



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 946-958

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Desain dan Analisis Ekonomi Teknik Pembangunan *Rainwater Harvesting System* untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Desa Timbulsloko Demak

Cindy Aulia Zahra, Delia Arvenita

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

auliacindy334@gmail.com, deliaarvenita@gmail.com

Abstrak

Desa Timbulsloko, Kabupaten Demak, merupakan wilayah pesisir yang menghadapi keterbatasan air bersih akibat intrusi air laut dan genangan rob yang terjadi secara periodik. Kondisi ini menyebabkan penurunan kualitas air tanah sehingga masyarakat bergantung pada pasokan air dari luar dengan biaya relatif tinggi. Permasalahan tersebut mendorong perlunya solusi penyediaan air bersih yang mandiri dan berkelanjutan, salah satunya melalui penerapan sistem pemanenan air hujan (rainwater harvesting system). Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemanenan air hujan yang sesuai dengan kondisi permukiman serta mengevaluasi kelayakan ekonominya. Metode yang digunakan meliputi perencanaan teknis dan analisis ekonomi teknik dengan memanfaatkan data kebutuhan air domestik, luas atap sebagai daerah tangkapan, serta curah hujan setempat. Analisis mencakup perhitungan potensi air hujan, perancangan komponen sistem, serta estimasi biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan. Kelayakan ekonomi dianalisis menggunakan parameter Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Internal Rate of Return (IRR). Hasil penelitian menunjukkan potensi air hujan sebesar 10.899 liter/hari dari luas atap 1.436,17 m², dengan kebutuhan air domestik sebesar 4,18 m³/hari untuk 38 penduduk. Sistem dirancang menggunakan dua tangki berkapasitas total 11.000 liter. Total biaya investasi sebesar Rp60.982.377 dengan manfaat penghematan Rp7.622.904 selama 15 tahun. Nilai NPV sebesar Rp1.156.160, BCR 1,01, dan IRR 6,0006% menunjukkan sistem layak secara ekonomi. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi solusi efektif dan berkelanjutan dalam penyediaan air bersih di wilayah pesisir.

Kata kunci: Air Bersih, Desain, Ekonomi Teknik, Pemanenan Air Hujan

1. Latar Belakang

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu aspek mendasar dalam menunjang kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan domestik maupun aktivitas sosial dan ekonomi. Dalam beberapa tahun terakhir, permasalahan air bersih semakin kompleks, terutama pada wilayah pesisir yang mengalami tekanan lingkungan akibat intrusi air laut dan penurunan muka tanah. Kondisi tersebut menyebabkan degradasi kualitas air tanah sehingga tidak lagi layak digunakan sebagai sumber air bersih. Fenomena ini banyak ditemukan di kawasan pesisir utara Jawa, termasuk di Desa Timbulsloko, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, yang secara geografis rentan terhadap genangan rob, abrasi pantai, serta perubahan morfologi wilayah pesisir. Dampak dari kondisi tersebut adalah meningkatnya salinitas air tanah yang menyebabkan sebagian besar sumur warga tidak dapat dimanfaatkan, sehingga masyarakat bergantung pada pasokan air dari luar dengan biaya yang relatif tinggi (Bakti et al., 2019). Keterbatasan akses terhadap jaringan distribusi air perpipaan juga memperburuk kondisi ini, sehingga diperlukan alternatif penyediaan air bersih yang lebih mandiri dan berkelanjutan (Marfai, 2011).

Dalam konteks pemenuhan kebutuhan air, standar global yang ditetapkan oleh World Health Organization menyebutkan bahwa kebutuhan dasar air berada pada kisaran 50–100 liter per orang per hari untuk menjamin kesehatan dan sanitasi yang layak (WHO, 2020). Sementara itu, standar nasional di Indonesia juga telah mengatur kebutuhan air domestik berdasarkan karakteristik wilayah, yang menjadi acuan dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih (Wijanarko, 2011). Kebutuhan air ini tidak hanya terbatas pada aktivitas rumah tangga, tetapi juga mencakup kebutuhan fasilitas umum dan kegiatan sosial yang turut meningkatkan tekanan terhadap sumber daya air (Purnomo, 2022). Pada wilayah dengan keterbatasan sumber air seperti daerah pesisir, ketidakseimbangan

antara kebutuhan dan ketersediaan air menjadi permasalahan yang mendesak untuk diselesaikan secara sistematis dan berkelanjutan (Afriyanda, 2019).

Salah satu pendekatan yang mulai banyak dikembangkan sebagai solusi alternatif adalah pemanfaatan air hujan melalui sistem rainwater harvesting. Sistem ini bekerja dengan menangkap air hujan dari permukaan atap bangunan (catchment area), kemudian menyalurkannya melalui talang, menyaringnya, dan menyimpannya dalam tangki untuk digunakan kembali sebagai sumber air bersih. Secara teknis, potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan sangat bergantung pada curah hujan, luas atap, serta koefisien limpasan yang dipengaruhi oleh material permukaan (Badan Standardisasi Nasional, 2015). Di Indonesia, yang memiliki curah hujan relatif tinggi dan pola musiman yang khas, potensi pemanfaatan air hujan cukup besar apabila dikelola dengan baik (BMKG, 2024). Namun demikian, variabilitas curah hujan akibat pengaruh sistem monsun dan fenomena iklim global seperti ENSO menyebabkan distribusi air hujan tidak merata sepanjang tahun, sehingga diperlukan perencanaan kapasitas penyimpanan yang tepat agar sistem tetap mampu memenuhi kebutuhan air pada musim kering (Andini, 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rainwater harvesting system memiliki potensi yang signifikan dalam memenuhi kebutuhan air, baik pada skala rumah tangga maupun fasilitas umum. Penelitian yang dilakukan oleh Syafe'i dkk. menunjukkan bahwa sistem ini mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan air rumah tangga dengan kapasitas tangki yang relatif sederhana (Syafe'i, 2024). Hasil serupa juga ditunjukkan oleh penelitian Andini yang menyatakan bahwa sistem pemanenan air hujan dapat memenuhi hingga 80% kebutuhan air domestik dengan desain yang optimal (Andini, 2025). Pada skala fasilitas umum, penerapan sistem ini juga terbukti efektif dalam mendukung kebutuhan air sanitasi serta mengurangi ketergantungan terhadap air perpipaan (Nicolas Daniel Widjarnako, 2023). Selain itu, integrasi sistem rainwater harvesting dengan infrastruktur tambahan seperti sumur resapan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan air hujan sekaligus mendukung konservasi air tanah (Yodi Aswanto1, 2025).

Dari sisi ekonomi, beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan rainwater harvesting system tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga memberikan keuntungan finansial dalam jangka panjang. Analisis kelayakan investasi yang dilakukan menggunakan parameter seperti Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Internal Rate of Return (IRR) menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan manfaat ekonomi yang lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan (Ardana, 2024). Studi lain juga mengungkapkan bahwa sistem ini dapat mengurangi pengeluaran rumah tangga untuk air bersih secara signifikan serta memiliki periode pengembalian investasi yang relatif cepat (Henny, 2025). Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih terbatas pada analisis teknis atau hanya meninjau aspek ekonomi secara parsial, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif mengenai kelayakan sistem secara menyeluruh.

Berdasarkan tinjauan tersebut, dapat diidentifikasi adanya kesenjangan penelitian (research gap), khususnya pada integrasi antara perencanaan teknis dan analisis ekonomi dalam penerapan rainwater harvesting system di kawasan pesisir yang memiliki karakteristik lingkungan ekstrem seperti Desa Timbulsloko. Sebagian penelitian lebih berfokus pada wilayah perkotaan atau fasilitas tertentu, sementara kajian pada permukiman pesisir dengan kondisi rob dan intrusi air laut masih relatif terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji kesesuaian desain sistem dengan kondisi lokal sekaligus mengevaluasi kelayakan ekonominya secara komprehensif dalam satu kajian terpadu. Hal ini menjadi penting mengingat keberhasilan implementasi sistem tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh faktor biaya, manfaat, serta keberlanjutan operasionalnya.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengkaji secara terintegrasi perencanaan teknis dan analisis ekonomi dari rainwater harvesting system pada permukiman di Desa Timbulsloko. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada perhitungan potensi air hujan dan perancangan kapasitas tangki, tetapi juga mengevaluasi kelayakan investasi sistem melalui pendekatan ekonomi teknik yang komprehensif. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih realistis mengenai efektivitas dan keberlanjutan penerapan sistem sebagai alternatif penyediaan air bersih.

Berdasarkan uraian tersebut, pertanyaan penelitian yang ingin dijawab adalah bagaimana rancangan rainwater harvesting system yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan karakteristik permukiman di Desa Timbulsloko, berapa kapasitas penampungan yang optimal berdasarkan potensi curah hujan dan kebutuhan air masyarakat, serta bagaimana kelayakan ekonomi dari penerapan sistem tersebut ditinjau dari aspek biaya dan manfaat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemanenan air hujan yang sesuai dengan kondisi setempat,

menentukan kapasitas tangki yang optimal, serta menganalisis kelayakan ekonomi sistem sebagai alternatif penyediaan air bersih yang berkelanjutan di wilayah pesisir. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata baik dari sisi akademik maupun praktis dalam pengembangan solusi penyediaan air bersih yang adaptif terhadap kondisi lingkungan pesisir.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan fokus pada perhitungan teknis dan analisis ekonomi teknik untuk mengevaluasi potensi serta kelayakan penerapan rainwater harvesting system. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi eksisting, tetapi juga menghasilkan perhitungan yang terukur terkait volume air hujan, kapasitas tampungan, serta nilai ekonomi dari sistem yang dirancang.

Lokasi penelitian berada di Desa Timbulsloko, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, dengan koordinat 6°53'42"S dan 110°30'41"E. Area kajian difokuskan pada Dusun Karanggeneng, khususnya RT 1/RW 3, yang merupakan kawasan permukiman pesisir dengan kondisi keterbatasan akses air bersih. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada karakteristik wilayah yang terdampak intrusi air laut dan genangan rob sehingga membutuhkan alternatif penyediaan air bersih yang mandiri.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis dimulai dari pengumpulan data hingga analisis hasil. Tahap awal berupa studi literatur untuk memahami parameter teknis dan ekonomi yang digunakan dalam perancangan rainwater harvesting system. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data primer dan sekunder sebagai dasar perhitungan. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem berdasarkan data curah hujan dan luas atap bangunan sebagai daerah tangkapan air. Setelah itu dilakukan penentuan kapasitas tangki serta komponen sistem yang sesuai. Tahap akhir berupa analisis ekonomi teknik menggunakan parameter Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Internal Rate of Return (IRR) untuk menilai kelayakan sistem.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi pengukuran luas atap bangunan sebagai catchment area, jumlah penghuni rumah, serta kondisi fisik bangunan yang mempengaruhi sistem penangkapan air hujan. Data ini menjadi dasar dalam menentukan potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan serta kebutuhan air domestik masyarakat. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai sumber, meliputi data curah hujan historis dari BMKG, standar kebutuhan air berdasarkan SNI 19-6728.1-2002, serta informasi harga material dan tingkat suku bunga yang digunakan dalam analisis ekonomi.

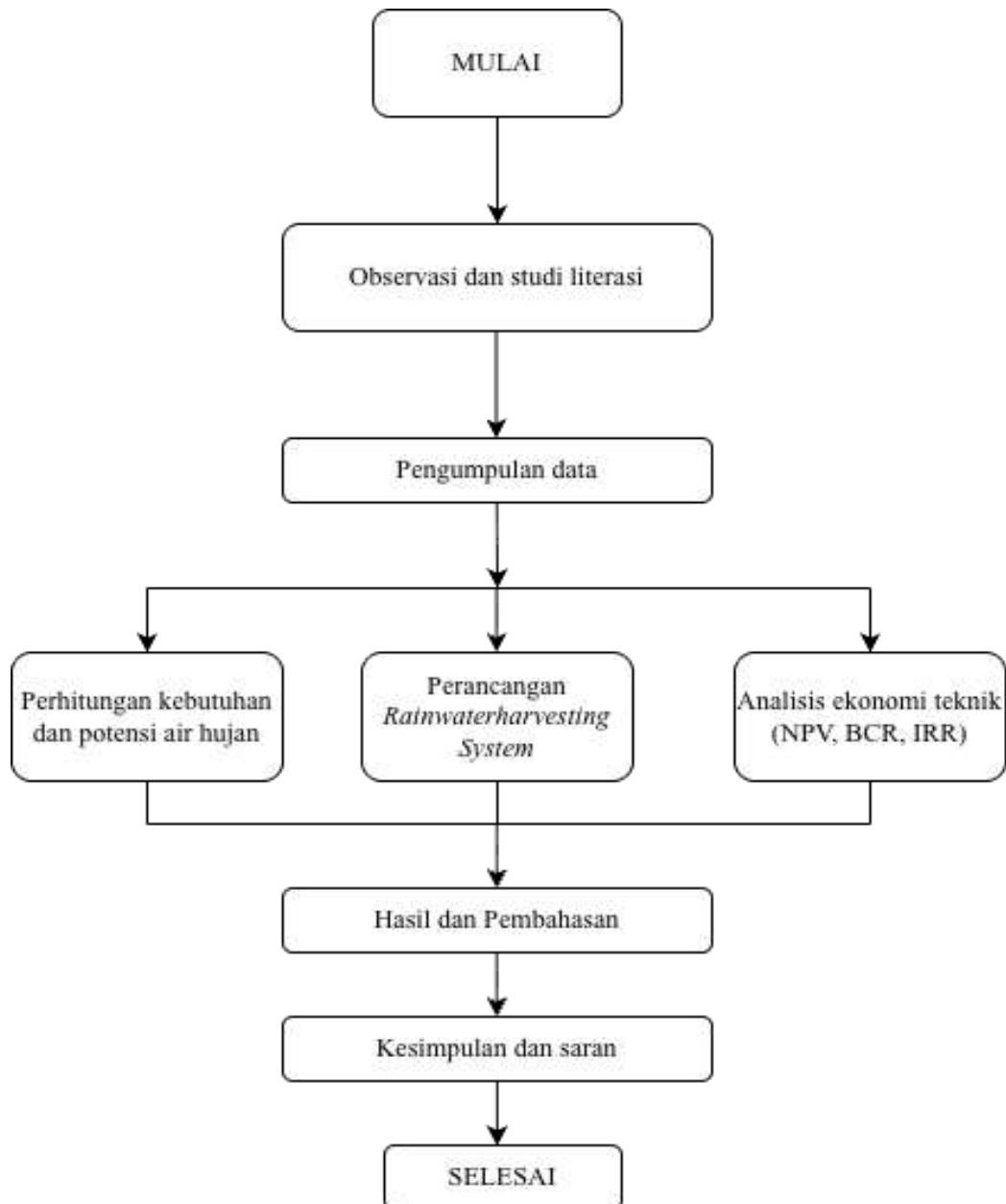
Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan teknis. Pertama, dilakukan perhitungan luas bidang tangkapan air (catchment area) berdasarkan hasil pengukuran atap bangunan. Kedua, dihitung potensi volume air hujan yang dapat ditampung menggunakan data curah hujan dan koefisien limpasan sesuai karakteristik material atap. Ketiga, hasil perhitungan volume air hujan dibandingkan dengan kebutuhan air domestik untuk menentukan tingkat pemenuhan kebutuhan serta kapasitas tampungan yang optimal. Keempat, dilakukan penyusunan rencana anggaran biaya (RAB) yang mencakup biaya investasi awal, biaya operasional, dan biaya pemeliharaan sistem. Kelima, dihitung manfaat ekonomi berupa penghematan biaya penggunaan air bersih setelah sistem diterapkan.

Selanjutnya, analisis ekonomi teknik dilakukan untuk menilai kelayakan investasi sistem rainwater harvesting. Parameter yang digunakan meliputi Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Internal Rate of Return (IRR). NPV digunakan untuk mengetahui selisih antara nilai sekarang dari manfaat dan biaya selama umur rencana sistem. BCR digunakan untuk membandingkan rasio manfaat terhadap biaya, sedangkan IRR digunakan untuk menentukan tingkat pengembalian investasi. Penggunaan ketiga parameter ini umum digunakan dalam evaluasi sistem pemanenan air hujan karena mampu menggambarkan kelayakan finansial secara komprehensif (Amani & Rezaee, 2024)

Analisis data dilakukan dengan mengintegrasikan hasil perhitungan teknis dan ekonomi. Analisis kebutuhan air dilakukan berdasarkan jumlah penghuni dan standar kebutuhan air domestik. Analisis potensi air hujan dilakukan dengan mempertimbangkan data curah hujan dan luas atap bangunan. Selanjutnya dilakukan analisis kesesuaian antara potensi air hujan dan kebutuhan air untuk mengetahui kontribusi sistem dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat. Tahap terakhir adalah analisis kelayakan ekonomi teknik untuk menentukan apakah sistem layak diterapkan.

Pendekatan ini didukung oleh berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa performa rainwater harvesting system sangat dipengaruhi oleh variabilitas curah hujan dan kebutuhan air domestik, sehingga perhitungan teknis dan evaluasi ekonomi perlu dilakukan secara terintegrasi (Liu et al., 2024). Selain itu, penerapan sistem ini juga terbukti dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan menjadi solusi alternatif dalam mengatasi keterbatasan sumber air bersih di kawasan permukiman (Fakhrudin & Pranoto, 2025). Dengan demikian, metode yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan perencanaan sistem yang tidak hanya sesuai secara teknis, tetapi juga layak secara ekonomi dan aplikatif di lapangan.

Untuk memperjelas alur penelitian, tahapan analisis yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
(Sumber: Hasil analisis, 2025)

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil

Hasil penelitian disusun berdasarkan tahapan analisis yang meliputi potensi air hujan, kebutuhan air bersih, perancangan *rainwater harvesting system*, serta analisis ekonomi teknik.

Berdasarkan data curah hujan yang digunakan, potensi air hujan di lokasi penelitian dipengaruhi oleh luas atap bangunan dan intensitas hujan. Intensitas hujan dihitung menggunakan metode Mononobe dengan persamaan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dengan nilai curah hujan harian rata-rata sebesar 22,76 mm, diperoleh intensitas hujan untuk durasi 24 jam sebesar 0,948 mm/jam.

Debit air hujan yang dapat ditangkap dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = \alpha \cdot I \cdot A$$

dengan:

Q = debit air (m³/hari)

α = koefisien limpasan (0,8 untuk atap genteng)

I = intensitas hujan (m/hari)

A = luas atap (m²)

Berdasarkan perhitungan, diperoleh debit air hujan pada masing-masing rumah seperti disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Debit Air Hujan pada Objek Penelitian

Rumah Debit (liter/hari)	
1	903
2	1.406
3	1.172
4	1.301
5	584
6	1.047
7	1.184
8	1.081
9	2.220
Total	10.899

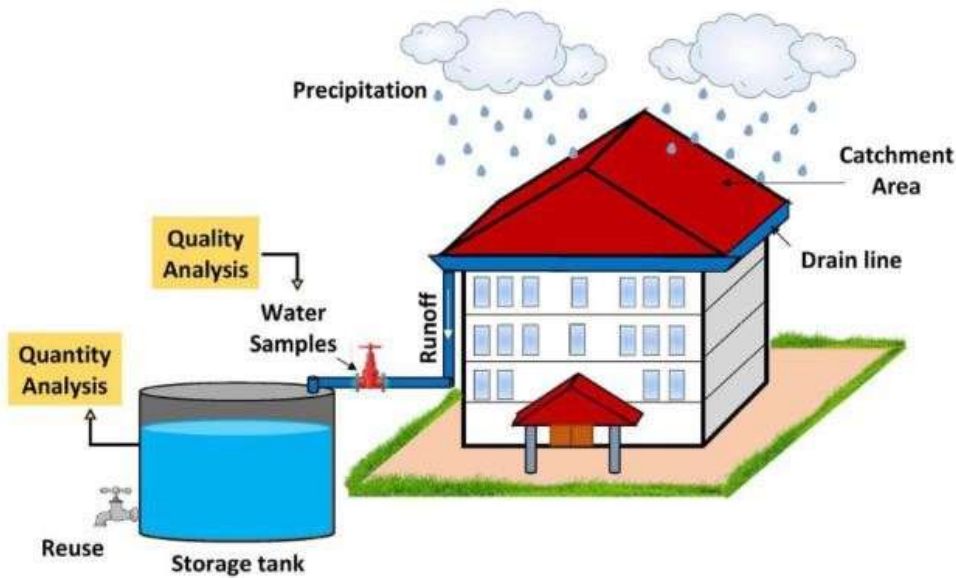
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan mencapai 10.899 liter/hari.

Selanjutnya, kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan jumlah penghuni sebanyak 38 orang dengan asumsi kebutuhan 110 liter/orang/hari, sehingga diperoleh total kebutuhan air sebesar 4.180 liter/hari.

Perbandingan antara potensi air hujan dan kebutuhan air menunjukkan bahwa sistem *rainwater harvesting* mampu memenuhi kebutuhan air bersih, terutama pada musim hujan. Namun demikian, pada musim kemarau ketersediaan air mengalami penurunan sehingga kapasitas tampungan menjadi faktor penting.

Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas tangki direncanakan menggunakan dua unit tangki dengan kapasitas masing-masing 5.500 liter.

Gambar 2 menunjukkan skema perencanaan rainwater harvesting system yang digunakan dalam penelitian ini.

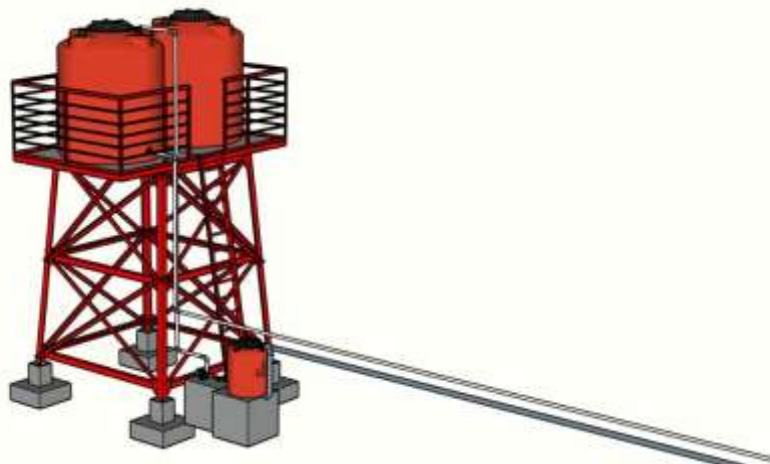


Gambar 2. Skema Rainwater Harvesting System
(Sumber: Hasil perancangan, 2025)

Gambar tersebut memperlihatkan alur penangkapan air hujan mulai dari atap bangunan hingga proses penyimpanan dalam tangki. Setiap komponen dirancang untuk memastikan air yang masuk ke dalam tangki telah melalui proses penyaringan awal.

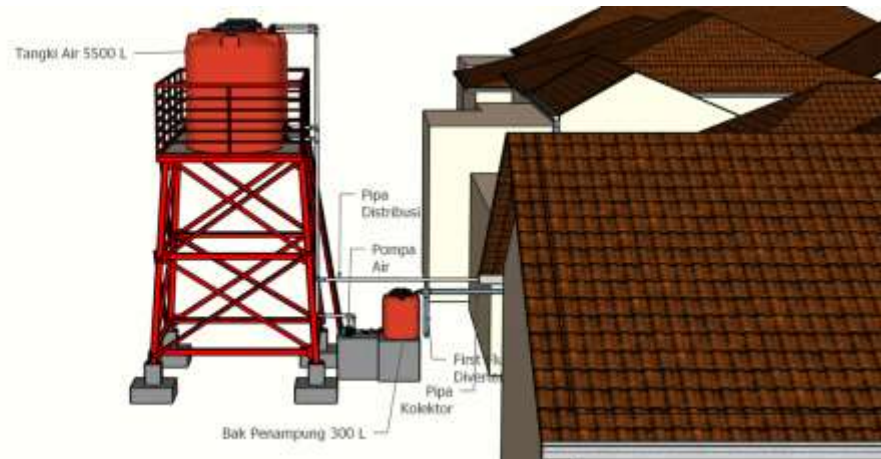
Selain itu, hasil perhitungan kapasitas tangki menunjukkan bahwa ukuran tangki yang digunakan telah disesuaikan dengan potensi air hujan dan kebutuhan air harian. Kapasitas ini menjadi faktor utama dalam menentukan efisiensi sistem.

Gambar 3 menunjukkan tampak depan tandon yang digunakan dalam perancangan sistem.



Gambar 3. Tampak Depan Tandon
(Sumber: Hasil perancangan, 2025)

Selanjutnya, detail konstruksi tandon disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Detail Tandon
(Sumber: Hasil perancangan, 2025)

Dari aspek ekonomi teknik, dilakukan analisis biaya dan manfaat selama umur rencana sistem. Total biaya investasi pembangunan sistem berdasarkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah sebesar Rp 60.982.377.

RENCANA ANGGARAN BIAYA

No	Item Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tandon Grand 5.500 Liter	2	Unit	Rp. 7.453.500	Rp. 14.907.000
2	Tandon Penguin TB 32	1	Unit	Rp. 971.500	Rp. 971.500
3	Talang Air 5 inch	304	Meter	Rp. 53.000	Rp. 16.112.000
4	Baja L 75x75x6	58	Meter	Rp. 69.300	Rp. 4.019.400
5	Baja L 50x50x5	108	Meter	Rp. 40.100	Rp. 4.330.800
6	Plat baja & angkur	1	Is	Rp. 34.500	Rp. 34.500
7	Plat bordes	228	Kg	Rp. 14.500	Rp. 3.306.000
8	Pipa PVC 3"	208	Meter	Rp. 52.000	Rp. 10.816.000
9	Pipa PVC 2"	16	Meter	Rp. 32.670	Rp. 522.720
10	Pipa PVC 1"	12	Meter	Rp. 14.910	Rp. 178.920
11	Stop kran	9	Unit	Rp. 23.433	Rp. 210.897
12	Sok drat	9	Unit	Rp. 2.300	Rp. 20.700
13	Knee 3"	42	Unit	Rp. 14.920	Rp. 626.640
14	Knee 2"	1	Unit	Rp. 9.600	Rp. 9.600
15	Knee 1"	25	Unit	Rp. 6.000	Rp. 150.000
16	Tee 3"	18	Unit	Rp. 23.000	Rp. 414.000
17	Tee 2"	1	Unit	Rp. 9.300	Rp. 9.300
18	Tee 1"	10	Unit	Rp. 6.490	Rp. 64.900
19	First flush diverter	1	Unit	Rp. 225.000	Rp. 225.000
20	Penyaring	1	Set	Rp. 12.500	Rp. 12.500
21	Pompa Air	1	Unit	Rp. 1.100.000	Rp. 1.100.000
22	Konstruksi Beton	4	Unit	Rp. 315.000	Rp. 1.260.000
23	Tukang Besi	2	Orang	Rp. 140.000	Rp. 840.000
24	Tukang pipa dan finishing	2	Orang	Rp. 140.000	Rp. 840.000
Total					Rp. 60.982.377

Biaya operasional dan pemeliharaan diasumsikan sebesar 1% dari biaya investasi per tahun, kemudian mengalami peningkatan menjadi 1,1% pada tahun ke-8 hingga ke-15 seiring dengan bertambahnya kebutuhan perawatan sistem.

BIAYA OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN

Tahun Ke-	Investasi	(O & P)	Total Cost
1	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
2	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
3	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
4	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
5	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
6	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
7	Rp. 60.982.377	1%	Rp. 609.824
8	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
9	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
10	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
11	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
12	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
13	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
14	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806
15	Rp. 60.982.377	1,1%	Rp. 670.806

Manfaat ekonomi dalam penelitian ini diperoleh dari penghematan penggunaan air PDAM, dengan estimasi penghematan sebesar 50% dari total biaya konsumsi air. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp 1.156.160 yang bernilai positif, nilai Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 1,01 atau lebih besar dari satu, serta nilai Internal Rate of Return (IRR) sebesar 6,0006% yang lebih tinggi dibandingkan tingkat suku bunga yang digunakan yaitu sebesar 5,75%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem rainwater harvesting yang dirancang layak untuk diterapkan ditinjau dari aspek finansial dan ekonomi teknik.

PERHITUNGAN PRESENT VALUE DAN PRESENT VALUE BENEFIT (5,75%)

Thn	Investasi (Rp)	O & P (Rp)	Total Cost (Rp)	Benefit (Rp)	DF5 ,75%	Present Value Cost (Rp)	Present Value Benefit (Rp)	B - C
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]+[3]	[5]	[6]	[7]=[4]×[6]	[8]=[5]×[6]	[9]=[8]-[7]
1	Rp. 60.982.377	-	Rp. 60.982.377	-	0,94	Rp. 57.666.550	-	-
2	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,89	Rp. 545.310	Rp. 5.809.617	5.598.359
3	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,84	Rp. 515.660	Rp. 5.493.727	5.293.957
4	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,79	Rp. 487.621	Rp. 5.195.014	5.006.106
5	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,75	Rp. 461.108	Rp. 4.912.543	4.733.906
6	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,71	Rp. 436.036	Rp. 4.645.430	4.476.507
7	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,67	Rp. 412.327	Rp. 4.873.909	4.233.104
8	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,63	Rp. 428.898	Rp. 4.608.898	4.445.011
9	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,60	Rp. 405.577	Rp. 4.358.296	4.203.320
10	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,57	Rp. 383.525	Rp. 4.121.320	3.974.771
11	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,54	Rp. 362.671	Rp. 3.897.229	3.758.649
12	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,51	Rp. 342.951	Rp. 3.685.323	3.554.278
13	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,48	Rp. 324.304	Rp. 3.484.939	3.361.019

Thn	Investasi (Rp)	O & P (Rp)	Total Cost (Rp)	Benefit (Rp)	DF 75%	Present Value Cost (Rp)	Present Value Benefit (Rp)	B - C
14	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,45	Rp. 306.670	Rp. 3.295.451	3.178.269
15	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,43	Rp. 289.996	Rp. 6.143.670	3.005.455
JUMLAH						Rp.63.369.204	Rp.64.525.363	Rp.1.156.160
B/C								1,01

$$\begin{aligned} NPV &= \text{Present Value dari Benefit} - \text{Present Value dari Cost} \\ &= \text{Rp.64.525.365} - \text{Rp. 63.369.204} \\ &= \text{Rp. 1.156. 160,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BCR &= \frac{\text{Present Value dari Benefit}}{\text{Present Value dari Cost}} \\ &= \frac{64.525.365}{63.369.204} \\ &= 1,01 > 1 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN PRESENT VALUE DAN PRESENT VALUE BENEFIT (6%)

Tahun	Investasi (Rp)	O & P (Rp)	Total Cost (Rp)	Benefit (Rp)	DF 6%	Present Value Cost (Rp)	Present Value Benefit (Rp)	B - C
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]+[3]	[5]	[6]	[7]=[4]×[6]	[8]=[5]×[6]	[9]=[8]-[7]
1	Rp. 60.982.377	-	Rp. 60.982.377	-	0,94	57.530.544	-	-
2	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,88	542.741	6.114.724	5.571.983
3	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,83	512.020	5.768.608	5.256.588
4	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,79	483.038	5.442.083	4.959.045
5	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,74	455.696	5.134.040	4.678.344
6	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,70	429.902	4.843.434	4.413.533
7	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,66	405.568	4.569.278	4.163.710
8	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,62	420.872	4.782.704	4.361.832
9	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,59	397.049	4.511.985	4.114.936
10	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,55	374.575	4.256.590	3.882.015
11	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,52	353.372	4.015.651	3.662.278
12	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,49	333.370	3.788.350	3.454.980
13	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,46	314.500	3.573.915	3.259.415
14	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,44	296.698	3.371.618	3.074.920

Tahun	Investasi (Rp)	O & P (Rp)	Total Cost (Rp)	Benefit (Rp)	DF 6%	Present Value Cost (Rp)	Present Value Benefit (Rp)	B - C
15	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,41	279.904	3.180.772	2.900.868
JUMLAH						Rp. 63.129.848	Rp. 63.353.750	Rp. 223.901
								B/C 1,003

PERHITUNGAN PRESENT VALUE DAN PRESENT VALUE BENEFIT (7%)

Tahun	Investasi (Rp)	O & P (Rp)	Total Cost (Rp)	Benefit (Rp)	DF 7%	Present Value Cost (Rp)	Present Value Benefit (Rp)	B - C
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]+[3]	[5]	[6]	[7]=[4]×[6]	[8]=[5]×[6]	[9]=[8]-[7]
1	Rp. 60.982.377	-	Rp. 60.982.377	-	0,93	56.992.876	-	-
2	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,87	532.644	6.000.964	5.468.321
3	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,81	497.798	5.608.378	5.110.580
4	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,76	465.232	5.241.475	4.776.243
5	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,71	434.796	4.898.574	4.463.778
6	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,66	406.351	4.578.107	4.171.756
7	-	Rp. 609.824	Rp. 609.824	Rp. 6.870.504	0,62	379.768	4.278.605	3.898.837
8	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,58	390.415	4.436.600	4.046.184
9	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,54	364.874	4.146.355	3.781.481
10	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,50	341.004	3.875.098	3.534.094
11	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,47	318.695	3.621.587	3.302.892
12	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,44	297.846	3.384.661	3.086.815
13	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,41	278.361	3.163.234	2.884.873
14	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,38	260.150	2.956.294	2.696.143
15	-	Rp. 670.806	Rp. 670.806	Rp. 7.622.904	0,36	243.131	2.762.891	2.519.760
						Rp. 62.203.940	Rp. 58.952.821	-Rp. 3.251.118
								0,94

Nilai IRR dikatakan layak secara ekonomi Teknik karena nilai IRR Perencanaan *rainwater harvesting system* di Desa Timbulsloko, Kab. Demak lebih dari 5,75%. Oleh sebab itu, maka dapat disimpulkan bahwa proyek Perencanaan *rainwater harvesting system* di Desa Timbulsloko, Kab. Demak layak untuk diinvestasikan dan dapat dilaksanakan proses pembangunan

$$IRR = i_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) (i_2 - i_1)$$

Dimana :

$$i_1 = 6 \%$$

$$i_2 = 7 \%$$

$$NPV_1 = \text{Rp. } 223.901$$

$$NPV_2 = - \text{Rp. } 3.251.118$$

Maka,

$$IRR = i_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) (i_2 - i_1)$$

$$IRR = 6\% + \left(\frac{223.901}{223.901 - (-3.251.118)} \right) (7\% - 6\%)$$

$$IRR = 6\% + \left(\frac{223.901}{3.475.019} \right) (1\%)$$

$$= 6\% + 0,06(1\%)$$

$$= 6,0006\%$$

3.2 Diskusi

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa penerapan rainwater harvesting system di Desa Timbulsloko memiliki potensi yang cukup besar sebagai alternatif penyediaan air bersih, terutama pada wilayah pesisir yang mengalami permasalahan kualitas dan kuantitas air tanah. Kondisi lingkungan Desa Timbulsloko yang dipengaruhi oleh fenomena rob, intrusi air laut, serta penurunan muka tanah menyebabkan sumber air tanah yang tersedia menjadi tidak layak untuk digunakan secara optimal. Oleh karena itu, pemanfaatan air hujan menjadi salah satu solusi yang relevan untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

Jika ditinjau dari aspek teknis, potensi air hujan yang diperoleh dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa volume air yang dapat ditangkap sangat dipengaruhi oleh luas atap bangunan dan intensitas curah hujan. Semakin luas bidang tangkapan (catchment area), maka semakin besar pula volume air hujan yang dapat dimanfaatkan. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar perhitungan dalam sistem rainwater harvesting, di mana luas permukaan dan nilai koefisien limpasan menjadi faktor utama dalam menentukan besarnya volume air yang dapat ditampung. Dengan demikian, kondisi fisik bangunan di lokasi penelitian menjadi faktor penting dalam menentukan efektivitas sistem yang dirancang.

Selain itu, distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun juga memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja sistem. Pada musim hujan, volume air yang tersedia cenderung melimpah sehingga tangki penyimpanan berpotensi terisi penuh. Sebaliknya, pada musim kemarau, ketersediaan air menurun secara drastis sehingga sistem tidak mampu memenuhi kebutuhan air secara penuh. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem rainwater harvesting system memiliki keterbatasan dalam hal kontinuitas suplai, sehingga perencanaan kapasitas tangki harus mempertimbangkan fluktuasi curah hujan tahunan.

Hasil perhitungan kebutuhan air bersih menunjukkan bahwa kebutuhan air rumah tangga di lokasi penelitian masih berada dalam kisaran standar kebutuhan air domestik untuk wilayah pedesaan. Kebutuhan ini dihitung berdasarkan jumlah penghuni dalam satu rumah dan standar kebutuhan air per kapita. Namun, kondisi eksisting menunjukkan bahwa kebutuhan tersebut belum sepenuhnya dapat dipenuhi oleh sumber air yang tersedia, sehingga masyarakat masih mengalami kesulitan dalam memperoleh air bersih. Hal ini memperkuat urgensi penerapan sistem alternatif seperti rainwater harvesting system.

Perbandingan antara potensi air hujan dan kebutuhan air menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu memenuhi sebagian kebutuhan air bersih masyarakat. Meskipun tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan sepanjang tahun, kontribusi sistem ini cukup signifikan dalam mengurangi ketergantungan terhadap sumber air

lain. Dengan adanya sistem ini, masyarakat dapat memanfaatkan air hujan sebagai sumber tambahan, terutama untuk kebutuhan non-konsumsi seperti mencuci, mandi, dan sanitasi.

Perancangan kapasitas tangki menjadi salah satu aspek yang paling krusial dalam sistem ini. Kapasitas tangki yang terlalu kecil akan menyebabkan air hujan yang berlebih tidak dapat ditampung dan terbuang sia-sia, terutama pada saat curah hujan tinggi. Sebaliknya, kapasitas tangki yang terlalu besar akan meningkatkan biaya investasi tanpa memberikan manfaat yang sebanding. Oleh karena itu, kapasitas tangki dalam penelitian ini dirancang berdasarkan keseimbangan antara potensi air hujan dan kebutuhan air harian, sehingga diperoleh kapasitas yang optimal.

Selain kapasitas tangki, komponen sistem lainnya seperti talang, pipa penyalur, first flush diverter, dan unit filtrasi juga memiliki peran penting dalam menentukan kinerja sistem secara keseluruhan. Penggunaan first flush diverter bertujuan untuk membuang aliran awal air hujan yang biasanya mengandung kotoran dari permukaan atap, sehingga kualitas air yang masuk ke dalam tangki menjadi lebih baik. Sementara itu, unit filtrasi berfungsi untuk menyaring partikel padat sebelum air disimpan, sehingga air yang dihasilkan lebih layak untuk digunakan.

Dari aspek kualitas, air hujan pada dasarnya memiliki kualitas yang relatif baik sebelum terkontaminasi oleh lingkungan. Namun, faktor eksternal seperti debu, polutan udara, serta material atap dapat mempengaruhi kualitas air yang ditampung. Oleh karena itu, sistem penyaringan menjadi komponen penting dalam memastikan bahwa air yang dihasilkan tetap memenuhi standar penggunaan. Dalam penelitian ini, kualitas air tidak dianalisis secara mendalam, namun aspek filtrasi tetap diperhitungkan dalam perancangan sistem.

Dari sisi ekonomi teknik, hasil analisis menunjukkan bahwa sistem rainwater harvesting system yang dirancang memiliki kelayakan finansial yang baik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Net Present Value (NPV) yang positif, yang berarti bahwa total manfaat yang diperoleh selama umur rencana sistem lebih besar dibandingkan dengan total biaya yang dikeluarkan. Nilai NPV yang positif menunjukkan bahwa investasi yang dilakukan memberikan keuntungan secara ekonomi.

Selain itu, nilai Benefit Cost Ratio (BCR) yang lebih besar dari satu menunjukkan bahwa setiap satuan biaya yang dikeluarkan menghasilkan manfaat yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang efisien dalam penggunaan biaya dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi masyarakat. Nilai BCR menjadi indikator penting dalam menilai apakah suatu proyek layak untuk dilaksanakan atau tidak.

Sementara itu, nilai Internal Rate of Return (IRR) yang lebih tinggi dibandingkan tingkat suku bunga menunjukkan bahwa tingkat pengembalian investasi dari sistem ini berada pada kondisi yang menguntungkan. Nilai IRR yang tinggi menunjukkan bahwa investasi yang dilakukan memiliki tingkat keuntungan yang lebih baik dibandingkan alternatif investasi lainnya. Dengan demikian, dari sisi ekonomi, sistem ini dapat dikatakan layak untuk diterapkan.

Meskipun hasil analisis menunjukkan bahwa sistem ini layak secara teknis dan ekonomis, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satu keterbatasan utama adalah variabilitas curah hujan yang menyebabkan ketidakstabilan suplai air. Pada musim kemarau, sistem tidak mampu menyediakan air dalam jumlah yang cukup, sehingga masyarakat tetap perlu mengandalkan sumber air lain. Hal ini menunjukkan bahwa sistem rainwater harvesting system lebih tepat digunakan sebagai sumber air tambahan, bukan sebagai satu-satunya sumber air.

Selain itu, keberhasilan penerapan sistem ini juga dipengaruhi oleh faktor pemeliharaan dan pengelolaan. Sistem yang tidak dirawat dengan baik dapat mengalami penurunan kinerja, seperti tersumbatnya talang atau filter, yang dapat mengurangi kualitas dan kuantitas air yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan kesadaran masyarakat dalam menjaga dan merawat sistem agar dapat berfungsi secara optimal dalam jangka panjang.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini menunjukkan kesesuaian dalam hal kemampuan rainwater harvesting system dalam memenuhi sebagian kebutuhan air bersih. Namun, keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi antara analisis teknis dan ekonomi teknik secara komprehensif. Dengan adanya analisis ekonomi, penelitian ini tidak hanya menunjukkan potensi teknis sistem, tetapi juga memberikan gambaran mengenai kelayakan investasi yang dapat menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

Secara umum, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rainwater harvesting system merupakan solusi yang relevan dan aplikatif untuk mengatasi permasalahan air bersih di wilayah pesisir. Sistem ini tidak hanya memberikan

manfaat dari segi teknis, tetapi juga dari segi ekonomi dan lingkungan. Dengan memanfaatkan air hujan, tekanan terhadap sumber air tanah dapat dikurangi, sehingga membantu menjaga keberlanjutan sumber daya air.

Dengan demikian, penerapan rainwater harvesting system di Desa Timbulsloko dapat menjadi alternatif yang efektif dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat. Namun, implementasi sistem ini tetap perlu disesuaikan dengan kondisi lokal serta didukung oleh pengelolaan yang baik agar manfaat yang diperoleh dapat maksimal dan berkelanjutan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, sistem rainwater harvesting yang dirancang pada permukiman di Desa Timbulsloko dengan luas catchment area sebesar 1.436,17 m² mampu menghasilkan potensi air hujan sebesar 10.899 liter/hari, sehingga dapat memenuhi sebagian kebutuhan air domestik masyarakat. Desain sistem menggunakan kapasitas penampungan total 11.000 liter dalam dua tandon dinilai optimal untuk menampung dan mendistribusikan air hujan secara efisien. Perancangan sistem meliputi tahapan penyaringan awal, penyaluran air ke tandon, serta perencanaan pemeliharaan yang terintegrasi sejak awal untuk menjaga kualitas dan keberlanjutan sistem. Dari aspek ekonomi, penerapan sistem ini menunjukkan penghematan biaya air bersih yang signifikan dibandingkan penggunaan sumber air konvensional, dengan nilai Net Present Value (NPV) yang positif sehingga proyek dinyatakan layak untuk diterapkan. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi solusi alternatif yang efektif dan berkelanjutan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah pesisir. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji optimalisasi desain sistem serta integrasi dengan teknologi pengolahan air untuk meningkatkan kualitas air hasil pemanenan.

Referensi

1. Afriyanda, R. M. (2019). Analisis kebutuhan air bersih domestik di Desa Penjajap Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*.
2. Amani, M., & Rezaee, M. (2024). Economic and environmental assessment of rainwater harvesting systems in urban areas. *International Journal of Environmental Science and Technology*.
3. Andini, A. F. (2025). Model rainwater harvesting untuk pemenuhan air bersih pada wilayah hunian rawan kekurangan air bersih di Perumahan Imbara. Palopo.
4. Ardana, P. P. (2024). Rainwater harvesting for drought disaster prevention in Seraya Village, Karangasem Regency, Bali, Indonesia. Bali.
5. Aswanto, Y., & A. P. (2025). Pemanenan air hujan dengan menggunakan sistem rainwater harvesting (RWH) di Desa Banyu Urip Kecamatan Tanjung Lago Kabupaten Banyuasin (guna menyimpan cadangan air bersih pada musim kemarau). Palembang: Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma.
6. Fakhruddin, M., & Pranoto, H. (2025). Analisis pemanfaatan rainwater harvesting system sebagai alternatif penyediaan air bersih di kawasan permukiman. *Jurnal Teknik Sipil*.
7. Henny, P. A. (2025). Analisis pemanfaatan rainwater harvesting untuk pemenuhan kebutuhan air non-domestik. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung.
8. Hidayata, M. R. (2024). Analisis penatagunaan sumber daya air (studi kasus Kabupaten Kotabaru Darat). Banjarmasin: Program Studi S1 Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin.
9. Liu, J., Zhang, Y., & Wang, X. (2024). Performance evaluation of rainwater harvesting systems under different rainfall conditions. *Scientific Reports*, 14.
10. Purnomo, D. A. (2022). Analisa kebutuhan air bersih dan pengembangan jaringan pipa Desa Bayu Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Teknik UNIPA*, 20(1).
11. Saragi, Y. R. (2014). Analisa kebutuhan air bersih pelanggan rumah tangga PDAM Tirtanadi di Kota Medan. Dalam *Seminar Nasional Sainstek ke-2 Undana*.
12. Syafe'i, A. S. (2024). Desain sistem pemanenan air hujan untuk mengurangi defisit air bersih di Kota Bandung. Bandung.
13. WHO. (2020). Domestic water quantity, service level and health. Geneva: World Health Organization.
14. Widjarnako, N. D., & S. A. (2023). Penyediaan air bersih melalui program rainwater harvesting (RWH) di SDN Kapuk Muara 03, Panjaringan, Jakarta Utara. Jakarta.
15. Wijanarko, A. (2011). Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih unit Kedawung PDAM Sragen. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.