

PEMANFAATAN AIR HUJAN MELALUI TEKNOLOGI RAINWATER HARVESTING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR BERSIH PADA PABRIK TAHU SEHAT SARI

**Taufik Hidayat¹, Lativa Mutiara Nizar¹, Vira Salsabila Syah Fitri¹,
Cinta Nabila Zahira¹, M.Hilmi Hibatullah¹, Moh. Djaeni², Ari Wibawa Budi Santosa¹**

¹ Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

² Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S. H. Tembalang, Semarang 50275

Email : taufikhidayat02@students.undip.ac.id

Abstrak

Desa Cokro, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten dikenal memiliki potensi sumber daya air yang melimpah, namun beberapa tahun terakhir debit mata air di kawasan tersebut mengalami penurunan akibat eksploitasi air tanah oleh permukiman dan industri di sekitarnya, sejalan dengan meluasnya krisis air bersih di berbagai wilayah Kabupaten Klaten. Salah satu unit usaha yang terdampak adalah Pabrik Tahu Sehat Sari, yang seluruh kebutuhan airnya (± 227.200 liter/hari) masih bergantung sepenuhnya pada satu sumur artesis. Kegiatan pengabdian ini bertujuan merancang sistem rainwater harvesting (RWH) sebagai sumber air alternatif untuk memenuhi kebutuhan domestik pekerja pabrik. Metode pelaksanaan meliputi survei kondisi eksisting, analisis data curah hujan sekunder Stasiun Klaten KBB periode 2021–2023, perhitungan potensi tampungan air hujan menggunakan luas atap 470 m^2 dan koefisien limpasan 0,90, perancangan sistem penangkapan-penyaringan-penyimpanan, serta penyusunan rencana anggaran biaya. Hasil kegiatan menunjukkan potensi air hujan yang dapat dipanen mencapai $816,42 \text{ m}^3/\text{tahun}$, mampu memenuhi sekitar 60% kebutuhan air domestik 88 pekerja melalui tangki penampung berkapasitas 60 m^3 , dengan estimasi investasi awal Rp68.710.000 dan biaya operasional Rp980.482/tahun. Meskipun secara ekonomi biaya air hujan per meter kubik lebih tinggi dibandingkan air sumur artesis, sistem ini memberikan manfaat non-ekonomi berupa ketahanan pasokan air pada musim kemarau dan pengurangan tekanan eksploitasi air tanah desa.

Kata kunci: rainwater harvesting; efisiensi air bersih; pabrik tahu; curah hujan; Desa Cokro

1. PENDAHULUAN

Desa Cokro, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten merupakan salah satu desa yang dikenal luas karena keberadaan umbul (mata air) yang menjadi tumpuan wisata air sekaligus sumber air baku masyarakat, seperti Umbul Cokro dan Umbul Ponggok. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2015), Kecamatan Tulung tercatat memiliki 24 titik mata air, jumlah terbanyak di antara kecamatan-kecamatan lain di Kabupaten Klaten. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Klaten Tahun 2025–2029 turut mengonfirmasi bahwa Kecamatan Tulung memiliki debit mata air terbesar yang berpotensi dikembangkan sebagai skema imbal jasa lingkungan (*Payment for Ecosystem Services*). Namun demikian, sejumlah pemberitaan dan dokumentasi masyarakat menunjukkan bahwa debit sejumlah umbul di kawasan ini cenderung menurun, yang diduga berkaitan dengan pembangunan jaringan PDAM dan aktivitas industri air minum kemasan di sekitar sumber mata air.

Fenomena penurunan debit air tanah di Kabupaten Klaten juga tercermin dari beberapa krisis air bersih yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir, di antaranya terputusnya pasokan air bersih ke ratusan keluarga di Desa Cokro pada tahun 2021, krisis air yang melanda enam desa di Klaten pada tahun 2024, hingga dampak kekeringan yang menyebabkan sekitar 10.000 warga Klaten kesulitan air bersih pada pertengahan tahun 2026. Kondisi ini turut dirasakan oleh pelaku usaha lokal, salah satunya Pabrik Tahu Sehat Sari, yang berlokasi di Desa Cokro dan seluruh kebutuhan airnya masih bergantung pada satu sumber, yaitu sumur artesis. Ketergantungan pada satu sumber air ini menempatkan keberlangsungan produksi pabrik pada risiko tinggi apabila terjadi penurunan debit air tanah, terutama pada musim kemarau.

Di sisi lain, data curah hujan Stasiun Klaten KBB periode 2021–2023 menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 1.931 mm, dengan luas atap bangunan pabrik yang cukup memadai, yaitu $\pm 470 \text{ m}^2$, sebagai bidang tangkapan air hujan. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi air hujan yang cukup besar dan belum dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung penyediaan air bersih pabrik secara mandiri dan berkelanjutan. Berdasarkan kondisi tersebut, Tim KKN-T IDBU 55 UNDIP merancang sistem *rainwater harvesting* (RWH) di Pabrik Tahu Sehat Sari sebagai upaya meningkatkan efisiensi penggunaan air bersih. Kegiatan ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air dan potensi curah hujan setempat, merancang konfigurasi sistem penangkapan, penyaringan, dan penyimpanan air hujan yang sesuai dengan kondisi pabrik, serta menyusun estimasi kelayakan biaya investasi dan operasional sistem tersebut.

2. METODE PENGABDIAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan oleh Tim KKN-T IDBU 55 UNDIP di Pabrik Tahu Sehat Sari, Desa Cokro, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, selama periode pelaksanaan KKN Tematik tahun 2026. Metode pelaksanaan disusun dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Survei dan observasi lapangan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting pabrik, luas dan jenis atap, pola distribusi air, serta wawancara dengan pengelola untuk memperoleh data kebutuhan air harian pada tiga tingkat pemanfaatan (kontak langsung produk, kontak tidak langsung, dan domestik pekerja).



Gambar 1. Survei dan observasi

2. Pengumpulan dan analisis data sekunder curah hujan bulanan Stasiun Klaten KBB tahun 2021–2023 untuk memperoleh rata-rata curah hujan tahunan dan bulanan, termasuk identifikasi bulan terbasah dan bulan terkering.
3. Perhitungan potensi air hujan yang dapat dipanen menggunakan pendekatan volumetrik berdasarkan luas bidang tangkap atap, koefisien limpasan, dan data curah hujan.
4. Perancangan konfigurasi sistem RWH yang meliputi talang penangkap, *first-flush diverter*, *filter kasar/vorteks*, tangki penampung, serta jalur distribusi menuju titik pakai domestik.
5. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang mencakup komponen biaya investasi (CAPEX) dan biaya operasional tahunan (OPEX) untuk dua skenario, yaitu skenario A (pemanfaatan non-kontak pangan) dan skenario B (tambahan unit filtrasi dan disinfeksi untuk kontak pangan).
6. Evaluasi kelayakan dengan membandingkan biaya air per meter kubik dari sistem RWH terhadap biaya air sumur artesis eksisting, serta identifikasi manfaat non-ekonomi bagi keberlanjutan pasokan air pabrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Eksisting dan Kebutuhan Air Pabrik

Pabrik Tahu Sehat Sari saat ini sepenuhnya bergantung pada satu sumur artesis untuk memenuhi seluruh kebutuhan produksinya. Berdasarkan hasil survei, total kebutuhan air pabrik mencapai ± 227.200 liter per hari yang terbagi ke dalam tiga tingkat pemanfaatan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Air Pabrik Tahu Sehat Sari per Hari

Tingkat Pemanfaatan	Uraian	Kebutuhan (L/hari)	Proporsi (%)
1 – Kontak langsung produk	Perendaman kedelai, pemasakan bubur, pendinginan tahu	187.500	83
2 – Kontak tidak langsung	Pembersihan alat, cetakan, kain saring, lingkungan	37.500	16
3 – Tidak kontak produk	Air domestik 88 pekerja (cuci tangan, sanitasi, minum)	2.200	1
Total		227.200	100

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kebutuhan air domestik pekerja (Tingkat 3) hanya menyumbang 1% dari total kebutuhan air pabrik, namun tetap krusial untuk keberlangsungan aktivitas operasional harian. Mengingat kompleksitas persyaratan mutu air untuk kontak langsung dengan produk pangan, sistem RWH pada kegiatan ini dirancang untuk menyasar pemenuhan kebutuhan domestik pekerja (Tingkat 3) sebagai target utama, dengan opsi pengembangan lanjutan (skenario B) apabila akan digunakan untuk kontak tidak langsung maupun kontak produk.

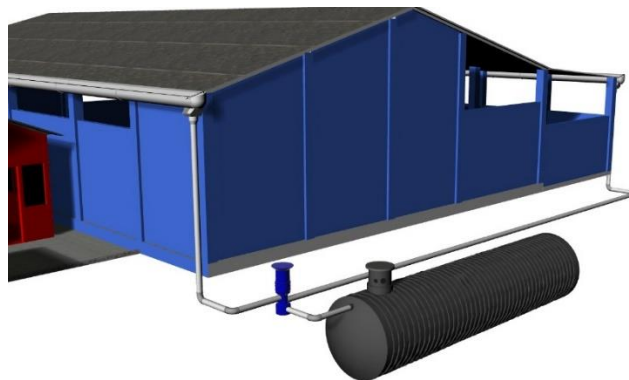
3.2 Analisis Curah Hujan dan Potensi Air Hujan

Analisis data sekunder curah hujan Stasiun Klaten KBB periode 2021–2023 menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 1.931 mm/tahun atau setara 161 mm/bulan. Bulan Februari tercatat sebagai bulan terbasah dengan rata-rata curah hujan 361,33 mm, sedangkan bulan Juli merupakan bulan terkering dengan curah hujan rata-rata hanya 1,33 mm. Pola curah hujan ini menegaskan karakter musim yang tegas antara musim penghujan (November–April) dan musim kemarau (Mei–Oktober) di wilayah Desa Cokro. Potensi volume air hujan yang dapat dipanen dihitung menggunakan pendekatan volumetrik sebagai berikut.

$$V = (R / 1000) \times A \times C \quad (1)$$

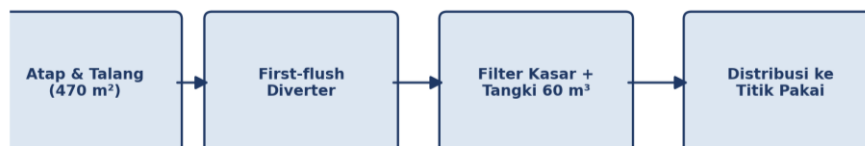
V adalah volume air hujan yang dapat ditampung (m^3), R adalah curah hujan (mm), A adalah luas bidang tangkap atap (m^2), dan C adalah koefisien limpasan atap. Berdasarkan luas atap pabrik seluas 470 m^2 dan koefisien limpasan atap seng sebesar 0,90, potensi air hujan tahunan yang dapat dipanen diperkirakan mencapai $816,42 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau setara $816.420 \text{ liter/tahun}$.

3.3 Rancangan Sistem *Rainwater Harvesting*



Gambar 2. Perancangan *Rainwater Harvesting*

Sistem RWH dirancang melalui empat tahapan utama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Tahapan diawali dengan penangkapan air hujan melalui permukaan atap dan talang seluas 470 m^2 . Air hujan yang tertampung kemudian melewati proses pembuangan limpasan awal (*first-flush*) sebesar $\pm 1 \text{ mm}$ curah hujan pertama untuk mengurangi kotoran yang terbawa dari permukaan atap. Selanjutnya, air dialirkan melalui saringan daun dan filter sedimen sebelum ditampung dalam tangki berkapasitas 60 m^3 . Air hasil penampungan kemudian didistribusikan ke titik pakai domestik melalui kran untuk memenuhi kebutuhan mencuci tangan, sanitasi, dan mandi pekerja.



Gambar 3. Skema Tahapan Sistem *Rainwater Harvesting* Pabrik Tahu Sehat Sari

Tangki penampung direncanakan menggunakan material ferrosemen/beton dengan umur rencana sistem selama 20 tahun. Pemilihan lokasi atap tangkapan mempertimbangkan jarak dari cerobong asap dapur produksi untuk menjaga kualitas air hujan yang tertangkap.

3.4 Perbandingan Potensi Air Hujan dengan Kapasitas Tangki

Perbandingan antara volume air hujan yang tersedia setiap bulan dengan kapasitas tangki rencana (60 m³) disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada 6 bulan musim penghujan (Januari–April dan November–Desember), volume air hujan yang tersedia melebihi kapasitas tangki, sedangkan pada 6 bulan musim kemarau (Mei–Oktober) volume air hujan yang tersedia berada di bawah kapasitas tangki, bahkan pada bulan Juli volume air hujan yang dapat ditangkap hanya sekitar 0,4 m³.

Tabel 2. Perbandingan Volume Air Hujan Tersedia dengan Kapasitas Tangki (Luas Atap 470 m², Koefisien Limpasan 0,90)

Bulan	Volume Air Hujan Tersedia (m ³)	Kapasitas Tangki (m ³)
Januari	107,4	60
Februari	152,7	60
Maret	107,9	60
April	87,6	60
Mei	38,9	60
Juni	23,7	60
Juli	0,4	60
Agustus	5,9	60
September	17,3	60
Oktober	42,7	60
November	118,4	60
Desember	114,2	60

Pola ini mengindikasikan bahwa sistem RWH cukup andal digunakan sebagai sumber air tambahan pada musim penghujan, namun perlu dikombinasikan dengan sumur artesis eksisting sebagai sumber cadangan pada puncak musim kemarau (Juni–Agustus) agar pasokan air pabrik tetap terjaga sepanjang tahun.

3.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Estimasi biaya investasi (CAPEX) dan biaya operasional tahunan (OPEX) sistem RWH disusun dalam dua skenario, yaitu skenario A untuk pemanfaatan non-kontak pangan (domestik) dan skenario B sebagai tambahan komponen filtrasi dan disinfeksi apabila air hujan akan digunakan untuk kontak pangan. Ringkasan komponen biaya utama disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Biaya Investasi (CAPEX) Sistem RWH

Komponen Utama	Jumlah (Rp)	Skenario
Tangki penampung utama (60 m ³)	54.000.000	A+B
Perbaikan/pemasangan talang, pipa turun, first-flush, filter kasar	9.060.000	A+B
Pompa, instalasi listrik, dan aksesori distribusi	2.750.000	A+B
Upah tukang dan pemasangan	2.000.000	A+B
Subtotal Skenario A (non-kontak)	68.710.000	A
Tambahan filtrasi & disinfeksi UV untuk Skenario B (kontak pangan)	4.650.000	B

Tabel 4. Ringkasan Biaya Operasional Tahunan (OPEX) Sistem RWH

Komponen OPEX Tahunan	Jumlah (Rp/tahun)	Skenario
Listrik pompa	68.656	A+B
Pembersihan talang & tangki (4×/tahun)	600.000	A+B
Pemeliharaan pompa & suku cadang	300.000	A+B
Subtotal OPEX Skenario A	968.656	A
Tambahan OPEX Skenario B (filter, UV, uji laboratorium)	3.487.488	B

Secara keseluruhan, total investasi awal untuk skenario A adalah Rp68.710.000 dengan biaya operasional tahunan sebesar Rp980.482, dan sistem direncanakan memiliki umur pakai 20 tahun menggunakan tangki berbahan ferrosemen/beton.

3.6 Kelayakan Ekonomi dan Manfaat Non-Ekonomi

Evaluasi kelayakan menunjukkan bahwa biaya air sumur artesis eksisting hanya berkisar Rp300/m³ (mencakup biaya listrik pompa saja, berdasarkan struk listrik pabrik ±Rp13,5 juta/bulan), sedangkan biaya air hujan dari sistem RWH dihitung dari akumulasi CAPEX dan OPEX rata-rata selama umur sistem 20 tahun mencapai sekitar Rp9.181/m³, atau sekitar 31 kali lebih mahal dibandingkan air sumur artesis. Dengan demikian, dari sisi biaya murni, periode pengembalian investasi (*payback period*) sistem RWH tidak dapat tercapai apabila hanya dibandingkan dengan tarif air sumur eksisting.

Meskipun demikian, sistem RWH tetap memiliki nilai strategis yang tidak sepenuhnya tercermin dalam perhitungan biaya per meter kubik air. Penerapan sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pabrik pada satu sumber air tunggal sehingga meningkatkan ketahanan operasional, khususnya pada musim kemarau atau ketika terjadi gangguan pada sumur artesis. Selain itu, pemanfaatan air hujan berkontribusi terhadap upaya konservasi air tanah di kawasan Desa Cokro yang tengah menghadapi penurunan debit mata air serta berpotensi mendukung penerapan skema imbal jasa lingkungan (*Payment for Ecosystem Services*) sebagaimana direncanakan dalam RPJMD Kabupaten Klaten 2025–2029. Berdasarkan estimasi, sistem RWH mampu memenuhi sekitar 60% kebutuhan air domestik bagi 88 pekerja pabrik. Dengan demikian, sistem RWH tetap relevan sebagai bagian dari strategi diversifikasi sumber air pabrik, meskipun belum dapat berfungsi sebagai substitusi penuh terhadap penggunaan air dari sumur artesis..

4. SIMPULAN

1. Pabrik Tahu Sehat Sari saat ini sepenuhnya bergantung pada satu sumur artesis dengan kebutuhan air total ±227.200 liter/hari, sementara potensi air hujan yang dapat dipanen dari atap seluas 470 m² mencapai 816,42 m³/tahun berdasarkan rata-rata curah hujan 1.931 mm/tahun.
2. Rancangan sistem *rainwater harvesting* terdiri atas empat tahap penangkapan atap dan talang, first-flush diverter, filtrasi dan tangki penampung 60 m³, serta distribusi ke titik pakai domestik dan mampu memenuhi sekitar 60% kebutuhan air domestik 88 pekerja, terutama pada 6 bulan musim penghujan.
3. Estimasi biaya investasi sistem sebesar Rp68.710.000 dengan biaya operasional Rp980.482/tahun; meskipun biaya air hujan per meter kubik lebih tinggi dibandingkan air sumur artesis, sistem ini tetap bernilai strategis untuk ketahanan pasokan air dan konservasi sumber daya air Desa Cokro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Pabrik Tahu Sehat Sari beserta pengelola dan pekerja atas izin dan kerja sama selama pelaksanaan survei dan perancangan sistem, kepada Dosen Pembimbing Lapangan dan pihak Universitas Diponegoro atas bimbingan selama program KKN-T IDBU 55, serta kepada Pemerintah Desa Cokro, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten atas dukungan dan fasilitasi selama kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Klaten. (2015). *Jumlah mata air dan rawa menurut kecamatan di Kabupaten Klaten*. BPS Kabupaten Klaten.
- Espos Indonesia. (2021, 8 Maret). *Pipa air bersih terputus, 500 keluarga di Cokro Klaten alami krisis air*. <https://solopos.espos.id/klaten>

Taufik Hidayat dkk., Pemanfaatan Air Hujan

- Ghisi, E., & Freitas, D. A. (2024). Economic feasibility of rainwater harvesting and greywater reuse in a multifamily building. *Water*, 16(11), 1580. <https://doi.org/10.3390/w16111580>
- Harianjogja.com. (2024, 1 Agustus). *Krisis air bersih terjadi pada 6 desa di Klaten, 1 juta liter air disalurkan*. <https://jateng.harianjogja.com>
- Matos, C., Bentes, I., & Santos, C. (2024). Rainwater harvesting system for industrial buildings: The case study of Continental Advanced Antenna, Vila Real, Portugal. *Sustainability*, 16(11), 4657. <https://doi.org/10.3390/su16114657>
- MetroTVNews.com. (2026, Juli). *10 ribu warga Klaten terdampak krisis air bersih akibat kekeringan*. <https://www.metrotvnews.com>
- Pemerintah Kabupaten Klaten. (2025). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Klaten Tahun 2025–2029*. Pemerintah Kabupaten Klaten.
- Prayogi, Y., dkk. (2025). Analisis pemanfaatan air hujan sebagai air bersih di PT. MTG. *Environmental Insight Journal*, 1(2).
- Rahman, A., Keane, J., & Imteaz, M. A. (2012). Rainwater harvesting in Greater Sydney: Water savings, reliability and economic benefits. *Resources, Conservation & Recycling*, 61, 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.12.002>
- Sari, R., Kartono, S., & Sucipto, S. (2023). Efisiensi pemanenan air hujan (PAH) untuk mengurangi limpasan permukaan di kawasan perumahan. *Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi*.
- Srushtitha, S., Ranjitha, S., Gowri, S., & Chandana. (2024). Design and implementation of rainwater harvesting systems. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, 11(2).
- Tiwery, C. J., Novita, D. M., & Sahetapy, E. P. (2022). Analisis pemanfaatan air hujan dan perencanaan sistem penampung air hujan sebagai pemenuhan kebutuhan air rumah tangga. *Manumata*, 8(1), 66–74.