

STUDI POTENSI TEKNOLOGI FOG HARVESTING SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KECAMATAN KOBALIMA, NUSA TENGGARA TIMUR

**Emanuel Grace Manek^{1*}, Utari Retno Sulistyono Rini¹, Kurnia Dewi Mulyani¹, Maria Ekacarini
Jayanimitta², Michael Joko Wibowo³**

¹Teknik Pertambangan, Universitas Jember, ²Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Jember

³Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember.

*E-mail Corresponding Author : emanuelmanek@mail.unej.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Kekeringan yang terus melanda wilayah Nusa Tenggara Timur, khususnya Kecamatan Kobalima, menyebabkan krisis air bersih yang memaksa masyarakat menempuh jarak jauh, bahkan harus mengantri air hingga dini hari. Penelitian ini hadir sebagai solusi alternatif berbasis potensi lokal, kabut pegunungan yang melimpah saat dini hari. Dengan teknologi sederhana berupa sistem *fog catcher* menggunakan jaring, talang, dan penampung air, penelitian ini menjadi pilot project yang berupaya memanen air dari kabut secara efektif. Hasil analisis data iklim selama 11 tahun menunjukkan kondisi yang sangat mendukung terbentuknya kabut radiasi, terutama saat kelembapan tinggi dan suhu turun di malam hari. Estimasi volume air yang dapat ditangkap mencapai 83 liter per malam untuk jaring 3 m². Penelitian ini menekankan pendekatan partisipatif dan pemberdayaan masyarakat sebagai kunci penerimaan teknologi ini sebagai solusi komplementer terhadap kelangkaan air yang kronis dan berulang setiap musim kemarau.

Kata Kunci: Air, *Fog catcher*, Kobalima, Kelembapan, Masyarakat

Abstract: Prolonged drought in East Nusa Tenggara, particularly in Kobalima District, has led to a clean water crisis, forcing communities to walk long distances and queue for water late into the night. This study offers an alternative, locally rooted solution—harnessing abundant early morning mountain fog. Using a simple fog catcher system consisting of mesh, gutters, and water storage, this pilot project aims to harvest water from fog efficiently. Climate data analysis over the past 11 years reveals ideal conditions for radiation fog, especially during nights with high humidity and falling temperatures. Estimated water capture can reach up to 83 liters per night using a 3 m² mesh. This research emphasizes a participatory approach and community empowerment as key strategies for the adoption of this simple technology, serving as a complementary solution in regions suffering from chronic and seasonal water scarcity.

Keywords: Communities, Fog catcher, Humidity, Kobalima, Water

Article History:

Received: 12-01-2026

Revised : 02-02-2026

Accepted: 13-04-2026

Online : 06-06-2026



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

LATAR BELAKANG

Permasalahan air di berbagai daerah menuntut kita berpikir lebih inovatif dalam menyelesaikan setiap permasalahan yang dihadapi seperti di Kota Yogyakarta sekitar stasiun Yogyakarta, terdapat permasalahan pencemaran airtanah sehingga air dari sumur masyarakat tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya maka diperlukan alternatif penyediaan air baku dari PDAM dan membutuhkan remediasi airtanah untuk memulihkan kualitas airtanahnya serta mengurangi meluasnya pencemaran airtanah (Manek dkk., 2021). Daerah Selatan Jember memiliki permasalahan airtanah yang berasal dari kekurangpahaman masyarakat melakukan konstruksi sumur gali sehingga kualitas airtanah yang seharusnya bagus menjadi menurun (Manek dkk., 2025), sehingga dibutuhkan pemahaman lanjutan kepada masyarakat dalam konstuksi sumur gali di Selatan kabupaten jember.

Di Provinsi NTT secara geografis berada di selatan katulistiwa, tepatnya di 8° – 12° LS dan 118° – 125° BT. Oleh karena letak geografis ini membuat kondisi wilayah NTT kering, sebab terpengaruh efek angin muson timur yaitu angin yang memiliki sifat kering berhembus dari australia menuju asia sekitar bulan april hingga bulan oktober yang pada akhirnya berimplikasi pada curah hujan yang pendek di wilayah Propinsi NTT sehingga permasalahan penyediaan air baku akan berbeda dari 2 kota yang telah dijelaskan permasalahan airtanah sebelumnya (Geru, 2023).

Masyarakat NTT khususnya di Desa Lakekun Utara, Desa Sisi, Desa Babulu, Desa Litamali, Desa Babulu Selatan, Kecamatan Kobalima (Kabupaten Malaka) mengalami kesulitan air bersih saat musim kemarau, sumber-sumber mata air menurun drastis, sehingga warga rela mengantrrt dari pukul 22.00 hingga 02.00 dini hari untuk mendapatkan air, bahkan banyak yang pulang tanpa jatah karena debit tidak mencukupi. Masyarakat harus menempuh jarak hingga 1 km untuk memperoleh air bersih, serta membeli air tangki dengan biaya tinggi (sekitar Rp 150.000–Rp 300.000 per tangki) karena suplai dari pipa dan mata air tidak tersedia atau rusak (Kima, 2024; Sergap.id, 2018).

Penelitian ini lebih menjadi pilot project berdasarkan sorotan terhadap kondisi lokal daerah pegunungan di kecamatan Kobalima yang memiliki kabut pegunungan sebagai potensi air alternatif. Kemudian teknologi sederhana menggunakan kerangka bambu atau logam, jaring polietilena, talang penampung dan sistem pipa pengaliran menjadi kekuatan tambahan untuk penyediaan akses air terhadap masyarakat. Penelitian ini akan memiliki dampaknya nyata pada menyediakan air untuk mandi, mencuci bahkan konsumsi dengan menekankan pendekatan partisipatif dan pemberdayaan masyarakat agar familiar menerima dan menerapkan teknologi sederhana ini sebagai alternatif tambahan penyediaan air skala rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan prototipe desain *fog catcher* untuk daerah studi dimulai dengan melakukan pengumpulan data-data

meteorologis dari satelit yang disediakan oleh Nasa *Power* (Stackhouse, 2025), selanjutnya digunakan bantuan grafik psirometrik untuk mencari parameter tambahan untuk menghitung perkiraan volume air yang tertangkap dari perancangan prototipe *fog catcher*, sehingga akhirnya dapat direkomendasikan untuk dimanfaatkan masyarakat sesuai dengan dimensinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

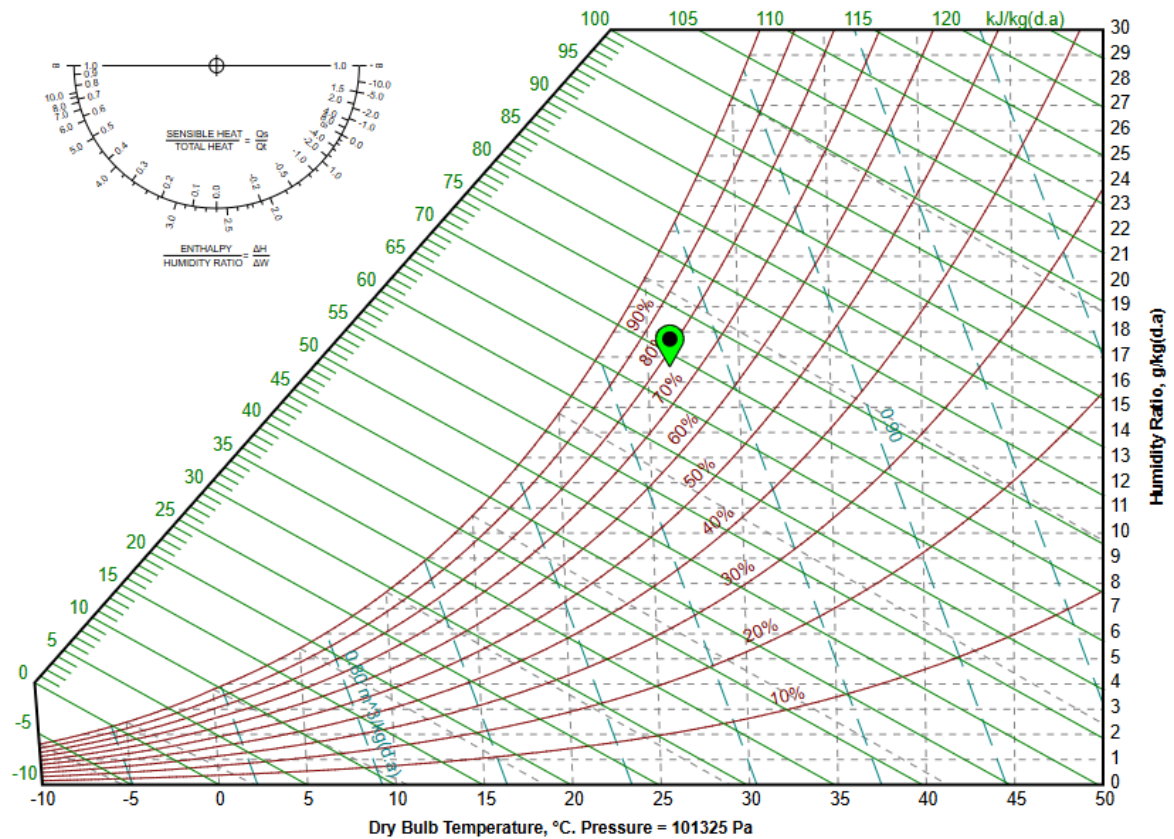
Sistem penyediaan informasi melalui data-data satelit Nasa *Power* dapat dikumpulkan dan dianalisis yaitu data relative humidity (%) dan Dew Point (°C) di Desa Sisi, Kecamatan Kobalima selama 11 tahun terakhir yaitu dari tahun 2014 s/d 2024 yang ditampilkan dalam tabel 1 dan tabel 2. Dari data dew point sebesar 21.9 °C dan rata-rata Relative Humidity 77.3 % selama 11 tahun terakhir dan dilakukan pengeplotan pada grafik psikorometrik (Gambar 1) didapatkan temperature *dry bulb* sebesar 26.196 °C (suhu aktual berdasarkan data grafik psirometrik).

Tabel 1. Data Relative Humidity (%) Desa Sisi, Kecamatan Kobalima selama 11 tahun terakhir pada Nasa *Power* yang diakses 2025 (Stackhouse, 2025).

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OCT	NOV	DES	RAT A- RAT A
2014	84.3	85.6	80.3	79.8	77.4	73.1	74.3	67.6	66.8	66.4	66.2	80.1	75.1
2015	84.7	83.6	83.1	82.4	77.1	76.8	73.4	73.0	69.1	69.0	64.7	74.0	75.9
2016	74.1	82.6	82.1	78.0	80.2	76.6	76.6	71.6	73.0	72.7	68.0	79.5	76.2
2017	82.8	83.3	84.0	83.8	80.6	78.6	78.2	74.0	73.5	70.7	74.5	78.1	78.5
2018	84.4	84.2	82.3	77.4	73.9	74.5	73.6	72.7	70.7	67.0	72.6	81.2	76.2
2019	85.2	84.6	84.2	82.0	80.2	74.5	73.6	71.6	72.5	69.8	64.0	67.3	75.7
2020	81.9	82.9	82.5	79.1	80.0	77.9	73.5	73.4	74.1	70.9	69.2	81.1	77.2
2021	84.7	85.8	84.8	80.5	77.4	78.6	75.2	74.7	74.5	70.4	76.0	77.3	78.3
2022	84.3	84.7	83.8	80.3	78.0	78.9	75.8	75.0	73.5	76.0	80	78.8	79.0
2023	83.6	86.5	83.4	84.6	78.2	80.5	79.5	74.6	73.1	68.3	69.5	77.3	78.2
2024	80.4	82.8	85.6	84.5	82.0	78.5	75.3	75.4	75.8	74.3	74.6	82.7	79.3
Rata-rata Relative Humidity (%)													77.3

Tabel 2. Data Dew Point (°C) Desa Sisi, Kecamatan Kobalima selama 11 tahun terakhir pada Nasa *Power* yang diakses 2025 (Stackhouse, 2025).

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OCT	NOV	DES	RAT A- RAT A
2014	23.7	23.2	22.8	22.8	22.3	20.3	19.6	17.7	17.9	19.3	20.9	23.7	21.2
2015	23.7	23.2	23.4	23.1	21.3	20.5	19.2	18.8	18.9	19.5	21.0	23.0	21.3
2016	23.0	24.1	24.2	23.0	23.2	21.7	20.6	19.5	21.3	21.7	22.0	23.4	22.3
2017	23.5	23.2	23.4	23.2	22.0	20.6	20.6	19.7	20.5	21.7	22.8	23.3	22.0
2018	23.6	23.6	23.4	22.6	21.1	20.1	19.5	19.4	19.6	20.2	22.5	23.9	21.6
2019	23.9	23.9	23.6	23.0	21.9	19.6	18.8	18.5	18.9	19.7	20.6	22.3	21.2
2020	23.9	24.0	23.7	22.9	22.5	21.0	19.4	19.6	21.0	21.4	22.0	23.6	22.1
2021	24.0	23.7	23.4	22.3	21.5	21.4	20.1	20.6	21.1	21.6	23.2	23.2	22.2
2022	23.7	23.6	23.7	22.8	22.5	21.7	19.3	20.2	21.2	22.8	23.4	22.9	22.3
2023	23.6	23.8	23.3	23.3	21.2	21.5	20.7	19.6	19.7	20.4	21.9	23.9	21.9
2024	24.1	24.3	24.5	23.8	23.0	21.0	19.9	20.1	21.6	22.2	23.0	24.2	22.6
Rata-rata Dew Point (°C)													21.9



Gambar 1. Grafik Psirometrik berdasarkan data rata-rata *dew point* dan *relative humidity* di Desa Sisi, Kecamatan Kobalima, Kabupaten Malaka, NTT.



Gambar 2. Konsep sistem *fog cather* yang akan diimplementasikan di Desa Sisi, Kecamatan Kobalima, Kabupaten Malaka, NTT.

Asumsi perhitungan luas penampang sistem fog catcher atau penangkap kabut (Gambar 2) dengan RAB (Rencana Anggaran Biaya 1 buah sistem) diperkirakan secara umum tidak lebih dari 2 juta. Biaya yang digunakan yaitu pada pembelian jaring raschel mesh ukuran 3x3 meter dengan harga setiap meter

persegi 80.000 rupiah, selain itu adanya kebutuhan untuk penyediaan penjepit atau kabel *ties* sebanyak 20 buah dibutuhkan anggaran 80.000 agar jaring dapat menyatu dengan rangka bambu yang mudah didapat di daerah studi. serta tali atau kabel tensioner untuk memperkuat berdirinya tiang penangkap kabut berbahan nylon atau kawat sling dibutuhkan sekitar 250.000. Selain itu kebutuhan pembuatan alat penangkap kabut secara konvensional dapat dilakukan karena pada kegiatan menggali, mengambil bambu di hutan, pemasangan alat penangkap kabut yang telah dirancang dilapangan dapat masyarakat lakukan secara bergotongroyong dan dalam penelitian ini perhitungan hasil penangkapan kabut dibagi menjadi 3 ukuran luas penampang yaitu (1 m^2 , 2 m^2 , dan 3 m^2) diasumsikan beroperasi selama 4 jam yaitu pukul 02.00 hingga 06.00 subuh, efisiensi penangkapan 5% yang diasumsikan realistis lapangan dengan gambaran sederhana jika dalam satu detik, 100 gram air dalam bentuk kabut melewati jaring penangkap kabut maka dengan efisiensi 5%, hanya 5 gram air per detik yang benar-benar tertangkap. Sisanya (95 gram) lewat atau menguap kembali.

Pembentukan kabut memerlukan peran angin dalam mencampur udara; tanpa adanya angin, kondensasi cenderung menghasilkan embun daripada kabut. Angin dengan kecepatan rendah membantu menjaga kejenuhan udara di dekat permukaan, sementara angin yang lebih kencang justru mencampurkan lapisan udara bawah dengan udara yang lebih kering di atasnya, sehingga menurunkan kelembapan relatif dan menghambat terbentuknya kabut. Kecepatan angin antara 1 hingga 3 m/s (sekitar 0,5–1,5 knot) dianggap ideal untuk mendukung perkembangan kabut (Perez-Diaz dkk., 2017).

Berdasarkan data yang diolah maka saat suhu udara turun sekitar 4°C misalnya karena radiasi malam hari (Lakra & Avishek, 2022), maka udara akan mencapai titik embun ($21,87^{\circ}\text{C}$). Kabut radiasi (*radiation fog*) adalah jenis kabut yang terbentuk akibat pendinginan cepat permukaan tanah saat malam hari, terutama saat langit cerah dan tanpa awan. Dalam kondisi ini permukaan bumi melepas panas ke atmosfer melalui radiasi, suhu permukaan turun dengan cepat, menyebabkan pendinginan udara di lapisan bawah atmosfer. Bila suhu udara turun hingga mencapai titik embun (*dew point*), uap air mengembun menjadi tetesan kecil, membentuk kabut di dekat permukaan tanah. Sebab tanpa awan, tidak ada pantulan balik radiasi ke permukaan, sehingga proses pendinginan terjadi lebih cepat dan intensif.

$$T_{dry} - T_{dew} = 26.196 - 21.872 = 4.324^{\circ}\text{C} \quad (\text{Perhitungan 1})$$

Didaerah penelitian, dengan kelembapan tinggi ($\text{RH} > 75\%$) dan kandungan uap air yang besar, sangat berpotensi terbentuk kabut radiasi menjelang pagi, terutama bila angin tenang dan langit tetap cerah. Dengan RH tinggi (77%) dan selisih suhu $< 5^{\circ}\text{C}$ antara Temperatur dry dan Temperatur dew (Perhitungan 1), maka kabut radiasi sangat mungkin terbentuk di dini hari dan ini sangat relevan didaerah kajian yang selalu berkabut di dinihari hingga menjelang matahari terbit sehingga dikenal dengan daerah dingin di kecamatan Kobalima namun memiliki akses air yang sulit.

Dari grafik psirometrik didapatkan nilai *humidity ratio* sebesar 16.602 g/kg (*dry air*) yang menunjukkan bahwa kandungan uap air dalam udara cukup tinggi, sedangkan nilai densitas udara lembab berdasarkan Lakra (Lakra & Avishek, 2022) adalah 1.168 kg/m^3 , maka dapat dihitung perkiraan seberapa banyak uap air (dalam gram) yang terdapat dalam setiap satu meter kubik udara

lembab di daerah kajian. Diperoleh Udara dalam kondisi ini mengandung 19.38 gram uap air per meter kubik.

Kecepatan angin di daerah kajian rata-rata 2 m/s (Nasa Power, Akses 2025), maka dapat dihitung estimasi air yang tertangkap (Q) menggunakan sistem *fog catcher*, sebagai contoh perhitungan Q untuk luas penampang 1 m² didapatkan 27.91 liter ($Q = 19.38 \text{ g/m}^3 \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ m/s} \cdot 14400 \text{ detik} \cdot 0.05$). Sedangkan Q untuk $A = 2 \text{ m}^2$ sebesar 55.81 liter dan untuk $A = 3 \text{ m}^2$ sebesar 83.72 liter.

Meskipun sistem jaring penangkap kabut merupakan solusi yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan, terdapat sejumlah keterbatasan teknis dan faktor alami yang membuat efisiensinya tidak selalu maksimal, antara lain:

- a) Desain Jaring (ukuran pori, jenis serat, bahan) : Jaring dengan serat terlalu halus atau tidak menyerap air dengan baik akan gagal menangkap droplet kabut secara efektif. Desain ideal membutuhkan bahan hidrofilik dan kuat yang pastinya memakan biaya yang lebih tinggi.
- b) Angin terlalu lambat menyebabkan sedikit kabut yang melewati jarring, namun angin yang terlalu cepat menyebabkan air yang menempel bisa terbawa Kembali sehingga diperlukan kecepatan optimal sekitar 1-3 m/s.
- c) Kabut tipis atau tidak konsisten menghasilkan volume air yang sangat kecil sehingga efektivitas sistem fluktuatif tergantung cuaca dan musim.
- d) Jaring yang kotor, berlumut, atau rusak dapat menghambat aliran air dan menurunkan efisiensi penangkapan sehingga sistem memerlukan perawatan berkala.

Oleh karena itu diperlukan pemahaman bahwa berdasarkan perhitungan dari data yang dikumpulkan terdapat potensi teoritis, hasil aktual sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca local terhadap waktu. Meskipun terbatas, sistem ini dapat memberikan kontribusi penting terutama di wilayah yang minim sumber air tanah atau air permukaan, mengalami musim kering yang panjang, dan memiliki kabut malam atau pagi hari secara rutin seperti di desa Sisi. Sistem ini tidak menggantikan sistem penyediaan air utama, namun dapat menjadi pelengkap (komplementer) yang hemat biaya, sederhana, dan berkelanjutan, terutama dalam konteks perubahan iklim dan kelangkaan air bersih.

SIMPULAN DAN SARAN

Wilayah Kobalima memiliki potensi yang signifikan untuk pemanenan air kabut, terutama pada malam hingga dini hari ketika kelembapan udara tinggi dan suhu mendekati titik embun memungkinkan terbentuknya kabut radiasi. Berdasarkan hasil perhitungan, sistem *fog catcher* berukuran 3 m² dengan efisiensi konservatif sebesar 5% dapat menghasilkan hingga ±83 liter air per malam. Meski volume air yang dihasilkan belum mencukupi seluruh kebutuhan domestik harian, sistem ini dapat menjadi sumber air tambahan yang bermanfaat, terutama untuk kebutuhan dasar seperti minum, memasak, dan sanitasi ringan.

Teknologi ini bersifat sederhana, murah, dan dapat langsung diimplementasikan di tingkat rumah tangga atau komunitas. Namun, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh desain jaring, arah angin, kecepatan angin, ketebalan kabut, dan perawatan sistem.

Oleh karena itu, sangat penting dilakukan evaluasi lanjutan terhadap efektivitas teknis dan kelayakan sosial dari sistem ini melalui uji lapangan secara partisipatif. Evaluasi ini meliputi penerimaan masyarakat, kemudahan perawatan, ketahanan bahan, serta integrasi dengan strategi adaptasi kekeringan lainnya. Jika

hasilnya positif, sistem ini berpotensi direplikasi secara luas sebagai solusi air alternatif berbasis sumber daya lokal di wilayah rentan kekeringan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. United Tractor yang telah membantu memberikan pembiayaan dalam penyelesaian penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi rujukan Masyarakat dan penelitian lanjutan dari peneliti-peneliti lainnya sehingga semakin berdampak terhadap Pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Geru, A. (2023). Lima kabupaten/kota di NTT darurat kekeringan. *Antara News*. <https://www.antaranews.com/berita/970882/lima-kabupaten-kota-di-ntt-darurat-kekeringan>
- Kima, M. (2024). *Tantangan petani lahan kering Desa Litamali, Malaka*. rri.co.id/daerah/952174/tantangan-petani-lahan-kering-desa-litamali-malaka
- Lakra, K., & Avishek, K. (2022). A review on factors influencing fog formation, classification, forecasting, detection and impacts. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 33, 319–359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12210-022-01060-1>
- Manek, E G;, D P E, P., & Hendrayana, H. (2021). Mass transport modelling of total organic carbon in groundwater to determine the location of petroleum fuel pollutant sources in the area of Jlagran , Yogyakarta City , Indonesia Mass transport modelling of total organic carbon in groundwater to determine. *The Open Access IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)*, 851. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/851/1/012024>
- Manek, Emanuel Grace, Mulyani, K. D. R., & Sulisty, U. R. (2025). *Preliminary Study Hydrogeological Conceptual Model of Groundwater and Surface Water Interaction in Karst and Non-Karst Formation of Puger Mining Area and Surroundings , Jember Regency , East Java. 2025(Iconris)*, 129–140. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-920-9>
- Perez-Diaz, J. L., Ivanov, O., Peshev, Z., Álvarez-Valenzuela, M. A., Valiente-Blanco, I., Evgenieva, T., Dreischuh, T., Gueorguiev, O., Todorov, P., & Vaseashta, A. (2017). Fogs: Physical Basis, Characteristic Properties, and Impacts on the Environment and Human Health. *Water*, 9(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w9100807>
- Sergap.id. (2018). Warga Dusun Welaus Kekurangan Air Bersih, Antri Hingga Jam Dua Pagi. *Sergap*. <https://www.sergap.id/warga-dusun-welaus-kekurangan-air-bersih-antri-hingga-jam-dua-pagi/>
- Stackhouse, P. (2025). *National Aeronautics and Space Administration*. NASA Official. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>