



SISTEM ALOKASI AIR PADA DAERAH IRIGASI BALUNG KABUPATEN JEMBER MENGUNAKAN WEAP (WATER EVALUATION AND PLANNING)

WATER ALLOCATION SYSTEM AT THE BALUNG IRRIGATION AREA JEMBER DISTRICT USING WEAP (WATER EVALUATION AND PLANNING)

Oleh:

Gusfan Halik¹⁾✉, Lutfia Kurniawati¹⁾, Entin Hidayah¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jember, Indonesia

Komunikasi Penulis, email: gusfan.teknik@unej.ac.id

Naskah ini diterima pada 1 Desember 2021; revisi pada 12 Maret 2022;
disetujui untuk dipublikasikan pada 17 November 2022

ABSTRACT

The irrigation system is developed and managed to supply and regulate water allocation for agricultural land, such as the Balung Irrigation System which has service area of $\pm 5,242$ ha. In the dry season, the Balung Irrigation System is not able to serve the requirement of irrigation water, especially in the downstream areas. This condition causes uneven water allocation, which has an impact on decreasing agricultural productivity. This study aims to design a pattern of water allocation in the Irrigation Area of Balung, Jember Regency to obtain optimal agricultural yields. The optimization model of irrigation water allocation was conducted using the Water Evaluation and Planning (WEAP) program. Optimization of water allocation is designed based on the regulation of cropping patterns by considering climate conditions consisting of dry years, low rainfall years, normal rainfall years, and adequate rainfall years. The selection of optimal cropping patterns is analyzed based on the highest coverage results of WEAP output. The results showed that in the 4 seasons conditions that are normal rainfall years, wet years, dry years, and adequate years have mixed results. The average yield of coverage in 4 seasons before being optimized was 95.04%, after being optimized it increased by 1.217% to 95.67%. The average yield of post-harvest rice benefits in the 4 seasons before being optimized was Rp7.080,000 and after optimization increased by 5,12% to Rp7,468,750. The average profit of post-harvest palawija before being optimized was Rp8,713,116 and after optimization increased by 1.72% to Rp8,865,511.

Keywords: *optimization, water allocation, cropping patterns, WEAP, Balung Irrigation Area*

ABSTRAK

Sistem irigasi dikembangkan dan dikelola untuk menyediakan dan mengatur alokasi air bagi lahan pertanian, seperti pada Sistem Irigasi Balung yang memiliki luas area layanan irigasi ± 5.242 ha. Pada musim kemarau, Sistem Irigasi Balung tidak mampu melayani kebutuhan air irigasi, terutama di daerah hilir. Kondisi ini menyebabkan alokasi air yang tidak merata, yang berdampak pada penurunan produktivitas pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang pola pengalokasian air pada Daerah Irigasi Balung Kabupaten Jember agar diperoleh hasil pertanian yang optimal. Model optimasi alokasi air irigasi menggunakan program Water Evaluation and Planning (WEAP). Optimalisasi alokasi air adalah perancangan berdasarkan pengaturan pola tanam dengan mempertimbangkan kondisi iklim. Kondisi iklim terdiri dari tahun kering, tahun rendah, tahun normal, dan tahun cukup. Pemilihan pola tanam yang optimal dianalisis berdasarkan hasil cakupan tertinggi keluaran WEAP. Optimalisasi yang dilakukan juga memperhitungkan keuntungan hasil produksi pertanian dengan cara menganalisa peningkatan hasil usaha tani setelah dilakukan pergeseran pola tata tanam bulanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi 4 musim yaitu tahun normal, tahun cukup, tahun kemarau dan tahun cukup memiliki hasil yang beragam. Rata-rata hasil cakupan pada 4 musim sebelum dioptimalkan adalah 95,04%, setelah dioptimalkan meningkat 1,217% menjadi 95,67%. Hasil rata-rata manfaat padi pasca panen pada 4 musim sebelum dioptimalkan adalah Rp7.080.000 kemudian setelah dioptimasi mengalami peningkatan sebesar 5,12% menjadi Rp7.468.750. Rata-rata keuntungan palawija pasca panen sebelum dioptimalkan adalah Rp8.713.116 kemudian setelah dioptimalkan meningkat 1,72% menjadi Rp8.865.511.

Kata kunci: *optimasi, alokasi air, pola tanam, WEAP, Daerah Irigasi Balung*

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah memberikan dampak terhadap perubahan pola curah hujan, sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan air dan bencana kekeringan (Halik, Anwar, Santosa, & Edijatno, 2015). Perubahan pola ketersediaan air ini akan mempengaruhi kinerja sistem alokasi air dalam memenuhi berbagai kebutuhan pengguna air. Menurut (Adetoro, Ngidi, Nyam, & Orimoloye, 2021) penerapan konsep produktivitas dan keberlanjutan air (*Water Sustainability and Water Productivity-WSWP*), merupakan faktor penting dalam menjamin ketahanan air dan ketahanan pangan. Oleh karena itu, diperlukan model strategi alokasi air yang optimal sehingga diperoleh hasil keuntungan sosial ekonomi pertanian yang maksimal dalam rangka mendukung ketahanan air dan pangan.

Penyediaan sarana dan prasarana sistem jaringan irigasi merupakan bagian penting dalam menunjang ketahanan air dan pangan. Sarana dan prasarana ini berfungsi untuk mendukung sistem penyaluran air dari bangunan pengambilan bendung sampai lahan irigasi terjauh. Berbagai teknik optimasi alokasi air diterapkan, seperti program linier, program dinamik, dan lainnya (Dewantara, 2016; Setiawan, 2018).

Jaringan irigasi memiliki sistem yang terdiri dari bangunan pengambilan, saluran pembawa, bangunan pelengkap, bangunan sadap, bangunan bagi, bangunan ukur, dan lainnya dalam rangka mengairi sawah (Direktorat Irigas dan Rawa, 2013). Sistem Irigasi Balung mengairi daerah irigasi seluas ±5.424 ha yang terbagi menjadi 5 jaringan irigasi yaitu: Jaringan Irigasi Balung dengan luas layanan irigasi 276 ha, Jaringan Irigasi Tutul luas layanan irigasi 658 ha, Jaringan Irigasi Primer Barat luas layanan irigasi 445 ha, Jaringan Irigasi Puger dengan luas layanan irigasi 1.675 ha, dan Jaringan Irigasi Jambesari dengan luas layanan irigasi 2.188 ha. Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi tersebut rata-rata dalam kondisi baik. Saat ini, Sistem Balung memiliki permasalahan terkait tren penurunan ketersediaan air terutama musim kemarau, sehingga lahan pertanian di daerah hilir tidak dapat terairi secara optimal. Kondisi ini, mengakibatkan pembagian alokasi air tidak merata dan berdampak pada penurunan produktivitas hasil pertanian. DI Balung merupakan lumbung padi utama yang ada di Kabupaten Jember Jawa Timur. Oleh sebab itu, diperlukan evaluasi kinerja alokasi air yang ada dan sekaligus merancang pola alokasi air yang optimal dalam memenuhi kebutuhan air irigasi dan ketahanan pangan.

Dalam merancang strategi alokasi air, diperlukan informasi data ketersediaan air dan kebutuhan air pada berbagai pengguna air. Disamping itu, diperlukan alat bantu (*tools*) untuk simulasi dan manajemen alokasi air tersebut. Model *Water Evaluation and Planning* (WEAP) merupakan model alokasi air yang dikembangkan oleh Stockholm Environment Institute tahun 1988. Aplikasi WEAP mampu memodelkan unsur-unsur hidrologi dan alokasi sumber daya air berdasarkan batas hidrologis secara spasial-temporal. WEAP mampu memprediksi pola kebutuhan dan pola ketersediaan air di masa mendatang. Di samping itu, WEAP mampu menyimulasikan berbagai komponen hidrologi dan interaksinya dalam suatu sistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Luaran WEAP dapat dimanfaatkan dalam mendukung upaya pengelolaan DAS, seperti konservasi air, kebijakan alokasi air dan prioritas penggunaan air. WEAP telah sukses dipakai sebagai alat bantu dalam menyelesaikan permasalahan alokasi air di berbagai negara, seperti yang dilaporkan oleh Mehrparvar, Ahmadi, & Safavi (2020), Metobwa, Mourad, & Ribbe (2018), Kandra & Vyleta (2020), dan Anatoli & Putranto (2014).

Optimasi alokasi air berkaitan dengan ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi, dimana keduanya mengacu pada konsep neraca air. Ketersediaan air harus seimbang dengan jumlah kebutuhan air sehingga permintaan air dapat terlayani. Penelitian ini bertujuan untuk merancang optimasi alokasi air menggunakan program WEAP. Konsep optimalisasi alokasi air irigasi yang dikembangkan didasarkan pada pemenuhan kebutuhan air (*coverage*) dengan mempertimbangkan besarnya kebutuhan air pada rencana pola tata tanam global yang telah dirancang. Skenario alokasi air dianalisis berdasarkan kondisi iklim dengan debit andalan rancangan.

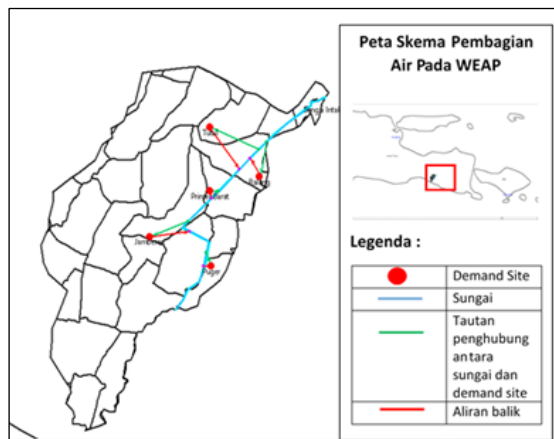
II. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Daerah Irigasi (DI) Balung dengan luas areal irigasi sekitar 5.242 ha. Lokasi DI Balung terletak di sebelah barat Kabupaten Jember. Secara administratif, DI Balung sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Rambipuji, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Puger, sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Bangsalsari, dan sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Ambulu. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, skema sistem jaringan irigasi DI Balung pada pemodelan WEAP ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Peta Lokasi Desa Balung



Gambar 2 Skema Pembagian Air DI Balung

2.2 Jenis dan Sumber Data

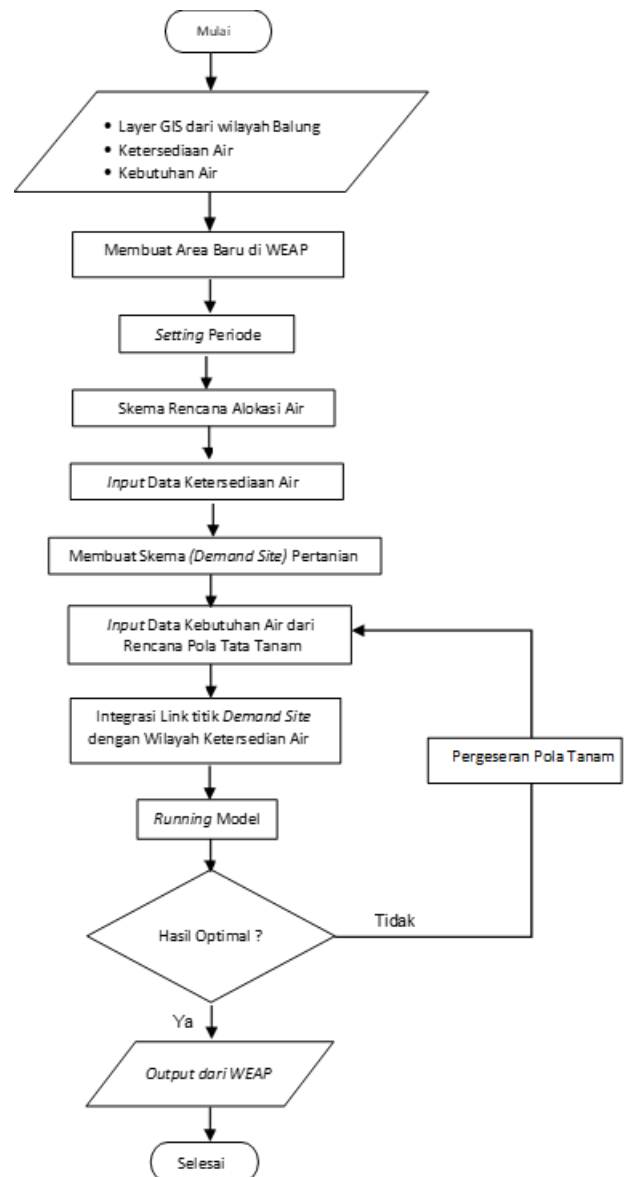
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang meliputi: (1) Data curah hujan/debit harian yang diperoleh dari UPT PSDA Balung dari 3 stasiun pengamatan curah hujan selama 10 tahun (2009 - 2018), (2) Data klimatologi, (3) Data rencana tata tanam global (RTTG), (4) data analisa hasil usaha tani, (5) Peta skema jaringan irigasi, (6) Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop dan software WEAP.

2.3 Pemodelan Alokasi Air dengan WEAP

WEAP merupakan alat bantu (*tool*) dalam pengelolaan dan pengembangan sumber daya air secara terintegrasi dan berkelanjutan. Program WEAP ini beroperasi dengan prinsip dasar kesetimbangan air dan dapat diterapkan pada sistem DAS, baik untuk daerah perkotaan maupun daerah pertanian. Input yang diperlukan dalam program WEAP merupakan atribut hidrologi spasial dengan format *shapefile*. Output dari WEAP

adalah optimasi sistem alokasi air pada tiap-tiap lahan pertanian di DI Balung Kabupaten Jember.

Pemodelan dengan WEAP dapat menganalisis sistem pengaturan sumber ketersediaan air (seperti: sungai, teluk, air tanah, waduk) dan memprediksi besarnya kebutuhan air pada berbagai keperluan. Struktur data input dimasukkan secara otomatis, selanjutnya WEAP akan memodelkan alokasi pada masing-masing sistem jaringan irigasi. Luaran WEAP berupa alokasi air yang optimal pada masing-masing sistem jaringan irigasi. Tahapan pemodelan WEAP selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Pemodelan Alokasi Air dengan WEAP

2.4 Analisis Optimasi

Optimasi model WEAP dilakukan dengan cara mengatur pergeseran pola tata tanam 10 harian (dasarian) agar kebutuhan air dapat terpenuhi sesuai dengan ketersediaan airnya. Secara umum pola tata tanam di daerah studi adalah padi – padi – palawija. Alokasi air pada WEAP dirancang pada berbagai kondisi keandalan ketersediaan air menggunakan metode Weibull. Keandalan ketersediaan air meliputi kondisi: Tahun Cukup (2009), Tahun Normal (2013), Tahun Kering (tahun 2015) dan Tahun Rendah (2018). Luaran model WEAP berupa alokasi air dan luas tanam optimum pada masing-masing periode tanam.

2.5 Analisis Keuntungan Pasca Panen

Perhitungan keuntungan pasca panen merupakan salah satu tolok ukur untuk mendapatkan hasil permodelan WEAP secara optimal. Keuntungan ini didasarkan pada pengaturan pola tata tanam yang optimal berdasarkan keempat kondisi musim/tahun yang terjadi selama periode 10 tahun. Berdasarkan kategori ketersediaan air pada berbagai musim, maka diperoleh keuntungan usaha tani pasca panen.

Keuntungan dihitung berdasarkan produktifitas tahunan yang didapatkan setelah optimasi dikalikan harga panen, selanjutnya dibandingkan dengan biaya produksi. Produktifitas dihitung menggunakan rumus pendekatan linier dengan data acuan dari Dinas Pertanian Kabupaten Jember dan hasil ketercukupan air (*coverage*) di WEAP.

2.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan dan pengolahan data sekunder yang dijadikan variabel penelitian, yaitu: data curah hujan, data debit, data klimatologi, dan data Rencana Tata Tanam Global (RTTG). Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan kebutuhan irigasi. Kebutuhan irigasi dihitung berdasarkan pola tata tanam tiap periodenya. Perhitungan pola tata tanam ini menggunakan data debit, data klimatologi untuk menghitung evapotranspirasi, serta data rencana tata tanam global.
2. Perhitungan ketersediaan air irigasi. Perhitungan ini berdasarkan data curah hujan serta data debit dari bangunan pengambilan (*intake*). Debit andalan dianalisis menggunakan metode Weibull dengan indikator musim tahunan sebagai berikut:

$$P = (m/(n+1)) \times 100\%$$

Keterangan:

- P = probabilitas keandalan
- m = nomor urut data
- n = jumlah data

Probabilitas keandalan yang digunakan dalam perhitungan debit andalan untuk masing-masing kondisi adalah sebagai berikut (Sosrodarsono & Takeda, 1978):

- a. Debit air kering: debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 355 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $355/365 = 97,26\% = 97\%$.
- b. Debit air rendah: debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $275/365 = 75,34\% = 75\%$.
- c. Debit air normal: debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $185/365 = 50,68\% = 51\%$.
- d. Debit air cukup (*affluent*): debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $95/365 = 26,03\% = 26\%$.

Dengan demikian, didapatkan nilai berikut untuk setiap kondisi:

- i. Q kering (97% : m = 10,67 => 10
- ii. Q rendah (75%): m = 8,25 => 8
- iii. Q normal (51%): m = 5,61 => 6
- iv. Q cukup (26%) : m = 2,86 => 3

3. Penentuan input data kebutuhan air, ketersediaan air dan data lainnya sesuai format program WEAP.
4. *Running* model WEAP dan evaluasi luaran model berupa pemenuhan kebutuhan air sesuai dengan konsep neraca air (*water balance*).
5. Jika hasil luaran model berupa grafik tidak optimal/tidak tercukupi, maka dilakukan *running* ulang dengan mempertimbangkan kebutuhan air dengan cara menggeser pola tata tanamnya hingga mendapat kebutuhan air yang maksimal saat *dirunning* pada WEAP. Optimalisasi kebutuhan air dengan cara menghitung pola tata tanamnya dihitung berdasarkan kondisi musimnya yaitu tahun kering (*very dry*), tahun rendah (*dry*), tahun normal (*normal*), dan tahun cukup (*wet*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air 10 harian berdasarkan perhitungan pola tata tanamnya. Pola tata tanam pada penelitian ini adalah Padi – Palawija – Padi. Masa penyiapan lahan pada bulan November dan

MT1 pada bulan Desember. Perancangan pola tata tanam menggunakan data curah hujan, data klimatologi, dan data rencana tata tanam global sehingga akan didapatkan jumlah kebutuhan air irigasi selama satu tahun. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi tahun 2009-2018 ditunjukkan pada Tabel 1.

3.2 Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air didasarkan pada data debit aliran yang diperoleh pengukuran bangunan pengambilan. Dalam menentukan indikator musim tahunan, pada penelitian ini menggunakan debit andalan yang dihitung dengan Metode Weibull. Cara metode ini adalah dengan mengurutkan data debit bulanan rata-rata per tahun, dicari nilai probabilitas yang memenuhi syarat yaitu debit air kering 97%, rendah 75%, normal 51%, dan cukup 26%. Hasil perhitungan probabilitas debit andalan dengan Metode Weibull ditunjukkan pada Tabel 2.

Besarnya debit andalan dikelompokkan pada 4 kondisi musim. Kondisi musim Tahun Kering terletak urutan terendah (tahun 2018), Tahun Rendah terjadi pada tahun 2015, Tahun Normal terjadi pada tahun 2013, sedangkan Tahun Cukup terjadi pada tahun 2011. Selanjutnya, dilakukan asesmen kinerja sistem alokasi air irigasi berdasarkan ke-4 skenario musim tersebut.

3.3 Optimasi Neraca Air dengan WEAP

Optimalisasi kebutuhan air irigasi pada penelitian ini dilakukan berdasarkan empat kondisi tahunnya yaitu Tahun Kering (*very dry*), Tahun Rendah (*dry*), Tahun Normal (*normal*), dan Tahun Cukup (*wet*). Konsep neraca air digunakan pada program WEAP ini dimana kebutuhan air harus seimbang dengan ketersediaannya. Pada aplikasi ini dilihat dari besarnya nilai *coverage* antara kebutuhan dan ketersediaan air sebelum dilakukan optimasi dan setelah dilakukan optimasi. Besarnya nilai *coverage* bervariasi, apabila *coverage* menunjukkan nilai 100%, maka di periode tersebut 100% lahan tercukupi oleh air, begitu pula sebaliknya. Output dari *running* data pada WEAP adalah grafik yang menunjukkan nilai *coverage* antara kebutuhan dan ketersediaan dalam bentuk (%). Grafik nilai *coverage* tahun 2009 (Tahun Cukup) sebelum optimasi dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai *coverage* tahun cukup (2009) pada kondisi eksisting atau sebelum dilakukan optimasi adalah 97,81%.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa prosentase *coverage* antara kebutuhan dan ketersediaan air masih belum tercukupi atau belum mencapai 100% di bulan Juni, Juli, Agustus, dan Oktober. Selanjutnya, dilakukan optimasi

dengan menggeser awal tanam dari rencana pola tata tanam. Awal tanam sebelum optimasi adalah bulan November periode 1, selanjutnya dilakukan pergeseran pola tata tanam sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal pada bulan Oktober periode 3. Grafik nilai *coverage* tahun 2009 (Tahun Cukup) setelah optimasi dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, dapat dinyatakan bahwa setelah dilakukan optimasi dengan menggeser pola tata tanamnya, hasil *running* WEAP menunjukkan nilai *coverage* lebih optimal dari sebelumnya. Nilai *coveragenya* sebesar 100%. Optimasi dilakukan pada 4 kondisi tahun saja sesuai dengan perhitungan debit andalan menggunakan Metode Weibull yaitu Tahun Cukup (2009), Tahun Normal (2013), Tahun Kering (2015) dan Tahun Rendah (2018). Hasil *coverage* sebelum dan sesudah dilakukan optimasi pada 4 kondisi tahun, ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai *coverage* setelah optimasi beragam dan diambil nilai yang paling optimal dari perbandingan kondisi tersebut. Hasil *running* WEAP pada Tahun Normal (2013) sebelum dioptimasi dapat dilihat pada Gambar 6.

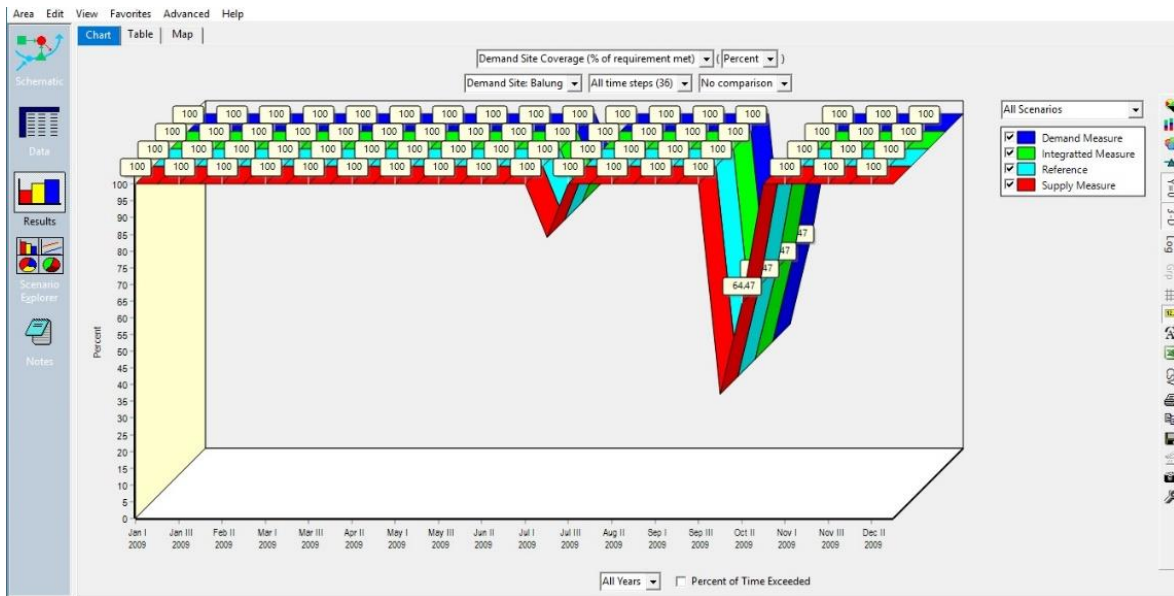
Tabel 1 Kebutuhan Air Irigasi (2009-2018)

Tahun	Kebutuhan Air Irigasi (l/dt/ha)
2009	46,754
2010	28,884
2011	31,441
2012	33,742
2013	30,749
2014	36,066
2015	24,662
2016	13,251
2017	24,035
2018	18,293

Tabel 2 Perhitungan Debit Andalan Metode Weibull

No	Data Debit		Rangking Data		Keterangan
	Tahun	Q (m ³ /dt)	Tahun	Q (m ³ /dt)	
1	2009	149,947	2010	181,96	Q cukup
2	2010	181,957	2011	151,67	
3	2011	151,672	2009	149,95	
4	2012	124,284	2017	142,95	Q normal
5	2013	134,406	2016	135,41	
6	2014	118,669	2013	134,41	
7	2015	117,724	2012	124,28	Q rendah
8	2016	135,414	2018	118,89	
9	2017	142,946	2014	118,67	Q kering
10	2018	118,887	2015	117,72	

Sumber: Hasil Analisis

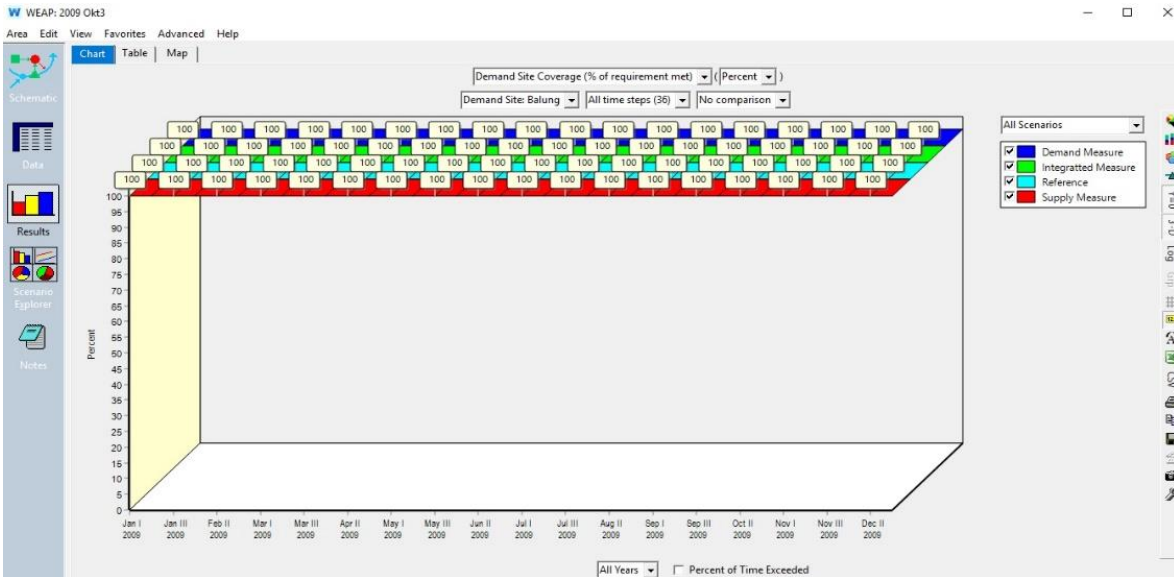


Gambar 4 Coverage Tahun Cukup (2009) Kondisi Eksisting

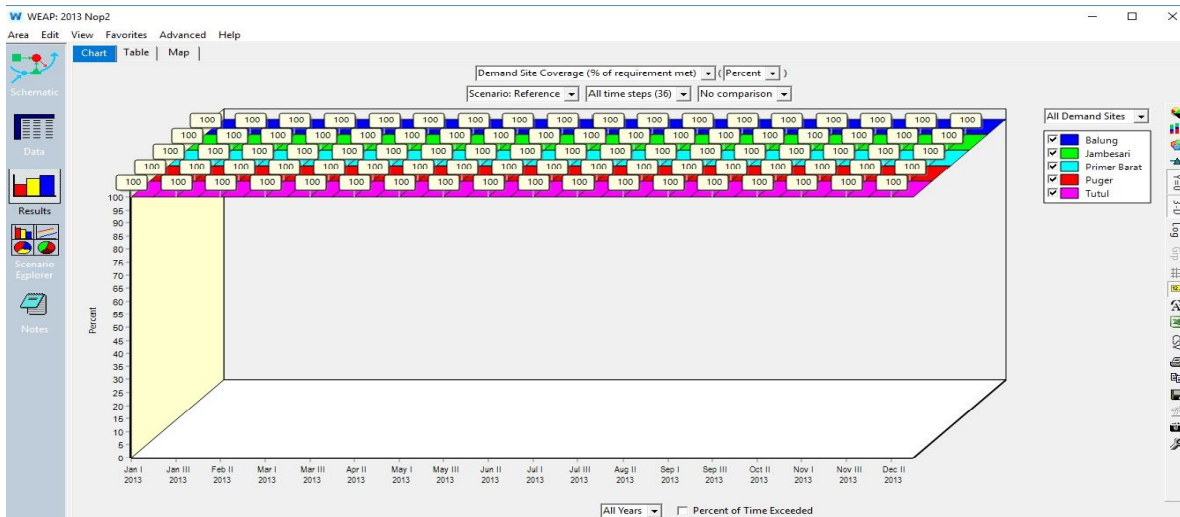
Tabel 3 Coverage Sebelum dan Sesudah Optimasi Tiap Kondisi

Kondisi Tahun	Rerata (%)	
	Sebelum	Optimal
Tahun Cukup (2009)	97,81	100
Tahun Normal (2013)	99,64	100
Tahun Rendah (2018)	94,36	94,36
Tahun Kering (2015)	88,33	88,33

Sumber: Hasil Pemodelan



Gambar 5 Coverage Tahun Cukup (2009) Setelah Optimasi



Gambar 6 Coverage Tahun Normal (2013) Kondisi Eksisting

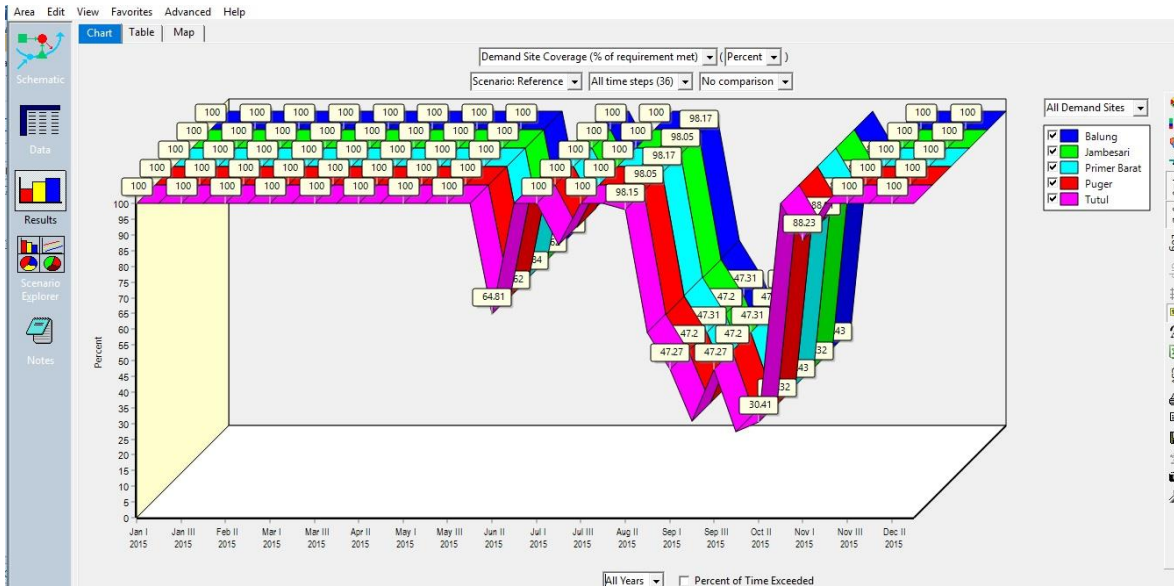
Berdasarkan Gambar 6, grafik menunjukkan hasil *coverage* antara kebutuhan air dengan ketersediaan air. Sumbu x merupakan periode bulan pada tahun tersebut sedangkan sumbu y merupakan nilai presentase tercukupi. Presentase yang tidak tercukupi terjadi pada bulan Agustus Periode 2 dengan 87%, sedangkan untuk periode bulan lainnya sudah tercukupi 100%. Selanjutnya dilakukan optimasi pada tahun ini dengan memajukan pola tata tanam 1 periode dari kondisi eksisting sehingga dapat dilihat hasilnya pada Gambar 7. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai *coverage* tiap periode sudah tercukupi 100% secara seluruhnya. Hasil setelah dilakukan optimasi meningkat sebesar 0,36% jika dibandingkan sebelum dilakukannya optimasi (eksisting). Kondisi ini menunjukkan bahwa pada kondisi tahun normal, optimasi tidak memberikan peningkatan yang nyata karena potensi ketersediaan air yang sangat mencukupi.

Selanjutnya skenario model optimasi dilakukan pada kondisi tahun kering (2015). Hasil *running* program WEAP pada Tahun Kering (2015) selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 8.

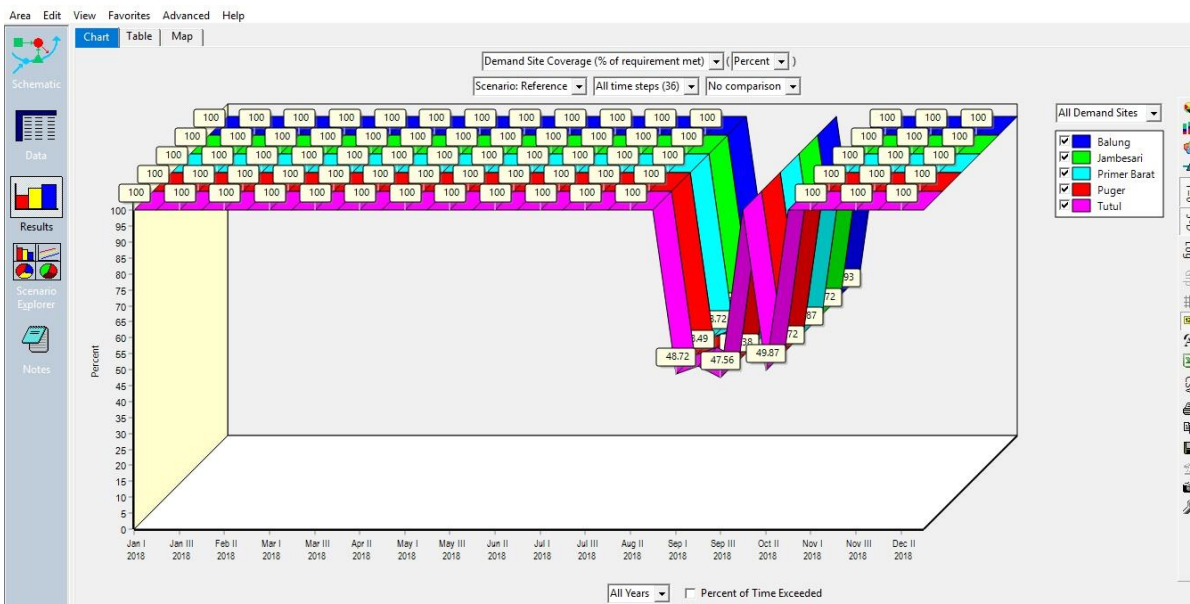
Berdasarkan Gambar 8, bahwa kondisi tersebut merupakan kondisi yang paling optimal. Setelah dilakukan pergeseran pola tata tanam selama 1 periode dari kondisi eksisting didapatkan hasil yang paling optimal tetap berada di kondisi eksisting yaitu penyiapan lahan mulai tanam di

bulan November Periode 1. Hasil *coverage* menunjukkan bahwa terdapat beberapa bulan yang belum tercukupi persentasenya yaitu di bulan Juni periode 2 sebesar 64,8%, bulan Juli periode 2 sebesar 86,8%, bulan Agustus periode 2 sebesar 98%, bulan Agustus periode 3 sebesar 59%, bulan September periode 1 sebesar 47,31%, bulan September periode 2 sebesar 30,74%, bulan September periode 3 sebesar 47,31%, bulan Oktober periode 1 sebesar 27,4%, bulan Oktober periode 2 sebesar 30,43%, dan bulan November periode 1 sebesar 88,2%. Besarnya rata-rata *coverage* selama 1 tahun adalah sebesar 88,33%. Selanjutnya hasil *running* WEAP pada Tahun Rendah (2018) dapat dilihat pada Gambar 9.

Berdasarkan Gambar 9, ditunjukkan bahwa kondisi tersebut merupakan kondisi yang paling optimal. Setelah dilakukan pergeseran pola tata tanam dengan memajumundurkan selama 1 periode dari kondisi eksisting didapatkan hasil yang paling optimal tetap berada di kondisi eksisting yaitu penyiapan lahan mulai tanam di bulan November Periode 1. Hasil *coverage* per dasarian terdapat beberapa bulan yang belum tercukupi persentasenya yaitu bulan September Periode 1 sebesar 48,8%, bulan September periode 2 sebesar 51%, bulan September periode 3 sebesar 47,5%, dan bulan Oktober periode 3 sebesar 49,7%. Nilai rata-rata *coverage* selama 1 tahun sebesar 94,36%.



Gambar 8 Coverage Tahun Kering (2015)



Gambar 9 Coverage Tahun Rendah (2018)

Selain dilihat dari nilai *coverage* dari keempat kondisi musim tersebut, dihitung pula keuntungan produktivitas petani berdasarkan nilai *coveragenya* yang paling menguntungkan (optimal) pada masing-masing kondisi musim yaitu Tahun Cukup (2009) pada bulan Oktober Periode 3.

Contoh perhitungan keuntungan mengacu pada data Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember (2019) adalah sebagai berikut:

a. Produktifitas padi sebelum optimasi adalah 4,85 ton/ha. Tahapan perhitungannya sebagai berikut:

1. Merekap data produktifitas padi tahun 2009 – 2018 yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekap Produktifitas Padi Tahun 2009-2018

Tahun	Produktifitas (ton)	Luas Panen (ha)
2009	5,81	5.436
2013	6,01	5.688
2018	6,65	5.843
2015	6,38	5.659

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember (2019)

2. Membuat grafik uji regresi linier dari luas panen dengan produktifitas sehingga mendapatkan rumus persamaannya. Berdasarkan grafik pada Gambar 10, didapat rumus luas panen (y) = $425,9x + 3.061,9$.

3. Sebelum dilakukan optimasi alokasi air dengan menggeser pola tata tanam 10 harian, kondisi eksisting (pola tata tanam) dilakukan perhitungan antara kebutuhan air dan ketersediaan airnya menggunakan WEAP dan didapatkan hasil rata-rata kecukupan air (*coverage*) sebesar 97,81%, jika dikonservasikan ke luas lahan yang terlayani adalah 5.127,2 ha. Dengan demikian, produktifitas dengan luas panen adalah:

$$Y = 425,9x + 3.061,9$$

$$5.127,2 = 425,9x + 3.061,9$$

$$X = 4,85 \text{ ton, jadi nilai produktifitasnya } 4,85 \text{ ton}$$

b. Produktifitas padi setelah optimasi adalah 5,118 ton/ha. Tahapan perhitungannya sebagai berikut:

Setelah dilakukan optimasi alokasi air dengan menggeser pola tata tanam 10 harian, hasil rata-rata kecukupan air (*coverage*) sebesar 100%, jika dikonservasikan ke luas lahan yang terlayani sesuai dengan luas eksisting lahan irigasinya yaitu 5.242 ha sehingga untuk mencari produktifitas dengan luas panen 5.242 ha adalah :

$$Y = 425,9x + 3.061,9$$

$$5.242 = 425,9x + 3.061,9$$

$$X = 5,118 \text{ ton}$$

Jadi, nilai produktifitasnya 5,118 ton.

c. Produktifitas palawija sebelum optimasi adalah 6,68 ton/ha. Tahapan perhitungannya dilakukan berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember (2019) total produktifitas palawija dengan luas panen 2.611 ha sebesar 5,501 ton/ha. Sedangkan luas panen area berdasarkan kondisi lapangan sebesar 3.240 ha. Untuk mendapatkan nilai produktifitasnya dilakukan perhitungan intepolasi sehingga didapat nilai produktifitasnya sebesar 6,83 ton (nilai produktifitas tercukupi).

Hasil rata-rata kecukupan air (*coverage*) sebelum optimasi sebesar 97,81% jika dikonversikan ke luas lahan yang terlayani.

$$= 0,9781 \times \text{luas eksisting lahan yang terlayani}$$

$$= 0,9781 \times 3.240 = 3.169,044 \text{ ha}$$

$$\text{Nilai produktifitas} = 0,9781 \times \text{nilai produktifitas tercukupi} = 0,9781 \times 6,83 = 6,68 \text{ ton}$$

d. Produktifitas palawija setelah optimasi: 6,83 ton/ha. Setelah dilakukan optimasi alokasi air dengan menggeser pola tata tanam 10 harian, hasil rata-rata kecukupan air (*coverage*) sebesar 100%, jika dikonservasikan ke luas lahan yang terlayani sesuai dengan luas eksisting lahan irigasinya yaitu 3.240 ha, sehingga dilakukan perhitungan interpolasi dan didapat nilai produktifitasnya sebesar 6,83 ton.

Perhitungan keuntungan Pasca Panen (padi dan palawija) ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, produksi padi dan palawija didapat dari hasil perhitungan produktifitas setelah optimasi. Untuk harga padi Rp5.000.000/ton dan harga palawija Rp3.500.000/ton diperoleh dari survey harga pasaran di Kabupaten Jember, sehingga total harga diperoleh dari nilai produksi x harga, yaitu:

$$\text{Padi} = 5,118 \times \text{Rp}5.000.000 = \text{Rp}25.590.000$$

$$\text{Palawija} = 6,83 \times \text{Rp}3.500.000 = \text{Rp}23.905.000$$

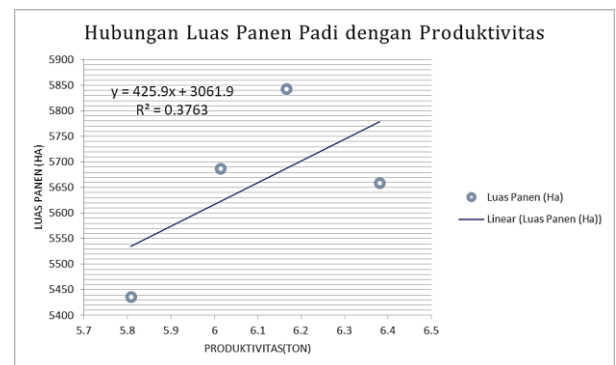
Biaya produksi didapat dari perhitungan Dinas Pertanian Jember yaitu untuk Padi dengan harga Rp15.460.000 dan untuk Palawija dengan harga Rp14.005.000, sehingga keuntungan diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\text{Keuntungan} = \text{total harga} - \text{biaya produksi}$$

$$\text{Padi} = \text{Rp}25.590.000 - \text{Rp}15.460.000 = \text{Rp}10.130.000$$

$$\text{Palawija} = \text{Rp}23.905.000 - \text{Rp}14.005.000 = \text{Rp}9.900.000$$

Rekap hasil peningkatan keuntungan pasca panen ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.



Gambar 10 Grafik Uji Regresi Linier

Tabel 4 Perhitungan Keuntungan Pasca Panen

Tanaman	Padi	Palawija
Produksi (ton/ha)	5,118	6,83
Harga (Rp/ton)	5.000.000	3.500.000
Total Harga (Rp/ha)	25.590.000	23.905.000
Biaya Produksi (Rp/ha)	15.460.000	14.005.000
Keuntungan (Rp/ha)	10.130.000	9.900.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5 Peningkatan Keuntungan Padi

Kondisi Tahun	Keuntungan (Rp)		Peningkatan (%)
	Padi (Eksisting)	Padi (Optimasi)	
Tahun Cukup (2009)	8.790.000	10.130.000	13,22%
Tahun Normal (2013)	9.915.000	10.130.000	2,12%
Tahun Kering (2015)	2.950.000	2.950.000	0%
Tahun Rendah (2018)	6.665.000	6.665.000	0%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 6 Peningkatan Keuntungan Palawija

Kondisi Tahun	Keuntungan		Peningkatan (%)
	Palawija (Eksisting)	Palawija (Optimasi)	
Tahun Cukup (2009)	9.376.480,50	9.900.000,00	5,29%
Tahun Normal (2013)	9.813.942,00	9.900.000,00	0,87%
Tahun Kering (2015)	7.110.286,50	7.110.286,50	0%
Tahun Rendah (2018)	8.511.758,00	8.551.758,00	0%

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4, pada kondisi Tahun Cukup (2009) terjadi peningkatan keuntungan padi pasca panen sebesar 13,22% dari kondisi eksisting (sebelum optimasi). Pada Tahun Normal (2013) mengalami peningkatan keuntungan sebesar 2,12% dari kondisi eksisting. Sedangkan Tahun Kering (2015) dan Tahun Rendah (2018) tidak mengalami peningkatan, karena kondisi yang paling optimal berdasarkan pola tata tanam adalah tetap pada kondisi yang ada.

Berdasarkan Tabel 5, pada kondisi Tahun Cukup (2009) terjadi peningkatan keuntungan pasca panen palawija sebesar 5,29% dari kondisi eksisting (sebelum optimasi). Pada Tahun Normal (2013) mengalami peningkatan keuntungan sebesar 0,87% dari kondisi eksisting. Sedangkan Tahun Kering (2015) dan Tahun Rendah (2018) tidak mengalami peningkatan, karena kondisi yang paling optimal berdasarkan pola tata tanam eksisting.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi alokasi air untuk sistem jaringan irigasi di DI Balung Kabupaten Jember dengan model WEAP dapat meningkatkan produktifitas pasca panen baik untuk kondisi Tahun Normal maupun Tahun Cukup. Hasil penelitian ini mempunyai kesesuaian terhadap pemodelan optimasi alokasi air baku dengan WEAP di DAS Ciliman yang telah dilakukan oleh (Taufik *et al.* (2020). Oleh karena itu, pemodelan alokasi air dengan WEAP memberikan peningkatan keuntungan baik untuk permasalahan

optimasi alokasi air di daerah perkotaan (air baku) maupun di daerah pedesaan (air irigasi).

IV. KESIMPULAN

Kebutuhan air irigasi di Jaringan Irigasi Balung bervariasi sesuai perhitungan pola tata tanamnya. Kebutuhan air irigasi 10 harian selama setahun tertinggi terjadi pada tahun 2009 yaitu sebesar 46,754 l/dt/ha, sedangkan kebutuhan air irigasi terkecil pada tahun 2016 sebesar 13,251 l/dt/ha. Sementara itu, total ketersediaan air tertinggi (2010) sebesar 181,957 m³/dt dan ketersediaan air terendah (2015) sebesar 117,724 m³/dt. Perencanaan sistem alokasi air irigasi dengan WEAP berdasarkan empat kondisi musim, didapatkan nilai *coverage* WEAP yang bervariasi. *Coverage* terbesar berada pada kondisi tahun cukup dan tahun normal yaitu 100%. Pola tata tanam optimal pada keempat kondisi musim (Tahun Cukup, Tahun Normal, Tahun Kering, dan Tahun Rendah) beragam. Hasil rata-rata *coverage* kondisi musim cukup dan normal sebelum dilakukan optimasi sebesar 98,73%. Setelah dioptimasi diperoleh peningkatan sebesar 1,28% menjadi 100%. Hasil rata-rata keuntungan pasca panen padi per-hektar sebelum optimasi sebesar Rp7.080.000. Setelah dilakukan optimasi diperoleh peningkatan sebesar 5,21% menjadi Rp7.468.750. Sedangkan keuntungan rata-rata pasca panen palawija sebelum dioptimasi sebesar Rp8.713.116, kemudian setelah optimasi diperoleh peningkatan 1,72% menjadi Rp8.865.511.

Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan pola tata tanam yang optimal berdasarkan kondisi ketersediaan air dan kondisi musim di daerah studi. Perencanaan pola tata tanam yang optimal dan sesuai dengan kondisi iklim (musim), akan dapat meningkatkan hasil keuntungan pasca panen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada instansi terkait, Dinas PUSDA Kabupaten Jember dan UPTD Balung yang telah membantu dalam penyediaan data penelitian ini serta LP2M Universitas Jember yang telah membantu pendanaan penelitian melalui skema hibah reworking tahun anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetoro, A. A., Ngidi, M., Nyam, Y. S., & Orimoloye, I. R. (2021). Temporal evaluation of global trends in water footprint, water sustainability and water productivity research. *Scientific African*, 12(e00732). <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00732>
- Anatoli, N., & Putranto, T. T. (2014). Aplikasi WEAP (Water Evaluation and Planning) untuk

- Pengelolaan Sumber Daya Air. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-7 Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta, Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. (2019). *Kabupaten Jember Dalam Angka 2019*. Jember, Jawa Timur: Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember.
- Dewantara, C. A. (2016). *Studi Optimasi Alokasi Air Pada Daerah Irigasi Gembleng Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Program Linier*. Universitas Jember, Jember, Indonesia. Diperoleh dari https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/79422/Candra%20Anggit%20Dewantara%20-%20121910301060_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi - Bagian Perencanaan (KP 01)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Halik, G., Anwar, N., Santosa, B., & Edijatno. (2015). Reservoir Inflow Prediction under GCM Scenario Downscaled by Wavelet Transform and Support Vector Machine Hybrid Models. *Advances in Civil Engineering, 2015*, 515376. <https://doi.org/10.1155/2015/515376>
- Kandera, M., & Vyleta, R. (2020). Application of the Water Evaluation And Planning (WEAP) Model to Quantitative Water Balance Modelling in the Upper Hron River Basin (Slovakia). Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 609). Praha, Republik Ceko: IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/609/1/012055>
- Mehrpavar, M., Ahmadi, A., & Safavi, H. R. (2020). Resolving water allocation conflicts using WEAP simulation model and non-cooperative game theory. *Simulation, 96*(1), 17–30. <https://doi.org/10.1177/0037549719844827>
- Metobwa, O. G. M., Mourad, K. A., & Ribbe, L. (2018). Water demand simulation using WEAP 21: A case study of the Mara River Basin, Kenya. *International Journal of Natural Resource Ecology and Management, 3*(1), 9–18. <https://doi.org/10.11648/j.ijnrem.20180301.12>
- Setiawan, B. (2018). *Optimasi Pembagian Air Pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Pelayanan Bangorejo Kabupaten Banyuwangi Dengan Program Dinamik*. Universitas Jember, Jember, Indonesia. Diperoleh dari <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/88111/Bima%20Setiawan-161910301148%20%23.pdf?sequence=1>
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1978). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta, Indonesia: Pradnya Paramita.
- Taufik, I., Purwanto, M. Y. J., Pramudya, B., & Saptomo, S. K. (2020). Alokasi Air dan Pengembangan Prasarana Penyediaan Air Baku di DAS Ciliman. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 18*(1), 171–184.