

Kajian Kelayakan Finansial Alat Pengusir Burung Tanaman Padi Berbasis Sinar Laser

Financial Feasibility Study of a Laser-Based Bird Repeller for Rice Crops

Hyacintha Dinda Septiana Putri, I Wayan Widia*, I Gusti Ketut Arya Arthawan

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: wayanwidia@unud.ac.id

Abstrak

Serangan burung pada tanaman padi dapat menyebabkan kerugian bagi petani yaitu menurunkan produksi padi. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser. Alat ini terdiri dari unit pemancar laser, unit kerangka, unit kontrol dan kendali jarak jauh, serta unit pembangkit energi yang dirancang menjadi satu sehingga dapat berfungsi sesuai harapan. Secara teknis alat ini berpotensi mengurangi kerusakan akibat serangan burung, akan tetapi belum tersedia informasi terkait dengan kelayakan dari aspek finansial. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji kelayakan finansial dari alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser. Data yang digunakan dalam kajian ini meliputi biaya investasi alat, biaya tetap, biaya operasional, pengurangan *losses*, pengurangan tenaga kerja, nilai sisa alat, dan nilai penyusutan alat. Asumsi-asumsi yang diberlakukan dalam kajian ini adalah besaran biaya tetap tahunan sama sepanjang periode analisis, umur ekonomis 5 tahun, dan suku bunga analisis 6%/tahun. Ada 4 kriteria yang digunakan untuk menilai kelayakan finansial yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period*, dan *Benefit Cost Ratio* (BCR). Hasil kajian menunjukkan bahwa alat pengusir burung berbasis sinar laser dapat dinyatakan layak secara finansial yang dicirikan oleh besaran nilai NPV Rp 10.381.941,88; nilai IRR 23,91%; *Payback Period* 2,83 tahun; dan BCR 1,21. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa alat ini tidak layak secara finansial ketika terjadi kondisi ekonomi penurunan penerimaan dan sekaligus kenaikan pengeluaran sebesar 10%, 20%, dan 30% setiap tahunnya; dan menunjukkan bahwa perubahan tingkat suku bunga, paling berpengaruh terhadap nilai NPV.

Kata Kunci : alat pengusir burung berbasis sinar laser, kriteria kelayakan finansial, serangan burung

Abstract

Birds attack of rice plants can cause losses for farmers by reducing rice production. To overcome this problem, a laser light-based rice bird repeller was developed. This repeller consists of a laser transmitter unit, frame unit, control and remote-control unit, and energy generator unit designed into one so that it can function as expected. Technically, this repeller can potentially reduce damage from birds attack, but more information is needed regarding its financial feasibility. This study aimed to assess the economic feasibility of a laser-based rice bird repeller. The data used in this study include investment costs, fixed costs, operational costs, reduction of losses, reduction of labor, residual value, and depreciation value. The assumptions applied in this study are that the annual fixed costs are the same throughout the analysis period, the economic life is five years, and the analysis interest rate is 6% /year. There are four criteria used to assess financial feasibility, namely Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Payback Period, and Benefit Cost Ratio (BCR). The results show that the laser-based bird repeller can be declared financially feasible, as indicated by an NPV value of IDR 10.381.941,88, an IRR value of 23,91%, a Payback Period of 2,83 years and a BCR of 1,21. Based on the sensitivity analysis results, it shows that this repeller remains financially not feasible under economic conditions of declining revenue and simultaneous increases in expenses by 10%, 20%, and 30% annually, and it indicates that changes in interest rates have the most significant impact on the NPV value.

Keywords: laser light-based rice bird repeller, financial feasibility criteria, birds attack

PENDAHULUAN

Padi sebagai pangan pokok menjadi fokus utama dalam pertanian Indonesia, namun serangan burung sering mengganggu budidaya tanaman padi dan

mengurangi produksi. Serangan burung pada tanaman padi terjadi saat padi berumur 11 hingga 14 Minggu Setelah Tanam (Bari et al., 2021). Serangan tersebut menyebabkan penurunan produksi yang signifikan mencapai 30-50 persen menurut Ziyadah

(2011) dalam Ardjansyah et al. (2017). Burung yang menyerang tersebut bisa mengonsumsi hingga 5 gram padi per hari menurut Salsabila (1991) dalam Hardiansyah (2020). Kerusakan yang disebabkan oleh burung telah menjadi masalah yang serius di banyak belahan dunia dan menjadi tantangan tersendiri bagi petani (Maurice et al., 2020).

Banyak upaya telah dilakukan petani untuk mengatasi permasalahan serangan burung yaitu membunyikan kaleng sambil berkeliling sawah, membuat orang-orangan sawah, dan memasang jaring, namun metode tersebut tidak efektif dan efisien (Roihan et al., 2020) (Muminov et al., 2017). Metode lain yaitu petani terjun langsung ke lahan sawah untuk mengusir burung yang hinggap di tanaman padi. Namun, metode tersebut sangat melelahkan dan merepotkan terlebih jika lahan sawah luas, sehingga tidak jarang petani memperkerjakan orang untuk menjaga sawah karena lahan tanam yang sangat luas (Adhitya, 2018). Hal tersebut merugikan bila dilihat dari segi ekonomi, kurang efektif dan efisien karena petani harus mengeluarkan biaya tambahan untuk membayar upah mereka.

Beberapa tahun terakhir, kemajuan teknologi sinar laser membuka peluang baru dalam mengatasi serangan burung. Salah satu solusi inovatif adalah pengembangan alat pengusir burung berbasis sinar laser, yang merupakan bagian dari penerapan *smart farming*. Alat ini terdiri dari unit: pemancar laser, kerangka, kontrol dan kendali jarak jauh, serta pembangkit energi yang dirancang menjadi satu sehingga dapat berfungsi sesuai harapan. Melalui pemanfaatan teknologi digital, petani dapat mengendalikan perangkat pengusir burung dengan *smartphone* memanfaatkan IoT (*Internet of Things*). Alat tersebut bekerja dengan mengarahkan sinar laser ke area lahan sawah tanaman padi secara acak dengan gerakan vertikal dan horizontal, pantulan sinar laser tersebut pada daun tanaman akan mengganggu dan mengusir burung dari lahan sawah. Penyesuaian waktu aktif alat yang tepat berdasarkan pola serangan atau aktivitas burung, penggunaan alat ini dapat dioptimalkan untuk hasil yang maksimal. Penerapan alat ini berpotensi menghindarkan petani dari kerugian dengan mengurangi kerusakan padi akibat serangan burung. Penggunaan alat ini terdengar menjanjikan, namun diperlukan kajian finansial alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser dahulu sebelum digunakan oleh petani secara luas.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji kelayakan finansial dari penerapan *smart farming*, diantaranya adalah penelitian oleh Shruthi et al. (2017) tentang penerapan *precision farming* pada

padi, penelitian oleh Odelia & Sulistyowati (2020) tentang sistem irigasi presisi (*encomotion*) pada paprika, penelitian oleh Khoiris & Thoriq (2022) tentang sistem *smart watering* pada selada romaine, dan penelitian oleh Buranabanyat & Laosuthi (2023) tentang *smart farming* pada sayuran organik. Penelitian terdahulu tersebut menunjukkan penerapan *smart farming* layak secara finansial dan memiliki potensi untuk memberikan hasil finansial yang menguntungkan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sistem dan Manajemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Kampus Sudirman; dan Desa Taman, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung, Bali. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari laptop, kalkulator, dan *software* Microsoft Excel, sedangkan bahan yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Adapun spesifikasi dari alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser yaitu memiliki dimensi panjang 100 cm, lebar 100 cm, tinggi 100-150 cm; modul laser 2 x 532Nm 100mW; baterai VRLA 12V 20Ah; *solar cell* 10Wp; daya mode *standby* 3 Watt dan daya mode *use* 8,4 – 12 Watt; mikrontroler ESP-32; motor stepper nema 17; driver stepper TB6600; servo mg90s; LCD I2C 4 x 20; dan bahan *stainless steel*, PVC.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan data dengan berdasarkan pertimbangan tertentu untuk mencapai tujuan tertentu (Arikunto, 2010). Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif yaitu data yang berisikan angka-angka mengenai sejumlah biaya. Sumber datanya berasal dari data primer dan sekunder, dapat dilihat pada Tabel 1. Data primer dikumpulkan melalui *individual communication* dengan pembuat alat, meliputi biaya investasi alat, umur teknis alat, dan perawatan alat; dan dengan petani, meliputi upah tenaga kerja. Data sekunder bersumber dari Badan Pusat Statistik Indonesia, dan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia.

Batasan Penelitian

Penelitian ini hanya akan mengkaji kelayakan finansial dari alat pengusir burung selama 5 tahun dan untuk aspek teknis alat tidak dihitung.

Tabel 1. Data-data finansial alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser

No	Uraian	Nilai	
1	Umur ekonomis	5 tahun	
2	Jumlah tenaga kerja manual	3 orang/ha	(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023a)
3	Jam kerja perhari tenaga kerja manual	8 jam/hari	
4	Jumlah hari kerja tenaga kerja manual	21 hari/musim tanam	(Bari et al., 2021)
5	Upah tenaga kerja manual	Rp 93.075,33 /hari	(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022) dan petani Desa Taman, Kecamatan Abiansemal, Bali
6	Suku bunga bank	6% /tahun	(PERMENTAN Republik Indonesia No. 3 Tahun 2021)
7	Luas lahan	1 ha	
8	Jumlah alat yang diperlukan	4 unit/ha	
9	Musim tanam	2x /tahun	
10	Nilai sisa alat	10% dari total investasi	
11	Perawatan berkala	2% dari total investasi	
12	Penggantian komponen	5% dari total investasi	
13	Produksi padi	53,98 juta ton pada lahan 10,21 juta ha*	(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024a)
14	Kehilangan <i>losses</i> akibat serangan burung	30% dari produksi padi	Ziyadah (2011) dalam (Ardjansyah et al., 2017)
15	Pengurangan <i>losses</i> akibat serangan burung	10% dari kehilangan <i>losses</i>	
16	Harga GKG	Rp 6.886,00 /kg*	(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023b)

Keterangan: *) dalam satuan GKG

Analisis Data

Hasil perhitungan kelayakan finansial akan valid jika data finansial yang digunakan tetap konsisten dengan yang digunakan dalam penelitian ini.

Kelayakan Finansial

Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan perhitungan nilai bersih (net) pada saat ini (Zakia et al., 2022). Menurut Sugandi & Wahyu (2018) secara sistematis Persamaan [1]:

$$NPV = \sum PV \text{ pendapatan} - \sum PV \text{ pengeluaran} \quad [1]$$

Pengambilan keputusan (Khofiyah et al., 2023):

NPV > 0 (positif), maka alat layak digunakan;

NPV = 0, tingkat pengembalian setara suku bunga;

NPV < 0 (negatif), maka alat tidak layak digunakan.

Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) yaitu menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai investasi saat ini dengan pendapatan kas bersih di masa yang akan datang (Arip & Thoriq, 2022). Menurut Murti et al. (2017) secara sistematis Persamaan [2]:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1) \quad [2]$$

Keterangan:

NPV₁ = NPV terakhir bernilai (+)

NPV₂ = NPV terakhir bernilai (-)

i₁ = Tingkat suku bunga pada NPV bernilai (+)

i₂ = Tingkat suku bunga pada NPV bernilai (-)

Pengambilan keputusan (Murti et al., 2017):

IRR > MARR, maka layak dijalankan;

IRR < MARR, maka tidak layak dijalankan.

Payback Period (lama waktu pengembalian)

Payback Period mewakili jangka waktu agar aliran kas yang dihasilkan oleh investasi sama dengan pengeluaran awal kas (Patil & Poddar, 2016). Menurut Khofiyah et al. (2023) secara sistematis Persamaan [3]:

$$Payback \ Period = n + \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 1 \text{ tahun} \quad [3]$$

Keterangan:

a = Jumlah *original investment*

b = Jumlah kumulatif *cash flow* pada tahun ke-n

c = Jumlah kumulatif *cash flow* pada tahun ke-n + 1

n = Tahun terakhir jumlah *cash flow* belum menutup *original investment*

Pengambilan keputusan menurut Khofiyah et al. (2023) yaitu *payback period* lebih cepat dari umur ekonomis maka layak, sedangkan *payback period* lebih lama dari umur ekonomis maka tidak layak.

Benefit Cost Ratio (BCR)

BCR merupakan perbandingan nilai sekarang pendapatan dengan nilai sekarang pengeluaran selama investasi berlangsung (Thoriq et al., 2018). Menurut Sugandi & Wahyu (2018) Persamaan [4]:

$$BCR = \frac{\sum PV \text{ pendapatan}}{\sum PV \text{ pengeluaran}} \quad [4]$$

Pengambilan keputusan (Sugandi & Wahyu, 2018):
BCR > 1, maka layak dan menguntungkan;
BCR < 1, maka tidak layak dan merugikan.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat sensitivitas hasil perhitungan terhadap perubahan-perubahan yang mungkin terjadi selama umur investasi (Kusuma & Mayasti, 2014). Variabel yang digunakan pada analisis sensitivitas yaitu:

1. Penurunan penerimaan dan kenaikan pengeluaran sebesar 10%, 20%, dan 30%. (Rando et al., 2021).
2. Variasi tingkat suku bunga, yaitu suku bunga investasi dari Bank Persero (9,44%), Bank Pemerintah Daerah (9,06%), dan Bank Swasta Nasional (8,26%). (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Biaya

Biaya Investasi

Biaya investasi penggunaan alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser merupakan biaya awal yang dikeluarkan untuk membeli alat pada tahun nol. Biaya investasi untuk satu unit alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar adalah sebesar Rp 4.690.680,50, sedangkan diperlukan dua unit alat untuk lahan seluas satu hektar maka total biaya investasi sebesar Rp 18.762.722,00 seluruh biaya investasi merupakan dana pinjam. Rincian biaya estimasi komponen penyusun alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser dapat dilihat pada Tabel 2.

Biaya Tetap

Biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan dan biaya bunga modal, keduanya merupakan komponen yang

konsisten dan tidak berubah tergantung pada volume produksi atau penggunaan alat menurut Santosa (2009) dalam Smaradhana et al. (2019). Selaras dengan penelitian oleh Shruthi et al. (2017) dan Sartika et al. (2018), biaya penyusutan dan bunga modal termasuk dalam biaya tetap. Biaya penyusutan mencerminkan depresiasi alat seiring waktu, dalam penelitian ini biaya penyusutan yang dihitung adalah alat pengusir burung menggunakan metode penyusutan garis lurus, biaya penyusutan pertahun yaitu Rp 3.377.289,96. Biaya bunga modal merupakan biaya yang muncul karena pengadaan alat yang melibatkan pinjaman dari pihak lain, biaya bunga modal pertahun sebesar Rp 1.125.763,32. Besaran biaya tetap tahunan sama sepanjang periode analisis yaitu sebesar Rp4.503.053,28.

Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang diperlukan untuk mempertahankan operasionalitas, meliputi biaya perawatan berkala, biaya penggantian komponen, dan biaya pelatihan. Biaya perawatan berkala merujuk pada biaya yang dikeluarkan untuk menjaga kinerja alat. Biaya penggantian komponen diadakan untukantisipasi terjadi pergantian atau perbaikan komponen yang rusak atau aus dalam alat, dalam penelitian ini diasumsikan penggantian komponen dilakukan setiap enam bulan sekali dengan tambahan setiap 2 tahun dilakukan penggantian komponen baterai dan setiap 4 tahun dilakukan penggantian komponen laser. Sementara biaya pelatihan dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan kepada pengguna terkait penggunaan dan pemeliharaan alat. Rincian biaya operasional penggunaan alat selama umur ekonomis dapat dilihat pada Tabel 3.

Penerimaan

Penerimaan adalah nilai yang diperoleh dari penggunaan alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser meliputi pengurangan *losses*, pengurangan tenaga kerja manual, dan nilai sisa alat pada akhir umur ekonomis. Penerimaan pada tahun pertama hingga keempat sebesar Rp 11.209.842,50 dan pada tahun kelima sebesar Rp 13.086.114,70.

Tabel 2. Rincian biaya estimasi komponen penyusun alat

No	Komponen	Jumlah Biaya Komponen	
1	Biaya unit pemancar laser	Rp	335.000,00
2	Biaya unit kerangka	Rp	406.000,00
3	Biaya unit kontrol dan kendali jarak jauh	Rp	373.550,00
4	Biaya unit pembangkit listrik	Rp	467.565,00
5	Biaya bahan pendukung dan alat	Rp	1.236.563,50
6	Biaya lainnya*	Rp	1.872.002,00
	Total Biaya Komponen	Rp	4.690.680,50
	Total Biaya Investasi	Rp	18.762.722,00

Keterangan: *)biaya tenaga kerja, biaya listrik, biaya transportasi, biaya internet, biaya hak cipta

Tabel 3. Rincian biaya operasional selama umur ekonomis penggunaan alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser

Biaya Operasional	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5
Perawatan Berkala	Rp 750.508,88				
Penggantian Komponen	Rp 1.876.272,20	Rp 2.234.170,07	Rp 1.876.272,20	Rp 2.404.170,07	Rp 1.876.272,20
Biaya Pelatihan	Rp 100.000,00	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Total Biaya Operasional	Rp 2.726.781,08	Rp 2.984.678,95	Rp 2.626.781,08	Rp 3.154.678,95	Rp 2.626.781,08

Sumber: Data diolah (2024)

Tabel 4. Rekapitulasi *cash flow* alat pengusir burung berbasis sinar laser

Tahun	Cash In	Cash Out	Net Cash
Tahun 0	Rp -	Rp 18.762.722,00	Rp (18.762.722,00)
Tahun 1	Rp 13.913.107,98	Rp 7.229.834,36	Rp 6.683.273,62
Tahun 2	Rp 13.913.107,98	Rp 7.487.732,23	Rp 6.425.375,75
Tahun 3	Rp 13.913.107,98	Rp 7.129.834,36	Rp 6.783.273,62
Tahun 4	Rp 13.913.107,98	Rp 7.657.732,23	Rp 6.255.375,75
Tahun 5	Rp 15.461.843,30	Rp 7.129.834,36	Rp 8.659.545,82

Sumber: Data diolah (2024)

Penyusunan *Cash Flow*

Aliran kas disusun berdasarkan aliran tahunan penerimaan, biaya investasi, dan aliran biaya yang dikeluarkan setiap periode waktu analisis (Shruthi et al., 2017). Aliran kas masuk penggunaan alat pengusir burung berbasis sinar laser (*cash in*) berasal dari pengurangan *losses*, pengurangan tenaga kerja, dan nilai sisa; sedangkan aliran kas luar (*cash out*) yakni biaya investasi alat, biaya perawatan berkala, biaya penggantian komponen, biaya penyusutan, biaya investasi dan bunga modal, serta biaya pelatihan. Rekapitulasi *cash flow* selama umur ekonomis dapat dilihat pada Tabel 4.

Kelayakan Finansial

Penggunaan alat dikatakan layak apabila nilai NPV > 0 (bernilai positif); IRR > MARR; *Payback Period* < umur ekonomis; dan BCR > 1. Nilai suku bunga MARR pada penelitian ini yaitu sebesar 6%

pertahun. Proyeksi *present value* dengan tingkat suku bunga 6% per tahun dapat dilihat pada Tabel 5.

Net Present Value (NPV)

Pada tabel 5 dihitung NPV menggunakan Persamaan [1] sehingga didapatkan hasil Rp 10.381.941,88 (NPV>0) artinya alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser ini layak secara finansial untuk dilaksanakan. Ini selaras dengan penelitian oleh Khoiris & Thoriq (2022) yang menunjukkan bahwa penerapan *smart watering*, yang juga merupakan bagian dari *smart farming*, layak secara finansial dan pada tahun terakhir umur ekonomis mampu memberikan hasil positif yaitu Rp 31.361.433,00.

$$NPV = PVB - PVC$$

$$= Rp 60.009.131,94 - 49.627.190,06$$

$$= Rp 10.381.941,88$$

Tabel 5. Proyeksi *present value* dengan tingkat suku bunga 6% per tahun

Tahun	Df = 6%	Cash In (Rp)	Cash Out (Rp)	PV Benefit (Rp)	PV Cost (Rp)
0	1	-	18.762.722,00	-	18.762.722,00
1	0,94	13.913.107,98	7.229.834,36	13.125.573,57	6.820.598,45
2	0,89	13.913.107,98	7.487.732,23	12.382.616,57	6.664.055,03
3	0,84	13.913.107,98	7.129.834,36	11.681.713,75	5.986.346,41
4	0,79	13.913.107,98	7.657.732,23	11.020.484,67	6.065.641,17
5	0,75	15.461.843,30	7.129.834,36	11.798.743,38	5.327.827,00
				60.009.131,94	49.627.190,06

Sumber: Data diolah (2024)

Tabel 6. Proyeksi *present value* dengan tingkat suku bunga 20% per tahun

Tahun	Df = 20%	Cash In (Rp)	Cash Out (Rp)	PV Benefit (Rp)	PV Cost (Rp)
0	1	-	18.762.722,00	-	18.762.722,00
1	0,83	13.913.107,98	7.229.834,36	11.594.256,65	6.024.861,97
2	0,69	13.913.107,98	7.487.732,23	9.661.880,54	5.199.814,05
3	0,58	13.913.107,98	7.129.834,36	8.051.567,12	4.126.061,55
4	0,48	13.913.107,98	7.657.732,23	6.709.639,27	3.692.965,00
5	0,40	15.461.843,30	7.129.834,36	6.345.397,77	2.865.320,52
				42.362.741,35	40.671.745,09

Sumber: Data diolah (2024)

Tabel 7. Proyeksi *present value* dengan tingkat suku bunga 30% per tahun

Tahun	Df = 30%	Cash In (Rp)	Cash Out (Rp)	PV Benefit (Rp)	PV Cost (Rp)
0	1	-	18.762.722,00	-	18.762.722,00
1	0,77	13.913.107,98	7.229.834,36	10.702.390,75	5.561.411,05
2	0,59	13.913.107,98	7.487.732,23	8.232.608,27	4.430.610,79
3	0,46	13.913.107,98	7.129.834,36	6.332.775,59	3.245.259,15
4	0,35	13.913.107,98	7.657.732,23	4.871.365,84	2.681.184,91
5	0,27	15.461.843,30	7.129.834,36	4.252.539,15	1.920.271,69
				34.391.679,61	36.601.459,58

Sumber: Data diolah (2024)

Internal Rate of Return

Berdasarkan *trial and error* menggunakan suku bunga 20% didapatkan NPV bernilai positif sebesar Rp 1.690.996,26.

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PVB} - \text{PVC} \\ &= \text{Rp } 42.362.741,35 - \text{Rp } 40.671.745,09 \\ &= \text{Rp } 1.690.996,26 \end{aligned}$$

Berdasarkan *trial and error* menggunakan suku bunga 30% didapatkan NPV bernilai negatif sebesar Rp (2.209.779,97).

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PVB} - \text{PVC} \\ &= \text{Rp } 34.391.679,61 - \text{Rp } 36.601.459,58 \\ &= \text{Rp } (2.209.779,97) \end{aligned}$$

Terdapat NPV negatif maka nilai IRR dihitung menggunakan Persamaan [2]:

$$\begin{aligned} \text{NPV} + (i = 20\%) &= \text{Rp } 1.690.996,26 \\ \text{NPV} - (i = 30\%) &= \text{Rp } (2.209.779,97) \\ \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\ &= 20\% + \frac{1.690.996,26}{(1.690.996,26 + 2.209.779,97)} \times (30\% - 20\%) \\ &= 23,91\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai IRR sebesar 23,91% > MARR, maka investasi alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser ini dapat dikatakan layak dilaksanakan. Ini selaras dengan penelitian oleh Shruthi et al. (2017) yang menunjukkan bahwa penerapan *presicion farming* yang merupakan bagian dari *smart farming* layak secara finansial dan menguntungkan di tingkat petani dengan IRR sebesar 70,54%.

Payback Period

$$\begin{aligned} \text{Payback Period} &= n + \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2 + \frac{(18.762.722,00 - 13.108.649,37)}{(19.891.922,99 - 13.108.649,37)} \\ &= 2,83 \text{ tahun} \\ &= 2 \text{ tahun } 9 \text{ bulan } 30 \text{ hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *payback period* menggunakan Persamaan [3] diperoleh waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi dengan tingkat suku bunga 6% adalah selama 2 tahun 9 bulan 30 hari, lebih cepat dari umur investasi yakni 5 tahun sehingga investasi alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser ini layak untuk dilaksanakan. Ini selaras dengan penelitian oleh Odelia & Sulistyowati, (2020) yang menunjukkan bahwa penerapan sistem irigasi presisi (*encomotion*) yang merupakan bagian dari *smart farming* layak secara finansial terlihat dari hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa tingkat pengembalian investasi adalah 3 tahun 8 bulan dengan umur ekonomis 5 tahun.

Benefit Cost Ratio (BCR)

Berdasarkan pada Tabel 5 diperoleh data untuk mencari nilai *benefit cost ratio* menggunakan Persamaan [4]:

$$\begin{aligned} \text{BCR} &= \frac{\sum \text{PV pendapatan}}{\sum \text{PV pengeluaran}} \\ &= \frac{60.009.131,94}{49.627.190,06} \\ &= 1,21 \text{ (B/C Ratio } \geq 1) \end{aligned}$$

Perhitungan dengan tingkat suku bunga 6% didapat *benefit cost ratio* lebih besar 1 (satu) berarti investasi layak dilakukan. Buranabanyat & Laosuthi (2023)

juga menunjukkan bahwa penggunaan *smart farming* layak dengan nilai BCR lebih besar dari 1.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser layak secara finansial. Hal ini selaras dengan penelitian terdahulu oleh Shruthi et al. (2017); Odelia & Sulistyowati (2020); Khoiris & Thoriq (2022); Buranabanyat & Laosuthi (2023) yang juga menunjukkan potensi kelayakan penerapan dari konsep *smart farming*. Dalam penelitian ini, penggunaan kriteria-kriteria seperti NPV, IRR, *Payback Period*, dan BCR dalam mengkaji kelayakan finansial memberikan hasil yang positif. Kesamaan dalam penggunaan kriteria-kriteria ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya menjadi penyebab konsistensi hasil penelitian yang menunjukkan kelayakan. Konsistensi hasil ini menunjukkan bahwa teknologi *smart farming*, termasuk alat pengusir burung berbasis sinar laser, dapat memberikan manfaat finansial bagi petani seperti penelitian terdahulu.

Analisis Sensitivitas

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas untuk mencari batas-batas kritis dalam menentukan kelayakan finansial alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar

laser melalui perubahan pada dua variabel yaitu perubahan arus kas dan perubahan tingkat suku bunga. Perubahan arus kas digunakan untuk menghitung aliran kas minimal yang harus dihasilkan agar tetap dikatakan layak. Penggunaan penurunan penerimaan dan kenaikan pengeluaran didasarkan pada kemungkinan terjadinya inflansi sedang (10%-30%). Sedangkan perubahan tingkat suku bunga digunakan untuk mengukur dampak perubahan tingkat suku bunga terhadap finansial dari investasi. Disusun 6 (enam) skenario analisis pada Tabel 8 dan rekapitulasi hasil pada Tabel 9. Pada skenario tersebut, variabel perubahan arus kas yaitu penurunan penerimaan dan kenaikan pengeluaran hingga sebesar 10% masih dapat memberikan keuntungan, sedangkan pada penurunan penerimaan dan kenaikan pengeluaran lebih dari 10% menimbulkan kerugian. Sementara pada variabel perubahan tingkat suku bunga, terlihat nilai NPV paling terpengaruh dan sensitif, selaras dengan pernyataan Rejekiningrum & Saptomo (2015) yang menyatakan bahwa suku bunga merupakan variabel paling berpengaruh terhadap NPV. Hal tersebut karena NPV menghitung nilai sekarang dari arus kas masa depan dengan mendiskon arus kas tersebut menggunakan tingkat suku bunga.

Tabel 8. Skenario analisis sensitivitas alat pengusir burung

No	Skenario
1	Penurunan penerimaan 10%, kenaikan pengeluaran 10%
2	Penurunan penerimaan 20%, kenaikan pengeluaran 20%
3	Penurunan penerimaan 30%, kenaikan pengeluaran 30%
4	Perubahan suku bunga menggunakan suku bunga Bank Persero (6% menjadi 9,44%)
5	Perubahan suku bunga menggunakan suku bunga Bank Pemerintah Daerah (6% menjadi 9,06%)
6	Perubahan suku bunga menggunakan suku bunga Bank Swasta Nasional (6% menjadi 8,26%)

Tabel 9. Rekapitulasi hasil perhitungan

No	Skenario	NPV (Rp)	IRR	Payback Period	BCR	Keterangan
1	Normal	10.381.941,88	23,91 %	2,83 tahun	1,21	Layak
2	Penurunan penerimaan 10% dan kenaikan pengeluaran 10%	(581.690,32)	5,00 %	4.47	0,99	Tidak Layak
3	Penurunan penerimaan 20% dan kenaikan pengeluaran 20%	(11.545.322,52)	-14,54 %	> 5 tahun	0,81	Tidak Layak
4	Penurunan penerimaan 30% dan kenaikan pengeluaran 30%	(22.508.954,72)	-40,19 %	> 5 tahun	0,65	Tidak Layak
5	Perubahan suku bunga menggunakan suku bunga Bank Persero (6% menjadi 9,44%)	15.613.481,80	23,91 %	2,83 tahun	1,17	Layak
6	Perubahan suku bunga menggunakan suku bunga Bank Pemerintah Daerah (6% menjadi 9,06%)	15.927.935,03	23,91 %	2,83 tahun	1,17	Layak
7	Perubahan suku bunga menggunakan suku bunga Bank Swasta Nasional (6% menjadi 8,26%)	16.606.728,81	23,91 %	2,83 tahun	1,18	Layak

KESIMPULAN

Kelayakan finansial pada alat pengusir burung tanaman padi berbasis sinar laser layak dilaksanakan dengan NPV positif sebesar Rp 10.381.941,88 (NPV > 0), nilai IRR yaitu sebesar 23,91 % (IRR > MARR), *Payback Period* lebih cepat dari umur investasi yakni 2,83 tahun, dan nilai BCR menguntungkan sebesar 1,21. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa alat ini tidak layak secara finansial ketika terjadi kondisi ekonomi penurunan penerimaan dan sekaligus kenaikan pengeluaran sebesar 10%, 20%, dan 30% setiap tahunnya; dan menunjukkan bahwa perubahan tingkat suku bunga, paling berpengaruh terhadap nilai NPV.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, N. I. (2018). Prototipe Alat Pengusir Hama Burung Pemakan Padi Disawah Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, 7(3), 67–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.30651/ci:jcs.v2i2.7014>
- Ardjansyah, A., Hernowo, J. B., & Priyambodo, D. S. (2017). Pengaruh Serangan Burung Bondol Terhadap Kerusakan Tanaman Padi di Bogor. *Jurnal Media Konservasi*, 22(2), 101–110. <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/medkon.22.2.101-110>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta.
- Arip, M., & Thoriq, A. (2022). Kelayakan Budidaya Selada Krop dengan Sistem Smart Watering di Greenhouse FTIP UNPAD. *Jurnal Agriekstensi*, 21(1), 34–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.34145/agriekstensi.v21i1.1833>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). *Statistik Upah Buruh Tani di Pedesaan 2022*. Badan Pusat Statistik, pp. 21.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023a). *Sensus Pertanian Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik. <https://sensus.bps.go.id/main/index/st2023>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023b). *Statistik Harga Produsen Gabah di Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik, pp. 23.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024a). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik, pp. 19.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024b). *Suku Bunga Kredit Rupiah Menurut Kelompok Bank, 2024*. <https://www.bps.go.id/>
- Bari, I. N., Santriyani, A. S., Kurniawan, W., Hindersah, R., Suganda, T., & Dewi, V. K. (2021). Preferensi dan Waktu Aktif Harian Kunjungan Burung Bondol Jawa (*Lonchura leucogastroides*) terhadap Fase Pertumbuhan Padi (IR-36) di Lahan Sawah Jatinangor. *Agrikultura*, 32(1), 72–76. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i1.31450>
- Buranabanyat, T., & Laosuthi, T. (2023). The Feasibility Study of The Project of Growing Organic Salad by Using Smart Farming System. *Journal of Buddhist Education and Research: JBER*, 9(3), 1–12. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jber/article/view/268093>
- Hardiansyah, M. Y. (2020). Pengusir Hama Burung Pemakan Padi Otomatis Dalam Menunjang Stabilitas Pangan Nasional. *Jurnal ABDI*, 2(1), 85–103.
- Khofiyah, N. A., Aqidawati, E. F., & Rahayu, S. (2023). Studi Kelayakan Bisnis Rental Drone Pertanian dengan Pendekatan Model Komersialisasi Goldsmith. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(4), 1550–1559. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3219>
- Khoiris, D., & Thoriq, A. (2022). Kelayakan Usaha Produksi Selada Romaine dengan Sistem Smart Watering di Greenhouse FTIP Universitas Padjadjaran. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 10(2), 136–143. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.02.06>
- Kusuma, P. T. W. W., & Mayasti, N. K. I. (2014). Financial Feasibility for Business Development Based on Local Commodities: Corn Noodle. *Jurnal AGRITECH*, 34(2), 194–202. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/agritech.h.9510>
- Maurice, M. E., Veronique, M., Penda, N. N., Ebong, E. L., Ekale, B. E., & Oyong, A. S. (2020). The Destruction of Feeding and Nesting Behaviors of Weaver-birds in Urban Crop-farms, Buea Municipality, Southwest Region, Cameroon. *International Journal of Agricultural Sciences (IJAS)*, 1(2), 1–15. <https://www.researchgate.net/publication/342305254>

- Muminov, A., Jeon, Y. C., Na, D., Lee, C., & Jeon, H. S. (2017). Development of a Solar Powered Bird Repeller System with Effective Bird Scarer Sounds. *International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, 2017, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICISCT.2017.8188587>
- Murti, H., Zakaria, W. A., & Lestari, D. A. H. (2017). Analisis Kelayakan Finansial Unit Usaha Mesin Pemanen Padi (Combine Harvester) di Kecamatan Seputih Raman Kabupaten Lampung Tengah. *Journal of Agribusiness Science*, 5(3), 219–227. <https://doi.org/10.23960/jiia.v5i3.1633>
- Odelia, H., & Sulistyowati, L. (2020). Analisis Kelayakan Usahatani Paprika dengan Penggunaan Sistem Irigasi Presisi. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 6(1), 433. <https://doi.org/10.25157/ma.v6i1.3228>
- Patil, Bheemanagouda. O., & Poddar, Rajendra. S. (2016). Financial feasibility of drip irrigation system in grape cultivation. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 9(4), 617. <https://doi.org/10.5958/2230-732X.2016.00080.2>
- Peraturan Menteri Pertanian (PERMENTAN) Republik Indonesia No. 3 Tahun 2021. *Fasilitas Pelaksanaan Kredit Usaha Rakyat Sektor Pertanian*.
- Rando, S. S. J., Rotinsulu, D. C., & Rorong, I. P. F. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penentu Inflasi di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Ekonomi Dan Keuangan Daerah*, 22(1), 66–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.35794/jpek.d.34325.22.1.2021>
- Rejekiningrum, P., & Saptomo, S. K. (2015). Analisis Kelayakan Finansial Pengembangan Sistem Irigasi Cakram Otomatis Bertenaga Surya di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Irigasi*, 10(2), 125–136. <https://doi.org/10.31028/ji.v10.i2.125-136>
- Roihan, A., Ariessanti, H. D., & Pratama, S. R. (2020). Perancangan Wireless Sensor Actuator Networks Sebagai Optimasi Panen Padi Di Bidang Pertanian Berbasis Computer Vision. *Journal Innovative Creative and Information Technology (ICIT)*, 6(2), 130–137.
- Sartika, N. D., Sutrisno, S., & Darmawati, E. (2018). Analisis Keekonomian Pengoperasian Alat Perontok untuk Kedelai (Studi Kasus: Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 6(2), 114–124. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i2.83>
- Shruthi, K., Hiremath, G. M., & T. Joshi, A. (2017). Financial Feasibility of Precision Farming in Paddy-A Case Study. *Current Agriculture Research Journal*, 5(3), 318–324. <https://doi.org/10.12944/CARJ.5.3.09>
- Smaradhana, L. T., Sandra, S., & Djoyowasito, G. (2019). Financial Analysis of a Rice Transplanter Usage in Farming Activity at the Junrejo District in Batu City. *Wacana, Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 22(4), 261–266.
- Sugandi, W. K., & Wahyu, A. (2018). Analisis Kelayakan Ekonomi Mesin Pencacah Rumput Gajah Tipe Reel. *Agrikultura*, 29(3), 144. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v29i3.22727>
- Thoriq, A., Sampurno, R. M., & Nurjanah, S. (2018). Analisis Kinerja dan Kelayakan Finansial Mesin Pengupas Kentang Tipe Silinder Abrasive (Performance and Financial Feasibility of Potato Peeler Abrasive Cylinder Type). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i1.75>
- Zakia, Safriani, M., Radianica, N., & Ikhwal, M. F. (2022). Economic Feasibility Study on The Development of Irrigation Channels. *International Journal of Engineering Science and Information Technology*, 2(1), 131–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.52088/ijesty.v1i1.217>