



STUDI OPTIMASI IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI SENGKALING KIRI MENGGUNAKAN SIMULASI STOKASTIK *RANDOM SEARCH*

Nanis Prima Dewi¹, Eko Setyawan², Eko Suwarno³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, nanisprima98@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, eko.setyawan.ft@um.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, eko.suwarno.ft@um.ac.id

Abstrak

Daerah Irigasi (DI) Sengkaling Kiri memiliki luas baku sawah 376 Ha dengan 5 saluran sekunder dan 22 petak sawah. Kondisi debit andalan pada musim kering tidak mencukupi. Kondisi tersebut menyebabkan intensitas tanam (persentase luas tanam) kurang optimal. Untuk itu perlu dilakukan optimasi penggunaan air di daerah irigasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui model optimasi irigasi, hasil intensitas tanam (persentase luas tanam) dan hasil keuntungan produksi di daerah irigasi Sengkaling Kiri setelah dilakukan optimasi menggunakan metode stokastik *random search*. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif kuantitatif dengan data sekunder yang diperoleh dari UPT PSDA Kota Malang. Analisis optimasi menggunakan metode stokastik *random search* dengan bantuan *Microsoft Excel*. Neraca air digunakan untuk membandingkan keperluan air irigasi pola tanam dengan yang tersedia. Pola tanam baru yang akan digunakan yaitu Alternatif I (Padi-Padi-Padi), Alternatif II (Padi-Padi-Palawija) dan Alternatif III (Padi-Palawija-Palawija). Berdasarkan analisis optimasi yang telah dilakukan, Alternatif I yaitu Padi-Padi-Padi menunjukkan hasil paling optimum. Hasil keuntungan pada Alternatif I untuk kondisi debit air rendah (Q80%), normal (Q50%) dan basah (Q30%) secara berurutan yaitu sebesar Rp44.770.000,00, Rp109.500.000,00 dan Rp261.230.000,00. Nilai intensitas tanam (persentase luas tanam) pada Alternatif I untuk kondisi debit air rendah (Q80%), normal (Q50%) dan basah (Q30%) secara berurutan yaitu 172,61%, 180,83% dan 212,48%.

Kata kunci: Irigasi, Optimasi, Keuntungan.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya air untuk kebutuhan di sektor pertanian sangat bertambah besar akhir-akhir ini yang disebabkan olen semakin pesatnya pertumbuhan penduduk dan aktivitas pertaniannya. Sehingga kebutuhan air untuk irigasi juga bertambah pesat. Masalah tersebut dapat ditangani dengan perencanaan pemanfaatan air secara optimal dengan cara pendistribusian air serta perencanaan pola tata tanam.

Menurut UPT PSDA Kota Malang (2019), Bendung Sengkaling memiliki baku sawah seluas 463 Ha, dengan luas daerah irigasi Sengkaling Kiri 376 Ha. Pola tanam yang digunakan pada eksisting adalah Padi-Padi-Padi serta Palawija di setiap musimnya. Musim tanam ada 3 yaitu Musim Tanam I (MTI) bulan Oktober-Januari, Musim Tanam II (MTII) bulan Februari-Mei dan Musim Tanam III (MTIII) bulan Juni-September. Kondisi kebutuhan air dan pola tanam di eksisting pada sebagian petak belum terpenuhi. Kondisi tersebut menyebabkan kurang maksimalnya keuntungan hasil panen, oleh karena itu dibutuhkan optimasi penggunaan air di daerah tersebut.

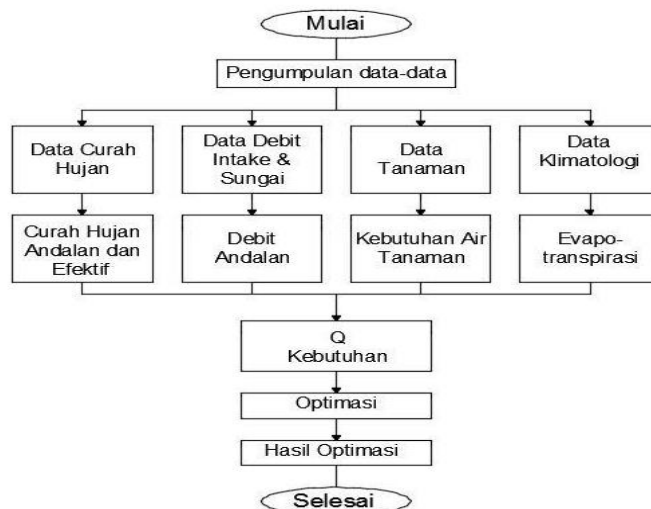
Menurut Puspitasari, I. (2016), pada ilmu pengetahuan stokastik, kata stokastik memang sinonim dengan acak (*random*), tetapi dalam hidrologi kata tersebut digunakan secara khusus untuk susunan waktu yang didalamnya hanya beberapa saja yang bersifat acak. Metode optimasi stokastik adalah model matematik dimana indikasinya dapat diukur dengan derajat

kepastian yang tidak stabil. Menurut Floudas, C.A. & Pardalos, P.M. (2009), metode random search atau pencarian acak adalah metode stokastik yang hanya mengandalkan pengambilan sampel acak dari masalah yang memungkinkan. Metode optimasi stokastik juga termasuk iterasi-iterasi *random*.

Penelitian ini melakukan simulasi objek studi dan akan dihasilkan alternatif untuk pola pembagian air dengan kondisi pola tanam tanam yang berbeda dengan menggunakan optimasi. Pola tanam yang direncanakan yaitu Alternatif I (Padi-Padi-Padi), Alternatif II (Padi-Padi-Palawija) dan Alternatif III (Padi-Palawija-Palawija). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui model optimasi irigasi, hasil intensitas tanam (persentase luas tanam) dan hasil keuntungan produksi di daerah irigasi Sengkaling Kiri setelah dilakukan optimasi menggunakan metode stokastik *random search*.

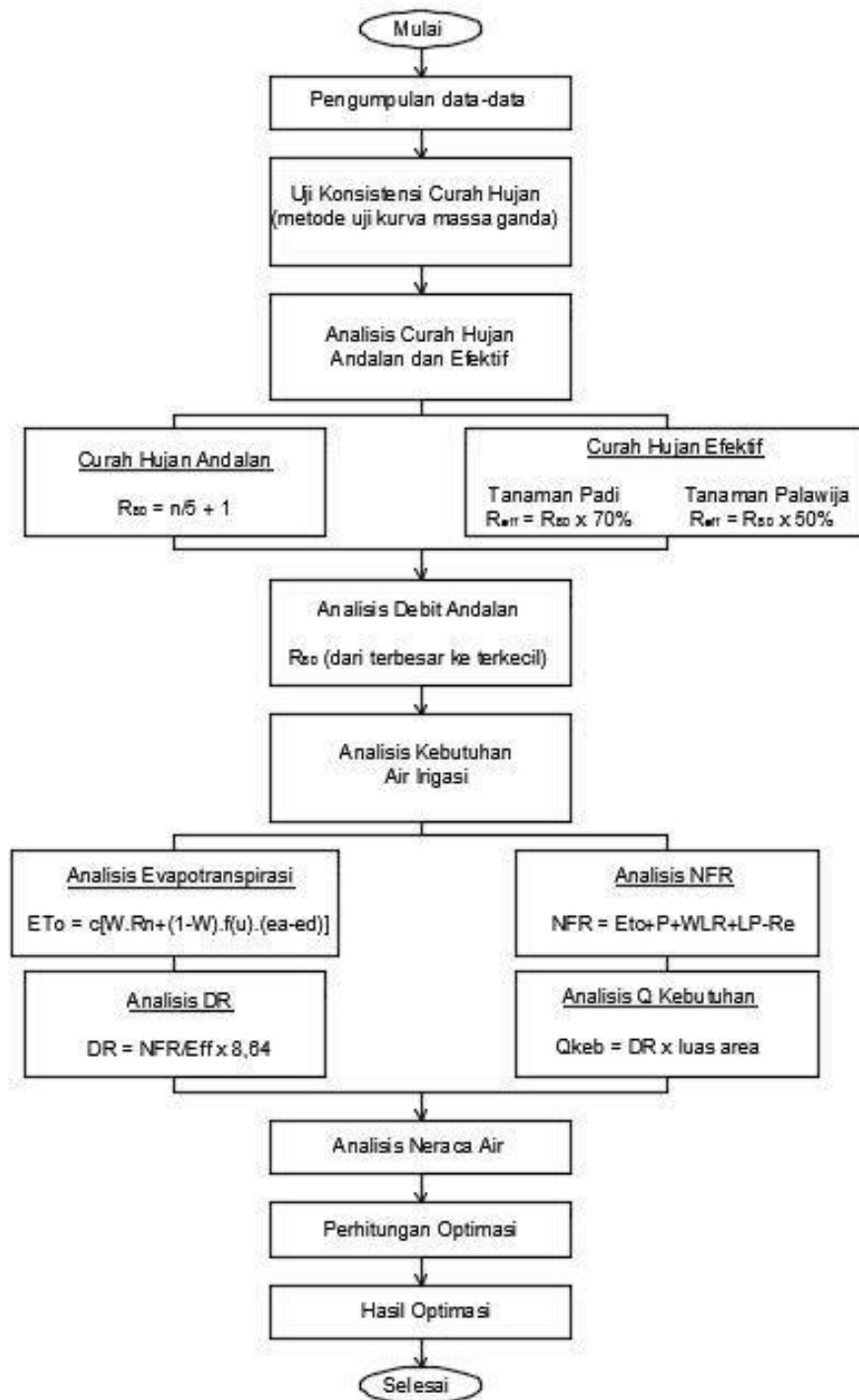
2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder. Data sekunder meliputi data pada daerah irigasi Sengkaling Kiri yang diperoleh dari UPT PSDA Kota Malang. Subyek dalam penelitian ini adalah daerah Irigasi Sengkaling Kiri. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



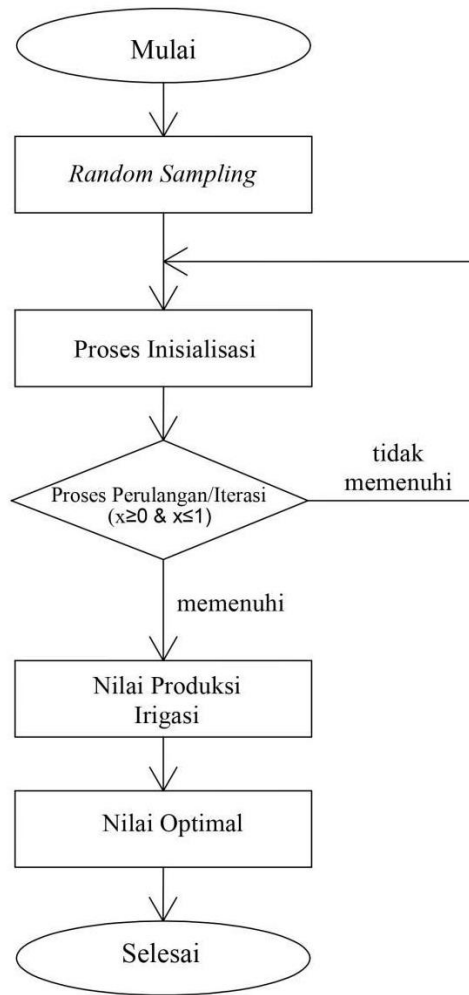
Gambar 1. Rancangan Penelitian

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini melalui tahapan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Penelitian Tahapan Analisis Data

Perhitungan optimasi pemberian air irigasi menggunakan simulasi stokastik model *Random Search*. Alur perhitungan optimasi dengan simulasi stokastik model *Random Search* tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Perhitungan Optimasi

3. HASIL PENELITIAN

Hasil analisis data penelitian meliputi:

3.1. Analisis Keakuratan Curah Hujan Melalui Uji Konsistensi

Analisis keakuratan curah hujan melalui uji konsistensi hujan dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diolah adalah data yang konsisten atau tidak. Koefisien determinasi dengan simbol R^2 merupakan proporsi variabilitas dalam suatu data yang dihitung didasarkan pada model statistik. Jika R^2 sama dengan 1 maka angka tersebut menunjukkan garis regresi cocok dengan data secara sempurna, sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan di Stasiun Pendem dan Stasiun Pos Blimbing konsisten satu sama lain.

3.2. Analisis Curah Hujan Andalan dan Efektif

- Analisis Curah Hujan Andalan

Data hasil perhitungan curah hujan andalan di stasiun hujan Pos Blimbing dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Probabilitas Curah Hujan Andalan R80% Stasiun Hujan Pos Blimbing

Curah hujan ke-8 (R80%)				
Rata-rata	Max		Min	
31,278 mm	April periode I	108 mm	April periode III	9 mm

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

- Analisa Curah Hujan Efektif Tanaman Padi dan Palawija
Data hasil perhitungan curah hujan efektif bulan Oktober sampai bulan September di stasiun hujan Pos Blimbing dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif untuk Padi dan Palawija Stasiun Hujan Pos Blimbing

Re Padi (mm)			Re Palawija (mm)						
Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min				
2,180	April periode I	7,560	April periode III	0,630	1,557	April periode I	5,400	April periode III	0,450

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

3.3. Analisis Debit Andalan

Data debit diperoleh dari pengukuran debit 10 harian selama 10 tahun, dengan menggunakan metode *Basic Year*. Data hasil perhitungan debit andalan di Bendung Sengkaling Intake Kiri dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Rerata Debit Andalan Bendung Sengkaling Intake Kiri

Musim Tanam	Bulan	Rerata Q80% (m ³ /dtk)	Rerata Q50% (m ³ /dtk)	Rerata Q30% (m ³ /dtk)
Musim Tanam I	Oktober	0.437	0.515	0.747
	November	0.451	0.416	0.628
	Desember	0.398	0.189	0.465
	Januari	0.416	0.475	0.599
	Februari	0.358	0.456	0.587
Musim Tanam II	Maret	0.427	0.474	0.632
	April	0.401	0.489	0.853
	Mei	0.437	0.553	0.961
Musim Tanam III	Juni	0.483	0.605	0.911
	Juli	0.462	0.578	0.871
	Agustus	0.459	0.610	0.692
	September	0.456	0.614	0.856

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

3.4. Analisis Kebutuhan Air

Analisa kebutuhan air digunakan untuk memastikan jumlah air yang digunakan memenuhi, kebutuhan air terdiri dari luas daerah irigasi dan pola tanam Perhitungan kebutuhan air adalah sebagai berikut:

- Analisis Evapotranspirasi (Eto)

Perhitungan Eto berdasarkan rumus *Penman* yang dimodifikasi untuk perhitungan di daerah Indonesia. Data klimatologi pada daerah penelitian diambil dari stasiun yang terdekat dengan Daerah Irigasi (DI) yaitu stasiun klimatologi Karangploso. Rekapitulasi data Evapotranspirasi (Eto) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Data Evapotranspirasi (Eto)

Evapotranspirasi (Eto)	Rata-rata	Max	Min
mm/hari	4,605	Oktober	6,03
mm/bulan	138,15		186,806
			Juni
			3,56
			106,819

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

- Analisis Netto Field Water Requirement (NFR)

Data hasil perhitungan NFR untuk Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Netto Field Water Requirement (NFR) Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif II

Eksisting									
NFR Padi (mm/hr)					NFR Palawija (mm/hr)				
Rata ²	Max	Min			Rata ²	Max	Min		
16,45	Sep periode I	21,80	Maret periode I	6,27	5,62	Sep periode I,II,III	7,91	Maret periode I	0,81
Alternatif I									
NFR Padi (mm/hr)					NFR Palawija (mm/hr)				
Rata ²	Max	Min			Rata ²	Max	Min		
17,43	Sep periode II,III	20,91	Maret periode I	10,70					
Alternatif II									
NFR Padi (mm/hr)					NFR Palawija (mm/hr)				
Rata ²	Max	Min			Rata ²	Max	Min		
15,45	Okt periode I	20,71	Maret periode I	6,27	5,03	Ags periode I,II	6,72	Juni periode I	3,07
Alternatif III									
NFR Padi (mm/hr)					NFR Palawija (mm/hr)				
Rata ²	Max	Min			Rata ²	Max	Min		
15,28	Okt periode I	20,71	Des periode II	9,99	4,48	Sep periode I,II,III	7,85	Feb periode I	-0,07

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

- Analisis Kebutuhan Air Pengambilan atau *Retrieval Door Water Requirement (DR)*

Retrieval Door Water Requirement (DR) atau kebutuhan air pengambilan dihitung dengan membagi *Netto Field Requirement (NFR)* dengan efisiensi saluran (*Eff*) dikalikan 8,64 (faktor pengali). Perhitungan *DR* untuk Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Retrieval Door Water Requirement (DR) Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III

Eksisting						DR Palawija (mm/hr)								
DR Padi (mm/hr)			Min			Rata ²			Max			Min		
1,57	Okt	2,39	0,54	Maret	0,54	0,52	Sep	0,85	0,85	Maret	0,07	0,07	Maret	0,07
	periode			periode			periode			periode			periode	
	I			I			II,III			I			I	
Alternatif I						DR Palawija (mm/hr)								
DR Padi (mm/hr)			Min			Rata ²			Max			Min		
1,74	Okt	2,39	0,94	Maret	0,94									
	periode			periode										
	I			I										
Alternatif II						DR Palawija (mm/hr)								
DR Padi (mm/hr)			Min			Rata ²			Max			Min		
1,54	Nov	4,41	0,54	Maret	0,54	0,46	Ags	0,72	0,72	Juni	0,22	0,22	Juni	0,22
	periode			periode			periode			periode			periode	
	III			I			I,II			I			I	
Alternatif III						DR Palawija (mm/hr)								
DR Padi (mm/hr)			Min			Rata ²			Max			Min		
1,66	Okt	2,39	9,99	Des	9,99	0,41	Sep	0,84	0,84	Feb	-0,01	-0,01	Feb	-0,01
	periode			periode			periode			periode			periode	
	I			II			II,III			I			I	

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

- Analisis Debit (Q) Kebutuhan

Q kebutuhan dicari dengan mengalikan DR dengan luas area. Data hasil perhitungan Q dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Debit (Q) Kebutuhan Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III

Eksisting						Alternatif I											
(m ³ /det)						(m ³ /det)											
Rata ²			Max			Min			Rata ²			Max			Min		
0,545	Okt	0,847	0,181	Maret	0,181	0,560	Okt	0,820	0,820	Juni	0,229	0,229	Juni	0,229	0,229	0,229	
	periode			periode			periode			periode			periode				
	I			I			I			III			III				
Alternatif II						Alternatif III											
(m ³ /det)						(m ³ /det)											
Rata ²			Max			Min			Rata ²			Max			Min		
0,350	Okt	0,820	0,006	Juni	0,006	0,199	Okt	0,820	0,820	Maret	-0,002	-0,002	Maret	-0,002	-0,002	-0,002	
	periode			periode			periode			periode			periode				
	I			I			I			I			I				

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

3.5. Analisis Neraca Air

Analisis neraca air diperlukan untuk memastikan debit yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan debit air irigasi. Saat menghitung neraca air, pengambilan air yang dihasilkan dari perencanaan pola tanam yang digunakan dibandingkan dengan

debit yang tersedia. Kebutuhan air dari perhitungan analisis dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kebutuhan Air

Kebutuhan Air	MAX		MIN	
Eksisting (Padi-Padi-Padi) + Palawija	Oktober periode I	0,847 m ³ /det	Mei periode I	0,181 m ³ /det
Alternatif I (Padi-Padi-Padi)	Oktober periode I	0,820 m ³ /det	Juni periode III	0,229 m ³ /det
Alternatif II (Padi-Padi-Palawija)	Oktober periode I	0,820 m ³ /det	Juni periode I	0,035 m ³ /det
Alternatif III (Padi-Palawija-Palawija)	Oktober periode I	0,820 m ³ /det	Juli periode II dan III	0,038 m ³ /det
kondisi debit air basah (Q30%)	Mei periode III	0,992 m ³ /det	Desember periode II	0,448 m ³ /det
kondisi debit air basah (Q50%)	Juni periode I	0,676 m ³ /det	Desember periode II	0,172 m ³ /det
kondisi debit air basah (Q80%)	Juni periode II	0,491 m ³ /det	Februari periode I	0,336 m ³ /det

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

3.6. Analisis Optimasi

Perhitungan optimasi pemberian air irigasi menggunakan simulasi stokastik model Random Search. Nilai faktor pengali untuk petak dicari dengan bilangan acak tiap petak dibagi dengan \sum petak. Proses inialisasi yaitu faktor pengali untuk tiap petak dikalikan dengan debit penjatahan. Data hasil perhitungan pemenuhan debit petak dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Pemenuhan Debit Petak

Kondisi	Musim Tanam	Keterangan		
		80%	50%	30%
Eksisting, Alternatif I,II dan III	Musim Tanam I,II dan III	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

Hasil proses inialisasi mendapatkan kebutuhan air semua kondisi untuk semua musim tanam terpenuhi. Setelah dilakukan dilakukan simulasi diperoleh nilai pembagian air optimal. Sehingga dapat dicari nilai produksi relatif menggunakan rumus sinus perkalian. Nilai total produksi riil untuk Alternatif I pada dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Total Produksi Riil untuk Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III

Kondisi	Debit	Musim Tanam		
		Musim Tanam I (MTI)	Musim Tanam I I (MTII)	Musim Tanam III (MTIII)
(Juta Rp.)				

Kondisi	Debit	Musim Tanam		
		Musim Tanam I (MTI)	Musim Tanam II (MTII)	Musim Tanam III (MTIII)
Eksisting	80%	55.60	97.04	124.10
	50%	1.85	92.85	99.30
	30%	72.82	173.43	242.56
Alternatif I	80%	0.27	0.11	44.77
	50%	0.02	77.88	109.50
	30%	63.33	261.23	176.83
Alternatif II	80%	6.70	1.46	3.09
	50%	0.04	10.73	4.83
	30%	86.05	153.12	6.60
Alternatif III	80%	1.26	0.63	0.70
	50%	0.07	1.04	0.61
	30%	0.21	1.12	0.84

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

Selanjutnya dapat dicari intensitas tanam (persentase luas tanam). Tujuan penilaian intensitas tanam (persentase luas tanam) untuk mengetahui besar intensitas tanam (persentase luas tanam) saat ini untuk meningkatkan intensitas tanam (persentase luas tanam) berikutnya. Intensitas tanam (persentase luas tanam) dapat dicari dengan menjumlahkan nilai persentase tanaman di setiap musim tanam. Nilai intensitas tanam (persentase luas tanam) dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Intensitas Tanam (Persentase Luas Tanam) untuk Eksisting, Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III

Alternatif	Nilai intensitas tanam (persentase luas tanam)		
	80%	50%	30%
Eksisting	171.19	188.31	217.87
Alternatif I	172.61	180.83	212.48
Alternatif I	211.15	216.76	242.22
Alternatif I	247.41	243.90	262.92

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

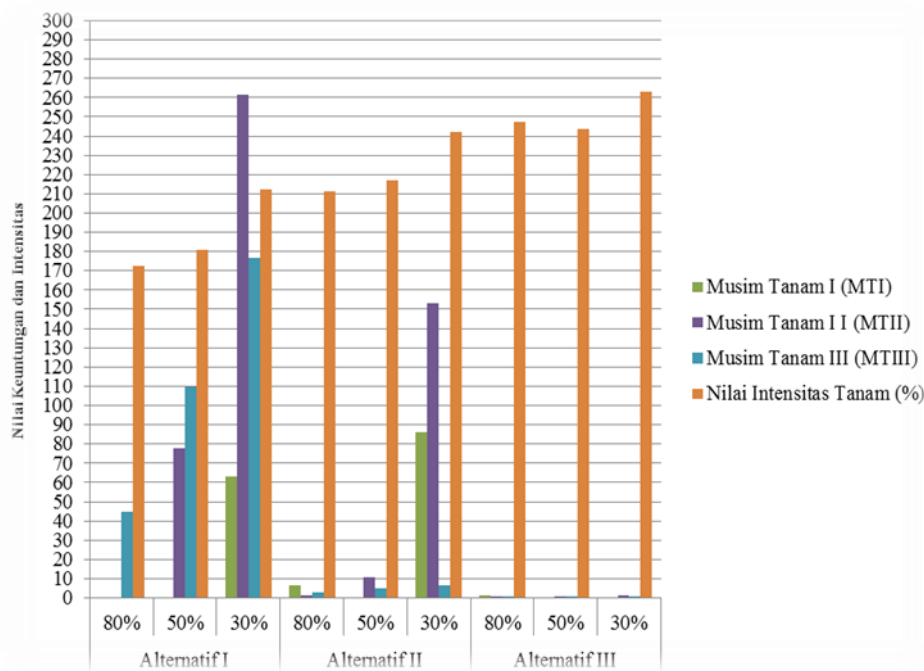
4. PEMBAHASAN

Berikut pembahasan yang akan dijabarkan:

- 1) Pola tanam yang digunakan untuk optimasi yaitu Alternatif I menggunakan pola tanam Padi – Padi – Padi, Alternatif II pola tanam Padi – Padi – Palawija dan Alternatif III pola tanam Padi – Palawija – Palawija. Awal tanam dimulai pada bulan Oktober untuk setiap Alternatif dan ada tiga periode untuk setiap bulannya. Musim tanam I dilakukan pada Musim Hujan yaitu bulan Oktober – Januari, musim tanam II yaitu bulan Februari – Mei dan musim tanam III yaitu bulan Juni – September. Musim Tanam I yaitu saat Musim Hujan, Musim Tanam II yaitu saat Musim Kering I dan Musim Tanam III yaitu saat Musim Kering II. Data tanaman dicatat setiap 10 harian

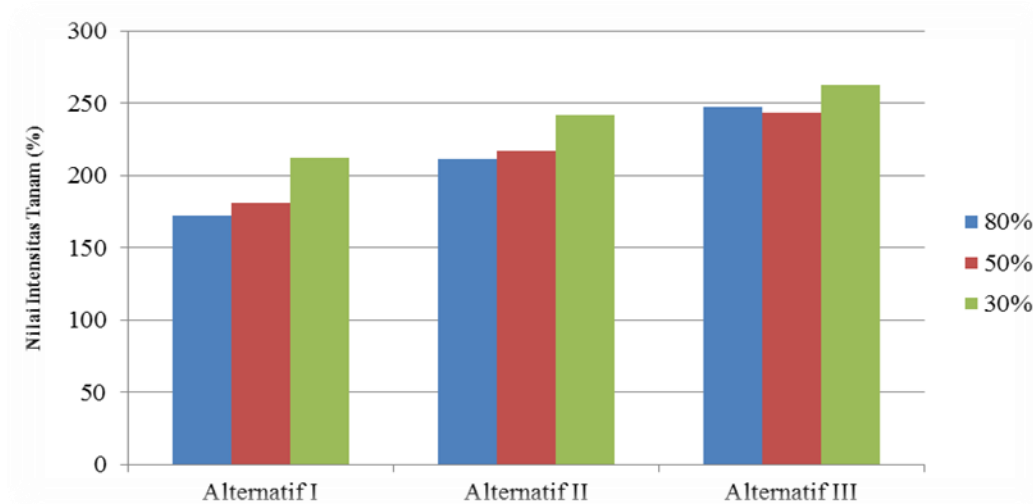
Hasil penelitian menunjukkan dari tiga Alternatif yang digunakan, Alternatif I memberikan hasil yang mendekati optimum. Kebutuhan debit untuk Alternatif I dapat dikatakan mencukupi untuk Musim Kering I yaitu Musim Tanam II, Musim Kering II dan Musim Tanam III. Hasil keuntungan paling optimum ada pada kondisi debit air normal (Q30%) di Musim Tanam II sebesar Rp261.230.000,00, sedangkan untuk hasil intensitas tanam (persentase luas tanam) paling optimum ada pada kondisi debit air

normal (Q30%) sebesar 212,48%. Hasil nilai intensitas tanam (persentase luas tanam) dan nilai keuntungan untuk Alternatif I, II dan III dapat dilihat pada Gambar 4.



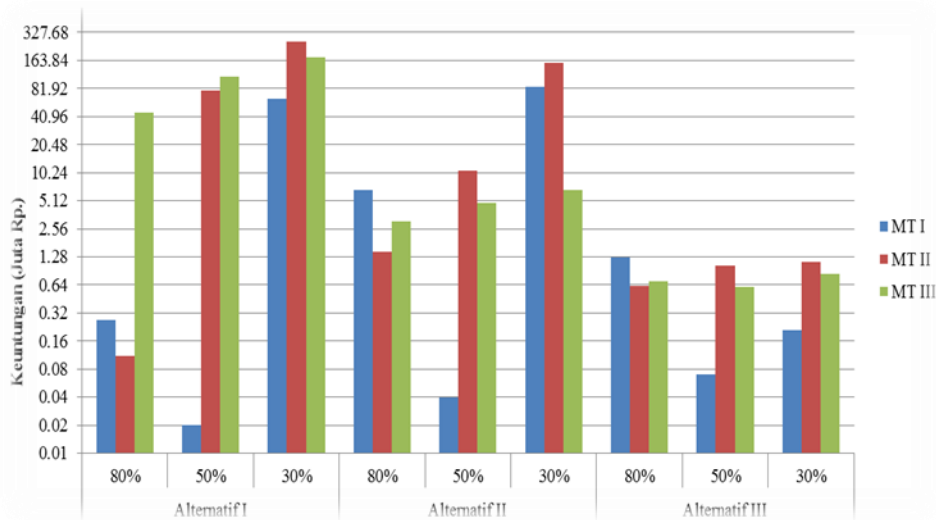
Gambar 4. Hasil Nilai Intensitas Tanam (Persentase Luas Tanam) dan Nilai Keuntungan Untuk Alternatif I, II dan III

2) Nilai intensitas tanam (persentase luas tanam) setelah dilakukan optimasi menggunakan metode stokastik model *random search* menghasilkan nilai intensitas tanam (persentase luas tanam) paling optimum pada Alternatif III. Hasil intensitas tanam (persentase luas tanam) pada Alternatif I,II dan III dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Intensitas Tanam (Persentase Luas Tanam) pada Alternatif I,II dan III

- 3) Nilai hasil keuntungan setelah dilakukan pengoptimalan menggunakan metode stokastik model *random search* menghasilkan nilai intensitas tanam (persentase luas tanam) paling optimum pada Alternatif I. Hasil nilai keuntungan untuk Alternatif I, II dan III dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Hasil Keuntungan pada Alternatif I,II dan III

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis adalah:

- 1) Berdasarkan perencanaan dari 3 alternatif, Alternatif I yaitu Padi – Padi – Padi dapat dikatakan memberi hasil yang paling optimum.
- 2) Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil intensitas tanam (persentase luas tanam) terbesar untuk kondisi debit air rendah (Q80%) dan basah (Q30%) pada Alternatif III secara berurutan yaitu 247,41% dan 262,92%, sedangkan hasil untuk kondisi debit air normal (Q50%) pada Alternatif II yaitu 243,90%.
- 3) Berdasarkan hasil simulasi dapat diketahui bahwa pola tanam Alternatif I yaitu Padi-Padi-Padi mempunyai hasil keuntungan yang paling optimum. Hasil keuntungan untuk Alternatif I untuk kondisi debit air rendah (Q80%), normal (Q50%) dan basah (Q30%) secara berurutan yaitu Rp44.770.000,00, Rp109.500.000,00 dan Rp261.230.000,00. Nilai intensitas (persentase luas tanam) untuk Alternatif I untuk kondisi debit air rendah (Q80%), normal (Q50%) dan basah (Q30%) secara berurutan yaitu 172,61%, 180,83% dan 212,48%. Luas tanam yang optimal untuk Alternatif I terletak pada petak ke-10 yaitu BLB.2/ka/Tgl.Wulung dengan luas tanaman padi 4 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Floudas, C.A. & Pardalos, P.M. 2009. *Encyclopedia of Optimization*, (Online), (<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-0-387-74759-0#aboutBook>, diakses 14 April 2020).
- Puspitasri, I. 2016. Analisa Kapasitas Tampung Waduk Sutami Terhadap Produksi Irigasi di Daerah Irigasi Lodoyo, (Online), (<http://repository.ub.ac.id/id/eprint/144511/>, diakses 8 April 2021).
- Unit Pelaksana Teknis Pekerjaan Umum Sumber Daya Air (UPT PSDA). 2019. Data Tanaman. Malang.