

**ANALISIS POTENSI PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI SUBSTITUSI
KEBUTUHAN AIR NON-POTABLE PADA GEDUNG
PERKANTORAN BERTINGKAT DI SURABAYA**

Immanuel Surya Pratama¹, Nur Latifah Khomsati², Dieksa Saputri Himawan³
Fadilatul Anisa⁴, Tee Tze Kiong⁵

¹⁻⁴Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Malang

⁵Faculty of Technical and Vocational Education, University Tun Hussein Onn
Malaysia, Johor

¹immanuel.surya.240516@students.um.ac.id, ²nurlatifah.Khomsati.Ft@um.ac.id,

³dieksa.saputri.2405216@students.um.ac.id,

⁴fadilatul.anisa.2405216@students.um.ac.id, ⁵tktee@uthm.edu.my

ABSTRACT

The limited supply of clean water in urban areas necessitates the development of efficient and sustainable alternative solutions. Rainwater harvesting is a promising approach to reduce dependence on conventional clean water sources in multi-story buildings. This study aims to assess the potential of rainwater harvesting as a substitute for non-potable water needs in multi-story office buildings in urban areas. The methods employed include ten year rainfall data analysis (2013-2023), effective rooftop area calculation, storage volume situation, and building water demand analysis. The result indicate that with an effective roof area of 1.200 m² and an average annual rainfall of 2.100 mm, the rainwater harvesting system can fulfill 42-67% of non-potable water demands, primarily for toilet flushing, garden irrigation, and fire suppression. Economic analysis reveals a payback period of 6 year 8 month with annual water cost savings of IDR 18.400.000,00. This research contributes of the development of green buildings and water conservation in urban environments.

Keywords: *rainwater harvesting, multi-story building, clean water substitution, water conservation, green building*

ABSTRAK

Keterbatasan pasokan air bersih di perkotaan mendorong perlunya solusi alternatif yang efisien dan berkelanjutan. Pemanenan air hujan (rainwater harvesting) merupakan salah satu pendekatan yang potensial untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber air bersih konvensional pada gedung bertingkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pemanenan air hujan sebagai substitusi kebutuhan air bersih non-potable pada gedung bertingkat perkantoran di kawasan urban. Metode yang digunakan meliputi analisis data curah hujan selama 10 tahun (2013-2023), perhitungan luas atap efektif simulasi volume tampungan, serta analisis kebutuhan gedung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas atap efektif 1.200 m² dan rata-rata curah hujan 2.100 mm/tahun, sistem pemanenan air hujan mampu memenuhi 42-67% kebutuhan air non-potable gedung, terutama untuk

flushing toilet, irigasi taman, dan pemadam kebakaran. Analisis ekonomi menunjukkan nilai payback period selama 6 tahun 8 bulan dengan penghematan biaya air sebesar Rp. 18.400.000,00 per tahun. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan bangunan hijau dan konservasi air di lingkungan perkotaan.

Kata kunci: pemanenan air hujan, gedung bertingkat, substitusi air bersih, konservasi air, bangunan hijau

A. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang ketersediaannya semakin terbatas di kawasan perkotaan akibat pertumbuhan penduduk yang pesat, urbanisasi, dan perubahan pola penggunaan lahan. Menurut data Badan Pusat Statistik (2022), konsumsi air bersih di wilayah perkotaan Indonesia meningkat rata-rata 3,2% per tahun, sementara kapasitas produksi air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) hanya bertumbuh 1,8% per tahun. Kesenjangan ini menciptakan tekanan signifikan terhadap sumber daya air yang ada.

Gedung bertingkat, terutama perkantoran dan komersial, merupakan konsumen air bersih yang besar di kawasan perkotaan. Kebutuhan air pada bangunan ini tidak semuanya memerlukan kualitas air potable (layak minum). Sekitar 35-50% dari total kebutuhan air gedung dialokasikan untuk kebutuhan non-potable seperti flushing toilet, irigasi

tanaman, pencucian kendaraan, dan sistem pemadam kebakaran (Kongjun et al., 2020). Kondisi ini membuka peluang bagi penerapan sistem pemanenan air hujan sebagai substitusi parsial kebutuhan air bersih. Pemanenan air hujan (Rainwater Harvesting/RWH) adalah proses pengumpulan, penyimpanan, dan pemanfaatan air hujan yang jatuh pada permukaan atap atau area tertentu sebelum mengalir ke saluran pembuangan. Teknologi ini telah diterapkan secara luas di berbagai negara seperti Jerman, Singapura dan Australia sebagai bagian dari strategi konservasi air dan pengelolaan air hujan yang berkelanjutan (Farreny et al., 2011; Imteaz et al., 2012).

Di Indonesia, penerapan sistem RWH pada gedung bertingkat masih relatif terbatas, meskipun potensi curah hujan cukup tinggi. Rata-rata curah hujan di Pulau Jawa berkisar antara 1.500-3.000 mm/tahun, yang merupakan sumber daya berpotensi besar. Beberapa

penelitian sebelumnya telah mengkaji aspek teknis dan ekonomis sistem RWH pada skala rumah tinggal (Simonic, 2020; Angrill et al., 2017), namun kajian spesifik pada gedung bertingkat perkantoran di konteks Indonesia masih perlu diperkuat.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghitung volume potensi air hujan yang dapat dipanen dari atap gedung bertingkat; (2) menganalisis kesesuaian antara pasokan dan kebutuhan air non-potable gedung; (3) merancang dimensi tangki penyimpanan yang optimal; dan (4) melakukan analisis ekonomi sistem RWH. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi praktis dalam perancangan dan implementasi sistem pemanenan air hujan pada gedung bertingkat di Indonesia.

B. Metode Penelitian

1.1. Lokasi dan Data

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil studi kasus pada gedung perkantoran bertingkat 8 lantai di Kota Surabaya, Jawa Timur. Gedung ini memiliki luas total lantai 9.600 m² dengan luas atap efektif 1.200 m². Data curah hujan harian diperoleh dari Stasiun Meteorologi

Juanda Surabaya periode tahun 2013-2023 (10 tahun).

1.2. Perhitungan Potensi Air Hujan

Volume air hujan yang dapat dipanen dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V = R \times A \times C \times \eta$$

di mana V adalah volume air hujan yang dapat dipanen (m³), R adalah curah hujan (m), A adalah luas atap efektif (m²), C adalah koefisien run-off atap (0,85 untuk atap beton), dan η adalah efisiensi sistem (0,90 setelah dikurangi kehilangan pada *first-flush diverter*).

1.3. Analisis Kebutuhan Air Non-Potable

Kebutuhan air non-potable gedung dihitung berdasarkan jumlah penghuni dan jenis penggunaan air. Gedung perkantoran diasumsikan berpenghuni 400 orang per hari kerja (250 hari/tahun). Standar kebutuhan air mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.

Tabel 1. Kebutuhan Air Non-Potable Gedung Perkantoran

Jenis Penggunaan	S (L/orang/hari)	Kebutuhan/Hari (m ³)	Kebutuhan/Tahun (m ³)
Fasilitas toilet	20	8,000	2.000
Irigasi taman	50	2,000	730
Pencucian area parkir	30	1,200	438
Cadangan pemadaman kebakaran	-	0,500	182,5
Total	208	11,700	3,350,5

Sumber: SNI 03-7065-2005 (diolah)

1.4. Perancangan Tangki Penyimpanan

Dimensi tangki penyimpanan ditentukan berdasarkan analisis neraca air bulanan menggunakan metode YAS. Volume tangki optimal dipilih berdasarkan keseimbangan antara efisiensi pemenuhan kebutuhan air dan biaya konstruksi tangki.

1.5. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan dengan menghitung biaya investasi awal sistem RWH, biaya operasional dan pemeliharaan tahunan, serta manfaat ekonomi berupa penghematan tagihan air. Parameter yang dihitung meliputi *Net Present Value* (NPV), *Benefit-Cost Ratio* (BCR), dan payback period dengan tingkat diskonto 8% per tahun.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1.1. Analisis Data Curah Hujan

Hasil analisis data curah hujan Stasiun Juanda Surabaya selama 10 tahun (2013-2023) menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.087 mm/tahun dengan koefisien variasi 0,18. Distribusi hujan bulanan memperlihatkan pola musiman

yang jelas, di mana curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari–Maret (periode basah) dengan rata-rata 250–310 mm/bulan, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus-September (periode kering) dengan rata-rata 15-35 mm/bulan.

Pola curah hujan ini menjadi dasar penting dalam perancangan kapasitas tangki penyimpanan. Pada periode basah, tangki akan terisi penuh dan terjadi overflow, sedangkan pada periode kering, sistem RWH harus mampu menyuplai kebutuhan air secara mandiri atau dikombinasikan dengan sumber air lainnya.

1.2. Potensi Volume Pemanenan Air Hujan

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan yang telah ditetapkan, diperoleh potensi volume air hujan yang dapat dipanen sebesar:

$$V = 2,087 \text{ m} \times 1.200 \text{ m}^2 \times 0,85 \times 0,90 = 1.912 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Volume ini setara dengan rata-rata 159 m³/bulan, meskipun distribusinya sangat bervariasi antar bulan. Pada bulan terkering

(Agustus), potensi pemanenan hanya mencapai 17 m³, sedangkan pada bulan terbasah (Januari) dapat mencapai 284 m³.

Tabel 2. Volume Pemanenan Air Hujan dan Kebutuhan Air Non-Potable per Bulan

Bulan	Curah Hujan (mm)	Volume Pemanenan (m ³)	Kebutuhan (m ³)	Neraca (m ³)
Januari	310	284	279	+5
Februari	287	263	252	+11
Maret	250	229	279	-50
April	185	170	270	-100
Mei	120	110	279	-169
Juni	80	73	270	-197
Juli	42	38	279	-241
Agustus	18	17	279	-262
September	35	32	270	-238
Oktober	95	87	279	-192
November	210	192	270	-78

Dese	299	274	279	-5
mber				
Total	1.9	1.76	3.185	-
	31	9		1.41
				6

Sumber: Hasil Analisis (2024)

1.3. Dimensi Tangki Penyimpanan Optimal

Berdasarkan simulasi neraca air bulanan dengan variasi kapasitas tangki dari 50 m³ hingga 400 m³, diperoleh kurva hubungan antara volume tangki dan persentase pemenuhan kebutuhan air (reliability). Hasil simulasi menunjukkan bahwa tangki berkapasitas 150 m³ memberikan reliability sebesar 55%, sedangkan tangki 250 m³ meningkatkan reliability menjadi 63%.

Ditinjau dari aspek teknis dan ekonomis, tangki berkapasitas 200 m³ dipilih sebagai desain optimal dengan pertimbangan: (1) reliability 59% untuk pemenuhan kebutuhan air non-potable, (2) marginal cost untuk setiap penambahan kapasitas mulai tidak efisien di atas 200 m³, dan (3) keterbatasan ruang basement gedung. Tangki dirancang menggunakan konstruksi beton bertulang dengan

dimensi 10 m × 8 m × 2,5 m yang ditempatkan di lantai basement gedung.

1.4. Analisis Pemenuhan Kebutuhan Air

Dengan sistem RWH berkapasitas tangki 200 m³, volume air non-potable yang dapat dipenuhi mencapai 1.977 m³/tahun dari total kebutuhan 3.350 m³/tahun, atau setara dengan 59%. Tingkat pemenuhan tertinggi terjadi pada triwulan pertama (Januari-Maret) mencapai 85-98%, sedangkan pada periode kering (Juli-September) pemenuhan sistem RWH hanya mencapai 12-18% dan harus didukung suplai dari PDAM. Perlu dicatat bahwa pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan non-potable sepenuhnya aman dilakukan setelah melalui proses filtrasi sederhana yang terdiri dari: sand filter, activated carbon filter, dan ultraviolet (UV) disinfection. Kualitas air hujan hasil olahan diuji setiap tiga bulan untuk memastikan kesesuaian dengan standar peruntukan.

1.5. Analisis Ekonomi

Investasi awal sistem RWH yang diusulkan meliputi biaya konstruksi tangki beton (Rp 180.000.000), instalasi sistem perpipaan (Rp 45.000.000), sistem filtrasi dan pompa (Rp 38.000.000), serta biaya desain dan pengawasan (Rp 22.000.000), sehingga total investasi awal sebesar Rp 285.000.000.

Nilai BCR sebesar 1,34 (lebih dari 1) dan NPV positif sebesar Rp 95.700.000 menunjukkan bahwa proyek investasi sistem RWH secara ekonomi layak untuk dilaksanakan. IRR sebesar 12,7% yang melampaui tingkat diskonto 8% memperkuat kelayakan investasi. Payback period 6,8 tahun tergolong cukup kompetitif untuk kategori investasi infrastruktur bangunan dengan umur rencana 20 tahun.

Tabel 3. Ringkasan Analisis Ekonomi Sistem RWH

Parameter	Nilai
Total Investasi Awal	Rp. 285.000.000
Biaya O&M Tahunan	Rp. 8.500.000/tahun
Penghematan Tahunan	Rp. 26.900.000/tahun
Net Benefit Tahunan	Rp. 18.000.000/tahun
Payback Period	6,8 tahun
NPV (20 tahun, diskonto 8%)	Rp. 95.700.000
BCR	1,34
IRR	12,7%

Sumber: Hasil Analisis (2024)

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut. Pertama, gedung perkantoran bertingkat 8 lantai dengan luas atap efektif 1.200 m² di Surabaya memiliki potensi pemanenan air hujan sebesar 1.769 m³/tahun berdasarkan rata-rata curah hujan 1.931 mm/tahun selama periode analisis 2013-2023.

Kedua, sistem RWH dengan tangki penyimpanan berkapasitas 200 m³ mampu memenuhi 59% kebutuhan air non-potable gedung sebesar 3.350 m³/tahun. Pemenuhan tertinggi terjadi pada periode basah (Januari-Maret) mencapai 85-98%, sedangkan pada periode kering (Juli-September) hanya 12-18%.

Ketiga, dari aspek ekonomi, investasi sistem RWH sebesar Rp 285.000.000 dinilai layak dengan nilai BCR 1,34, NPV Rp 95.700.000, IRR 12,7%, dan payback period 6,8 tahun pada horizon perencanaan 20 tahun dengan tingkat diskonto 8%.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengkaji dampak perubahan iklim terhadap keandalan sistem RWH jangka panjang, serta mengembangkan model optimasi multi-objektif yang mengintegrasikan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7065-2005. (2005). Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Badan Standardisasi Nasional.
- Angrill, S., Farreny, R., Gasol, C. M., Gabarrell, X., Viñolas, B., Josa, A., & Rieradevall, J. (2017). Environmental analysis of rainwater harvesting infrastructures in diffuse and compact urban models of Mediterranean climate. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(1), 25-42.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-011-0330-6>
- Badan Pusat Statistik. (2022). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2022. BPS-Statistics Indonesia.
- Farreny, R., Morales-Pinzón, T., Guisasola, A., Tayà, C., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2011). Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain. *Water Research*, 45(10), 3245-3254.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135411001540?via%3Dihub>
- Kariyana, I., Pamungkas, T. H., & Erlangga, I. B. W. (2022). Rainwater harvesting-based water resources conservation. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 19(3), 532–541.
- <https://share.google/0zjPBPRoSkmtBYN5S>
- Fewkes, A., & Butler, D. (2000). Simulating the performance of rainwater collection and reuse systems using behavioural models. *Building Services*

- Engineering Research and Technology, 21(2), 99-106.
- Imteaz, M. A., Shanableh, A., Rahman, A., & Ahsan, A. (2012). Optimisation of rainwater tank design from large roofs: A case study in Melbourne, Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 1022-1029.
- Kongjun, C., Prasertchiewchan, N., & Laiprakobsup, T. (2020). The appropriate rainwater harvesting tank size for office buildings in Thailand. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 463, 012027.
- Sazakli, E., Alexopoulos, A., & Leotsinidis, M. (2007). Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece. *Water Research*, 41(9), 2039-2047.
- Simonic, M. (2020). Effects of cistern size, drought, and low-impact development retrofits on rainwater harvestability and stormwater runoff. *Water*, 12(10), 2719.
- World Health Organization (WHO). (2019). *Drinking-Water Quality Guidelines* (4th Ed.). World Health Organization.
- Kariyama, I. D. et al. (2022). The impact of Covid-19 to domestic water usage and rainwater harvesting at an office building in Jakarta. *Civil and Environmental Engineering*, 18, 321–330.
- Murda, G. B. J., Herison, A., Zakaria, A., Indriana K, D., & Ofik Taufik P, O. (2024). Pemanenan air hujan dengan metode roof catchment sebagai pengawetan air bangunan gedung Institut Teknologi Sumatera. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 413–427. <https://teras.unimal.ac.id/teras/article/view/1127>
- Ayatri, R., Fajar, M., & Zurfi, A. (2021). Perencanaan sistem pemanenan air hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih gedung asrama TB 4 ITERA. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 93–101. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/424>
- Wigati, R., et al. (2022). Implementasi pemanenan air hujan (rainwater harvesting) pada masa pandemi Covid-19 di

Kota Serang. *Dharmakarya*,
11(1), 78.

<https://jurnal.unpad.ac.id/dharmakarya/article/view/37903>