iklim terhadap optimasi ketersediaan air di irigasi way mital Propinsi Maluku

### Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang ada serta mengacu pada penelitian ini maka diambil batasan masalah. Batasan masalah tersebut meliputi:

1. Studi penelitian terletak di Daerah Irigasi Way Mital.
2. Perhitungan kebutuhan air irigasi berdasarkan Metode PU (Perencanaan umum)
3. Data curah hujan dianalisis sedemikian agar dapat diketahui pergeseran curah hujan yang terjadi pada perubahan iklim.
4. Analisis Neraca Air, membandingkan ketersediaan air (debit andalan) yang tersedia untuk kebutuhan air pada Daerah Irigasi Way Mital.
5. Tata tanam yang digunakan dalam periode 10 harian.
6. Perubahan iklim yang dimaksudkan adalah perubahan yang berhubungan dengan karakteristik hujan yang dimulai dari tahun 1999–2010.
7. Optimasi ketersediaan air pada sistim jaringan irigasi way mital mempergunakan Program Linier dan dianalisis berdasarkan pergeseran musim sebelum dan sesudah perubahan iklim.
8. Tidak membahas tentang pemeliharaan sarana di Daerah Irigasi Way Mital

## Rumusan Masalah

Berdasarkan Identifikasi masalah dan batasan masalah seperti diuraikan diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perubahan iklim terhadap optimasi ketersediaan air di Daerah Irigasi Way Mital?
2. Bagaimana pengaruh perubahan iklim terhadap pemberian air di Daerah irigasi Way Mital?
3. Bagaimana perbandingan hasil produksi pertanian sebelum dan sesudah terjadinya perubahan iklim di Daerah Irigasi Way Mital?

## Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perubahan iklim terhadap ketersediaan air pada masing-masing pola tanam di Daerah Irigasi Way Mital tersebut.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan iklim terhadap pemberian air di Daerah Irigasi Way Mital.
3. Untuk mengetahui dampak keuntungan dan kerugian dari hasil produksi pertanian setelah terjadinya perubahan iklim di Daerah Irigasi Way Mital.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pemerintah daerah khususnya Pemerintah Daerah Kabupaten Seram Bagian Barat mengetahui bahwa telah terjadi perubahan iklim di daerahnya yang dapat berdampak pada penurunan penghasilan petani dan perubahan pola tanam. Dengan adanya informasi ini instansi terkait dapat segera melakukan langkah-langkah strategis dalam mengantisipasi dampak dari perubahan iklim.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Perubahan Iklim

Dampak dari pemanasan global terhadap lingkungan dan kehidupan, dapat dibedakan menurut tingkat kenaikan suhu dan rentang waktu. Bila suhu bumi meningkat hingga 3°C diramalkan sebagian belahan bumi akan tenggelam, karena meningkatnya muka air laut akibat melelehnya es di daerah kutub, misalnya Bangladesh akan tenggelam. Bencana tsunami akan terjadi lagi di beberapa tempat, kekeringan dan berkurangnya beberapa mata air, kelaparan di mana-mana. Akibatnya banyak penduduk dari daerah-daerah yang terkena bencana akan mengungsi ke tempat lain. Peningkatan jumlah pengungsi di suatu tempat akan berdampak terhadap stabilitas sosial

dan ekonomi, kejadian tersebut sudah sering kita dengar terjadi di Indonesia paska bencana.

### Model Optimasi

Dalam hal yang dimaksud dengan model optimasi adalah penyusunan model suatu sistem yang sesuai dengan keadaan nyata, yang nantinya dapat dirubah ke dalam model matematis dengan pemisahan elemen-elemen pokok agar suatu penyelesaian yang sesuai dengan sasaran atau tujuan pengambilan keputusan dapat tercapai.

Fungsi optimasi ini adalah untuk mendapatkan perbedaan ketersediaan air akibat pengaruh perubahan iklim serta besarnya nilai manfaat atau keuntungan pada setiap musim tanam.

### Optimasi dengan Program Linier

Optimasi adalah suatu rancangan dalam pemecahan model-model perencanaan dengan mendasarkan pada fungsi matematika yang membatasi. Yang termasuk dalam teknik optimasi berkendala antara lain: (*Montarcih dan Soetopo, 2009*)

### Model Program Linier

Pada dasarnya model program linier memiliki tiga unsur penting yaitu:

1. Variabel Putusan  
Adalah variabel yang akan dicari berdasarkan musim tanam untuk setiap pola tata tanam padi-padi dan palawija bagi tujuan yang hendak dicapai.
2. Fungsi Tujuan  
Adalah fungsi matematika yang harus dimaksimumkan atau diminimumkan, dan mencerminkan untuk mendapatkan sasaran yang hendak dicapai.
3. Fungsi Kendala  
Adalah fungsi matematika yang menjadi kendala bagi usaha untuk memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan, mewakili kendala yang harus dicapai.

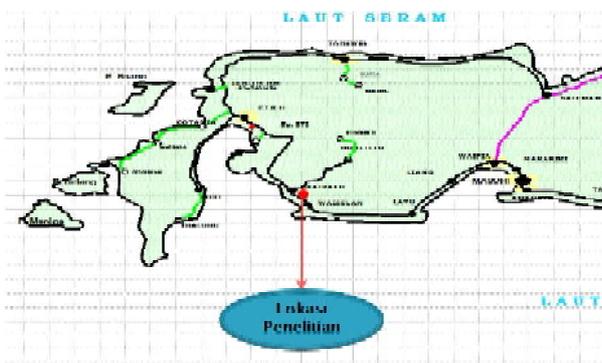
### Fasilitas Solver Pada Microsoft Excel

*Solver* adalah fasilitas didalam program *Microsoft Excel* pada *Windows*. Digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi. *Solver* digunakan untuk mencari solusi maksimum maupun minimum suatu permasalahan yang kita hadapi.

### Kondisi Daerah Studi

Jaringan Irigasi Way Mital yang terletak di Desa Gemba Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Ba-

gian Barat. Propinsi Maluku adalah salah satu Propinsi di Indonesia yang terletak di Kabupaten Seram Bagian Barat dan merupakan Kabupaten yang terluas di wilayahnya dari 10 Kabupaten/Kotamadya yang ada di Propinsi Maluku. Hal ini didukung dengan luas wilayahnya 5.176 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduknya 163.478. Dengan tingkat pertumbuhan rata-rata 0,13% per tahun. Kabupaten Seram Bagian Barat juga dikenal sebagai daerah yang kaya akan potensi diantaranya dari pertanian, perkebunan, kehutanan, tanaman obat keluarga dan lain sebagainya. Jaringan Irigasi Way Mital merupakan jaringan irigasi kabupaten sehingga pengelolaan ada pada Dinas pengairan Kabupaten Seram Bagian Barat dengan luas total daerah irigasi yang dilayani sebesar 127 Ha. Jaringan irigasi way mital terdiri dari tiga saluran sekunder dan empat saluran tersier yaitu : saluran sekunder Way Mital, saluran tersier Kairatu, saluran tersier Gemba, saluran tersier Hatusua dan saluran tersier way mital. Adapun batas-batas wilayah Kabupaten Seram Bagian Barat adalah sebagai berikut:  
 Sebelah Utara : Laut Seram  
 Sebelah Selatan : Laut Banda  
 Sebelah Timur : Kabupaten Maluku Tengah  
 Sebelah Barat : Laut Buru  
 (Sumber: Sistem informasi agribisnis Kabupaten Seram Bagian Barat. html)



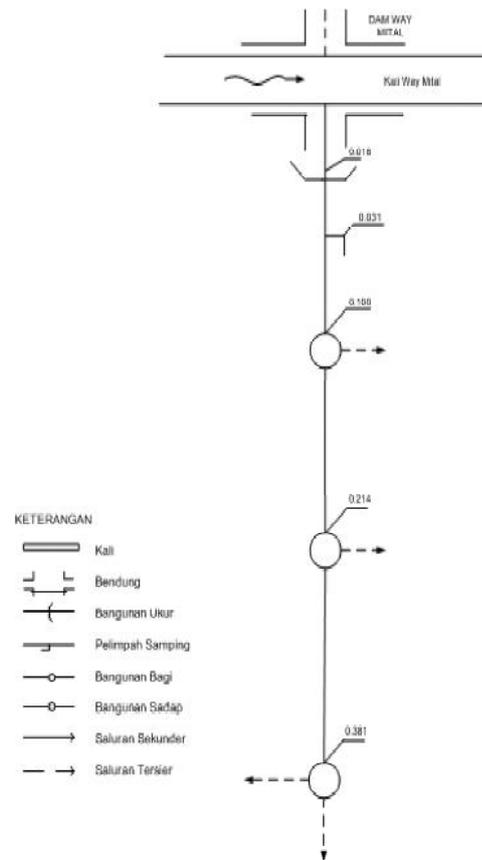
Gambar 1. Peta Propinsi Maluku

Pada Gambar 2. Menunjukkan Skeme Jaringan Irigasi Way Mital.

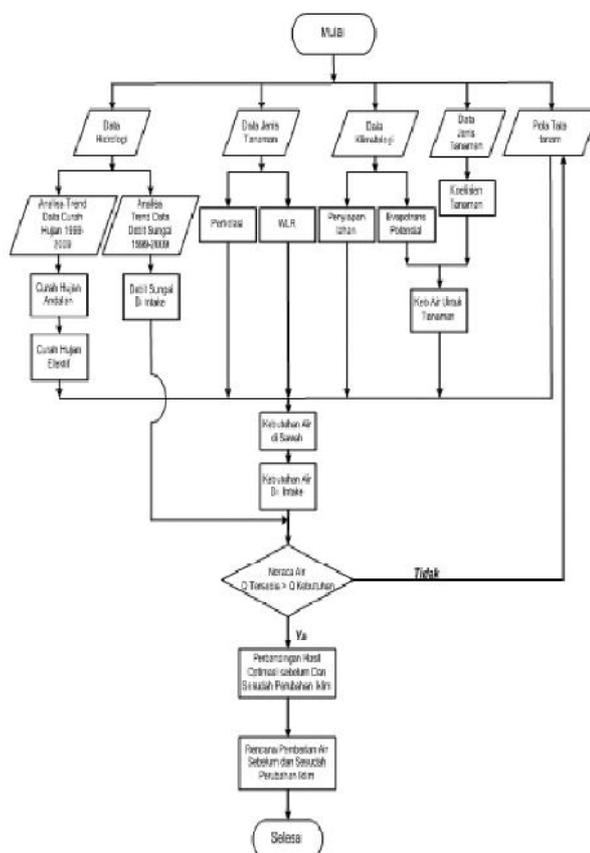
Pada Gambar 3. Menunjukkan Bagan Alir Penelitian.

**Metode Penelitian**

Metode penelitian dalam kajian ini adalah penelitian deskriptif yang merupakan penelitian kasus dan penelitian lapangan (*case study and field research*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pola tata tanam yang telah dilaksanakan di Irigasi Way Mital dan berdasarkan data yang akan dikumpulkan pada



Gambar 2. Skema Jaringan Irigasi Way Mital



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

saat sebelum dan sesudah perubahan iklim, kemudian disusun rekomendasi pola tata tanam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil optimasi sebelum perubahan iklim

Hasil perhitungan curah hujan rerata tahun 2001-2010 berdasarkan trend perubahan iklim di 2 stasiun pada Tabel 1 dibawah ini.

Dari data curah hujan total rerata di 2 stasiun yaitu Kairatu dan Amahai untuk Tahun 2001–2010 kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan trend curah hujan total rerata sebesar 2198,12 mm seperti terlihat pada Tabel 2 dan Grafik 2 di bawah ini.

**Tabel 1. Menunjukkan data curah hujan di 2 stasiun yaitu stasiun Kairatu dan Amahai tahun 2001-2010**

Bulan	Periode	Tahun									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Januari	I	241.0	259.0	260.0	328.0	32.0	64.0	281.0	29.0	79.0	96.0
	II	84.0	110.0	250.0	0.0	102.0	178.0	205.0	90.0	179.0	139.0
	III	258.0	327.0	590.0	378.0	429.0	88.0	122.0	52.0	112.0	99.0
Februari	I	224.0	313.0	264.0	208.0	286.0	11.0	149.0	138.0	129.0	104.0
	II	160.0	189.0	161.0	283.0	138.0	591.0	163.0	228.0	175.0	142.0
	III	96.0	39.0	200.0	189.0	197.0	730.0	106.0	152.0	131.0	102.0
Maret	I	140.0	39.0	106.0	135.0	267.0	174.0	179.0	49.0	68.0	99.0
	II	172.0	308.0	339.0	104.0	270.0	53.0	273.0	109.0	97.0	89.0
	III	246.0	242.0	486.0	34.0	103.0	108.0	138.0	432.0	261.0	186.0
April	I	129.0	163.0	232.0	79.0	181.0	256.0	171.0	55.0	56.0	49.0
	II	305.0	82.0	262.0	0.0	16.0	209.0	275.0	124.0	105.0	99.0
	III	95.0	55.0	11.0	0.0	35.0	2.0	138.0	320.0	102.0	89.0
Mei	I	159.0	89.0	107.0	67.0	0.0	9.0	194.0	2.0	109.0	97.0
	II	112.0	16.0	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.0	54.0	79.0
	III	-47.0	17.0	4.0	0.0	60.0	0.0	170.0	87.0	12.0	57.0
Juni	I	40.0	180.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210.0	-13.0	64.0
	II	137.0	79.0	0.0	0.0	10.0	41.0	0.0	3.0	10.0	7.0
	III	365.0	40.0	0.0	9.0	0.0	235.0	0.0	50.0	0.0	0.0
Juli	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	104.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	II	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	29.0	0.0	0.0
	III	6.0	55.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Agustus	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	II	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	III	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
September	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	II	2.0	0.0	0.0	0.0	35.0	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	III	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0	2.0	12.0	0.0
Oktober	I	0.0	1.0	0.0	30.0	0.0	0.0	13.0	24.0	9.0	21.0
	II	286.0	132.0	0.0	0.0	0.0	177.0	0.0	33.0	31.0	19.0
	III	63.0	235.0	9.0	4.0	4.0	102.0	0.0	132.0	23.0	59.0
November	I	116.0	149.0	26.0	41.0	76.0	24.0	9.0	443.0	108.0	90.0
	II	410.0	226.0	41.0	264.0	27.0	9.0	8.0	58.0	79.0	76.0
	III	246.0	39.0	129.0	307.0	338.0	172.0	84.0	0.0	21.0	17.0
Desember	I	33.0	410.0	28.0	437.0	626.0	382.0	29.0	203.0	89.0	96.0
	II	330.0	15.0	117.0	150.0	196.0	437.0	242.0	224.0	119.0	95.0
	III	110.0	137.0	406.0	168.0	549.0	277.0	183.0	481.0	102.0	91.0
Total		4615.0	3963.0	4118.0	3225.0	3977.0	4479.0	3125.0	3886.0	2315.0	2161.0

Sumber: Hasil Perhitungan

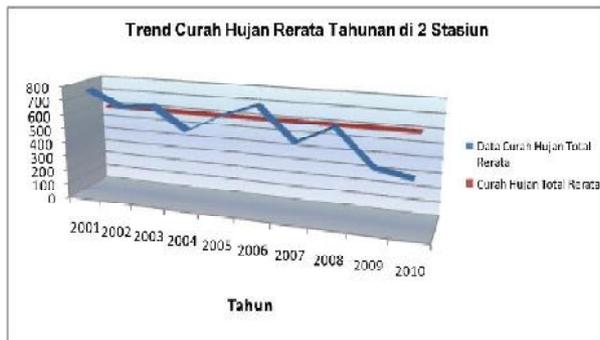
Perubahan pola curah hujan telah terjadi pada tahun 2009 pada tahun tersebut hujan turun hamper sepanjang tahun dengan curah hujan tahunan sebesar 2315 mm. Penurunan jumlah curah hujan tahunan yang sangat ekstrim 2 tahun terakhir ini dibandingkan curah hujan sebelumnya akan berpotensi menimbulkan ancaman kekeringan di Kabupaten Seram Bagian Barat khususnya daerah lokasi studi dapat dilihat pada Grafik 1 di bawah ini.



**Grafik 1. Trend Perubahan Curah Hujan Rerata 10 Harian di 2 Stasiun Kairatu dan Amahai Tahun 2001–2010**

**Tabel 2. Data Curah Hujan Rerata Tahunan di 2 Stasiun Kairatu dan Amahai Tahun 2001–2010**

No	Stasiun Hujan	Tahun									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
		(mm)									
1	Kairatu & Amahai	789.2	880.5	698.8	537.5	882.8	746.5	520.8	647.7	406.0	380.5
2	Rerata	599.8	599.8	599.8	599.8	599.8	599.8	599.8	599.8	599.8	599.8



**Grafik 2. Trend Curah Hujan Rerata Tahunan di 2 Stasiun Kairatu dan Amahai Tahun 2001–2010**

**Fungsi Tujuan**

Tujuan optimasi ini adalah untuk mendapatkan perbedaan ketersediaan air akibat pengaruh perubahan iklim dan besarnya nilai manfaat atau keuntungan pada setiap musim tanam. Namun karena kondisi yang dievaluasi adalah kondisi existing maka keuntungan yang diperoleh tetap. Tetapi jika ingin dikembangkan areal lahan sesuai dengan debit sisa maka keuntungannya tentu berbeda dan besar nilai manfaat dari masing-masing jenis tanam dengan biaya produksi sawah per hektar dapat di lihat pada Tabel 3. dan manfaat bersih sawah per hektar dapat di lihat pada Tabel 4. di bawah ini.

**Fungsi Kendala**

Dalam suatu analisa optimasi, sumber daya yang akan dianalisa harus dalam keadaan terbatas. Keterbatasan sumber daya tersebut dinamakan sebagai syarat ikatan atau kendala. Fungsi kendala ini merupakan persamaan yang membatasi kegunaan utama dan bentuk fungsi kendala ini adalah besar debit dan luas lahan.

- a. **Kendala Luas Lahan**  
Kendala luas tanam ini diambil berdasarkan kondisi existing sehingga berlaku untuk analisis sebelum dan sesudah perubahan iklim. Adapun kendala pada setiap musim tanam adalah sebagai berikut:
- b. **Kendala Debit** Debit yang dihadapi sebelum perubahan iklim

1. Volume air yang tersedia sebelum perubahan iklim adalah sebagai berikut:

No	Debit andalan D.I. Way Mital	Vol. Air dari Qandalan (m <sup>3</sup> )		
		Musim Tanam		
		I	II	III
1	Debit Air Musim Kering (Q andalan 80%)	669000.00	444000.00	502000.00

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Kebutuhan air irigasi jenis tanam pada setiap musim tanam sebelum perubahan iklim adalah sebagai berikut:

No	Pola Tanam D.I. Way Mital	Musim Tanam	Kebutuhan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /ha)		
			Padi	Palawija	Tebu
1	PIT Eksisting	I	526,35	2,33	142,47
		II	457,40	266,63	257,47
		III	0,00	355,36	0,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisa optimasi yang dilakukan adalah dengan kondisi debit yang tersedia yang merupakan fungsi kendala antara lain:

1. **Debit air musim kering (Q andalan 80%)**  
Untuk masing-masing kondisi debit tersebut dilakukan analisis optimasi dengan masing-masing pola tata tanam untuk mendapatkan sasaran atau keuntungan maksimum.
2. **Optimasi Keuntungan**  
Untuk merumuskan model matematika dengan simbol-simbol matematis dengan menggunakan pola tata tanam yang ada maka perlu dibuat satu komponen model berikut ini:

Berikut ini adalah luas lahan Eksisting di irigasi Way Mital sebelum dioptimasi

Dacrah Irigasi	Musim Tanam	Jenis Tanam	Luas Tanam (Ha)
Dacrah Irigasi Way Mital	I	Padi	6.00
		Palawija	0.00
		Tebu	121.00
	II	Padi	120.00
		Tebu	3.00
	III	Padi	0.00
Tebu		17.00	

Keuntungan per tahun sebagai berikut:

Daerah Irigasi	Musim Tanam	Keuntungan/Manfaat PPT Eksisting (Rp)
Daerah Irigasi Way Mital	I	4,257,211,000,00
	II	2,703,419,000,00
	III	730,752,000,00
<b>Keuntungan per tahun</b>		<b>7,691,382,000,00</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Optimasi Sebelum Perubahan Iklim**

Daerah Irigasi Way Mital	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas Lahan	Debit Andalan	Debit Terpakai	Debit Sisa	Keuntungan (Rp)
	Musim Tanam I	Padi	6.00	0.00	598000	20396.97	678603.03
Musim Tanam II	Palawija	4.00	444000	56727.93	387272.07	2,703,419,000.00	
	Tebu	3.00					
Musim Tanam III	Padi	0.00	502000	39059.30	462910.40	730,752,000.00	
	Palawija	17.00					

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa setelah di optimasi di irigasi Way Mital dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan menggunakan program linier. Dan pada bab berikutnya yang akhirnya akan dibandingkan dengan hasil optimasi sesudah perubahan iklim

**Hasil optimasi sesudah perubahan iklim**

1. Volume air yang tersedia sesudah perubahan iklim adalah sebagai berikut.

No	Debit andalan D.I. Way Mital	Vol. Air dari Q andalan (m <sup>3</sup> )		
		Musim Tanam		
		I	II	III
1	Debit Air Musim Kering (Q andalan 80%)	715000.00	487000.00	517000.00

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Kebutuhan Air Irigasi Jenis Tanam Pada Setiap Musim Tanam sesudah perubahan iklim adalah sebagai berikut.

No	Pola Tanam D.I. Way Mital	Musim Tanam	Kebutuhan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /ha)		
			Padi	Palawija	Tebu
1	PIT Eksisting	I	536.35	216.26	115.60
		II	878.00	286.93	184.64
		III	751.33	442.20	0.00

Sumber: Hasil Perhitungan

Daerah Irigasi	Musim Tanam	Jenis Tanam	Luas Tanam (Ha)
Daerah Irigasi Way Mital	I	Padi	121.00
		Palawija	3.00
		Tebu	3.00
	II	Padi	120.00
		Palawija	400
		Tebu	3.00
III	Padi	119.00	
	Palawija	5.00	
		Tebu	3.00

Keuntungan per tahun sebagai berikut

Daerah Irigasi	Musim Tanam	Keuntungan/Manfaat PPT Eksisting (Rp)
Daerah Irigasi Way Mital	I	4,257,211,000,00
	II	2,703,419,000,00
	III	2,683,160,500.00
<b>Keuntungan per tahun</b>		<b>8,110,257,000,00</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa setelah di optimasi di daerah irigasi Way Mital dapat menghasilkan keuntungan dengan menggunakan program linier.

Pada Tabel 6. Ditampilkan rekapitulasi hasil optimasi sesudah perubahan iklim di bawah ini.

**Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Optimasi Sesudah Perubahan Iklim**

Daerah Irigasi Way Mital	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas Lahan	Debit Andalan	Debit Terpaka	Debit Sisa	Keuntungan (Rp)
	Musim Tanam I	Padi	121.00	715000	79766.83	635233.17	2,728,677,600.00
Musim Tanam II	Palawija	3.00	487000	124*21.86	362878.14	2,703,419,000.00	
	Tebu	3.00					
Musim Tanam III	Padi	119.00	537000	118775.99	418224.01	2,683,160,500.00	
	Palawija	5.00					
		Tebu	3.00				

Sumber: Hasil Perhitungan

**Pembahasan Hasil Optimasi Sebelum dan Sesudah Perubahan Iklim**

Dari hasil optimasi yang dianalisis sebelum dan sesudah perubahan iklim menunjukkan tidak mengalami kecenderungan berkurangnya ketersediaan air setelah terjadinya perubahan iklim terutama pada musim kemarau.

1. **Curah Hujan Sebelum Perubahan Iklim**  
 Dari hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan pola curah hujan terjadi pada Tahun 2009. Pada tahun ini hujan turun hamper sepanjang tahun dengan curah hujan tahunan sebesar 2315 mm. Kondisi ini berbeda dengan curah hujan 8 tahun sebelumnya yakni Tahun 2001 dan 2008. memperlihatkan musim hujan dengan curah hujan tahunan masing-masing sebesar 4615 mm dan 3886 mm.
2. **Curah Hujan Sesudah Perubahan Iklim**  
 Dari hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan pola curah hujan terjadi pada Tahun 2009. Pada tahun 2010 hujan turun hamper sepanjang tahun dengan curah hujan tahunan sebesar 2161 mm
3. **Perbandingan debit sisa**  
 Perbandingan debit ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran perbedaan antara debit tersedia, debit terpakai dan sisa debit setelah terjadinya perubahan iklim pada kondisi existing dengan luas dan peruntukkan lahan yang sama.
4. **Perbandingan Luas Lahan**  
 Pada musim tanam I, II dan III sebelum dan sesudah perubahan iklim debit yang tersedia dapat ditanami sesuai dengan luasan lahan.
5. **Keuntungan Sebelum Perubahan Iklim**  
 Dari hasil analisis menunjukkan bahwa debit dan luas lahan yang tersedia dapat memenuhi untuk musim tanam I, II dan III dengan jenis tanaman padi, palawija dan tebu sehingga peteni mengalami keuntungan per tahun sebesar Rp 7,691,382,000,00
6. **Keuntungan Sesudah Perubahan Iklim**  
 Dari hasil analisis menunjukkan bahwa debit dan luas lahan yang tersedia dapat memenuhi untuk musim tanam I, II dan III dengan jenis tanaman padi, palawija dan tebu sehingga peteni mengalami keuntungan per tahun sebesar Rp 8,110,257,000,00.

Rekapitulasi perbandingan hasil optimasi sebelum dan sesudah perubahan iklim dapat dilihat pada Tabel 7. di bawah ini.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Dari hasil analisa yang dilakukan pada kondisi sebelum dan sesudah perubahan iklim dengan menggunakan program linier, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data hasil dari optimasi menunjukkan adanya perubahan ketersediaan volume air di intake bendung sebelum terjadinya perubahan iklim volume air yang tersedia di intake pada (Musim Tanam) MT I = 669000 m<sup>3</sup>, MT II = 444000 m<sup>3</sup> dan MT III = 502000 m<sup>3</sup>. Sedangkan sesudah perubahan iklim volume air yang tersedia pada MT I = 715000 m<sup>3</sup>, MT II = 487000 m<sup>3</sup> dan MT III = 537000 m<sup>3</sup>. Dari hasil analisis menunjukkan ketersediaan volume air sesudah terjadinya perubahan iklim lebih besar dibandingkan dengan ketersediaan air sebelum terjadinya perubahan iklim.
2. Volume air hasil optimasi terhadap eksisting pola tata tanam yang terdapat di daerah Irigasi Way Mital baik sebelum dan sesudah perubahan iklim masih mencukupi kebutuhan air untuk setiap musim tanam. Dengan demikian pola pemberian air di daerah irigasi ini masih dapat dipertahankan.
3. Selisih Keuntungan yang diperoleh dari hasil optimasi sebelum dan sesudah perubahan iklim pada (Musim Tanam) MT I, II dan III adalah sebesar Rp 8,110,257,000.00 – Rp 7,691,382,000.00 = Rp 418,875,000.00

**Saran**

Dengan memperhatikan hasil analisis yang diperoleh serta mempertimbangkan beberapa keterbatasan maka disampaikan saran:

**Tabel 7. Menunjukkan Perbandingan Hasil Optimasi Sebelum dan Sesudah Perubahan Iklim.**

Daerah Irigasi Way Mital	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas Lahan	Luas Lahan	Debit Andalan	Debit Andalan	Debit Terpakai	Debit Terpakai	Debit Sisa	Debit Sisa	Keuntungan	Keuntungan
			Sebelum Perubahan Iklim	Sesudah Perubahan Iklim	Sebelum Perubahan Iklim (Rp)	Sesudah Perubahan Iklim (Rp)						
Daerah Irigasi Way Mital	Musim Tanam I	Padi	6,00	121,00								
		Palawija	0,00	3,00	669000	715000	20896,97	79798,83	678603,03	635233,17	4.267.211.000,00	2.723.677.500,00
		Tebu	121,00	3,00								
	Musim Tanam II	Padi	120,00	120,00								
		Palawija	4,00	4,00	444000	487000	56727,93	124121,86	387272,07	362878,86	2.703.419.000,00	2.703.419.000,00
		Tebu	3,00	3,00								
Musim Tanam III	Padi	0,00	199,00									
	Palawija	110,00	5,00	502000	537000	89089,60	118775,99	462910,40	418224,01	730.752.000,00	2.883.160.500,00	
	Tebu	17,00	3,00									

Sumber: Hasil Perhitungan

1. Untuk mendapatkan hasil optimasi yang lebih mendekati kondisi sebenarnya dilapangan sebaiknya penunjang dengan data-data yang lebih panjang dan lengkap agar dalam analisis perubahan iklim dapat lebih detail lagi oleh peneliti berikutnya.
2. Bagi peneliti yang tertarik mengkaji dampak perubahan iklim, maka di sarankan untuk melanjutkan penelitian terhadap sedimentasi dan fluktuasi debit di sungai atau debit di bendung.
3. Pemerintah Propinsi Maluku khususnya Dinas Pengairan yang terkait dengan penyediaan data-data perubahan iklim harus secara konsisten dan terus menerus memantau perubahan iklim yang terjadi dan mensosialisasikan kepada petani.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi (Kriteria Perencanaan 01)*. Bandung: CV Galang Persada.
- Anonim. 1995. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Edisi-II*. Direktorat Jenderal Pengairan: Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1997. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Edisi-IV*. Direktorat Jenderal Pengairan: Departemen Pekerjaan Umum.
- Armi, S. dkk. 2008. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketinggian Muka Laut Di Wilayah Banjarmasin. *Jurnal Ekonomi Lingkungan* Vol.12/No.2/2008.
- Asri, M., dan Hidayat. 1984. *Linear Programming*. Yogyakarta: BPFEBukti Pemanasan Global tanggal akses 1 Maret 2010.
- [www.drn.go.id/download/Paparan-PemanasanGlobal \(Paulus\).pdf](http://www.drn.go.id/download/Paparan-PemanasanGlobal(Paulus).pdf)<http://www.solver.com/pricemenu.html>.
- Montarcih, L., & Soetopo, W. 2009. *Pengantar Manajemen Teknik Sumber Daya Air*. Malang: CV Citra.
- Montarcih, L. 2009. *Hidrologi Teknik Sumber Daya Air - 1*. Malang: CV Citra.
- Montarcih, L. 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Optimasi Penggunaan Lahan Pertanian dengan Program Linier, Agus Suharyono. *Jurnal Teknik Pengairan*, Vol 2 No.1 Mei 2011, Universitas Brawijaya Malang.
- Optimasi Potensi dan Pola Pemanfaatan Air Irigasi, Amir Mahmud, *Jurnal Sumber Daya Insani* Universitas Muhammadiyah Kendari. Edisi Januari 2009 No.15.
- Prabowo, S.H. 2008. *Studi Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Kedungkandang Kabupaten Malang*. Skripsi: Universitas Brawijaya Malang.
- Pemanasan dan perubahan iklim tanggal akses 1 Maret 2010. [www.ofm-jpic.org/globalwarming/pdf/indonesian.pdf](http://www.ofm-jpic.org/globalwarming/pdf/indonesian.pdf)
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Sekilas Perubahan Iklim atau climate.html. akses Desember 2008 <http://www.atayaya.net>.
- Soemarto, C.D. 1986. *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K. 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.