

# STUDI OPTIMALISASI DAERAH IRIGASI TUNJUK KECAMATAN TANAH PINOH KABUPATEN MELAWI PROVINSI KALIMANTAN BARAT

Herry Hajiansyah<sup>1)</sup>, Fransiskus Higang<sup>2)</sup>, Azwa Nirmala<sup>2)</sup>  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, [Hhajiansyah@yahoo.com](mailto:Hhajiansyah@yahoo.com)

## ABSTRAK

Tanah Pinoh merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Melawi dan merupakan daerah yang memiliki wilayah alam yang potensial untuk dilakukan pengembangan di bidang pertanian khususnya tanaman pangan (padi). Daerah Irigasi Tunjuk terletak di Desa Bina Karya Kecamatan Tanah Pinoh dengan luas areal pertanian sebesar 95 Ha. Sumber air daerah irigasi tunjuk berasal dari sungai tunjuk. Debit air untuk mengairi sawah berkurang akibat adanya penebangan hutan serta penggunaan air bersih untuk kebutuhan penduduk sekitar. Dalam upaya pengembangan pada areal tanam irigasi tunjuk perlu dilakukannya penelitian yang bertujuan agar diketahuinya ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi sehingga dapat diketahui imbang air, serta tingkat optimalisasinya daerah irigasi tunjuk.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui instansi-instansi terkait berupa data topografi, data curah hujan bulanan, data hari hujan bulanan, data klimatologi (suhu udara, penyinaran matahari, kelembaban udara, dan kecepatan angin). Data primer didapat dari pengambilan data dilapangan berupa dimensi penampang sungai serta kecepatan aliran di hulu bendung. Analisa yang dilakukan adalah analisa evapotranspirasi dengan metode Penmann Modifikasi FAO, analisa ketersediaan air dengan metode Mock, analisa kebutuhan air irigasi, analisa imbang air, serta analisa optimalisasi daerah irigasi tunjuk.

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, didapat debit andalan maksimum sebesar 161 lt/detik pada bulan Desember, debit andalan minimum sebesar 54 lt/detik pada bulan September. Kebutuhan air irigasi maksimum di bangunan pengambilan dengan permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padi-padi) adalah sebesar 92,62 lt/detik dengan imbang air yang defisit yaitu memiliki ketersediaan air yang lebih sedikit dari kebutuhan air irigasi. Luas areal maksimum yang terairi melalui sistem irigasi adalah 53,46 ha. Optimalisasi daerah irigasi dapat dilakukan dengan upaya perubahan jadwal tanam. Pada bulan-bulan permulaan tanam yang kekurangan air dapat dilakukan pemberian air dengan cara rotasi atau bergiliran.

**Kata-kata kunci:** *D.I Tunjuk, Metoda Mock, Optimalisasi Daerah Irigasi, Difisit*

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan kegiatan yang berperan penting pada perekonomian daerah sebagai penghasil nilai tambah dan devisa maupun sumber penghasilan atau penyedia lapangan kerja serta penunjang dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat Indonesia, khususnya Kalimantan-Barat, peran serta masyarakat dan pemerintah sebagai pengelola dan pengembang usaha-usaha produksi pangan yang sudah ada merupakan suatu langkah untuk melestarikan produksi pangan di Indonesia.

Pemenuhan kebutuhan air daerah irigasi Tunjuk ini perlu dilakukan secara optimal agar tepat sasaran dan sesuai dengan kebutuhan. Faktor yang mempengaruhi optimalisasi-nya suatu irigasi antara lain faktor kondisi tanah, serta faktor-faktor lain seperti faktor ekonomi, sosial dan budaya masyarakat setempat yang menyangkut teknologi pertanian yang digunakan dan sifat-sifat petani terhadap inovasi pemberian air pada tanaman (*Sudjarwadi, 1987:2*).

Penurunan fungsi sebagian bangunan karena umur bangunan yang sudah tua, penambahan jumlah penduduk yang menggunakan air bersih, penurunan daerah fungsi tangkapan air akibat illegal logging, perkebunan serta perubahan luas areal persawahan sejak tahun 1985 hingga tahun 2014 menjadikan irigasi ini tidak sama tingkat optimalisasinya untuk memenuhi kebutuhan air di areal persawahan D.I Tunjuk. Untuk mengetahui tingkat optimalisasi dari irigasi, D.I Tunjuk maka perlu dilakukan kajian ulang pada periode tertentu, kajian ulang perlu dilakukan agar selanjutnya bisa dilakukan pengembangan luas areal persawahan dan perbaikan infrastruktur, D.I. Tunjuk, dan tidak terjadi kekurangan air sehingga mengganggu proses

penanaman padi dan merugikan masyarakat sekitar daerah irigasi yang mencari nafkah dengan bertani.

Hasil penelitian merupakan pedoman untuk meningkatkan manajemen pengelolaan air dan dapat di pakai sebagai pedoman apakah D.I tunjuk dapat mengembangkan luas areal tanam secara tepat.

## 1.2. RUMUSAN MASALAH

### 1.2.1. Perumusan Masalah

- Apakah debit air yang tersedia mencukupi untuk Daerah Irigasi Tunjuk?
- Apakah debit air yang tersedia sudah optimal di dimanfaatkan untuk mengairi Daerah Irigasi Tunjuk?

### 1.2.2. Maksud dan Tujuan

Maksud diadakannya optimalisasi jaringan irigasi ini agar hasil penelitian dapat menjadi solusi dan masukan untuk meningkatkan pengelolaan air irigasi secara tepat.

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui jumlah ketersediaan air dan kebutuhan air pada DI Tunjuk
- Optimalisasi pemanfaatan air irigasi di DI Tunjuk

### 1.2.3. Pembatasan Masalah

- Perhitungan debit air menggunakan metode mock.
- Penelitian menggunakan stasiun hujan Nanga Pinoh.
- Curah hujan yang digunakan dari tahun 2004-2013 selama 10 (sepuluh) tahun.
- Menggunakan pola tanam padi-padi

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Umum

Metodologi adalah pengetahuan tentang metode yang dipakai. Sedangkan metode adalah cara yang beraturan untuk mencapai suatu maksud. Jadi metodologi dapat diartikan sebagai suatu pengetahuan tentang cara yang telah teratur dan terfikir baik-baik untuk mencapai suatu maksud. (purwadarminta,2006:767).

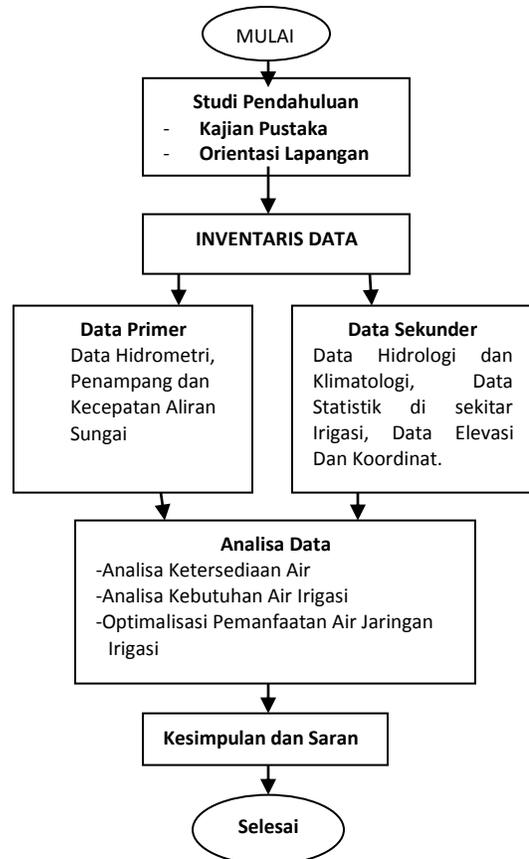
Metode penelitian merupakan cara ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan data dengan tujuan tertentu. Metode yang dipilih harus dapat mencerminkan masalah yang diteliti untuk menjamin keobyektivitasannya (Sugiyono, 2001).

Maka metodologi penelitian dapat diartikan sebagai bagan alir suatu penelitian dan mencerminkan masalah yang akan diteliti untuk menjamin keobyektivitasnya. Metodologi penelitian digunakan dalam usaha untuk mendapatkan data sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam melakukan penelitian digunakan berbagai metode yang sesuai dengan tujuan penelitian, permasalahan yang terjadi serta berbagai macam alternative yang akan digunakan.

Pada metodologi penelitian diberikan gambaran proses yang akan dilakukan dalam penelitian, dimulai dari cara memperoleh data hingga analisis data yang akan dilakukan dengan berbagai metode.:

### 2.2. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian digunakan untuk mempermudah penulisan skripsi, langkah-langkah kerja pada bagan alir penelitian dituangkan dalam bentuk flow chart dari tahap awal sampai tahap akhir. Untuk lebih jelas bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Alir penelitian

### 2.3. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilaksanakan dengan mengumpulkan referensi yang tepat agar dapat memberikan gambaran dalam penyelesaian, kajian pustaka meliputi pengumpulan beberapa buku dan skripsi, textbook serta data-data yang menjadi referensi.

### 2.4 Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan dilaksanakan pada bulan Februari dan menjadi survey awal sebelum melakukan pengumpulan data primer. Pada saat survey awal di ambil beberapa dokumentasi sungai Tunjuk dan bendung serta bangunan air. Penulis dapat melihat keadaan riil di lapangan seperti beberapa bangunan air yang rusak atau terbengkalai, dan keadaan pertanian.

## 2.5 Inventris Data Sekunder dan Primer

### 2.5a. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diberikan oleh pihak lain berupa dokumen ataupun laporan hasil penelitian yang telah dilakukan. Data sekunder yang akan dipergunakan antara lain :

- a) Data klimatologi stasiun Nanga Pinoh (suhu, penyinaran matahari, kelembapan nisbi, dan kecepatan angin; data curah hujan maksimum 1 harian dari stasiun pencatat hujan Nanga Pinoh).
- b) Peta topografi daerah irigasi Tunjuk.

### 2.5b. Data Primer

Data primer merupakan data yang di dapatkan langsung di lapangan dan merupakan sumber pertama, dalam hal ini terdapat dua data primer yang akan diambil peneliti dengan melakukan survey lapangan, yaitu mengukur kecepatan aliran air di sungai tunjuk dan mengukur dimensi sungai tunjuk.

Pengumpulan data primer dilakukan di Daerah Irigasi tunjuk yang berada di desa Bina Karya Kecamatan Tanah Pinoh, kabupaten Melawi. Dengan waktu tempuh 15 jam ( 589 km ) dari kota Pontianak. Kabupaten Melawi terletak pada 0°07'0,00"-1°21'00," Lintang Selatan dan 111°07 - 112'27,00" Bujur Timur. Setelah mencapai lokasi penelitian, maka data primer yang harus dikumpulkan untuk keperluan penelitian antara lain:

Data primer ini diperoleh dari hasil obeservasi lapangan, kegiatan survey dan pengukuran di lapangan.

- ❖ Pengumpulan Data Dimensi Sungai Tunjuk yang digunakan sebagai sumber air Irigasi.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengukur lebar penampang atas dan bawah sungai dengan membentangkan meteran melintang dari ujung satu sisi ke sisi lainnya.
2. Kemudian mengukur kedalaman sungai pada titik  $\frac{1}{4}$ , titik  $\frac{1}{2}$  dan titik  $\frac{3}{4}$  lebar penampang atas sungai.
3. Mencatat hasil pengukuran pada form survey

- ❖ Pengumpulan data kecepatan aliran.

Pengumpulan data kecepatan aliran rata-rata dalam studi ini dilakukan di sungai tunjuk. Pengukuran pada sungai tunjuk di lakukan di 1 (satu) titik di ruas sungai tunjuk.

## 2.6. Analisa Data

Analisa data dan perhitungan dilakukan dalam beberapa tahap pada penelitian yang dilakukan, antara lain :

- ❖ Analisa Ketersediaan Air

Dalam melakukan analisis ketersediaan air, penulis menggunakan Metode Mock. Dalam perhitungan tersebut digunakan data hidrologi dan klimatologi Stasiun Nanga Pinoh yang meliputi curah hujan, jumlah hari hujan, suhu, kelembaban relatif, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin dan luasan catchment area.

- ❖ Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Dalam melakukan analisa kebutuhan air, penulis melakukan perhitungan berdasarkan kebutuhan air tanaman (NFR) dan kebutuhan air pada bangunan pengambilan (DR) dengan menggunakan pola tanam padi-padi, dengan menggunakan data-data berupa evapotranspirasi potensial berdasarkan

rumus empiris Penman, data curah hujan efektif yang diperoleh dari tabel perhitungan debit dengan Metode Mock.

❖ Analisis Optimalisasi pemanfaatan air pada Jaringan Irigasi

Ketersediaan air dari sumber – sumber air (bendung dan waduk) pada saat ini telah mengalami gangguan akibat perubahan iklim dan di perburuk lagi dengan adanya degradasi lingkungan di satu sisi dan di sisi yang lain kebutuhan air selain padi semakin meningkat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi ketidak seimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan.

Jumlah air cukup melimpah tetapi pengelolaan ketersediaan air sebagai fungsi ruang dan waktu tidak dapat dilakukan secara optimal. Berdasarkan kondisi tersebut sudah seharusnya dilakukan penghemtaan dalam pemanfaatan air irigasi oleh petani dengan tetap menjaga Produktivitas atau bahkan meningkatkannya. Air irigasi sebagai sarana yang sangat vital bagi tanaman dipergunakan untuk beberapa hal antara lain:

1. Pelarut bahan makanan (unsur hara)
2. Pengangkut bahan makanan terlarut melalui akar ketubuh tanaman
3. Pembantu proses fotosintesis

Air yang berlebihan atau kurang akan menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dan berbuah secara optimum. Pengelolaan atau Pemanfatatan pemberian air irigasi ke petak sawah perlu di sesuaikan dengan kebutuhan air tanaman sebagai fungsi jenis dan umur tanaman. Ketepatan pemberian air irigasi (fungsi jumlah dan waktu) akhirnya akan memberikan pengaruh terhadap hasil panen yang optimum.

### 3. HASIL DAN ANALISA DATA

#### 3.1. Data Hidrologi dan Klimatologi

##### 3.1.1 Data Hidrologi

Data hidrologi yang digunakan untuk menentukan stasiun pengaruh dalam penelitian ini adalah stasiun Nanga Pinoh selama 10 tahun yaitu dari tahun 2004 sampai tahun 2013, yang didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika Melawi. Data tersebut meliputi data curah hujan bulanan (mm) dan jumlah hari hujan bulanan (hari).

Setelah semua data curah hujan bulanan maupun hari hujan bulanan dari stasiun lengkap, dilakukan analisa data stasiun pengaruh terhadap DAS

##### 3.1.2 Data Klimatologi

Data klimatologi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari stasiun meteorologi Nanga Pinoh Melawi yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika Data tersebut meliputi data suhu udara, kelembaban nisbi, penyinaran matahari dan kecepatan angin.

Tabel 1. Data Suhu Udara (°C) Stasiun Meteorologi Nanga Pinoh Melawi Tahun 2004-2013

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
2004	26	26	27	27	28	28	27	27	28	27	27	27
2005	26	27	27	27	28	27	26	27	26	28	27	26
2006	26	27	27	27	27	27	27	27	27	26	27	27
2007	27	26	26	27	28	27	27	27	28	27	27	27
2008	27	27	27	28	28	28	27	27	27	27	27	26
2009	26	26	27	27	28	28	27	27	28	27	27	27
2010	26	27	27	27	28	27	26	27	26	28	27	26
2011	26	27	27	27	27	27	27	27	27	26	27	27
2012	27	26	26	27	28	27	27	27	28	27	27	27
2013	27	27	27	28	28	28	27	27	27	27	27	26

Tabel 2. Data Kelembaban Nisbi (%) Nanga Pinoh Stasiun Meteorologi Melawi Tahun 2004-2013

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
2004	89	85	84	86	83	82	82	80	77	83	88	86
2005	88	86	86	86	85	83	87	85	85	84	83	88
2006	87	76	85	86	82	83	81	80	82	86	86	87
2007	85	81	86	83	82	83	84	81	80	87	87	87
2008	84	85	84	85	86	82	84	82	83	82	85	87
2009	89	85	84	86	83	82	82	80	77	83	88	86
2010	88	86	86	86	85	83	87	85	85	84	83	88
2011	87	76	85	86	82	83	81	80	82	86	86	87
2012	85	81	86	83	82	83	84	81	80	87	87	87
2013	84	85	84	85	86	82	84	82	83	82	85	87

Tabel 3. Data Kecepatan Angin (knot) Nanga Pinoh Stasiun Meteorologi Melawi Tahun 2004-2013

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
2004	0,9	0,8	1,9	1,8	0,9	0,8	1,4	0,4	0,7	1,1	1,0	2,2
2005	1,2	1,2	1,4	1,1	1,2	1,0	1,2	1,3	0,9	1,3	1,8	1,8
2006	1,2	1,2	2,0	2,1	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,0	1,2	1,9
2007	1,8	1,3	1,8	1,3	1,8	1,6	2,0	1,7	1,9	0,9	2,1	1,4
2008	1,7	0,7	1,0	1,9	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	1,8	2,1	1,8
2009	1,2	1,0	1,7	2,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	1,2	0,9	1,2
2010	1,0	1,0	1,4	0,8	1,4	1,4	0,8	1,0	1,4	1,6	2,0	1,8
2011	1,1	1,4	2,0	1,9	2,0	2,0	1,8	1,9	1,9	1,7	1,3	2,0
2012	2,0	0,6	1,8	1,2	1,8	1,8	1,9	1,8	1,7	0,8	0,8	1,4
2013	1,9	1,0	1,4	2,1	1,6	1,9	1,8	1,9	1,7	1,2	2,0	2,1

Karena pada perhitungan berikutnya (perhitungan evapotranspirasi) data kecepatan angin yang digunakan adalah data kecepatan angin dengan satuan km/hari, maka satuan kecepatan angin diatas harus diubah terlebih dahulu. Contoh perhitungan diambil perhitungan pada bulan Januari tahun 2004.

$$1 \text{ knot} = 44,45 \text{ km/hari}$$

$0,9 \text{ knot} = 0,9 \times 44,45 = 40,01 \text{ km/hari}$   
Perhitungan yang sama dilakukan pada data kecepatan angin bulan berikutnya dan tahun berikutnya.

Berikut ini hasil perhitungan data kecepatan angin dalam satuan km/hari.

Tabel 4. Data Kecepatan Angin (km/hari) Nanga Pinoh Stasiun Meteorologi Melawi Tahun 2004-2013

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
2004	40,01	35,56	84,46	80,01	40,01	35,56	62,23	17,78	31,12	48,90	44,45	97,79
2005	53,34	53,34	62,23	48,90	53,34	44,45	53,34	57,79	40,01	57,79	80,01	80,01
2006	53,34	53,34	88,90	93,35	75,57	80,01	80,01	80,01	80,01	44,45	53,34	84,46
2007	80,01	57,79	80,01	57,79	80,01	71,12	88,90	75,57	84,46	40,01	93,35	62,23
2008	75,57	31,12	44,45	84,46	75,57	75,57	84,46	84,46	88,90	80,01	93,35	80,01
2009	53,34	44,45	75,57	88,90	17,78	17,78	17,78	13,34	17,78	53,34	40,01	53,34
2010	44,45	44,45	62,23	35,56	62,23	62,23	35,56	44,45	62,23	71,12	88,90	80,01
2011	48,90	62,23	88,90	84,46	88,90	88,90	80,01	84,46	84,46	75,57	57,79	88,90
2012	88,90	26,67	80,01	53,34	80,01	80,01	84,46	80,01	75,57	35,56	35,56	62,23
2013	84,46	44,45	62,23	93,35	71,12	84,46	80,01	84,46	75,57	53,34	88,90	93,35

Sumber: Hasil Perhitungan

### 3.2 Analisa Ketersediaan Air

#### 3.2.1 Analisa Evapotranspirasi Potensial dengan Metode Penman Modifikasi FAO

Tabel 5. Perhitungan Evapotranspirasi Tahun 2004 dengan Metode Penman yang Dimodifikasi FAO

No.	Uraian Tahap Data	Satuan	Stasiun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Oktr	Nov	Des
1	Uraian data hujan (RH)	mm	Das. Stasiun Hujan	201	207	220	450	272	110	230	151	123	227	302	540
2	Saldo energi (T <sub>net</sub> )	°C	Das. Stasiun Cuaca	25,80	26,30	26,60	27,80	27,60	28,70	27,20	26,20	27,10	26,50	26,50	26,50
3	Ketebalan awan (k <sub>aw</sub> )	%	Das. Stasiun Cuaca	89,80	85,80	84,80	86,80	83,80	82,80	80,80	77,80	83,80	88,80	86,80	86,80
4	Perhitungan radiasi (I <sub>a</sub> )	%	Das. Stasiun Cuaca	31,80	32,80	33,80	36,80	38,80	37,80	35,80	33,80	36,80	35,80	34,80	34,80
5	Konstanta angin (E <sub>0</sub> )	mm/hari	Das. Stasiun Cuaca	40,01	39,50	39,40	40,01	40,01	39,50	42,23	37,78	37,12	40,00	44,41	47,79
6	Konstanta angin pada tingkat 2 m (E <sub>02</sub> )	mm/hari	Perhitungan	3,20	3,84	6,76	6,40	3,20	2,84	4,88	1,42	2,48	3,40	3,56	7,82
7	Tahapan pada tingkat 2 m (E <sub>02</sub> )	mm/hari	Perhitungan	3,14	3,42	3,68	3,57	3,69	3,69	3,50	3,61	3,83	3,79	3,66	3,66
8	Tahapan pada tingkat 2 m (E <sub>02</sub> )	mm/hari	Perhitungan	2,98	3,41	3,83	3,07	3,07	3,80	2,87	2,89	3,05	2,94	3,05	2,94
9		mm/hari	Perhitungan	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,21	0,23	0,22	0,23	0,20	0,20
10	Konstanta kelembapan (k <sub>u</sub> )	mm/hari	Konstanta kelembapan	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
11	Konstanta kelembapan (k <sub>u</sub> )	mm/hari	1 kPa = 0,004	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
12	Konstanta kelembapan (k <sub>u</sub> )	mm/hari	Perhitungan	0,11	0,22	0,29	0,25	0,27	0,25	0,33	0,24	0,30	0,32	0,30	0,28
13	Radiasi matahari (R <sub>a</sub> )	mm/hari													
14	Pada 0°E	Tabel		15,30	15,70	15,70	15,10	14,10	13,90	13,70	14,50	15,20	15,30	15,30	15,10
15	Pada 0°E	Tabel		15,30	15,70	15,70	15,10	14,10	13,90	13,70	14,50	15,20	15,30	15,30	15,10
16	Pada 0°E	mm/hari	Perhitungan	15,17	15,61	15,70	15,19	14,23	13,87	13,87	14,61	15,24	15,36	15,23	14,97
17	Dasar perbandingan (R <sub>a</sub> /E <sub>02</sub> )	%	Perhitungan	41,52	48,24	47,85	29,71	43,14	41,09	46,96	55,29	39,23	46,24	33,68	28,12
18	Radiasi matahari (R <sub>a</sub> )	mm/hari	Perhitungan	6,94	7,67	7,69	4,05	6,63	5,39	6,73	5,79	6,33	7,45	6,56	5,55
19	Radiasi matahari (R <sub>a</sub> )	MM/hari	Perhitungan	1,52	1,71	1,71	1,20	1,56	1,33	1,68	1,44	1,67	1,66	1,50	1,66
20	Radiasi matahari (R <sub>a</sub> )	mm/hari	1 MM/hari = 0,408 mm/hari	0,62	0,70	0,70	0,49	0,64	0,55	0,68	0,59	0,68	0,68	0,61	0,67
21	Radiasi matahari (R <sub>a</sub> )	mm/hari	Perhitungan	6,36	5,25	6,79	4,07	4,19	4,10	3,84	5,05	5,01	4,27	3,90	3,58
22	Evapotranspirasi (E <sub>02</sub> )	mm/hari	Perhitungan	3,17	6,11	6,00	3,43	1,62	1,77	3,24	6,12	6,42	3,73	3,23	3,05

Dengan cara yang sama dilakukan kembali perhitungan untuk tahun 2004-2013 (Tabel terlampir).

Resume hasil evapotranspirasi (E<sub>02</sub>) bulan Januari sampai Desember pada tahun 2004-2013 dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Resume Hasil Evapotranspirasi (mm/hari)

Tahun	Bulan (mm/hari)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Oktr	Nov	Des
2004	3,37	4,31	4,00	3,43	3,62	3,57	3,34	4,32	4,42	3,73	3,23	3,05
2005	2,94	4,28	3,24	3,55	3,69	2,86	2,78	3,58	3,39	3,39	3,44	3,00
2006	3,43	4,42	3,77	3,63	3,38	3,41	3,63	4,36	4,06	3,01	3,40	3,27
2007	3,91	3,62	3,53	3,96	3,83	3,14	3,28	4,24	4,24	2,85	3,13	3,64
2008	3,31	3,84	3,76	3,54	3,40	3,47	3,26	4,15	3,43	3,40	3,24	2,91
2009	3,43	4,11	3,94	3,50	3,65	3,62	3,26	4,42	4,80	3,70	3,25	2,85
2010	2,80	4,31	3,14	3,49	3,67	2,86	2,81	3,32	3,33	3,42	3,40	3,14
2011	3,65	4,49	3,81	3,61	3,38	3,47	3,64	4,97	4,07	3,02	3,41	3,29
2012	3,94	3,63	3,54	4,00	3,80	3,07	3,34	4,24	4,21	2,54	3,12	3,69
2013	3,24	3,71	3,90	3,51	3,40	3,47	3,22	4,03	3,34	3,87	3,24	2,91
<b>Rata2</b>	<b>3,40</b>	<b>4,07</b>	<b>3,66</b>	<b>3,62</b>	<b>3,58</b>	<b>3,29</b>	<b>3,26</b>	<b>4,16</b>	<b>3,93</b>	<b>3,29</b>	<b>3,29</b>	<b>3,18</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 3.2.2 Analisa Debit Dengan Metode Mock

Setelah perhitungan evapotranspirasi selesai, analisa kuantitas debit andalan daerah irigasi tunjuk menggunakan metode yang di kembangkan F.J Mock yaitu metode Penman Modifikasi.

Tabel 7. Curah Hujan dan Hari Hujan Probabilitas 80% (R80) Bulan Januari

No.	Tahun	CH Bulanan (mm)	HH Bulanan (hari)
1	2012	149,3	18
2	2007	158,2	20
3	2011	211,9	24
4	2009	268,6	26
5	2006	289,2	25
6	2004	290,6	21
7	2008	389,6	17
8	2013	424,6	16
9	2005	501,7	24
10	2010	574,9	23
<b>R80</b>		<b>211,9</b>	<b>24</b>

Dari tabel diatas, data urutan ke-3 pada bulan Januari sebesar 211,9 mm merupakan nilai R80. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk bulan lainnya sehingga didapat nilai R80 tiap bulan sebagai berikut.

Tabel 8. Curah Hujan dan Hari Hujan Probabilitas 80% (R80) Setiap Bulan

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
CH	211,9	220,7	265,0	365,8	234,6	132,4	216,2	150,9	146,8	249,2	356,9	413,8
HH	24	19	20	25	21	12	17	9	10	15	25	24

Tabel 9. Debit Andalan Hasil Perhitungan Dengan Metode Mock Untuk Tiap Bulan (m<sup>3</sup>/det)

Bulan	Debit (m <sup>3</sup> /detik)	Debit (lt/detik)
Januari	0,099	99
Februari	0,102	102
Maret	0,108	108
April	0,162	162
Mei	0,103	103
Juni	0,071	71
Juli	0,085	85
Agustus	0,058	58
September	0,054	54
Oktober	0,092	92
Nopember	0,153	153
Desember	0,191	191
Rata-rata	0,106	106

Sumber: Hasil Perhitungan

### 3.2.3. Pengukuran Debit di Lapangan Dengan Metode Pelampung

Untuk mengetahui apakah hasil prediksi ini mendekati kondisi sebenarnya maka dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan. Dari pengukuran terhadap kecepatan aliran dengan metode pelampung, didapatkan hasil pengukuran kecepatan

aliran pulang dan pergi yang dilakukan pada  $\frac{1}{4}L$ ,  $\frac{1}{2}L$  dan  $\frac{3}{4}L$  pada sumber air sungai Tunjuk yang terdapat di Kecamatan tanah Pinoh.

Pada survey tersebut diukur penampang sungai; lebar atas (T), lebar penampang bawah (b), dan kedalaman aliran (d). Pengukuran dilakukan pada bulan Januari.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Debit Lapangan di Sungai Tunjuk

Lebar Atas T (m)	Lebar Bawah b (m)	Kedalaman d (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Kecepatan 0,6 (m)	Kecepatan 0,6 (m)
5	4,6	1,097	5,264	0,1011	0,0921
				0,1003	0,1008
				0,1026	0,1006
Sumber :	Hasil pengukuran di lapangan pada tanggal 20 pebruari 2014		Rata - Rata	0,1013	0,0978
			Debit Pengukuran Pertama (m <sup>3</sup> /dtk)	0,1013	
			Debit Pengukuran Kedua (m <sup>3</sup> /dtk)	0,0978	
			Debit Rata - Rata (m <sup>3</sup> /dtk)	0,0996	

Sumber: Hasil Perhitungan

### 3.2.4. Pengukuran Debit di Lapangan Dengan Metode Curent Meter

Kapasitas sungai atau debit yang dapat di alirkan oleh suatu penampang dapat dihitung melalui rumus:

$$Q = V \times A$$

Q = Debit kapasitas (m<sup>3</sup>/dtk)

V = Kecepatan aliran (m/dtk) di dapat dari pengukuran di lapangan menggunakan current meter

A = Luas penampang berbentuk trapesium (m<sup>2</sup>)

Untuk mendapatkan luas penampang digunakan persamaan matematis untuk trapesium sebagai berikut :

$$A = \left( \frac{a + b}{2} \right) y$$

Berdasarkan pengukuran di lapangan, maka didapat dimensi sungai dan kecepatan aliran sehingga di dapat debit kapasitas dapat di lihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 11. Hasil Pengukuran Debit di Lapangan Dengan Current Meter

PENGUKURAN	a (m)	b (m)	h (m)	A penampang basah (cm <sup>2</sup> )	V(0,6) (m/dtk)	Q real (lt/dt)
1	5	4,6	1,097	5,264	0,019	0,1000
2	5	4,6	1,097	5,264	0,024	0,1263
3	5	4,6	1,097	5,264	0,021	0,1105
Debit rata - rata						0,112

Sumber : Hasil pengukuran di lapangan

Keterangan : a = Lebar penampang atas

b = Lebar penampang bawah

y = Kedalaman sungai

V(0,6) = Kecepatan aliran pada kedalaman 0,6 dari permukaan air

Dari hasil analisa menggunakan Mock didapat debit andalan 80% sebesar 0,106 m<sup>3</sup>/det (106 lt/det), sedangkan debit pengukuran di lapangan metode pelampung adalah 0,0996 m<sup>3</sup>/det (99,6 lt/det), metode current meter adalah 0,1120 m<sup>3</sup>/det (112 lt/det).

### 3.3 Curah Hujan Effektif

Untuk menghitung curah hujan efektif, data curah hujan rata-rata yang sudah dihitung sebelumnya yaitu pada Tabel 11 di atas diurutkan dari besar ke kecil untuk setiap bulannya. Besarnya curah hujan

efektif adalah curah hujan ke n', dimana n' = 0,7 x n. Nilai n disini adalah jumlah tahun pengamatan yaitu 10 tahun. Dengan cara tersebut kita dapatkan besarnya curah hujan efektif harian seperti tabel berikut ini

Tabel 12. Curah Hujan Effektif

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
1	575	491	550	450	377	389	434	457	427	767	460	640
2	502	481	502	450	377	387	416	350	400	587	456	594
3	425	382	367	437	338	255	266	220	389	500	430	594
4	390	378	362	422	337	286	260	186	369	497	429	540
5	291	255	310	422	272	150	248	170	172	381	392	526
6	289	236	289	400	257	147	242	170	172	379	383	456
7	269	228	274	372	241	145	230	153	152	369	377	423
8	212	221	265	366	235	132	216	151	147	249	357	414
9	158	217	239	275	219	110	142	128	123	237	348	283
10	149	198	220	263	210	93	138	36	49	201	342	263
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
n' = 0,7 * n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Re (mm/bln)	269	228	274	372	241	145	230	153	152	369	377	423
Re (mm/hr)	8,66	8,13	8,83	12,40	7,79	4,84	7,43	5,11	4,90	12,29	12,15	14,09

### 3.4 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

- ❖ Contoh Perhitungan pada masa penyiapan lahan (awal tanam pada bulan Oktober)

Tabel 13. Kebutuhan air tanaman dengan permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padi – padi).

Bulan	Eto mm/hr	P mm/hr	Re mm/hr	WLR mm/hr	c1	c2	c3	C	Et mm/hr	NFR mm/hr	
											1
JAN	1	3,40	2,00	8,66	1,10	0,00	0,05	1,05	0,67	2,27	-3,30
	2	3,40	2,00	8,66	1,10	0,00	0,05	0,93	1,08	1,08	-4,49
FEB	1	4,07	2,00	8,13			0,00	0,00	0,00	0,00	-6,13
	2	4,07	2,00	8,13							
MAR	1	3,66	2,00	8,83							
	2	3,66	2,00	8,83							
APR	1	3,62	2,00	12,40		PL	PL	PL	PL	13,29	0,89
	2	3,62	2,00	12,40		1,10	PL	PL	PL	13,29	0,89
MEI	1	3,58	2,00	7,79		1,10	1,10	PL	PL	13,26	5,48
	2	3,58	2,00	7,79	1,10	1,10	1,10	1,10	3,88	-0,81	

		8				5	0	0	8				
JUN	1	3,29	2,00	4,84	1,10	1,05	1,05	1,05	1,05	3,51	1,77		
	2	3,29	2,00	4,84	2,20	0,95	0,95	0,95	0,95	3,35	2,71		
JUL	1	3,26	2,00	7,43	1,10	0,00	0,95	0,95	0,95	2,17	-2,16		
	2	3,26	2,00	7,43	1,10	0,00	0,95	0,95	0,95	1,03	-3,30		
AGUS	1	4,16	2,00	5,11				0,00	0,00	0,00	-3,11		
	2	4,16	2,00	5,11									
SEPT	1	3,93	2,00	4,90									
	2	3,93	2,00	4,90									
OKT	1	3,29	2,00	12,29				PL	PL	PL	PL	13,07	0,79
	2	3,29	2,00	12,29				1,10	PL	PL	PL	13,07	0,79
NOV	1	3,29	2,00	12,15				1,10	1,10	PL	PL	13,07	0,92
	2	3,29	2,00	12,15	1,10	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	3,56	-5,49
DES	1	3,18	2,00	14,09	1,10	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	3,39	-7,61
	2	3,18	2,00	14,09	2,20	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	3,23	-6,66

Sumber : hasil perhitungan

Dari tiap permulaan tanam, nilai masing-masing diambil nilai NFR terbesar (maksimum) sehingga didapat kebutuhan air di sawah maksimum untuk tiap permulaan tanamnya sebagai berikut :

Tabel 14. Nilai NFR maksimum dari masing – masing permulaan tanam (Pola Tanam Padi - Padi)

No	Permulaan Tanam	NFR Maks mm/hari	NFR Maks lt/dt/ha
1	Jan	8,53	0,99
		8,53	0,99
2	Feb	8,53	0,99
		8,60	0,99
3	Mar	8,60	0,99
		8,60	0,99
4	Apr	5,48	0,63
		5,48	0,63
5	Mei	8,23	0,95
		8,23	0,95
6	Jun	8,72	1,01
		8,23	0,95
7	Jul	8,53	0,99
		8,53	0,99
8	Agust	8,53	0,99
		8,60	0,99
9	Sep	8,60	0,99
		8,60	0,99
10	Okt	5,48	0,63
		5,48	0,63
11	Nop	8,23	0,95
		8,23	0,95
12	Des	8,72	1,01
		8,23	0,95

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari 24 alternatif permulaan tanam, diambil nilai NFR terkecil (minimal)

sehingga dapat dilakukan permulaan tanam pada bulan Oktober dan April dengan nilai NFR sebesar 0,63 lt/dt/ha.

Dengan demikian besarnya kebutuhan air di pengambilan / bendung (DR), akan lebih besar karena adanya kehilangan air irigasi. Dalam perencanaan biasanya diambil efisiensi 65 % atau hanya 65 % air dari pengambilan / bendung yang sampai ke petak sawah.

Besarnya kebutuhan air di pengambilan (DR) adalah :

$$DR = \frac{NFR \times A}{ef}$$

Dimana :

DR = Kebutuhan air di bangunan pengambilan

NFR = Kebutuhan air di lahan

A = Luas areal pelayanan

Ef = Efisiensi jaringan

Contoh perhitungan yang diambil adalah NFR minimum dengan mulai tanam bulan Oktober I (pola tanam padi – padi)

$$DR = \frac{NFR \times A}{ef} = \frac{0,63 \times 95}{0,65} = 92,62 \frac{lt}{dt}/ha$$

Dengan cara yang sama, perhitungan dilakukan untuk tiap permulaan tanam lain. Sehingga didapat kebutuhan air di pintu pengambilan untuk tiap permulaan tanam ( pola tanam padi – padi) seperti pada tabel berikut:

Tabel 15. Perhitungan besarnya kebutuhan air di pengambilan (DR) berdasarkan nilai NFR maksimum dari masing – masing permulaan tanam (pola tanam padi – padi).

Permulaan Tanam		NFR(mm/ha ri/ha)	NFR(ltr/dtk/ha)	A	Efisiensi	DR (ltr/dtk)
Januari	1	8,53	0,99	95	0,65	144,37
	2	8,53	0,99	95	0,65	144,37
Februari	1	8,53	0,99	95	0,65	144,37
	2	8,60	0,99	95	0,65	145,42
Maret	1	8,60	0,99	95	0,65	145,42
	2	8,60	0,99	95	0,65	145,42
April	1	5,48	0,63	95	0,65	92,62
	2	5,48	0,63	95	0,65	92,62
Mei	1	8,23	0,95	95	0,65	139,28
	2	8,23	0,95	95	0,65	139,28
Juni	1	8,72	1,01	95	0,65	147,46
	2	8,23	0,95	95	0,65	139,28
Juli	1	8,53	0,99	95	0,65	144,37
	2	8,53	0,99	95	0,65	144,37
Agustus	1	8,53	0,99	95	0,65	144,37
	2	8,60	0,99	95	0,65	145,42
September	1	8,60	0,99	95	0,65	145,42
	2	8,60	0,99	95	0,65	145,42
Oktober	1	5,48	0,63	95	0,65	92,62
	2	5,48	0,63	95	0,65	92,62
Nopember	1	8,23	0,95	95	0,65	139,28
	2	8,23	0,95	95	0,65	139,28
Desember	1	8,72	1,01	95	0,65	147,46
	2	8,23	0,95	95	0,65	139,28

Sumber: Hasil perhitungan

### 3.5 Analisa Imbangan Air

Dengan membandingkan debit andalan dengan debit kebutuhan air, maka dapat diketahui apakah kebutuhan air di Daerah Irigasi Tunjuk dapat sepenuhnya terpenuhi atau tidak. Analisis imbangan air untuk permulaan tanam bulan Oktober I dapat dilihat pada tabel 16 berikut:

Tabel 16. Perbandingan debit kebutuhan dan debit ketersediaan dengan permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padi – padi).

Permulaan Tanam		Debit Ketersediaan (lt/dt/ha)	Debit Kebutuhan Mulai Tanam Bukan Oktober I (lt/dt/ha)	Netto Air Tersedia (lt/det/ha)
Jan	I	99	-55,76	99
	II	99	-75,91	99
Feb	I	102	-103,67	102
	II	102	0,00	102
Mar	I	108	0,00	108
	II	108	0,00	108
Apr	I	162	15,04	147
	II	162	15,04	147
Mei	I	103	92,62	10
	II	103	-13,66	103
Jun	I	71	29,99	41
	II	71	45,81	25
Jul	I	85	-36,57	85
	II	85	-55,85	85
Agust	I	58	-52,67	58
	II	58	0,00	58
Sep	I	54	0,00	54
	II	54	0,00	54
Okt	I	92	13,33	79
	II	92	13,33	79
No p	I	153	15,63	137
	II	153	-92,79	153
Des	I	191	-128,66	191
	II	191	-112,73	191

Sumber: Hasil Perhitungan

keterangan : tanda (-) pada debit kebutuhan menandakan pada bulan tersebut terjadi kelebihan (surflus) air.  
tanda (0) pada debit kebutuhan menandakan pada bulan tersebut sedang dilakukan panen.

Dari analisis imbangan air permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padi – padi) diatas diketahui, pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember air mengalami kelebihan (*surflus*), sehingga

seluruh areal sawah daerah irigasi tunjuk dapat terairi.

Dengan demikian alisis imbangan air dapat diketahui kemampuan layanan daerah irigasi dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kemampuan Layanan} = \frac{\text{Debit andalan probabilitas 80\%}}{\text{Debit kebutuhan di intake}}$$

### 3.6. Optimalisasi Areal Daerah irigasi Tunjuk

Dalam analisis Optimalisasi areal daerah irigasi dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah debit ketersediaan dengan debit kebutuhan maksimum di pengambilan/bendung (DR).

Tabel 17. Tabel Ketersediaan Air Pada Daerah Irigasi Tunjuk.

Permulaan Tanam		Ketersediaan Air	Ketersediaan Air
		(m <sup>3</sup> /dtk)	(lt/dtk)
Januari	I	0,099	99
	II	0,099	99
Februari	I	0,102	102
	II	0,102	102
Maret	I	0,108	108
	II	0,108	108
April	I	0,162	162
	II	0,162	162
Mei	I	0,103	103
	II	0,103	103
Juni	I	0,071	71
	II	0,071	71
Juli	I	0,085	85
	II	0,085	85
Agustus	I	0,058	58
	II	0,058	58
September	I	0,054	54
	II	0,054	54
Oktober	I	0,092	92
	II	0,092	92
Nopember	I	0,153	153
	II	0,153	153
Desember	I	0,191	191
	II	0,191	191

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 18. Kebutuhan air di pengambilan (DR) berdasarkan nilai NFR maksimum dari masing – masing permulaan tanam.

Permulaan Tanam		Kebutuhan air maksimum di pengambilan (DR) (mm/hari/)	Kebutuhan Air Maksimum di Pengambilan (DR) (ltr/dtk/ha)
Januari	1	8,53	0,99
	2	8,53	0,99
Februari	1	8,53	0,99
	2	8,60	0,99
Maret	1	8,60	0,99
	2	8,60	0,99
April	1	5,48	0,63
	2	5,48	0,63
Mei	1	8,23	0,95
	2	8,23	0,95
Juni	1	8,72	1,01
	2	8,23	0,95
Juli	1	8,53	0,99
	2	8,53	0,99
Agustus	1	8,53	0,99
	2	8,60	0,99
September	1	8,60	0,99
	2	8,60	0,99
Oktober	1	5,48	0,63
	2	5,48	0,63
Nopember	1	8,23	0,95
	2	8,23	0,95
Desember	1	8,72	1,01
	2	8,23	0,95

Sumber: Hasil Perhitungan

Sehingga diketahui luas areal sawah maksimum yang dapat terairi di daerah irigasi Tunjuk adalah :

$$\text{Luas Areal Maksimum Terairi} = \frac{\text{Ketersediaan Air Minimum}}{\text{Kebutuhan Air Maksimum}}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Areal Maksimum Terairi} &= \frac{54}{1,01} \\ &= 53,46 \text{ ha} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa diatas luas areal sawah maksimum yang dapat terairi pada daerah irigasi tunjuk sebesar 53,46 ha artinya dari jumlah areal sawah pada daerah irigasi tunjuk tidak semua areal dapat terairi. Untuk mengatasi masalah kekurangan air tersebut dapat dilakukan dengan cara pemberian air secara rotasi atau bergiliran.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya rata-rata ketersediaan air di hulu bendung DI Tunjuk adalah 0.106 m<sup>3</sup>/detik, dengan debit tertinggi pada bulan Desember sebesar 0,191 m<sup>3</sup>/detik dan debit terendah pada bulan September yaitu sebesar 0,054 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan besarnya kebutuhan air maksimum irigasi dengan permulaan tanam bulan Oktober I (pola tanam padi – padi) di bendung adalah 0,092 m<sup>3</sup>/detik
2. Berdasarkan hasil analisis ketersediaan dan kebutuhan air tanaman maksimum maka air yang tersedia akan tercukupi apabila dilakukan permulaan tanam bulan Oktober I, Oktober II, April I dan April II (pola tanam padi – padi). Dengan netto air minimum 10 lt/dt/ha.
3. Optimalisasi pemanfaatan air DI Tunjuk dengan cara merubah jadwal tanam yang sebelumnya dilakukan awal tanam pada bulan September I, September II, Maret I, Maret II di rubah jadwal tanamnya menjadi awal tanam pada bulan Oktober I, Oktober II dan April I,

April II sehingga dapat mengoptimalkan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air.

4. luas areal maksimum yang dapat terairi melalui sistem irigasi tunjuk sebesar 53,46 ha. sehingga tidak dapat dilakukan penambahan luas areal sawah.

### 4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang di lakukan adalah sebagai berikut:

Dari hasil analisa data ketersediaan air terdapat kelebihan air (*surplus*) apabila dilakukan penanaman pada permulaan tanam bulan Oktober I , Oktober II, dan April I, April II (pola tanam padi – padi).

Berdasarkan hasil analisa optimalisasi areal sawah diketahui debit ketersediaan air hanya mampu untuk melayani luas areal sebesar 53,46 ha. Sehingga pada daerah irigasi tunjuk tidak dapat dilakukan upaya pengembangan areal sawah. Agar dapat mengairi areal keseluruhan di daerah irigasi dapat dilakukan dalam merubah jadwal tanam dan pemberian air dengan cara rotasi atau bergiliran.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2013. *Kabupaten Melawi Dalam Angka Tahun 2013*.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Kecamatan Tanah Pinoh Dalam Angka Tahun 2013*.
- Direktorat Jendral Pengairan. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi (KP 01)*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.

- Hansen, dkk. 1992. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta: Erlangga.
- Linsley, dkk. 1996. *Hidrologi Untuk Insinyur Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Mawardi, Erman dan Moch. Memed. 2006. *Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*. Bandung: Alfabeta.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung: Nova.
- Siskel, Suzanne E dan SR Hutapea. 1995. *Irigasi di Indonesia : Peran Masyarakat dan Penelitian*. Jakarta: Pustaka LP3ES Indonesia.
- Subekti, Rahayu. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Center.
- Sudjarwadi. 1987. *Dasar-dasar Teknik Irigasi*. Yogyakarta: Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Sudirman, Diding. 2002. *Manual Software Mock*. Bandung: Dinamaritama.
- Sugiyono. 2001. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suroso, dkk. 2007. *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Banjaran untuk Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Pengelolaan Air Irigasi*. Jurnal Dinamika Teknik Sipil. 7. 55-62.