

Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring Kabupaten Banyuwangi dengan Menggunakan Program Linear

I.D. Bagus JBS^{1,*}, Novi Andriany Teguh¹

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹

Koresponden*, Email: bagusjbs9@gmail.com

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	09 Februari 2023	<i>Baru Irrigation Areas experience cropping pattern problems that have an impact on food availability. Optimization of cropping patterns has been carried out by previous researchers, namely in 2016 and obtained the cropping pattern of rice / crops - rice / sugarcane - rice / crops / sugarcane with a cropping intensity of 300% and the profit of agricultural products obtained for a year is Rp. 224,826,400.00. Reoptimization needs to be done to get the most optimal cropping pattern at this time. Re-optimization was carried out using rainfall and climatology data from 2012-2021 using a linear program method using POM-QM 3 software. Based on the optimization of planting land area, cropping intensity in a year is obtained by 300% and the profit of agricultural products in a year is Rp. 2,145,200,000,000.00 in the alternative cropping pattern 1 scenario B with the cropping pattern of rice / crops / orange - rice / crops / orange. Based on the optimization of agricultural product profits, cropping intensity in a year is 300% and agricultural yield profits in a year are Rp. 2,443,395,000,000.00 in the alternative cropping pattern 1 scenario A with the orange - orange - orange cropping pattern.</i>
Diperbaiki	05 Mei 2023	
Disetujui	07 Agustus 2025	

Keywords: irrigation, cropping, pattern, linear programming

Abstrak

Daerah Irigasi Baru mengalami permasalahan pola tanam yang berdampak pada ketersediaan pangan. Optimasi pola tanam telah dilakukan oleh peneliti terdahulu yakni pada tahun 2016 dan diperoleh pola tanam padi/palawija – padi/tebu – padi/palawija/tebu dengan intensitas tanam 300% dan keuntungan hasil pertanian yang diperoleh selama setahun adalah Rp. 224,826,400.00. Optimasi ulang perlu dilakukan untuk mendapatkan pola tanam paling optimal pada saat ini. Optimasi ulang dilakukan menggunakan data curah hujan dan klimatologi dari tahun 2012-2021 dengan metode program linear menggunakan *software POM-QM 3*. Berdasarkan optimasi luas lahan tanam, didapatkan intensitas tanam dalam setahun sebesar 300% dan keuntungan hasil pertanian dalam setahun sebesar Rp. 2,145,200,000,000.00 pada alternatif pola tanam 1 skenario B dengan pola tanam padi/palawija/jeruk - padi/palawija/jeruk - padi/palawija/jeruk. Berdasarkan optimasi keuntungan hasil pertanian, didapatkan intensitas tanam dalam setahun sebesar 300% dan keuntungan hasil pertanian dalam setahun sebesar Rp. 2,443,395,000,000.00 pada alternatif pola tanam 1 skenario A dengan pola tanam jeruk – jeruk - jeruk.

Kata kunci: irigasi, cluring, optimasi, pola tanam, program linear.

1. Pendahuluan

Sektor pangan merupakan kebutuhan dasar manusia dan pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi manusia yang dijamin di dalam Undang-Undang Dasar Republik Indonesia Tahun 1945 sebagai komponen dasar untuk mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas. Sektor pangan merupakan salah satu sektor yang perlu diperhatikan. Untuk mendukung terpenuhinya sektor pangan, perlu adanya prasarana penyelenggaraan pangan. Prasarana penyelenggaraan pangan salah satunya adalah kelengkapan prasarana irigasi. Berdasarkan UU No. 18 Tahun 2012, pengelolaan jaringan irigasi pada suatu Daerah Irigasi (DI) merupakan salah satu hal yang harus dioptimalkan guna mendukung keberhasilan sektor pangan.

Jawa Timur merupakan salah satu daerah yang dikenal

sebagai salah satu daerah penghasil pangan. Daerah Irigasi Baru Banyuwangi merupakan salah satu daerah irigasi yang terletak di Jawa Timur. Pada DI Baru terdapat dua bendung yakni Bendung Karangdoro dan Bendung Sumbermulyo. Bendung Karangdoro mengairi area seluas 15.910 ha. Bendung tersebut menyuplai air ke tiga wilayah yakni Pesanggaran, Bangorejo, dan Cluring.

Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring memiliki luas 5945 Ha yang terdiri dari baku sawah seluas 5548 ha dan suplesi seluas 397 ha. Daerah irigasi ini mendapat suplai air dari BBU 10 (Dam Sere) yang terletak pada hilir Bendung Karangdoro. Saat ini, Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring mengalami permasalahan yakni terdapat perubahan debit air yang signifikan pada musim hujan dan musim kemarau. Adanya permasalahan ketersediaan debit air tersebut

membuat pihak pengelola Bendung Karangdoro melakukan penyesuaian pada musim kemarau dengan membagi air pada tiga kawasan yakni Cluring, Bangorejo, dan Pesanggaran. Meskipun telah dilakukan penyesuaian dengan membagi air, wilayah yang menunggu giliran pembagian air akan mengalami kekurangan suplai air. Hal ini dapat berdampak pada ketersediaan debit air pada Daerah Irigasi Baru wilayah Cluring. Kondisi ini berpengaruh terhadap pola tanam pada daerah irigasi tersebut. Permasalahan pola tanam ini dapat berdampak pada ketersediaan pangan pada wilayah tersebut dan juga berdampak pada kesejahteraan petani setempat. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan pola tanam melalui optimasi berdasarkan pada jenis tanaman, luas wilayah, dan ketersediaan air pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring.

Penelitian mengenai optimasi pola tanam pada DI Baru Wilayah Cluring. Risfiyanto (2016) melakukan penelitian yang berjudul “Studi Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Baru Banyuwangi dengan Menggunakan Program Linear”. Optimasi pola tanam dilakukan menggunakan program linear dengan bantuan *software* POM-QM. Dari penelitian tersebut diperoleh pola tanam dengan luasan terbesar yaitu pada awal tanam bulan November I dan November II dengan intensitas tanam yaitu 300%, sehingga terjadi peningkatan sebesar 8,97% dari intensitas tanam eksisting 291,07% dengan pola tanam padi/palawija - padi/tebu - padi/palawija/tebu. Selain itu, keuntungan maksimal hasil usaha tani yang diperoleh selama setahun adalah Rp. 224.826.400,00 pada alternatif awal tanam November I.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola tanam paling optimum pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring Kabupaten Banyuwangi. Untuk mengetahui pola tanam paling optimum tersebut perlu terlebih dahulu melakukan analisis debit andalan, perhitungan kebutuhan air irigasi, optimasi, dan analisis hasil optimasi.

2. Metode

A. Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi penelitian terletak di Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring Kabupaten Banyuwangi. DI tersebut memiliki luas 5945 ha. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.

B. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi meliputi analisis debit andalan dan analisis klimatologi. Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum dari sungai dengan kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi [2]. Debit yang dianalisis adalah debit dari Bendung Karangdoro

dalam kurun waktu minimal 10 tahun. Data debit tersebut kemudian dijadikan sebagai acuan ketersediaan debit yang masuk ke bangunan *intake* irigasi yang kemudian diteruskan ke jaringan irigasi pada Daerah Irigasi Baru, Banyuwangi.

Analisis klimatologi bertujuan untuk mendapatkan harga evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi (ET) merupakan jumlah penguapan dan transpirasi dari tanaman di permukaan bumi ke atmosfer. Evapotranspirasi menggambarkan air total yang keluar dari suatu tanaman ke udara [11]. Evapotranspirasi potensial dihitung dengan menggunakan persamaan Penman Modifikasi pada persamaan (1).

$$ET_0 = c (W.R_n + (1-W) \cdot f(u) (e_a - e_d)) \quad (1)$$

dimana:

c = faktor koreksi keadaan iklim siang/malam

W = faktor bobot tergantung dari suhu dan ketinggian tempat

R_n = radiasi netto ekuivalen dengan evaporasi (mm/hari)

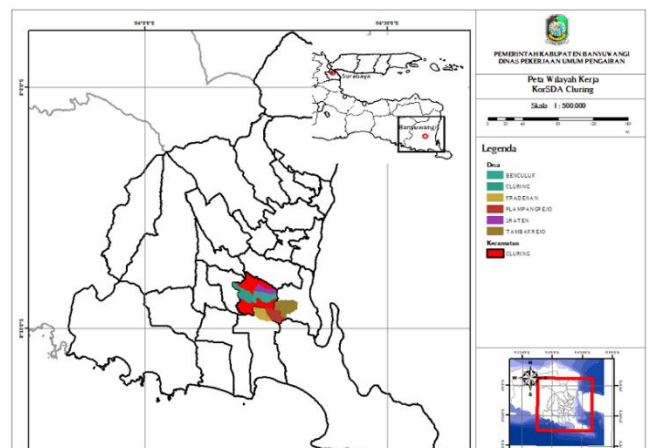
e_a = tekanan uap actual (kPa)

e_d = tekanan uap jenuh (kPa)

$f(u)$ = fungsi angin

C. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, transpirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diakomodasi oleh hujan, dan kontribusi air tanah [11]. *Output* dari analisis kebutuhan air irigasi adalah mengetahui nilai DR atau besarnya kebutuhan pengambilan air dari sumbernya (lt/s/ha). Kebutuhan air sawah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti curah hujan efektif, penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, dan penggantian lapisan air.



Gambar 1. Lokasi Penelitian DI Baru Wilayah Cluring

Curah hujan efektif adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang secara efektif tersedia sebagai kebutuhan air tanaman. Data curah hujan harian akan dianalisis untuk

mendapatkan nilai curah hujan efektif. Data curah hujan harian yang digunakan untuk analisis curah hujan efektif paling sedikit dalam durasi 10 tahun [2].

Curah hujan efektif diambil dengan kemungkinan tidak terpenuhinya adalah 20%. Atau dengan kata lain diambil nilai R_{80} . Untuk irigasi tanaman padi, curah hujan efektif diambil 70% dari R_{80} atau curah rata-rata mingguan atau tengah-bulanan menggunakan pendekatan persamaan (2), (3), dan (4) dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20% [2].

$$R_{e\text{ padi}} = 0,7 \times R_{80} \tag{2}$$

dimana:

$$R_{e\text{ padi}} = \text{curah hujan efektif tanaman padi (mm/hari)}$$

$$R_{80} = \text{curah rata-rata mingguan atau tengah-bulanan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20\%}$$

$$R_{e\text{ tebu}} = 0,6 \times R_{80} \tag{3}$$

$$R_{e\text{ palawija}} = 0,5 \times R_{80} \tag{4}$$

dimana:

$$R_{e\text{ tebu}} = \text{curah hujan efektif tanaman tebu (mm/hari)}$$

$$R_{e\text{ palawija}} = \text{curah hujan efektif tanaman palawija (mm/hari)}$$

$$R_{80} = \text{curah rata-rata mingguan atau tengah-bulanan dengan kemungkinan tidak terpenuhi 20\%}$$

Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman jeruk dihitung dengan menggunakan program bantu *CROPWAT 8.0. CROPWAT free version* adalah sebuah *software* yang merupakan *decision support system* yang dikembangkan oleh FAO untuk merencanakan dan mengatur irigasi berdasarkan data tanah, data iklim, dan data tanaman [5].

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah tanah dari zona yang tidak jenuh, yang tertekan di antara permukaan tanah sampai ke muka air tanah (MAT) [11]. Harga perkolasi untuk setiap jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Harga Perkolasi dari Berbagai Jenis Tanah

No	Macam-macam Tanah	Perkolasi (mm/hari)
1	Sandy loam	3-6
2	Loam	2-3
3	Clay	1-2

Metode yang digunakan pada analisis penyiapan lahan ini adalah metode Van de Goor dan Zijlsha (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam lt/s/ha selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan Persamaan (5), (6), dan (7).

$$IR = Me^k / (e^k - 1) \tag{5}$$

dimana:

$$IR = \text{kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)}$$

$$M = \text{kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan}$$

$$M = E_0 + P \tag{6}$$

dimana:

$$E_0 = \text{evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 selama masa penyiapan lahan (mm/hari)}$$

$$P = \text{perkolasi (mm/hari)}$$

$$K = M \times T/S \tag{7}$$

dimana:

$$T = \text{jangka waktu penyiapan lahan (hari)}$$

$$S = \text{kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm}$$

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Penggunaan konsumtif dapat dihitung dengan persamaan (8) [11].

$$ET_c = K_c \times ET_0 \tag{8}$$

dimana:

$$K_c = \text{koefisien tanaman}$$

$$ET_0 = \text{evaporasi potensial (Penman modifikasi) (mm/hari)}$$

Penggantian lapisan air dilakukan setelah dilakukannya pemupukan. Penggantian lapisan air dilakukan berdasar pada kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, penggantian lapisan air dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi [11].

Perkiraan banyaknya air untuk irigasi didasarkan pada beberapa faktor yang meliputi jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian air, cara pengolahan tanah, curah hujan yang terjadi, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran, bangunan bendung dan lain sebagainya. Banyaknya air untuk irigasi pada petak sawah dapat dihitung dengan persamaan (9), (10) dan (11) [11].

$$NFR_{\text{padi}} = ET_c + P + WLR - R_e \tag{9}$$

$$NFR_{\text{polowijo}} = ET_c - R_{e\text{pol}} \tag{10}$$

$$NFR_{\text{tebu}} = ET_c - R_{e\text{tebu}} \tag{11}$$

dimana:

$$NFR = \text{Netto Field Water Requirement, kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari)}$$

$$ET_c = \text{Kebutuhan air untuk penggunaan konsumtif (mm/hari)}$$

$$P = \text{Perkolasi (mm/hari)}$$

$$R_e = \text{curah hujan efektif (mm/hari)}$$

$$WLR = \text{penggantian lapisan air}$$

Kebutuhan air di sumbernya dapat diperkirakan menggunakan persamaan (12).

$$IR = NFR / E_f \tag{12}$$

Sedangkan kebutuhan pengambilan air pada sumbernya dapat dihitung dengan persamaan (13).

$$DR = IR / 8,64 \tag{13}$$

dimana:

$$IR = \text{air irigasi (mm/hari)}$$

E_f = efisiensi yang terdiri dari efisiensi di saluran dan bangunan tersier, sekunder, dan primer

DR = kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/s/ha)

1/8,64 = angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/s/ha

D. Optimasi dengan Program Linear

Terdapat beberapa alternatif pola tanam pada tugas akhir ini. Alternatif tersebut dibedakan berdasarkan awal masa tanam. Dari hasil analisis kebutuhan air dari tiap-tiap alternatif pola tanam dan debit andalan yang menjadi input dari program linear untuk mendapatkan hasil yang optimal. Optimasi dilakukan dengan bantuan *software POM-Quantity Methods free version*.

▪ Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada konteks ini adalah untuk memaksimalkan luas area tanam yang dapat ditanami oleh tanaman pada setiap musimnya dan mengetahui pendapatan terbesar dari pola tanam pada persamaan (14).

$$Z = X_{p1} + X_{w1} + X_{p2} + X_{w2} + X_{p3} + X_{w3} + X_t \quad (14)$$

dimana:

Z = maksimum berdasarkan intensitas tanam jenis tanaman untuk optimasi luas lahan (ha)

X_i = luas lahan untuk masing - masing jenis tanaman (ha)

$Z = K_p \cdot X_{p1} + K_w \cdot X_{w1} + K_p \cdot X_{p2} + K_w \cdot X_{w2} + K_p \cdot X_{p3} + K_w \cdot X_{w3} + K_w \cdot X_t$

dimana:

Z = maksimum keuntungan yang dihasilkan menurut pola tanam (Rp)

K_i = keuntungan bersih tiap jenis tanaman (Rp/ha)

X_i = luas lahan untuk masing - masing jenis tanaman (ha)

▪ Fungsi Kendala

Fungsi kendala pada konteks ini yang menjadi batasan atau kendala yakni debit air dan luas area tanam (Daerah Irigasi).

$$X_{p1} + X_{w1} + \dots + X_i \leq X_t$$

X_t = Luas total Daerah Irigasi Baru wilayah Cluring (Ha)

$$V_{p1} \cdot X_{p1} + V_{w1} \cdot X_{w1} + \dots + V_i \cdot X_i \leq Q_s$$

V_i = kebutuhan air masing - masing tanaman (lt/dt/Ha)

Q_s = debit andalan bendung (lt/dt)

$X_p, X_w, X_t \dots \geq$ luas minimum tanaman yang disyaratkan

$X_p, X_w, X_t \dots \geq 0$

E. Analisis Hasil Optimasi

Dari beberapa alternatif pola tanam yang direncanakan akan diperoleh luasan optimum dari tiap jenis tanaman. Selain itu, akan didapatkan intensitas tanam untuk setiap pola tanam yang direncanakan. Keuntungan hasil pertanian juga didapatkan dari optimasi berdasarkan luas lahan tanam dan keuntungan pertanian yang dihasilkan. Pemilihan pola tanam terbaik dilakukan dengan memilih pola tanam berdasarkan

pertimbangan intensitas tanam beberapa jenis tanaman yang direncanakan atau keuntungan pertanian yang dihasilkan.

Hasil optimasi terbaik merupakan alternatif pola tanam yang dapat diaplikasikan pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring. Beberapa hal seperti keragaman komoditas, target produksi komoditas, kondisi tanah, dan beberapa faktor lainnya dapat dijadikan sebagai acuan dalam memilih dan mengaplikasikan pola tanam hasil penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Debit Andalan

Analisis debit andalan tersebut dilakukan dengan mengolah data debit pada bangunan ukur yang terdapat pada saluran primer irigasi yang menuju ke wilayah Cluring yakni di Dam Sere. Analisis debit andalan dilakukan berdasarkan data debit dengan pencatatan per 10 harian selama kurun waktu 10 tahun yakni mulai tahun 2012 hingga tahun 2021. Data selama sepuluh tahun tersebut dianggap sudah dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pola tanam karena dapat dilihat fluktuasi nilai debit selama 10 tahun tersebut. Debit andalan yang digunakan sebagai perencanaan pola tanam ini yakni debit andalan dengan tingkat keandalan 80%.

Berdasarkan hasil analisis debit andalan didapatkan harga debit andalan terbesar adalah 4322 l/detik pada Januari periode III dan debit andalan terkecil sebesar 1700 l/detik pada Oktober periode II sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 2 dan Gambar 3**.

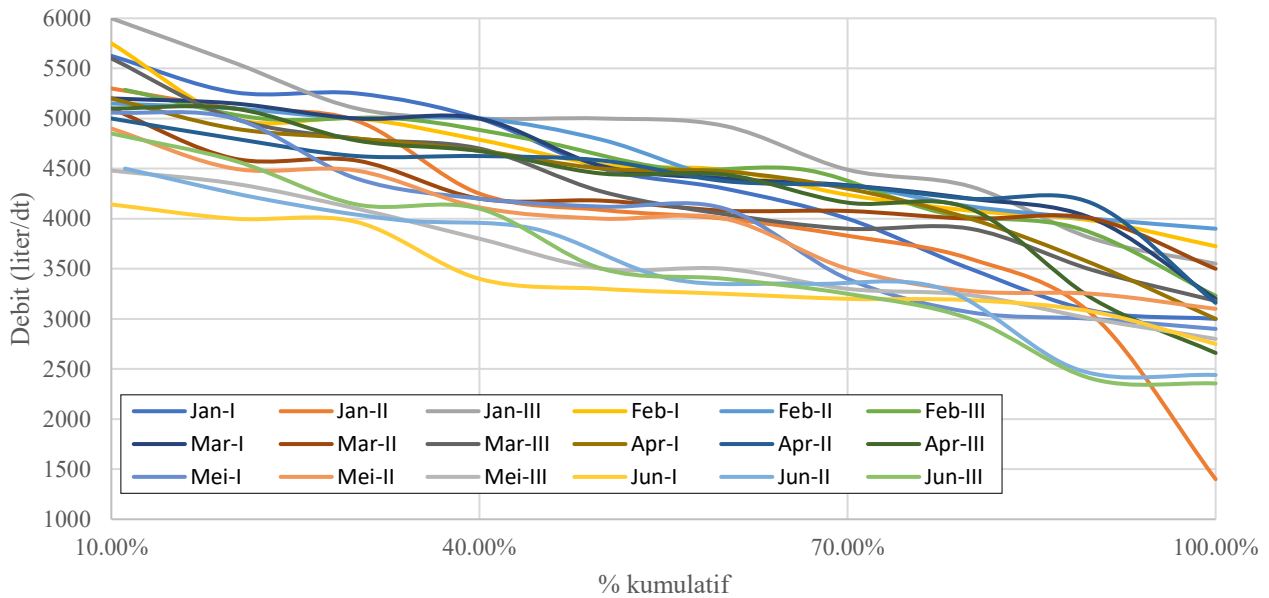
B. Analisis Klimatologi

Analisis klimatologi merupakan tahapan perhitungan dengan menggunakan data beberapa parameter klimatologi seperti suhu rata-rata bulanan (T), lama penyinaran matahari (n/N), kelembaban relatif (RH), dan kecepatan angin (u). Hasil analisis ini adalah nilai evapotranspirasi potensial yang terjadi pada setiap bulannya. Nilai evapotranspirasi potensial sendiri berpengaruh terhadap kehilangan air irigasi.

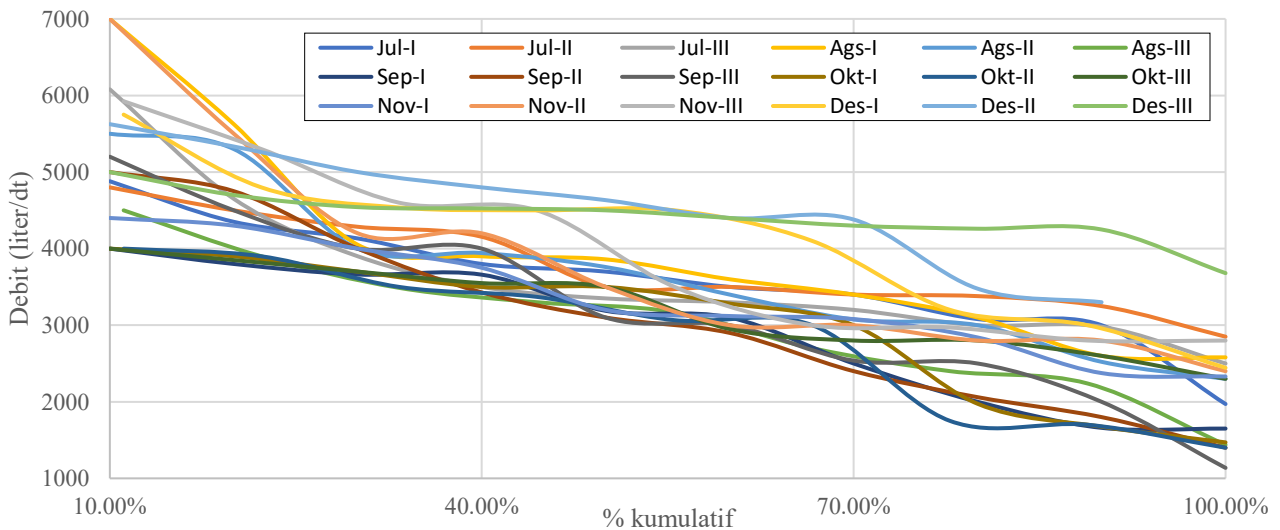
Analisis klimatologi ini menggunakan data keempat parameter klimatologi dalam kurun waktu sepuluh tahun yakni mulai tahun 2012 hingga 2021. Data tiap-tiap parameter merupakan data klimatologi harian yang kemudian dicari rata-rata bulannya. Data tersebut merupakan pencatatan pada Stasiun Meteorologi, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Banyuwangi. Stasiun Meteorologi Banyuwangi berada pada koordinat *latitude* - 8.215 dan *longitude* 114.35530 pada elevasi 52 mdpl.

C. Analisis Faktor-faktor Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air di sawah untuk tanaman seperti padi, palawija, dan tanaman lainnya seperti jeruk manis dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan efektif, perkolasi, kebutuhan air untuk penyediaan lahan, koefisien tanaman, dan efisiensi irigasi [2].



Gambar 2. Debit Andalan Tiap Periode 10 Harian Bulan Januari – Juni Tahun 2012-2021



Gambar 3. Debit Andalan Tiap Periode 10 Harian Bulan Juli – Desember Tahun 2012-2021

▪ Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian dari keseluruhan curah hujan yang terjadi yang mana secara efektif tersedia untuk kebutuhan air tanaman [2]. Kuantitas curah hujan efektif bergantung pada jenis tanamannya. Curah hujan efektif ditetapkan dengan peluang keandalan sebesar 80%. Data hujan yang akan dianalisis adalah data hujan dari stasiun atau pos hujan yang berpengaruh secara *polygon Thiessen* terhadap hujan di Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring. Peta *Polygon Thiessen* dapat dilihat pada **Gambar 4**. Faktor pembobot juga dapat dilihat pada **Tabel 2**.

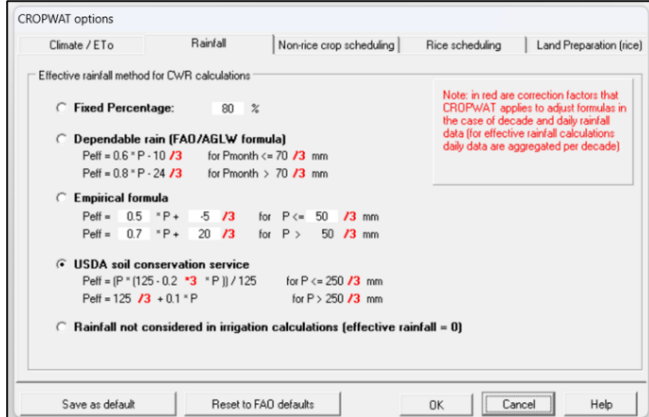
Tabel 2. Faktor Pembobot (W)

Nama Stasiun Hujan	Luas Area Andil	Faktor Pembobot (W) dalam %
Cluring	2374.3	39.94
Plosorejo	2347.2	39.48
Sumber Beras	804.7	13.54
Purwoharjo	418.8	7.04
Total	5945	100.00

Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman jeruk dilakukan dengan bantuan *software CROPWAT 8.0* yang dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 4. Peta Polygon Thiessen DI Baru Wilayah Cluring



Gambar 5. Pemilihan Metode Empiris Curah Hujan Efektif

▪ Evapotranspirasi

Harga evapotranspirasi sangat diperlukan untuk menghitung kebutuhan air untuk persiapan lahan dan kebutuhan air untuk penggunaan konsumtif tanaman, sehingga berpengaruh terhadap kuantitas kebutuhan air irigasi. Harga evapotranspirasi yang digunakan adalah harga evapotranspirasi potensial yang didapatkan dari perhitungan klimatologi di Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring. Harga evapotranspirasi potensial rata-rata setiap bulan kemudian menjadi input perhitungan kebutuhan air untuk persiapan lahan dan kebutuhan air irigasi secara keseluruhan.

▪ Perkolasi

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, tanah pada kawasan Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring tergolong berkualitas baik untuk bertanian yang termasuk ke dalam jenis tanah loam yang memiliki laju perkolasi 2 mm/hari. Laju perkolasi 2 mm/hari tersebut kemudian menjadi input untuk perhitungan kebutuhan air irigasi.

▪ Kebutuhan Air Untuk Persiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan kegiatan yang sangat penting untuk dilakukan dalam suatu proses pertanian. Penyiapan lahan dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi tanah agar siap untuk ditanami. Pada penyiapan lahan

dihitung harga evaporasi air terbuka, harga kehilangan air saat penggenangan air, perencanaan lama waktu penyiapan lahan yakni 30 hari, kebutuhan air untuk penjemuran air (300 mm untuk padi dan 100 mm untuk palawija), nilai perbandingan antara kehilangan air saat penggenangan air dan banyaknya genangan air yang direncanakan, dan banyaknya kebutuhan air untuk penyiapan lahan.

▪ Koefisien Tanaman

Harga koefisien tanaman padi dan palawija menyesuaikan varietas tanaman. Pada penelitian ini direncanakan tanaman padi dan palawija yang memiliki musim tanam tiga bulan. Untuk tanaman jeruk koefisien tanamannya didapatkan dari software CROPWAT 8.0.

▪ Efisiensi Irigasi

Perencanaan pola tanam pada tugas akhir ini tidak dilakukan perhitungan efisiensi irigasi pada jaringan irigasi DI Baru Wilayah Cluring. Harga efisiensi untuk jaringan tersier, jaringan sekunder, dan jaringan primer diasumsikan secara berturut-turut bernilai 80%, 90%, dan 90% sehingga didapatkan harga efisiensi total sebesar 65%. Harga efisiensi tersebut menjadi input pada perhitungan kebutuhan air irigasi untuk setiap jenis tanaman yang direncanakan.

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	139.0	108.1
February	121.5	97.9
March	96.5	81.6
April	22.2	21.4
May	0.8	0.8
June	3.2	3.1
July	10.5	10.3
August	0.0	0.0
September	0.0	0.0
October	0.0	0.0
November	22.0	21.2
December	123.2	98.9
Total	538.9	443.4

Gambar 6. Curah Hujan Efektif Tanaman Jeruk Manis

D. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan untuk mendapatkan harga DR atau kebutuhan air di bangunan pengambilan. Kebutuhan air tersebut bergantung dari jenis tanaman yang direncanakan. Tanaman yang direncanakan pada tugas akhir ini terdiri dari tiga jenis yakni padi, palawija (jagung), dan jeruk manis (keprok).

Pembagian bulan musim tanam pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut. Alternatif awal tanam dan variasi skenario yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 3 dan

Tabel 4.

- Musim tanam hujan (MH) : November – Februari
- Musim tanam kemarau (MK1) : Maret – Juni
- Musim tanam kemarau II (MKII) : Juli – Oktober

Tabel 3. Alternatif Awal Tanam untuk Setiap Pola Tanam

Pola Tanam	Skenario	Awal Tanam
Alternatif 1	1A	November Periode I
	1B	November Periode I
Alternatif 2	2A	November Periode II
	2B	November Periode II
Alternatif 3	3A	November Periode III
	3B	November Periode III
Alternatif 4	4A	Desember Periode I
	4B	Desember Periode I
Alternatif 5	5A	Desember Periode II
	5B	Desember Periode II
Alternatif 6	6A	Desember Periode III
	6B	Desember Periode III

E. Optimasi Pola Tanam

Optimasi pola tanam dilakukan dengan dua fungsi tujuan yakni luas lahan tanam dan keuntungan hasil pertanian. Optimasi pola tanam dihitung dengan mempertimbangkan kondisi batas atau yang didefinisikan sebagai fungsi kendala yang meliputi ketersediaan air dan luas lahan tanam eksisting pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring. Kebutuhan air setiap jenis tanaman yang telah dihitung dijadikan sebagai koefisien pada persamaan kendala. Batas ketersediaan air didapatkan dari perhitungan debit andalan yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya.

Perhitungan hasil usaha tani dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan bersih atau profitabilitas tiap jenis tanaman yang direncanakan. Untuk menghitungnya diperlukan beberapa data yang meliputi harga komoditas jenis tanaman, produktivitas pertanian, dan biaya produksi. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan keuntungan bersih dari tanaman padi, palawija, dan jeruk secara berturut-turut adalah Rp. 19.107.161,29, Rp. 10.928.560,00, dan Rp. 137.000.000,00. Hasil perhitungan usaha tani untuk setiap jenis tanaman akan digunakan untuk menghitung keuntungan hasil tani yang didapatkan dari hasil optimasi luas lahan tanam dan optimasi berdasarkan keuntungan pertanian.

Tabel 4. Variasi Alternatif dan Skenario untuk Setiap Pola Tanam

Pola Tanam	Skenario	Keterangan
Alternatif 1	1	Tidak terdapat syarat luas tanaman
	2	Syarat luas palawija ≥ 360 ha
Alternatif 2	1	Tidak terdapat syarat luas tanaman
	2	Syarat luas palawija ≥ 360 ha

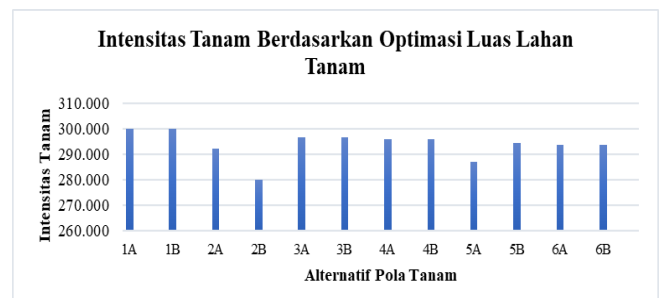
Alternatif 3	1	Tidak terdapat syarat luas tanaman
	2	Syarat luas palawija ≥ 360 ha
Alternatif 4	1	Tidak terdapat syarat luas tanaman
	2	Syarat luas palawija ≥ 360 ha
Alternatif 5	1	Tidak terdapat syarat luas tanaman
	2	Syarat luas palawija ≥ 360 ha
Alternatif 6	1	Tidak terdapat syarat luas tanaman
	2	Syarat luas palawija ≥ 360 ha

F. Hasil Optimasi

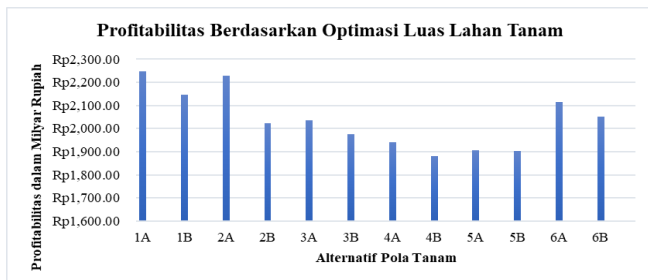
Terdapat dua hasil optimasi yakni hasil optimasi berdasarkan luas lahan dan hasil optimasi berdasarkan keuntungan pertanian. **Gambar 7** dan **Gambar 8** berikut merupakan hasil dari optimasi luas lahan, sedangkan **Gambar 9** dan **Gambar 10** merupakan hasil dari optimasi berdasarkan keuntungan pertanian.

Berdasarkan hasil optimasi luas lahan, dari keseluruhan alternatif pola tanam yang telah direncanakan, didapatkan bahwa pola tanam paling optimum adalah pola tanam 1 skenario 1A yakni padi/jeruk, padi/jeruk, dan padi/jeruk dengan intensitas tanam sebesar 300% dan keuntungan pertanian yang dihasilkan adalah sebesar Rp. 2,248,880,000,000.00. Namun, prinsip pemerataan jenis komoditas tanaman perlu diperhatikan pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring. Pola tanam 1 skenario 1B dengan variasi jenis komoditas tanaman yakni padi/palawija/jeruk, padi/palawija/jeruk, dan padi/palawija/jeruk dengan intensitas tanam sebesar 300% dan menghasilkan keuntungan pertanian sebesar Rp. 2,145,200,000,000.00 dipilih sebagai pola tanam yang dapat diaplikasikan pada Daerah Irigasi Baru Wilayah Cluring.

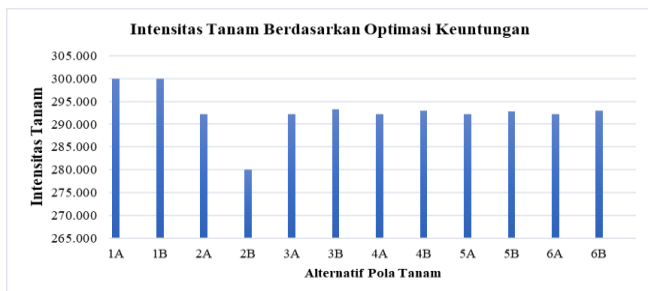
Komoditas jeruk manis yang dimodelkan pada optimasi ini adalah jeruk manis (keprok) yang sedang berada pada masa produktif untuk berbuah. Tanaman jeruk dapat produktif berbuah setelah memasuki usia 3-5 tahun. Oleh sebab itu, petani DI Baru Wilayah Cluring dapat melakukan estimasi waktu mulai tanam jeruk sehingga masa produktif jeruk dapat jatuh pada awal bulan November periode I, Maret periode I, dan Juli periode I sehingga sesuai dengan pola tanam 1 skenario 1B.



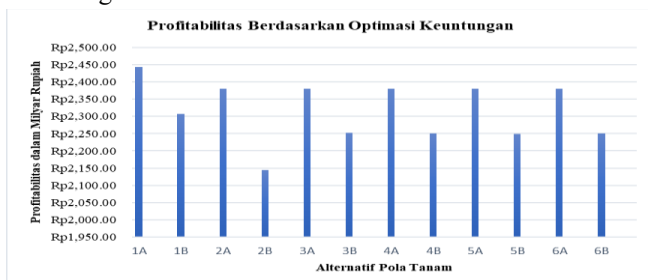
Gambar 7. Intensitas Tanam Berdasarkan Optimasi Luas Lahan Tanam



Gambar 8. Profitabilitas Berdasarkan Optimasi Luas Lahan Tanam



Gambar 9. Intensitas Tanam Berdasarkan Optimasi Keuntungan Pertanian



Gambar 10. Profitabilitas Berdasarkan Optimasi Keuntungan Pertanian

Keuntungan pertanian didapatkan dari hasil *running* program bantu *POM-QM for Windows 3*. Pola tanam 1 skenario 1A merupakan pola tanam yang dapat menghasilkan keuntungan terbesar. Pola tanam 1 skenario 1A pada musim hujan (MH), musim kemarau I (MKI), dan musim kemarau II (MKII) secara berturut-turut adalah secara berturut-turut adalah jeruk (5945 ha), jeruk (5945 ha), dan jeruk (5945 ha). Keuntungan pertanian yang dihasilkan adalah sebesar Rp. 2,443,395,000,000.00.

Pola tanam 1 skenario 1A yang menjadi pola tanam optimum berdasarkan hasil optimasi keuntungan pertanian sulit untuk diaplikasikan pada DI Baru Wilayah Cluring. Daerah irigasi seluas 5945 ha jika hanya ditanami satu jenis komoditas tentunya sulit untuk direalisasikan. Optimasi berdasarkan keuntungan sebenarnya hanya dilakukan sebagai alternatif pilihan apabila DI Baru menjadikan keuntungan hasil pertanian sebagai target keberhasilan. Sebenarnya, hasil optimasi berdasarkan keuntungan

pertanian dapat dengan mudah diprediksi karena komoditas jeruk memiliki harga profitabilitas yang sangat tinggi dan cenderung membutuhkan sedikit air irigasi.

4. Simpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan berikut.

- Dari analisis debit andalan pada bangunan pengambilan DI Baru Wilayah Cluring yakni BBU 10 (Dam Sere), diperoleh debit andalan dengan tingkat keandalan 80% dengan nilai debit terbesar 4322 l/s dan nilai debit terkecil 1700 l/s.
- Perhitungan optimasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan merencanakan enam alternatif pola tanam yang masing-masing dibagi lagi menjadi skenario A dan B. Keenam alternatif tersebut dibedakan berdasarkan waktu awal tanam yakni November I, November II, November III, Desember I, Desember II, dan Desember III.
- Berdasarkan perhitungan optimasi pola tanam 1 – 6 skenario A dan B yang didapatkan dari hasil iterasi program bantu *POM-QM for Windows 3* dapat diketahui bahwa pola tanam 1 skenario 1B merupakan pola tanam paling baik berdasarkan hasil optimasi luas lahan dengan intensitas tanam dalam satu tahun sebesar 300%. Pola tanam 1 skenario 1B memiliki variasi jenis komoditas tanaman yang baik dan menghasilkan keuntungan yang paling optimum jika dibandingkan dengan skenario B pada alternatif lainnya. Pola tanam 1 skenario 1B pada musim hujan (MH), musim kemarau I (MKI), dan musim kemarau II (MKII) secara berturut-turut adalah padi (622.789 ha) – palawija (360 ha) - jeruk (4962.231 ha), padi (411.197 ha) – palawija (360 ha) - jeruk (5173.904 ha), dan padi (340.449 ha) – palawija (360 ha) - jeruk (5244.550 ha). Untuk optimasi berdasarkan keuntungan hasil pertanian, pola tanam 1 skenario 1A dan 1B merupakan pola tanam paling optimum dengan intensitas tanam 300%. Pola tanam 1 skenario 1A pada musim hujan (MH), musim kemarau I (MKI), dan musim kemarau II (MKII) secara berturut-turut adalah jeruk (5945 ha), jeruk (5945 ha), dan jeruk (5945 ha). Pola tanam 1 skenario 1B pada musim hujan (MH), musim kemarau I (MKI), dan musim kemarau II (MKII) secara berturut-turut adalah jagung (360 ha) - jeruk (5585 ha), jagung (360 ha) - jeruk (5585 ha), dan jagung (360 ha) - jeruk (5585 ha).
- Keuntungan maksimum hasil pertanian yang didapatkan dari hasil optimasi berdasarkan luas lahan tanam adalah Rp. 2,145,200,000,000.00 pada alternatif pola tanam 1 skenario B dengan awal tanam November

I. Keuntungan hasil pertanian yang didapatkan dari hasil optimasi berdasarkan keuntungan pertanian adalah Rp. 2,443,395,000,000.00 pada alternatif pola tanam 1 skenario A dengan awal tanam November I.

Daftar Pustaka

- [1] Anwar, N. (2017). *Rekayasa Sumber Daya Air* (3 ed.). Surabaya: ITS Press.
- [2] Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2013). *Kriteria Perencanaan Irigasi KP-01*. Jakarta: Dirketorat Jenderal Sumber Daya Air.
- [3] Hadi, P., Widyastuti, M., & Sudarmadji. (2014). *Pengelolaan Sumber Daya Air*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [4] Mawardi, E. (2007). *Desain Hidrolik Bangunan Irigasi*. Bandung: ALFABETA.
- [5] Pristianto, H., & Mulyadi. (2018). Aplikasi CROPWAT 8.0 Sebagai Upaya Menganalisa Kebutuhan Air Irigasi dan Hasil Produksi Tanaman Jagung di Kelurahan Matamalagi Kota Sorong.
- [6] Raflesia, U., & Widodo, F. H. (2014). *Pemrograman Linear*. Bengkulu: Badan Penerbitan Fakultas Pertanian UNIB.
- [7] Risfianto, L. (2016). *Studi Optimasi Pola Tanam Pada Daerah Irigasi Baru Banyuwangi Dengan Menggunakan Program Linear*. Surabaya.
- [8] Sari, F. S. (2017). *Perencanaan Pola Tanam pada Daerah Irigasi Nglongah di Kabupaten Trenggalek*. Surabaya.
- [9] Setiawan, A. H. (2017). *Optimasi Pola Tanam Menggunakan Program Linear (Waduk Batu Tegi, DAS Way Sekampung, Lampung)*. Surabaya.
- [10] Sihombing, P. S., & Arsani, A. M. (2021). *Aplikasi Riset Operasional dengan POM-QM* (I ed.). Surabaya: Global Aksara Pers.
- [11] Sutopo, Y., & Utomo, K. S. (2019). *Irigasi & Bangunan Air*. Semarang: LPPM Universitas Negeri Semarang.
- [12] Wilson, E. (1969). *Engineering Hidrology*. London: Macmillan Education.
- [13] Yudhoyono, S. B. (2012). *Indonesia Patent No. UU No 18 Tahun 2012*.

Halaman ini sengaja dikosongkan