

Efisiensi Sistem *Rainwater Harvesting* (RWH) Bandar Udara Internasional Yogyakarta dalam Memanfaatkan Air Hujan Budaya

Faisya Haqqin Abrari*, Prabang Setyono, Muhammad Amin Sunarhadi

Program Studi S1 Ilmu Lingkungan, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, 57126

Received: 16/05/2025 Accepted: 05/02/2026

Abstract

Almost all rainwater that falls on the surface will flow into rivers and end up in the sea and is not utilized optimally. This problem requires efforts to utilize rainwater by capturing and collecting rainwater for reuse. The purpose of this study was to determine the quantity, quality, economic feasibility and application of SDGs in the YIA Airport Rainwater Harvesting system. The method used is quantitative and descriptive. The results of this study indicate that the efficiency of rainwater utilization for PDAM for 4 years is IDR 1,871,196,000.00 with a potential volume of rainwater that can be accommodated of 19,704 m³. The quality conditions of rainwater and clean water are in accordance with Permenkes No. 2 of 2023 except for the Total Coliform and E. Coli parameters which exceed the quality standards. The Rainwater Harvesting system is economically feasible but is in the slow category in terms of investment returns. This condition is indicated by the NPV value of IDR 3,063,091,281.00; IRR 25.5%; Net B/C -0.30 and PBP 2,688 days. Rainwater Harvesting YIA Airport has implemented SDGs program points 6 and 12 by utilizing natural resources to reduce conventional water use and ensure sustainable sanitation.

Keywords: *Economic Viability; Rainwater Harvesting; SDGs.*

Abstrak

Hampir seluruh air hujan yang jatuh di permukaan akan mengalir ke sungai dan bermuara di laut serta tidak dimanfaatkan secara maksimal. Permasalahan tersebut diperlukan upaya pemanfaatan air hujan dengan menangkap dan mengumpulkan air hujan untuk dimanfaatkan kembali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuantitas, kualitas, kelayakan ekonomi dan penerapan SDGs pada sistem *Rainwater Harvesting* Bandara YIA. Metode yang digunakan kuantitatif dan deskriptif. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi pemanfaatan air hujan terhadap PDAM selama 4 tahun sebesar Rp. 1.871.196.000,00 dengan potensi volume air hujan yang dapat ditampung 19.704 m³. Terdapat dua parameter yang melebihi baku mutu berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 yaitu Total Coliform dan E. Coli. Sistem *Rainwater Harvesting* dari segi ekonomi layak namun kategori lambat dalam pengembalian investasi. Kondisi tersebut ditunjukkan dengan nilai NPV Rp 3.063.091.281,00; IRR 25,5%; Net B/C -0,30 dan PBP 2.688 hari. *Rainwater Harvesting* Bandara YIA telah menerapkan program SDGs poin 6 dan 12 dengan memanfaatkan sumber daya alam untuk mengurangi penggunaan air konvensional dan memastikan sanitasi berkelanjutan.

Kata kunci: Kelayakan Ekonomi; *Rainwater Harvesting*; SDGs

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan memiliki curah hujan rata-rata di atas 2 meter per tahun. Dengan kondisi curah hujan yang tinggi maka masyarakat dapat memanfaatkan air hujan sebagai salah satu sumber alternatif air bersih. Kondisi yang terjadi, masyarakat masih jarang memanfaatkan

* **Corresponding Author:** faisyahaqqin@gmail.com

air hujan. Banyaknya volume air hujan pada musim penghujan tidak sebanding dengan penyerapan air ke dalam tanah akibat lebih dari 90% tertutupnya permukaan tanah oleh aspal, beton, plesteran atau paver (Wigati et al., 2021). Hampir seluruh air hujan yang jatuh di permukaan akan mengalir ke sungai dan bermuara di laut. Air hujan yang mengalir di permukaan tanah pada lereng dengan konsekuensi tinggi, atau dikenal dengan run off (Qomariyah et al., 2016). Pemanfaatan air hujan perlu dilakukan untuk menciptakan keseimbangan dalam pemanfaatan air berkelanjutan. Pemanfaatan air hujan dapat dilakukan dengan membangun fasilitas *Rainwater Harvesting* (RWH).

Bandar Udara Internasional Yogyakarta atau Yogyakarta Internasional Airport (YIA) telah memanfaatkan penggunaan fasilitas *rainwater harvesting* yang berfungsi untuk menangkap, mengumpulkan, mengolah, meresapkan air limpasan air hujan untuk digunakan sebagai sumber air alternatif untuk mendukung operasional bandara (Silvia et al., 2022). Aktivitas bandara yang padat maka operasional bandara membutuhkan persediaan air bersih dalam jumlah besar untuk menunjang berbagai fasilitas sanitasi seperti toilet, wastafel, tempat wudhu dan fasilitas area komersil bandar udara seperti restoran, tenant dan kios yang memerlukan air bersih (Ali et al., 2017). Pemenuhan air bersih Bandar Udara Internasional Yogyakarta mendapatkan suplai dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kulon Progo. Dengan hanya mengandalkan penggunaan air bersih suplai dari PDAM, maka beban biaya utilitas air bersih akan sangat besar dan biaya air PDAM yang tinggi, ditambah dengan fluktuasi permintaan yang tidak menentu dapat mempengaruhi pengeluaran operasional. Pemanfaatan air hujan tersebut dapat mengurangi pemenuhan pasokan air PDAM, sehingga dapat mengurangi beban biaya konsumsi air bersih yang tinggi. Pemanfaatan air hujan melalui *Rainwater Tank* (RWT) di YIA juga memiliki nilai tambah dari segi keberlanjutan dan konservasi lingkungan. Sebagai sumber air alternatif juga selaras dengan prinsip-prinsip keberlanjutan yang saat ini menjadi fokus utama di berbagai sektor, termasuk transportasi udara (Wigati et al., 2022).

Sistem *Rainwater Harvesting* (RWH) Bandara YIA sudah terbangun kurang lebih 4 tahun maka diperlukan analisis sistem *Rainwater Harvesting* (RWH). Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui keberlanjutan sistem *Rainwater Harvesting* (RWH) dari segi kuantitas dalam menampung air hujan, kualitas air hujan yang dimanfaatkan sebagai air bersih dan nilai ekonomi untuk mengetahui efisiensi air hujan dalam membantu pemenuhan air bersih selama kurang lebih 4 tahun. Analisis juga dilakukan untuk mengetahui penerapan *Sustainable Development Goals* (SDGs) 6 – Clean Water and Sanitation pada *Rainwater Harvesting* (RWH) Bandara YIA.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Bandar Udara Internasional Yogyakarta atau Yogyakarta International Airport (YIA) yang berlokasi di Jalan Raya Wates Km. 42, Palihan, Temon, Kulon Progo, D.I. Yogyakarta dengan koordinat 7°54'27"S 110°03'16"E. Lokasi *Rainwater Harvesting* berada di atap Terminal Penumpang Bandar Udara Internasional Yogyakarta seperti pada gambar 3.1. Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, yakni tepatnya pada bulan September hingga Januari 2025. Pemenuhan data pendukung, penelitian juga dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Bandar Udara Internasional Yogyakarta.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop/PC, *Tally Sheet*, Bolpoin, Handphone, Microsoft Excel. Bahan yang dibutuhkan yaitu Data Hidrologi (curah hujan bulanan), Data Teknis (kapasitas *rainwater harvesting*, tarif PDAM per bulan dan biaya administrasi, volume pemanfaatan air hujan, volume penggunaan air bersih, biaya investasi awal, biaya penyusutan, jumlah dan biaya tenaga kerja operasional, biaya pemeliharaan dan perbaikan peralatan, biaya bahan baku), Data Lingkungan (hasil pengujian kualitas air hujan dan air bersih) dan Data Bangunan (luas area atap *rainwater harvesting* dan sistem pengaliran air hujan di atap).

Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian:

a. Perhitungan Kuantitas Air Hujan dan Air PDAM

Perhitungan kuantitas dengan menghitung curah hujan dan penggunaan air PDAM pada Bulan Januari 2021 sampai Desember 2024.

1. Perhitungan Volume Tangkapan Air Hujan

Menghitung perkiraan volume air hujan yang dapat ditampung, menggunakan data rata-rata curah hujan per tahun. Data curah hujan dari BMKG tersebut maka dapat dihitung volume air hujan yang dapat ditangkap dengan catchment area atap Gedung Terminal Penumpang dengan persamaan dibawah:

$$\sum Q = a \times R \times A \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- $\sum Q$ = Volume Tangkapan Air Hujan (m³/bulan)
- A = Luas Atap Gedung Terminal Penumpang (mm²)
- a = Koefisien Limpasan/ *run off* (0,95)
- R = Curah Hujan perbulan (mm)

2. Perhitungan Efisiensi Pemanfaatan Air Hujan

Perhitungan estimasi efisiensi air hujan berkaitan dengan tarif pembayaran PDAM dan biaya administrasi. Perhitungan ini dapat diketahui volume air hujan memiliki nilai efisiensi yang dapat digunakan untuk mengurangi biaya air PDAM. Perhitungan estimasi efisiensi air hujan sebagai berikut:

$$(Vol. Air Hujan \times Tarif PDAM) - Biaya Administrasi \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Tarif PDAM = Rp. 15.000,- per m³
- Biaya Administrasi = Rp. 13.000,- per bulan

3. Perhitungan Penggunaan Air PDAM Tanpa Sumber Air Hujan

Analisa penggunaan air PDAM apabila tanpa ada sumber air hujan dengan melakukan asumsi bahwa total pemakaian air hujan menjadi air PDAM dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$(Vol. Air Hujan + Vol. Air PDAM) \times Tarif PDAM \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- Tarif PDAM = Rp. 15.000,- per m³

b. Hasil Pengujian Kualitas Air Hujan dan Air Bersih

Air hujan dan Air PDAM yang dimanfaatkan bandara YIA diperlukan pengecekan kualitas air untuk menjadi syarat pemenuhan air bersih. Standart Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air sebagai keperluan higiene sanitasi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan untuk Keperluan Higiene Sanitasi. Penilaian kualitas air hujan dan air PDAM dapat dilakukan dengan menganalisis parameter fisika, kimia, dan biologi.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

a. Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Primer

Data primer pada penelitian ini diperoleh dengan teknik wawancara kepada pihak Angkasa Pura pada departement Airport Environment Department, Airport Equipment Department dan Stasiun Meteorologi Kelas II Yogyakarta (BMKG YIA). Pengumpulan data primer juga dilakukan dengan

observasi langsung untuk mengamati kondisi lokasi penelitian secara langsung terkait rainwater tank dan pendokumentasian di lokasi studi.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder yang digunakan pada penelitian didapatkan dari data yang dimiliki oleh Bandara YIA dan BMKG YIA. Data yang didapatkan dari BMKG adalah data hidrologi yang dilakukan pengamatan terkait curah hujan di bandara oleh Stasiun Meteorologi. Data juga didapatkan dari *Airport Equipment* terkait data kuantitas air hujan yang dilakukan perhitungan oleh *Equipment* setiap bulannya. Pada *Airport Environment* dilakukan pengambilan data terkait kualitas air hujan dan proses pengolahan air hujan. Data dari *Airport Facilities* sebagai pemenuhan data terkait bangunan *rainwater harvesting* dan *rainwater tank*.

a. Analisis Data

1. Analisis Kelayakan Ekonomi *Rainwater Harvesting*

Analisis kelayakan ekonomi sistem pemanenan air hujan dilakukan dengan perhitungan perhitungan seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Benefit-Cost Ratio* (Net B/C), *Pay Back Period* (PBP), dan *Break Event Point* (BEP) dengan rumus:

1.1. Net Present Value (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n 1 \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- NPV = net present value (Rp)
- Bt = aliran kas masuk pada tahun ke-t (Rp)
- Ct = aliran kas keluar pada tahun ke-t (Rp)
- t = tahun ke-t
- i = tingkat suku bunga (% tahun)
- n = umur ekonomi alat (tahun)

1.2. *Interval Rate of Return* (IRR)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- NPV₁ = Net Present Value Positif (Rp)
- NPV₂ = Net Present Value Negatif (Rp)
- i₁ = Discount Rate, NPV > 0 (% tahun)
- i₂ = Discount Rate, NPV < 0 (% tahun)

1.3. *Net Benefit-Cost Rasio* (Net B/C)

$$\frac{B}{C} \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n 1 \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n 1 \frac{Ct}{(1+i)^t}} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- Bt = Manfaat (*benefit*) pada tahun ke-t (Rp)
- Ct = Biaya (*cost*) pada tahun ke-t (Rp)
- t = tahun ke-t
- i = tingkat suku bunga (%/tahun)
- n = umur ekonomi alat (tahun)

1.4. *Payback Period* (PBP)

$$PBP = \frac{I}{A} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

- PBP = jumlah waktu untuk pengembalian modal
- I = biaya investasi
- A = benefit tiap tahun

1.5. *Break Event Point* (BEP)

$$BEP = \frac{FC}{VC/P} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- FC = *Fixed Cost* atau Biaya Tetap
- P = *Price Per Unit* atau Harga per unit
- VC = *Variable Cost* atau Biaya Variabel

2. Analisis Penerapan SDGs pada *Rainwater Harvesting*

Hasil perhitungan kuantitas air, pengecekan kualitas air dan pehitungan analisis ekonomi rainwater harvesting maka diperlukan analisis lanjutan dalam penerapan tujuan pembangunan. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah *Rainwater Harvesting* Bandar Udara Internasional Yogyakarta selaras dengan tujuan pembangunan khususnya pada SDGs 6 yaitu Air Bersih dan Sanitasi Layak serta SDGs 12 yaitu Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab. Hasil analisis tersebut dapat diketahui apakah *Rainwater Harvesting* Bandar Udara Internasional Yogyakarta dapat memberikan manfaat lingkungan, sosial dan ekonomi secara berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Kuantitas *Rainwater Harvesting* Bandar Udara Internasional Yogyakarta

Pencatatan data curah hujan dimulai pada Januari 2021 sampai bulan Desember 2024. Data curah hujan didapatkan dari Stasiun Meteorologi Kelas II Yogyakarta (BMKG YIA) dengan koordinat 7.90746 Lintang Selatan, 110.05448 Bujur Timur dan elevasi 7 mdpl. Data curah hujan Bandara YIA disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Bulanan Bandara YIA (mm/bulan)

Bulan	2021	2022	2023	2024
Januari	588	317	213	493
Februari	795	245	176	249
Maret	210	712	207	209
April	217	298	114	179
Mei	6	167	85	5
Juni	138	168	54	12
Juli	80	29	48	11
Agustus	46	148	6	2
September	198	64	0	7
Oktober	252	856	0	174
November	382	732	42	575
Desember	333	489	25	468
Total	3.245	4.225	970	2.384
Jumlah Total			10.824	
Rata-rata per Bulan			2.706	
Rata-rata per Tahun			225,5	

Keterangan:

Curah Hujan diukur dalam satuan milimeter (mm)

0 = Tidak terjadi hujan selama 1 bulan

Curah hujan yang tercatat di Bandara YIA selama 4 tahun sebesar 10.824 mm yang didapatkan pada tahun 2021 sebesar 3.245 mm, tahun 2022 sebesar 4.225 mm, tahun 2023 sebesar 970 mm, dan di tahun 2024 sebesar 2.384 mm. Curah hujan rata-rata pertahun sebesar 2.706 mm. Nilai tersebut tergolong kategori curah hujan normal menurut (Supriyanti et al., 2024) curah hujan normal berada dalam kisaran 1000-3000 mm per tahun. Menghitung volume air hujan tersebut dengan mengkalikan curah hujan dengan luas area tampungan atau atap Gedung Terminal dan koefisien limpasan. Luas atap Gedung Terminal Penumpang adalah 91.977 m² atau 91.977.000.000 mm² dan koefisien limpasan 0,95. Hasil volume tangkapan air hujan setiap bulannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Volume Tangkapan Air Hujan Bulanan Atap Gedung Terminal Penumpang

Bulan	2021	2022	2023	2024
Januari	51.378	27.699	18.611	43.077
Februari	69.466	21.408	15.378	21.757
Maret	18.349	62.213	18.087	18.262
April	18.961	26.039	9.961	15.641
Mei	524	14.592	7.427	437
Juni	12.058	14.679	4.718	1.048
Juli	6.990	2.534	4.194	961
Agustus	4.019	12.932	524	175
September	17.301	5.592	0	612
Oktober	22.019	74.796	0	15.204
November	33.378	63.961	3.670	50.242
Desember	29.097	42.728	2.184	40.893
Total	283.542	369.173	84.757	208.309
Jumlah Total		945.781		
Rata-rata per Bulan		236.445		
Rata-rata per Tahun		19.703		

Keterangan:

Curah Hujan diukur dalam satuan milimeter (mm)

0 = Tidak terjadi hujan selama 1 bulan

Berdasarkan Tabel 2. dapat terlihat volume air hujan selama 4 tahun sebanyak 945.781 m³ dengan rata-rata per tahun 236.445 m³ atau setara dengan 19.703 m³ per bulan. Volume air hujan terendah terjadi pada tahun 2023 di bulan September dan Oktober. Pada bulan September sekali terjadi hujan namun tidak dilakukan pengukuran dikarenakan curah hujan kurang dari 0,1 mm dan di bulan Oktober tidak terjadi hujan. Berdasarkan klasifikasi oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Indonesia, intensitas hujan sangat ringan kurang dari 1 mm/jam, intensitas hujan ringan dari 1-5 mm/jam, curah hujan sedang 5-10 mm/jam, lebat 10-20 mm/jam, dan sangat lebat lebih dari 20 mm/jam.

Bandara Internasional Yogyakarta telah memanfaatkan curah hujan tersebut untuk dimanfaatkan sebagai air bersih alternatif PDAM. Pemanfaatan air hujan tersebut dilakukan pencatatan air setiap harinya oleh *Water Technic Technician* untuk mengetahui metering pemakaian awal dan pemakaian akhir. Pencatatan dimulai pada tahun 2021 sampai 2024. Data pemanfaatan air hujan yang digunakan oleh Bandara Internasional Yogyakarta disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemanfaatan Air Hujan Bandara YIA

Bulan	2021	2022	2023	2024
Januari	-	6.217	6.476	7.181
Februari	-	4.598	6.242	4.659
Maret	-	7.045	4.152	2.216
April	-	3.474	2.357	3.712
Mei	-	3.631	204	547
Juni	-	2.769	1.260	1.056
Juli	-	1.471	925	1.173
Agustus	214	2.504	1.003	673
September	1.130	1.701	587	1.379
Oktober	3.457	7.038	685	1.770
November	5.912	7.765	1.506	5.594
Desember	333	7.025	1.907	5.468
Total	11.046	55.238	27.304	31.200
Jumlah Total		129.016		
Rata-rata per Tahun		32.254		
Rata-rata per Bulan		2.688		

Keterangan: Pemanfaatan air hujan diukur dalam satuan meter kubik (m³)

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa pemanfaatan air hujan rata-rata pertahun 32.524 m³ atau 2.688 m³ per bulan dan total pemanfaatan air hujan selama kurang lebih 4 tahun sebesar 12.9016 m³. Pemanfaatan air hujan tahun 2021 dimulai pada Bulan Agustus dikarenakan pembangunan RWH selesai di tahun 2021 dan pemanfaatan air hujan dimulai ketika penilaian *Green Building*. Untuk pemanfaatan air hujan terbanyak berada pada tahun 2022 yang sejalan dengan volume tangkapan air hujan tertinggi terdapat pada tahun 2022 sebesar 388.603 m³. Dengan melakukan pemanfaatan air hujan tersebut diharapkan dapat mengurangi anggaran air bersih dari PDAM (Sutrisno & Hamdani, 2019). Penggunaan air PDAM juga dilakukan pencatatan, pencatatan data penggunaan PDAM dimulai pada tahun 2021 hingga 2024. Data metering air diambil setiap 1 (satu) bulan sekali untuk mengetahui metering pemakaian awal dan pemakaian akhir.

Tabel 4. Penggunaan PDAM Bandara YIA

Bulan	2021	2022	2023	2024
Januari	5.190	3.660	5.070	8.890
Februari	2.370	4.240	7.640	7.410
Maret	6.310	2.370	7.910	8.420
April	6.040	6.330	11.890	8.890
Mei	9.020	9.930	10.920	13.360
Juni	8.810	8.130	12.440	13.080
Juli	6.150	10.300	11.360	13.390
Agustus	5.330	6.890	11.120	13.930
September	6.030	6.270	12.070	14.040
Oktober	5.170	1.810	12.500	14.780
November	1.540	2.020	13.020	10.460
Desember	3.380	4.290	13.210	9.000
Total	65.340	66.240	129.150	135.650
Jumlah Total		396.380		
Rata-rata per Tahun		99.095		
Rata-rata per Bulan		8.258		

Keterangan: Penggunaan air PDAM diukur dalam satuan meter kubik (m³)

Berdasarkan Tabel 4, total penggunaan air PDAM pada tahun 2021 sampai 2024 sebanyak 396.380 m³ dan rata-rata penggunaan sebanyak 99.095 m³ per tahun atau 8.258 m³ per bulan. Tahun 2024 angka tersebut mengalami kenaikan lagi menjadi 135.650 m³. Kenaikan drastis di tahun 2024 dapat terjadi karena peningkatan jumlah pengguna, perubahan pola konsumsi dan kondisi cuaca (Fitriana et al., 2022). Kondisi tersebut didukung oleh pemanfaatan air hujan di tahun 2024 tergolong paling tinggi juga dibandingkan dengan tahun 2021, 2022, 2023 yaitu sebanyak 31.200 m³. Faktor eksternal seperti musim kemarau yang lebih panjang juga dapat mendorong kebutuhan air yang lebih tinggi. Pemanfaatan air hujan sebagai salah satu strategi untuk mengurangi ketergantungan terhadap pasokan air PDAM. Air hujan yang dapat ditampung dan dimanfaatkan dengan baik juga dapat membantu mengurangi beban operasional PDAM. Data efisiensi biaya yang diperoleh dari pemanfaatan air hujan sebagai pembantu air PDAM disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Efisiensi Biaya Pemanfaatan Air Hujan Bandara YIA

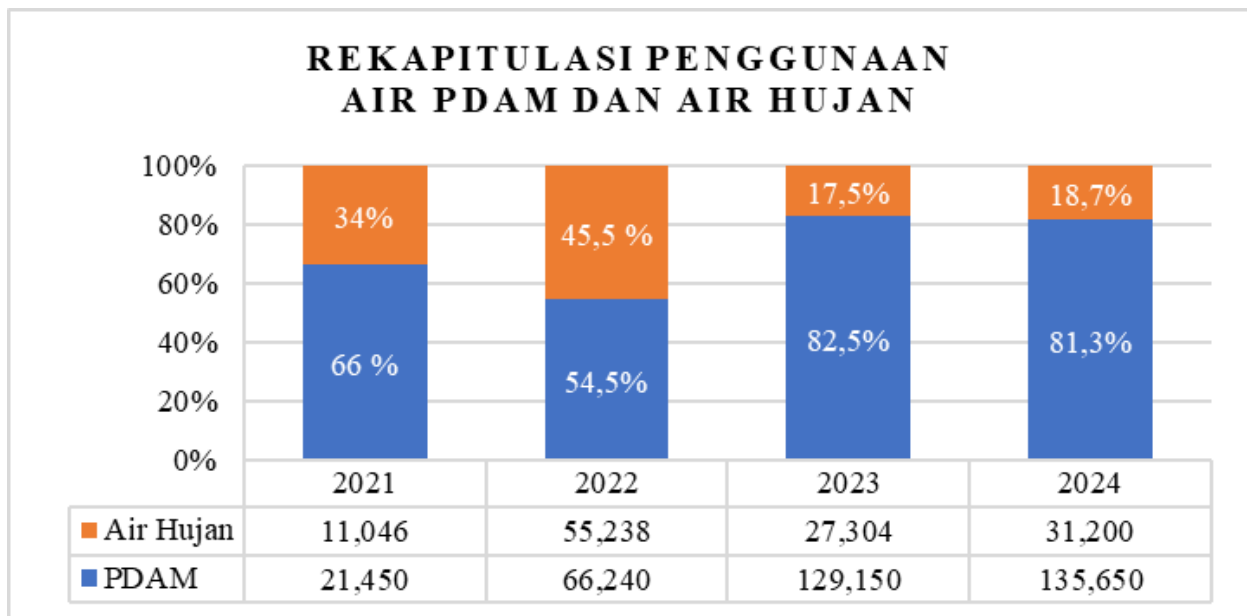
Tahun	Rekapitulasi Pemanfaatan Air Hujan (m ³)	Tarif PDAM (per m ³)	Biaya Administrasi (per bulan Rp. 13.000)	Efisiensi Biaya Terhadap PDAM
2021	11.046	Rp. 15.000	Rp. 156.000	Rp. 165.534.000
2022	55.238	Rp. 15.000	Rp. 156.000	Rp. 828.414.000
2023	27.304	Rp. 15.000	Rp. 156.000	Rp. 409.404.000
2024	31.200	Rp. 15.000	Rp. 156.000	Rp. 467.844.000
Total Efisiensi Pemanfaatan				Rp. 1.871.196.000

Pada Tabel 5. diperoleh nilai total efisiensi pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan air bersih tahun 2021 sampai 2024 sebesar Rp. 1.871.520.000,00 Nilai efisiensi biaya tersebut dikonversikan terhadap nilai biaya per meter kubik mengikuti harga air PDAM yaitu Rp. 15.000,00 dengan catatan sumber air tersebut layak digunakan atau dimanfaatkan. Efisiensi biaya terendah pada tahun 2021 sebesar Rp. 165.534.000,00 dikarenakan pencatatan pemanfaatan air hujan dimulai Bulan Agustus. Biaya tersebut termasuk pengurangan biaya administrasi Rp. 13.000 per bulan atau Rp. 156.000 per tahun. Analisa pemakaian PDAM apabila tanpa ada sumber air hujan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Biaya Pemakaian Air PDAM Tanpa Sumber Air Hujan

Tahun	Air PDAM (m ³)	Air Hujan (m ³)	Rekapitulasi Penggunaan Air (m ³)	Biaya PDAM (@ Rp. 15.000/m ³)
2021	65.340	11.046	76.386	Rp. 1.145.790.000
2022	66.240	55.238	121.478	Rp. 1.822.170.000
2023	129.150	27.304	156.454	Rp. 2.346.810.000
2024	135.650	31.200	166.850	Rp. 2.502.750.000
Total Biaya Pemakaian Air Bersih			521.168	Rp. 7.817.520.000

Pada Tabel 6. menunjukkan bahwa total pemakaian air bersih tanpa bantuan sumber air hujan pada tahun 2021-2024 sebesar 521.168 m³ dengan biaya Rp. 7.817.520.000. Dalam penggunaan air PDAM tersebut masih dibantu dengan pemanfaatan air recycle dari *Sewage Treatment Plant* (STP) maka, penggunaan air bersih dan biaya pembayaran PDAM lebih banyak dari asumsi tersebut apabila tidak dibantu pemanfaatan dari air hujan dan air *recycle*. Kondisi tersebut dapat dihitung seberapa besar manfaat air hujan dalam mengurangi penggunaan air PDAM. Rekapitulasi Penggunaan Air PDAM dan Air Hujan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rekapitulasi Penggunaan Air PDAM dan Air Hujan Bandara YIA

Gambar 1. merupakan diagram batang penggunaan air PDAM dan air hujan di Bandara YIA dari tahun 2021 hingga 2024. Tahun 2021 penggunaan air PDAM mendominasi sebesar 66% dengan volume 21.450 m³ sedangkan air hujan berkontribusi sebesar 34% dengan volume 11.046 m³. Pada tahun 2022 penggunaan air hujan meningkat signifikan menjadi 45,5% (55.238 m³) dan penggunaan air PDAM turun menjadi 54,5% (66.240 m³). Tren tersebut berubah di tahun-tahun berikutnya, tahun 2023 penggunaan air PDAM kembali mendominasi dengan proporsi 82,5% (129.150 m³) dan penggunaan air hujan menurun drastis menjadi hanya 17,5% (27.304 m³). Kondisi tersebut sesuai dengan tahun 2024 bahwa penggunaan PDAM mendominasi sebesar 81,3% (135.650 m³) dan air hujan hanya berkontribusi sebesar 18,7% (31.200 m³). Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan penggunaan air hujan di tahun 2022 namun secara keseluruhan penggunaan air PDAM menjadi sumber utama kebutuhan air di Bandara YIA.

2. Kondisi Kualitas Air Hujan dan Air Bersih Bandar Udara Internasional Yogyakarta

Pengujian kualitas air dilakukan pada air hujan dan air bersih. Pengujian air hujan dilakukan di *Rainwater Tank* yang air hujan tersebut belum masuk ke dalam filter air dan pengujian air bersih campuran dari pengolahan air hujan dan air PDAM. Hasil pengecekan kualitas air hujan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Mikrobiologi Air Hujan

No	Parameter	Mei 2024	Juni 2024	Juli 2024	Agustus 2024	Kadar Maksimum yang diperbolehkan*)	Satuan
1	Total Coliform	4**)	13**)	TNTC**)	TNTC**)	0	CFU/100 ml
2	<i>Eschericia coli</i>	0**)	0	130**)	26**)	0	CFU/100 ml

Keterangan:

**) Hasil Uji diluar kadar maksimum yang diperbolehkan

TNTC: Terdapat lebih dari 300 koloni/100ml

Pengujian kualitas air dengan parameter biologi menggunakan dua indikator yaitu *Total coliform* dan *Eschericia coli*. Dari hasil uji parameter biologi bakteri coliform total, air hujan yang berada di kawasan Bandar Udara YIA menunjukkan angka 4, 13 dan >3,00/100 mL. Pengujian sampel air hujan Bandar Udara YIA untuk parameter E. coli memiliki konsentrasi 0 CFU/100ML, 130 CFU/100ML, dan 26 CFU/100ML. Kedua parameter tersebut berdasarkan Permenkes RI No.2 Tahun 2023, standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higien sanitasi, jumlah bakteri dalam air hujan tersebut melebihi ambang batas yang dipersyaratkan namun, kondisi tersebut memiliki catatan bahwa hasil uji diluar kadar maksimum tersebut diperbolehkan sehingga air hujan masih aman untuk dimanfaatkan sebagai kebutuhan air bersih. Kondisi aman tersebut dikarenakan pengujian air hujan dilakukan sebelum

dilakukan proses filtrasi maka masih ada kemungkinan tingginya total coliform dan E. coli dipengaruhi dari masa tunggu air di dalam *Rainwater Tank*. Hasil pengujian fisika kimia lingkungan air hujan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Fisika Kimia Lingkungan Air Hujan

No	Parameter	Mei 2024	Juni 2024	Juli 2024	Agustus 2024	Kadar Maksimum yang diperbolehkan*)	Satuan
A. FISIKA							
1	Suhu	23,3	22,5	23,3	20,7	Suhu Udara $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	30	200	6	68	< 300	mg/L
3	Kekeruhan	1,48	0,55	0,23	2,32	< 3	NTU
4	Warna	12,291**)	3,142	2,044	1,056	10	TCU
5	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	-
B. KIMIA							
1	pH	7,80	7,00	7,4	6,4**)	6,5 – 8,5	
2	Nitrat, Sebagai NO ₃	0,002	7,431	6,729	10,339	20	mg/L
3	Nitrit, Sebagai NO ₂	0,003	0,002	0,003	0,060	3	mg/L
4	Kromium Valensi (Cr ⁺⁶)	0,001	0,005	0,003	0,008	0,01	mg/L
5	Besi (Fe)	0,1295	0,0687	0,0715	0,1492	0,2	mg/L
6	Mangan (Mn)	0,0201	0,0064	0,0101	0,0136	0,1	mg/L

Keterangan:

***) Hasil Uji diluar kadar maksimum yang diperbolehkan

TNTC: Terdapat lebih dari 300 koloni/100ml

Indikator yang dijadikan parameter kualitas air fisik meliputi suhu, TDS, kekeruhan, bau dan warna. Parameter suhu menunjukkan angka 23,3 $^{\circ}\text{C}$; 22,5 $^{\circ}\text{C}$; 23,3 $^{\circ}\text{C}$; 20,7 $^{\circ}\text{C}$.Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 suhu air normalnya adalah deviasi 3 atau \pm selisih 3 $^{\circ}\text{C}$ dari suhu air normal (Indriatmoko & Rahardjo, 2015). Suhu air normal yaitu sebesar 24 $^{\circ}\text{C}$ - 30 $^{\circ}\text{C}$ maka hasil pengujian suhu memenuhi baku mutu. Pengecekan suhu di bulan Agustus memiliki hasil yang rendah, kondisi tersebut berkemungkinan suhu udara diluar juga bernilai rendah. Hasil uji jumlah zat padat terlarut (TDS) menunjukkan angka 30 mg/L, 200 mg/L, 6 mg/L dan 68 mg/L hal tersebut berada di bawah ambang batas baku mutu air bersih untuk kebutuhan higiene dan sanitasi yaitu <300 mg/L. Hasil uji air hujan menunjukkan angka kekeruhan 1,48 NTU; 0,55 NTU; 0,23 NTU dan 2,32 NTU. Secara umum kekeruhan pada air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik ataupun yang organik (Asnaning et al., 2018). Kadar warnanya 12,291**) TCU; 3,142 TCU; 2,044 TCU; 1,056 TCU dan tidak memiliki bau. Tingginya warna pada air dipengaruhi oleh masuknya zat terlarut yang datang dari asal sumber air seperti unsur kimia organik dan anorganik. Unsur kimia tersebut dapat diakibatkan oleh kadar besi (Fe) yang tinggi. Adanya oksida besi menyebabkan air berwarna kemerahan sedangkan oksida mangan menyebabkan air berwarna cokelat atau kehitaman (Julindra et al., 2017).

Indikator parameter kimia yang diuji meliputi pH, nitrat, nitrit, kromium valensi, besi dan mangan. Berdasarkan BMKG, Nilai Ambang Batas (NAB) pH air hujan normal yaitu 5,6. Sedangkan berdasarkan Permenkes RI No.2 Tahun 2023, standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk pH air sebesar 6,5 - 8,5. Air hujan dikatakan bersifat hujan asam apabila pH < 5 (Fadhil & Anisa, 2024). pH air hujan yang berada

di kawasan Bandar Udara YIA hasil uji menunjukkan angka 7,80; 7,00; 7,4; 6,4**) angka tersebut memenuhi baku mutu air higienis sanitasi (6,5-8,5) kecuali pada pengecekan bulan Agustus. pH pada air hujan yang dikumpulkan dapat dipengaruhi oleh jenis bahan area tangkapan (Mao et al., 2021). Kandungan nitrat dalam air hujan menunjukkan angka 0,002 mg/L; 7,431 mg/L; 6,729 mg/L dan 10,339 mg/L, angka tersebut memenuhi syarat baku mutu dengan maksimal kadar 20 mg/L. Nitrat dapat terbentuk apabila nitrogen oksida yang terproduksi oleh reaksi kilat di atmosfer atau oleh pekerjaan manusia dan tersiram air hujan. Nitrat terdapat meluas di lingkungan, maka konsentrasi nitrat bisa ditemukan di hampir semua atmosfer dan sumber air (Parmita, 2019). Nitrit dalam air hujan menunjukkan angka 0,003 mg/L; 0,002 mg/L; 0,003 mg/L; 0,060 mg/L angka tersebut dalam kondisi dibawah ambang batas yaitu 3 mg/L. Pengujian kromium valensi menunjukkan hasil 0,001 mg/L; 0,005 mg/L; 0,003 mg/L dan 0,008 mg/L kondisi tersebut memenuhi baku mutu dengan ambang batas 0,01 mg/L. Hasil uji air hujan menunjukkan angka FE 0,1295 mg/L; 0,0687 mg/L; 0,0715 mg/L dan 0,1492 mg/L dengan ambang batas 0,2 mg/L. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kandungan besi memenuhi syarat baku mutu. Endapan (Fe) dapat mengotori bak dikarenakan bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendapkan pada saluran pipa, sehingga menyebabkan pembuntuan. Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa (Iswanto et al., 2022). Hasil pengujian mangan menunjukkan nilai 0,0201 mg/L ; 0,0064 mg/L; 0,0101 mg/L; dan 0,0136 mg/L kondisi tersebut memenuhi baku mutu dengan ambang batas 0,1 mg/L. Pengujian kualitas air hujan dilakukan sebelum masuk kedalam tangki filtrasi maka diperlukan pengujian air hujan tersebut setelah dilakukan filtrasi atau dilakukan pada pengecekan air bersih. Berikut menunjukkan hasil pengujian mikrobiologi, fisika dan kimia air bersih.

Tabel 9. Hasil Pengujian Mikrobiologi Air Bersih

No	Parameter	Mei 2024	Juni 2024	Juli 2024	Agustus 2024	Kadar Maksimum yang diperbolehkan*)	Satuan
1	Total Coliform	12**)	6**)	TNTC	51**)	0	CFU/100 ml
2	<i>Eschericia coli</i>	4**)	1	28**)	26**)	0	CFU/100 ml

Keterangan:

**) Hasil Uji diluar kadar maksimum yang diperbolehkan

TNTC: Terdapat lebih dari 300 koloni/100ml

Berdasarkan Tabel 9, hasil uji parameter biologi bakteri coliform total, air bersih yang berada di kawasan Bandar Udara YIA menunjukkan hasil pengujian dengan nilai 12 CFU/100 ml, 6 CFU/100 ml, 51 CFU/100 ml dan kategori TNTC atau terdapat lebih dari 300 koloni/100ml. Berdasarkan Permenkes RI No.2 Tahun 2023, standar baku mutu kesehatan lingkungan dalam air bersih tersebut melebihi ambang batas yang dipersyaratkan namun, kondisi tersebut memiliki catatan bahwa hasil uji diluar kadar maksimum tersebut diperbolehkan. Kandungan total coliform yang cukup banyak mengindikasikan adanya bakteri patogenik seperti giardia dan cryptosporidium terkandung di dalam air tersebut (Djana, 2023). Parameter *E. coli* memiliki konsentrasi 4 CFU/100ML, 1 CFU/100ML, 28 CFU/100ML dan 26 CFU/100ML. Berdasarkan baku mutu yang diatur dalam Permenkes RI No.2 Tahun 2023 untuk parameter *E. coli* memiliki nilai konsentrasi baku mutu 0 CFU/100ML. Konsentrasi *E. coli* pada pengujian air bersih Bandar Udara YIA belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Kondisi tersebut dapat terjadi karena air bersih dengan nilai *E.coli* 0 CFU/100ML air bersih tersebut layak konsumsi, namun Bandara YIA belum melakukan program air bersih tersebut layak konsumsi. Faktor lain yang dapat menjadikan nilai *E. Coli* tinggi adalah kontaminan mikroorganisme dalam pipa penyaluran dari PDAM hingga tempat penyaluran (Hutasoit, 2020). Hasil pengujian fisika kimia lingkungan air bersih disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Fisika Kimia Lingkungan Air Bersih

No	Parameter	Mei 2024	Juni 2024	Juli 2024	Agustus 2024	Kadar Maksimum yang diperbolehkan*)	Satuan
A. FISIKA							
1	Suhu	24,7	22,5	23,2	20,7	Suhu Udara ± 3 °C	°C
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	181	188	181	205	< 300	mg/L
3	Kekeruhan	0,09	0,14	0,13	0,23	< 3	NTU
4	Warna	2,630	0,002	2,154	0,002	10	TCU
5	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	-
B. KIMIA							
1	pH	7,70	6,9	7,1	7,5	6,5 – 8,5	
2	Nitrat, Sebagai NO ₃	0,002	1,656	7,732	4,412	20	mg/L
3	Nitrit, Sebagai NO ₂	0,002	0,002	0,003	0,004	3	mg/L
4	Kromium Valensi (Cr ⁺⁶)	0,001	0,004	0,003	0,002	0,01	mg/L
5	Besi (Fe)	0,0339	0,0518	0,0651	0,0584	0,2	mg/L
6	Mangan (Mn)	<0,0001	0,0149	0,0002	0,0141	0,1	mg/L

Keterangan:

**) Hasil Uji diluar kadar maksimum yang diperbolehkan
TNTC: Terdapat lebih dari 300 koloni/100ml

Indikator fisika yang dijadikan parameter kualitas air meliputi TDS, kekeruhan, suhu, bau dan warna. Parameter suhu menunjukkan angka 24,7 °C, 22,5 °C, 23,2 °C dan 20,7 °C. Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 suhu air normalnya adalah deviasi 3 atau ± selisih 3 °C dari suhu air normal. Suhu air normal yaitu sebesar 24°C - 30°C maka hasil pengujian suhu memenuhi syarat baku mutu. Hasil uji jumlah zat padat terlarut (TDS) menunjukkan angka 181 mg/L, 188 mg/L, 181 mg/L dan 205 mg/L hal tersebut berada di bawah ambang batas baku mutu air bersih yaitu <300 mg/L. Hasil uji air bersih menunjukkan angka kekeruhan 0,09 NTU; 0,14 NTU; 0,13 NTU dan 0,23 NTU. Pada setiap pengujian kekeruhan memiliki nilai dibawah baku mutu yaitu < 3 NTU. Kadar warnanya 2,630 TCU; 0,002 TCU; 2,154 TCU dan 0,002 TCU yang berada dibawah ambang batas serta semua pengujian airnya tidak memiliki bau.

Indikator parameter kimia yang diuji meliputi pH, nitrat, nitrit, kromium valensi, besi dan mangan. Berdasarkan Permenkes RI No.2 Tahun 2023, standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk pH air sebesar 6,5 - 8,5 dan hasil pengujian kualitas air bersih menunjukkan angka 7,7; 6,9; 7,1; 7,5 maka nilai pH memenuhi standart baku mutu. Nilai pH kurang dari 6,5 atau di atas 8 maka, dapat menyebabkan senyawa kimia tersebut berubah menjadi racun (Najmalia et al., 2024). Kandungan nitrat dalam pengecekan kualitas air bersih menunjukkan angka 0,002 mg/L; 1,656 mg/L; 7,732 mg/L; dan 4,412 mg/L angka tersebut memenuhi syarat baku mutu dengan maksimal kadar 20 mg/L. Kandungan Nitrit dalam air bersih menunjukkan angka 0,002 mg/L; 0,002 mg/L; 0,003 mg/L dan 0,004 mg/L angka tersebut dalam kondisi dibawah ambang batas yaitu 3 mg/L. Kandungan nilai Kromium Valensi (Cr+6) pada air bersih 0,001 mg/L; 0,004 mg/L; 0,003 mg/L dan 0,003 mg/L dengan ambang batas 0,01 mg/L maka kondisi tersebut memenuhi baku mutu. Hasil uji air hujan menunjukkan angka kandungan (Fe) 0,0339 mg/L; 0,0518 mg/L; 0,0651 mg/L ; dan 0,0584 mg/L dengan ambang batas 0,2 mg/L. Kandungan mangan yang terkandung dalam air bersih sebesar <0,0001 mg/L; 0,0149 mg/L; 0,0002 mg/L; dan 0,0141 mg/L dengan ambang batas 0,1 mg/L

maka, kandungan mangan sesuai dengan baku mutu. Pengujian parameter fisika dan kimia air bersih berada dibawah batas standar baku mutu kesehatan lingkungan menurut Permenkes RI No.2 Tahun 2023.

3. Analisis Kelayakan Ekonomi Pemanfaatan Air Hujan Menjadi Air Bersih Bandara YIA

Analisis ekonomi pada sistem pemanenan air hujan atau rainwater harvesting dilakukan untuk menilai kelayakan dan efisiensi investasi dalam memanfaatkan air hujan sebagai air bersih. Analisis tersebut penting dilakukan untuk memastikan bahwa pembangunan RWH tidak hanya ramah lingkungan namun, secara ekonomi dapat menguntungkan dan berkelanjutan (Angraini & Widodo 2024). Perhitungan selanjutnya adalah kelayakan ekonomi yang meliputi *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate off Return* (IRR), *Net Benefit Cost-Ratio* (Net B/C) dan *Payback Period* (PBP). Tujuan analisa lanjutan adalah untuk mengetahui apakah usaha pengolahan air hujan tersebut telah layak secara ekonomi untuk dijadikan investasi sebagai usaha berkelanjutan dimasa mendatang.

1. Net Present Value (NPV)

Menurut (Rumiyanto et al., 2015) Net present value (NPV) merupakan metode menghitung nilai bersih (netto) pada waktu sekarang (present). Nilai sekarang atau present value (PV) dapat ditentukan dengan nilai Discount Factor (DF) dengan umur ekonomis mesin 10 tahun dan suku bunga interest rate (i) 10% (Sumampow et al., 2022). Perhitungan NPV dalam pengolahan air hujan menjadi air bersih disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan NPV Pengolahan Air Pengolahan Air Hujan menjadi Air Bersih Bandar Udara Internasional Yogyakarta

Tahun (t)	ARUS KELUAR	ARUS MASUK	DISCOUNT FACTOR (I)	PRESENT VALUE		(NPV)
	Biaya Investasi &Operasional	Dari Produk utama & sampingan	1	PV Arus Keluar	PV Arus Masuk	Arus Benefit
			(1+i) ^t	Biaya	Penerimaan	Netto
			I = 0,1/th	waktu ke-t	waktu ke-t	waktu ke-t
0	10.056.101.970	0	1,00000000	10.056.101.970	0.0000	(10.056.101.970)
1	2.419.777.885	3.546.564.000	0,90909091	2.199.798.077	3.224.149.091	1.024.351.013
2	2.419.777.885	3.546.564.000	0,82644628	1.999.816.434	2.931.044.628	931.228.194
3	2.419.777.885	3.546.564.000	0,75131480	1.818.014.940	2.664.586.025	846.571.085
4	2.419.777.885	3.546.564.000	0,68301345	1.652.740.854	2.422.350.932	769.610.078
5	2.419.777.885	3.546.564.000	0,62092132	1.502.491.686	2.202.137.211	699.645.525
6	2.419.777.885	3.546.564.000	0,56447393	1.365.901.532	2.001.942.919	636.041.386
7	2.419.777.885	3.546.564.000	0,51315812	1.241.728.666	1.819.948.108	578.219.442
8	2.419.777.885	3.546.564.000	0,46650738	1.128.844.241	1.654.498.280	525.654.038
9	2.419.777.885	3.546.564.000	0,42409762	1.026.222.038	1.504.089.346	477.867.308
10	2.419.777.885	3.546.564.000	0,38554329	932.929.125	1.367.353.951	434.424.825
Total	34.253.880.821	35.465.640.000		24.924.589.566	21.792.100.493	3.132.489.073

Berdasarkan Tabel 11. dapat terlihat nilai NPV yang dihasilkan dari usaha pengolahan air hujan sebesar Rp. 3.132.489.073,00. Nilai tersebut didapatkan berdasarkan pengurangan nilai present value pada arus kas keluar Rp. 24.924.589.566,00 sebesar yang dikurangi dengan present value pada arus kas masuk sebesar Rp. 21.792.100.493,00. Nilai NPV yang >1 menurut (Akiang & Kristianto, 2020), maka usaha tersebut layak dilaksanakan, sedangkan nilai NPV <1 maka usaha tersebut tidak layak dilaksanakan, namun jika NPV = 1 maka usaha tersebut mengembalikan sama besarnya nilai uang yang diinvestasikan, dengan demikian hasil NPV sebesar Rp. 21.792.100.493,00 yang melebihi 1 dapat dinyatakan bahwa menurut perhitungan NPV usaha pengolahan air hujan layak untuk dijalankan.

2. Internal Rate off Return (IRR)

IRR menurut (Irawan & Pamaungkas, 2020) adalah metode perhitungan investasi dengan analisis kelayakan berupa tingkat pengembalian modal dalam satuan persen (%). Perhitungan nilai IRR dilakukan dengan angka percobaan terhadap angka-angka yang nantinya menjadi tingkat suku bunga. Hipotesa penelitian ini menggunakan tingkat suku bunga minimal 25% dan maksimal 26%. Hasil IRR harus berada pada rentan nilai hipotesa tersebut agar investasi layak dijalankan. Hasil Komponen Data Perhitungan IRR

Pengolahan Air Hujan menjadi Air Bersih Bandar Udara Internasional Yogyakarta disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Komponen Data Perhitungan IRR Pengolahan Air Hujan menjadi Air Bersih Bandar Udara Internasional Yogyakarta

Tahun (t)	PRESENT VALUE ARUS BENEFIT NETTO UNTUK PERHITUNGAN IRR				
	Arus Benefit		IRR		
	Netto Pada tahun ke t	Df= 0,25 per tahun	NPV ₁ (Total harus positif)	Df 0,26 per tahun	NPV ₂ (Total harus negatif)
0	(10.056.101.970)	1,00000000	(10.056.101.970)	(1,00000000)	(894.274.694)
1	1.126.786.115	0,80000000	1.050.756.892	(0,79365079)	(709.741.821)
2	1.126.786.115	0,64000000	901.428.892	(0,62988158)	(563.287.159)
3	1.126.786.115	0,51200000	721.143.113	(0,49990602)	(447.053.301)
4	1.126.786.115	0,40960000	576.914.491	(0,39675081)	(354.804.207)
5	1.126.786.115	0,32768000	461.531.593	(0,31488159)	(281.590.641)
6	1.126.786.115	0,26214400	369.225.274	(0,24990603)	(223.484.635)
7	1.126.786.115	0,20971520	295.380.219	(0,19833812)	(177.368.758)
8	1.126.786.115	0,16777216	236.304.175	(0,15741120)	(140.768.856)
9	1.126.786.115	0,13421773	189.043.340	(0,12492953)	(111.721.314)
10	1.126.786.115	0,10737418	151.234.672	(0,09915042)	(894.274.694)
Total	(1.211.759.179)		(6.032.908.461)		- 6.152.006.582

Tabel 12. menunjukkan data-data yang akan digunakan untuk menghitung IRR. Beberapa komponen yang dibutuhkan meliputi keuntungan dari tahun ke-0 hingga 10 serta nilai diferensiasi 25 dan 26%. Nilai diferensiasi dipergunakan untuk menghasilkan nilai NPV positif dan negatif, perhitungan IRR akan didapatkan dari penjumlahan NPV yang selanjutnya dibagi dengan nilai NPV positif dan negatif dan terakhir dikalikan dengan selisih dari diferensiasi minimal dan maksimal yang digunakan (Irsayad & Yanti, 2016). Berikut merupakan perhitungan IRR yang dilakukan:

$$IRR = i^1 + \frac{NPV^1}{NPV^1 - NPV^2} (i^2 - i^1)$$

$$IRR = 0,25 + \frac{(6.032.908.461)}{6.032.908.461 - (-6.152.006.582)} (0,26 - 0,25)$$

$$IRR = 0,25 + \frac{(6.032.908.461)}{(12.184.915.043)} (0,01)$$

$$IRR = 0,25 + 0,0049511288670$$

$$IRR = 0,2549511288670$$

$$IRR = 25.4951128867014 \%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat terlihat nilai IRR yang didapatkan dari usaha pengolahan air hujan sebesar 25.4951128867014 % pertahun. Nilai IRR yang berada pada rentang MARR yang telah ditentukan menandakan investasi tersebut layak untuk dijalankan (Rochman & Suhana et al., 2021). Menurut (Purnomo, 2017) MARR (Minimum Active Rate off Return) merupakan tingkat suku bunga pengembalian minimum digunakan sebagai indikator yang ditetapkan, pada perhitungan ini MARR yang digunakan sebesar 25% dan 26%, sehingga dapat diketahui berdasarkan perhitungan IRR usaha ini layak untuk dijalankan karena memiliki nilai IRR sebesar 25.4951128867014 %/ yang berada pada rentang nilai MARR nya yakni 25% - 26%.

3. *Net Benefit Cost-Ratio (Net B/C)*

Net B/C dihitung untuk mencari manfaat bersih sehingga mengetahui apakah manfaat yang diterima melebihi biaya yang dikeluarkan, sedangkan Gross B/C akan menggambarkan pengaruh tambahan biaya terhadap manfaat yang akan diterima (Indaryati & Berliana (2021)). Berikut merupakan hasil perhitungan nilai Gros B/C dan Net B/C dari pengolahan air hujan menjadi air bersih:

$$\text{Gross } \frac{B}{C} = \frac{PV. Total Penerimaan}{PV. Total Biaya}$$

$$\text{Gross } \frac{B}{C} = \frac{21.792.100.493}{24.924.589.566}$$

$$\text{Gross } \frac{B}{C} = 0,8743213378$$

$$\text{Net B/C} = \frac{PV. Benefit (+)}{PV. Benefit (-)}$$

$$\text{Net B/C} = \frac{3.132.489.073}{10.056.101.969}$$

$$\text{Net B/C} = -0,3115013235$$

Perhitungan nilai Gross B/C diperoleh dengan membagi nilai present value total penerima dengan nilai present value dari total biaya yang dikeluarkan. Berdasarkan perhitungan Gross B/C dapat diketahui nilai yang dihasilkan adalah 0,8743213378, kondisi tersebut menggambarkan bahwa tidak layak, hal ini sesuai dengan (Gandhi & Purwana, 2023) apabila nilai Gross B/C > 1 maka dinyatakan layak, jika < 1 dinyatakan tidak layak dan = 1 berarti usaha yang dijalankan dalam kondisi BEP (pendapatan sama dengan total biaya). Nilai Net B/C diperoleh dengan membagi antara nilai present value positif dan negatif. Berdasarkan perhitungan Net B/C dapat diketahui nilai yang dihasilkan adalah -0,3115013235 kondisi tersebut menggambarkan bahwa tidak layak, hal ini sesuai dengan (Sari & Silalahi, 2022) apabila nilai Net B/C > 1 maka dinyatakan layak, jika < 1 dinyatakan tidak layak dan = 1 usaha dinyatakan impas (pendapatan sama dengan total biaya). Nilai Gross B/C dan Net B/C < 1 maka kondisi tersebut tidak layak namun secara keseluruhan bukan berarti bahwa pembangunan dan pengolahan air hujan tidak layak dilakukan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembangunan *rainwater harvesting* layak sebagai investasi jangka panjang namun dari segi efisiensi kurang efisien dikarenakan besarnya biaya investasi dibandingkan dengan manfaat yang diperoleh serta keuntungan juga belum menguntungkan secara signifikan.

4. *Payback Period (PBP)*

Payback period merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian biaya investasi yang telah dikeluarkan (Irsayad & Yanti, 2016). Berikut tabel perhitungan PBPB dari pengolahan air hujan menjadi air bersih disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perhitungan PBP Pengolahan Air Hujan menjadi Air Bersih Bandar Udara Internasional Yogyakarta

Jangka Tahun	Arus Kas Masuk			Arus Kas Keluar	Aliran Kas Kumulatif
	Investasi	Laba Bersih	Penyusutan	Pembayaran Pokok Pinjaman	
Ke-0	10.056.101.970				
Ke-1		620.861.111	546.143.234	2.514.025.493	-1.347.021.147
Ke-2		720.919.326	546.143.234	2.413.464.473	-1.146.401.913
Ke-3		820.977.540	546.143.234	2.312.903.453	-945.782.678
Ke-4		921.035.755	546.143.234	2.212.342.433	-745.163.444
Ke-5		1.021.093.970	546.143.234	2.111.781.414	-544.544.210

Jangka Tahun	Arus Kas Masuk		Arus Kas Keluar	Aliran Kas Kumulatif
	Investasi	Laba Bersih	Pembayaran Pokok Pinjaman	
Ke-6		1.121.152.184	546.143.234	1.667.295.418
Ke-7		1.121.152.184	546.143.234	1.667.295.418
Ke-8		1.121.152.184	546.143.234	1.667.295.418
Ke-9		1.121.152.184	546.143.234	1.667.295.418
Ke-10		1.121.152.184	546.143.234	1.667.295.418
Total	10.056.101.970			
PBP	7,465437341 Tahun			
	89,58524809 Bulan			
	2.687 Hari			

Tabel 13 menunjukkan nilai PBP yang diperoleh setelah membagi nilai investasi dengan aliran kas kumulatif pada tahun pertama memperoleh hasil Rp. 10.056.101.970,00. Perhitungan tersebut berdasarkan kas masuk pada tahun ke-0, asumsi penjualan telah dilakukan pada tahun pertama sehingga produsen mendapatkan pemasukan, pemasukan tersebut akan dikurangi biaya penyusutan juga pokok pinjaman yang telah diperoleh dari bank dengan bunga sebesar 5%, sehingga aliran kas kumulatif pada tahun pertama Rp. 1.347.021.147,00 dalam kondisi minus. Kondisi tersebut terjadi dikarenakan beban biaya operasional dan pembayaran pinjaman bank yang tinggi, sementara penerimaan belum maksimal sehingga proyek telah menghasilkan penerimaan namun habis untuk menutup biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui modal akan kembali dalam waktu 7,4 tahun atau setara dengan 89 bulan atau setara dengan 2.687 hari. Menurut suatu investasi dinyatakan layak ketika *payback period* lebih pendek dibandingkan dengan *periode payback* maksimum. Kondisi lain ketika *payback periode* (PP) suatu investasi lebih panjang dari pada *periode payback* maksimum, maka investasi tersebut dinyatakan tidak layak. Kriteria perhitungan *payback period* ketika nilai *payback period* kurang dari 3 tahun pengembalian modal usaha dikategorikan cepat, nilai *payback period* 3 – 5 tahun kategori pengembalian sedang dan nilai *payback period* lebih dari 5 tahun dikategorikan lambat. Kondisi tersebut dapat diketahui pengolahan air hujan menjadi air bersih dapat dinyatakan lambat untuk dijalankan dan kurang layak secara jangka panjang belum tentu menguntungkan secara signifikan dikarenakan biaya investasi lebih besar.

4. Analisis Penerapan Target SDGs pada Rainwater Harvesting Bandara YIA

Pemanenan air hujan merupakan salah satu strategi pengelolaan sumber daya air yang mendukung tercapainya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya pada poin 6 dan 12. SDGs poin 6 menekankan pentingnya menjamin ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan. Pemanfaatan air hujan pada Bandara YIA digunakan sebagai sumber air bersih alternatif yang berkontribusi dalam mengurangi penggunaan air dari PDAM. Kontribusi pemanfaatan air hujan Bandara YIA mencapai 2.688 m³ per bulan atau setara dengan 32.2254 m³ per tahun. Kondisi tersebut dapat mengurangi penggunaan PDAM yang mencapai 8.258 m³ per bulan atau setara dengan 99.095 m³ maka pemanfaatan air hujan dapat membantu kurang lebih 24,6% dari penggunaan air PDAM. Kondisi saat ini rata-rata volume air hujan yang dapat ditangkap Rainwater Harvesting sebesar 19.703 m³ per tahun. Hasil uji air hujan

SDGs poin 12 berfokus pada konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab mendorong efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya alam dan pengurangan limbah. Implementasi pemanenan air hujan mencerminkan prinsip tersebut dengan memanfaatkan kembali air hujan yang sebelumnya tidak dimanfaatkan secara optimal, sehingga menurunkan beban terhadap sistem penyediaan air konvensional. Rainwater Harvesting Bandara YIA memanfaatkan atap terminal penumpang untuk menampung air hujan dan mengurangi limpasan air hujan dengan luas 91.977 m². Dalam kondisi diatas dapat disimpulkan bahwa Rainwater Harvesting Bandara YIA telah menerapkan program SDGs poin 6 dan 12.

SIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan air hujan Bandara YIA pada tahun 2021 sampai 2024 sebesar 129.016 m³ maka selama 4 tahun tersebut total efisiensi pemanfaatan air hujan sebesar Rp. 1.871.196.000,00. Kualitas air hujan dan air bersih sesuai dengan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 untuk parameter Total Coliform dan E. Coli diatas baku mutu dikarenakan berfokus pada pemanfaatan air bersih dan belum layak konsumsi.

Segi ekonomi, pengolahan air hujan untuk dimanfaatkan sebagai air bersih hingga 10 tahun dikategorikan layak dengan keuntungan bersih Rp. 620.861.111,00 sampai Rp. 1.021.093.970,00 pertahunnya dan nilai NPV dinyatakan layak karna >1. Pengembalian modal usaha dapat dilakukan dalam kurun waktu 10 tahun terlihat nilai IRR dinyatakan layak karena berada pada rentang MARR, IRR menilai seberapa cepat uang kembali namun keuntungan belum didapatkan secara signifikan terlihat dari nilai Net B/C <1 dikarenakan Net B/C memperhitungkan efisiensi investasi dan manfaat jangka panjang. Kondisi tersebut juga terlihat pada hasil PBP dengan pengembalian lambat dikarenakan modal usaha kembali >5 tahun, tepatnya dalam 2.687 hari atau 7,4 tahun. Dari segi penerapan target SDGs, Rainwater Harvesting Bandara YIA telah menerapkan program SDGs poin 6 dan 12.

Penambahan *Rainwater Tank* dan area tampungan air hujan diperlukan untuk memaksimalkan dalam memanfaatkan air hujan dan dapat digunakan untuk cadangan air bersih. Peneliti lanjutan dapat dilakukan dengan menganalisis pasti terkait alasan parameter Total Coliform dan E. Coli yang masih belum memenuhi baku mutu dengan memberi masukan terkait treatment yang harus dilakukan dan nantinya air hujan hujan ataupun air bersih tersebut layak dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiang, M., Ayustia, R., & Kristianto, A. H. (2020). Studi kelayakan bisnis hidroponik tinjauan aspek finansial (sekolah tinggi ilmu manajemen shanti bhuna, bengkalayang, kalimantan barat). *Management and Sustainable Development Journal*, 2(2), 18-26
- Ali, I., Suhardjono, S., & Hendrawan, A. P. (2017). Pemanfaatan sistem pemanenan air hujan (rainwater harvesting system) di Perumahan Bone Biru Indah Permai Kota Watampone dalam rangka penerapan sistem drainase berkelanjutan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 8(1), 26-38.
- Asnaning, A. R., Surya, S., & Saputra, A. E. (2018). Uji kualitas air hujan hasil filtrasi untuk penyediaan air bersih. In *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Djana, M. (2023). Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan. *Jurnal Redoks*, 8(1), 81-87.
- Fadhil, M. Z., & Annisa, N. (2024). Analisis Kuantitas dan Kualitas Air Hujan untuk Cadangan Air Bersih pada Sekolah Berasrama. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 10(1).
- Fitriana, E., Suprayogi, I., Fauzi, M., & Nurdin, N. (2022). Sumbangan Teknologi Pemanenan Air Hujan Skala Individu Rumah Tangga Tipe 220 m² Atap Pelana Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Siak Kabupaten Siak. *SAINSTEK*, 10(1), 10-16.
- Gandhi, P., & Purwana, I. S. (2023). The Kelayakan Finansial Pendirian Bisnis Sosis Sapi PT XYZ di Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia. *PETERPAN (Jurnal Peternakan Terapan)*, 5(1), 30-40.
- Hutasoit, D. P. (2020). Pengaruh Sanitasi Makanan dan Kontaminasi Bakteri Escherichia coli Terhadap Penyakit Diare. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), 779–786.
- Indaryati, S., & Berliana, D. (2021). Finansial and Performa Analysis Institute Support Development of Subsistem Downstream Agribisnis in Metro. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(3), 251-261.

- Irawan, H. T., & Pamungkas, I. (2020). Studi Kelayakan Investasi Perkebunan Kelapa Sawit PT. Agro Sinergi Nusantara (ASN) Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal Optimalisasi*, 6(1), 40-46.
- Irsayad, F. & Yanti, D. (2016). Evaluasi Tekno-Ekonomi Pemanfaatan Biogas Skala Rumah Tangga sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 20(2), 73-79
- Iswanto, N. I. N., Husen, M., Lestari, A. D. N., Fandel, C., & Rahyuni, D. R. D. (2022). Kualitas Air Hujan di Desa Sirongo Kecamatan Tidore Utara Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Natural*, 18(1), 25-35.
- Julindra, R., Qomariyah, S., & Sudarto. (2017). Analisis Pemanfaatan Air Hujan dengan Metoda Penampungan Air Hujan untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga di Kota Surakarta. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 5(3), 1061-1069.
- Mao, J., Xia, B., Zhou, Y., Bi, F., Zhang, X., Zhang, W., & Xia, S. (2021). *Effect of roof materials and weather patterns on the quality of harvested rainwater in Shanghai, China*. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123419.
- Najmalia, R. N., Nuraeni, T., Nisa, R., & Fitriyah, S. (2024). Analisis Parameter Fisik Air Sumur sebagai Sumber Air Bersih di Desa Singaraja Kabupaten Indramayu Tahun 2024: Analisis Parameter Fisik Air Sumur sebagai Sumber Air Bersih di Desa Singaraja Kabupaten Indramayu Tahun 2024. *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(3), 209-223.
- Parmita Dewi, N. K. A. A. (2019). *Analisis Kadar Nitrat dan Nitrit Air Hujan yang ditampung pada Cubang di Pulau Nusa Penida Kabupaten Klungkung* (Doctoral dissertation, Poltekkes Denpasar).
- Purnomo, F. (2017). Studi Investasi Pengembangan Perumahan di Malang. *Prokons: Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 32-36.
- Qomariyah, S., Solichin, & R, A. P. (2016). Analisis Pemanfaatan Air Hujan Dengan Metode Penampungan Air Hujan Untuk Kebutuhan Pertamanan Dan Toilet Gedung IV Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta (Studi Kasus: Gedung IV Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*, 4(4), 434-441.
- Rochman, N. F., & Suhana, N. (2021). Evaluasi Investasi Pembangunan Perumahan Menggunakan Pendekatan Analisis Sensitivitas. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 7(1), 29-39.
- Sari, M., & Silalahi, F. R. (2022). *Analysis of cattle-palm oil integration farming in Deli Serdang Regency, North Sumatra Province, Indonesia*.
- Silvia, C. S., Opirina, L., Ikhsan, M., Refiyanni, M., & Satria, A. (2022). Aplikasi Rainwater Harvesting Melalui Atap Bangunan Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Desa Pasie Mesjid, Kabupatean Aceh Barat. *Jurnal Abdimas Berdaya: Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan dan Pengabdian Masyarakat*, 5(01), 15-27.
- Sumampow, N. G., Molenaar, R., & Wenur, F. (2022). Analisis Ekonomi Penggunaan Alat Penyulingan Nira Aren Menjadi Bioetanol Di Kelompok Tani Hutan Teyapu Di Desa Talawaan Kecamatan Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. In *COCOS* (Vol. 14, No. 1).
- Supriyanti, K. R., Damiri, B. A., & Ramadhan, W. N. (2024). Pengelompokan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Curah Hujan di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Fuzzy C-Means. *Jurnal Statistika dan Komputasi*, 3(1), 1-10.
- Sutrisno, N., & Hamdani, A. (2019). Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air untuk meningkatkan produksi pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 73-88.

- Wigati, R., Mina, E., Kusuma, R. I., Kuncoro, H. B. B., Fathonah, W., & Ruyani, N. R. (2022). Implementasi pemanenan air hujan (rainwater harvesting) pada masa Pandemi Covid-19 di Kota Serang. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 11(1), 78-85.
- Wigati, R., Kusuma R. I, & Sabri, F. (2021). Rainwater harvesting system planning and design (Case study: Female dormitory building, Campus E Untirta Sindangsari). *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 17(2), 262-271.