

ANALISIS SPASIAL POTENSI PEMANENAN KABUT SEBAGAI STRATEGI ADAPTASI IKLIM DI DESA WONOLELO, SAWANGAN, MAGELANG

Edi Widodo^{1*}, Nursida Arif², Nurumuhniyanti M. Hubaib³, Shofi Roossalina
Mustikasari⁴

¹²³Universitas Negeri Yogyakarta

⁴Universitas Muhammadiyah Semarang

ediwido.2023@student.uny.ac.id^{1*}, nursida.arif@uny.ac.id²,
nurmuhniyantim.2023@student.uny.ac.id³, shofi863@gmail.com⁴

*Koresponding: ediwido.2023@student.uny.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim menjadi ancaman secara global dan tidak terkecuali pada tingkat lokal yaitu desa. Desa Wonolelo yang terletak di lereng merbabu sisi barat daya menghadapi tantangan perubahan iklim yaitu kemarau panjang yang menyebabkan kekurangan air bersih. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis secara spasial potensi pemanenan kabut di desa Wonolelo. Metode yang digunakan yaitu mix method yaitu analisis spasial dilengkapi dengan pendekatan kualitatif. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer berupa pengamatan langsung kejadian kabut dan wawancara terhadap warga. Kemudian data sekunder berupa peta tutupan lahan, data curah hujan dan data potensi kabut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Analisis data dilakukan secara deskripsi spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi desa Wonolelo berpotensi dipasang alat penangkap kabut. Kemudian, pola distribusi pemasangan alat penangkap kabut dapat disesuaikan dengan pola distribusi permukiman di desa Wonolelo.

Kata kunci: Analisis spasial, pemanen kabut, perubahan iklim, adaptasi iklim

SPATIAL ANALYSIS OF FOG HARVESTING POTENTIAL AS A CLIMATE ADAPTATION STRATEGY IN WONOLELO VILLAGE, SAWANGAN, MAGELANG

Edi Widodo^{1*}, Nursida Arif², Nurmuhniyanti M. Hubaib³, Shofi Roossalina
Mustikasari⁴

¹²³Universitas Negeri Yogyakarta

⁴Universitas Muhammadiyah Semarang

ediwido.2023@student.uny.ac.id^{1*}, nursida.arif@uny.ac.id²,
nurmuhniyantim.2023@student.uny.ac.id³, shofi863@gmail.com⁴

*corresponding: ediwido.2023@student.uny.ac.id

Abstract

Climate change represents a significant global threat, with localized impacts increasingly observed at the village level. Wonolelo Village, situated on the southwestern slope of Mount Merbabu, is experiencing the adverse effects of prolonged droughts, leading to shortages of clean water. This study aims to conduct a spatial analysis of the potential for fog harvesting as a climate adaptation strategy in Wonolelo Village. The research employs spatial analysis techniques using secondary data sources, including land cover maps, rainfall records, and meteorological data from the Indonesian Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG). The analysis is carried out through spatial descriptive methods. The results of the study indicate that the village of Wonolelo has the potential for fog capture devices to be

installed. Furthermore, the distribution pattern for installing fog capture devices can be adjusted to the settlement distribution pattern in the village of Wonolelo.

Keywords: Spatial analysis, Fog harvesting, Climate change, Climate adaptation

Pendahuluan

Desa wonolelo berada di kawasan lereng barat daya Merbabu memiliki 18 dusun yang berpotensi terdampak kekurangan air bersih, terutama dusun-dusun di bagian lereng atas ketika musim kemarau. Kebutuhan air bersih diperoleh penduduk dari sumber mata air. Kondisi mata air di kawasan lereng merbabu tergolong baik, meskipun sudah ada indikasi pencemaran (Diwijaya et al., 2024). Tetapi, Ashari & Widodo, (2019) menjelaskan bahwa pola persebaran mata air di lereng merbabu sisi barat daya tidak teratur, sehingga sering dijumpai keberadaan mata air jauh dari lokasi permukiman.

Desa Wonolelo menghadapi masalah serius dalam pemenuhan kebutuhan air bersih. Karena hambatan berupa pola persebaran mata air yang tidak teratur, potensi air tanah tergolong dalam, dan memerlukan biaya mahal untuk melakukan pengeboran. Maka perlu ada alternatif cara untuk pemenuhan air bersih. Salah satu alternatif cara untuk pemenuhan air bersih yaitu panen kabut (fog harvesting). Teknologi pemanen kabut terbukti efektif untuk menghasilkan air tawar bersih di kawasan yang sering berkabut (Shi et al., 2018; Yu et al., 2022). Panen kabut adalah teknik yang berkelanjutan, sederhana dan hemat biaya untuk mengumpulkan air dari udara (Batisha, 2015; Korkmaz & Kariper, 2020). Desa wonolelo yang berada di ketinggian 1000-1500 mdpl sering mengalami cuaca kabut, sehingga teknologi pemanen kabut relevan untuk diterapkan.

Perubahan iklim menjadi ancaman secara global. Perubahan iklim berdampak pada berbagai sektor seperti kondisi hidrologi global. Karena ketersediaan air bersih sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim (Kang et al., 2009; Kundzewicz et al., 2018; Taye et al., 2018; Zhang et al., 2023). Perubahan iklim harus disikapi secara bijaksana oleh pemerintah dan masyarakat. Supaya pemerintah dan masyarakat mampu adaptasi dengan perubahan iklim yang terjadi.

Perubahan iklim global juga terjadi tidak terkecuali pada tingkat lokal yaitu desa. Perubahan iklim mempengaruhi sosio-ecologocial desa (Ngoc et al., 2022; Ratnayake et al., 2023; Yanda et al., 2023). Desa Wonolelo yang terletak di lereng merbabu sisi barat daya menghadapi tantangan perubahan iklim yaitu kemarau panjang yang menyebabkan kekurangan air bersih. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk menganalisis secara spasial potensi pemanenan kabut di desa Wonolelo untuk memenuhi kebutuhan air bersih dampak perubahan iklim.

Metode

Metode yang digunakan yaitu *mix method* dengan analisis spasial. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer berupa pengamatan langsung kejadian kabut dan wawancara terhadap warga. Kemudian data sekunder berupa peta tutupan lahan, data curah hujan dan data potensi kabut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Analisis data dilakukan secara deskripsi spasial. Analisis spasial merupakan pendekatan ilmiah untuk mengkaji fenomena berdasarkan lokasi, distribusi, pola, dan interaksi antar ruang. Dalam geografi, analisis spasial menjadi inti kajian karena ruang dan lokasi adalah dimensi utama (Bivand et al., 2013; Cavender-Bares et al., 2020; Dawsen, 2013; Fischer & Nijkamp, 2014; Fotheringham et al., 2007; Grekousis, 2020; Souris, 2019). Jadi analisis deskripsi spasial adalah usaha memahami fenomena geografi berdasarkan aspek keruangan dengan menekankan pada pertanyaan apa, dimana, bagaimana distribusinya dan apa pola kaitannya.

Sumber primer diperoleh dengan cara observasi langsung ke lokasi penelitian (Sayidah, 2018; Sugiyono, 2013, 2015). Observasi dilakukan untuk mengamati kejadian kabut di lokasi penelitian. Observasi lapangan dilengkapi dengan wawancara mendalam. Penentuan informan dilakukan secara purposif yaitu masyarakat desa Wonolelo yang pekerjaannya sebagai petani dan kepala desa Wonolelo yaitu bapak M Marpomo (MM).

Lokasi penelitian dilaksanakan di desa Wonolelo, kecamatan Sawangan, kabupaten Magelang. Desa Wonolelo berada di kawasan vulkanik Merbabu. Desa Wonolelo memiliki 18 dusun dengan mayoritas masyarakat bekerja sebagai petani dan observasi dilaksanakan di seluruh dusun.

Hasil dan Pembahasan

Desa Wonolelo yang berada di kawasan vulkanik Merbabu seharusnya memiliki sumber mata air yang berlimpah sehingga tidak kekurangan air bersih. Tetapi hasil observasi menunjukkan bahwa kawasan desa Wonolelo ketersediaan mata air debitnya belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat. Lokasi mata air juga tidak teratur dan jauh dari permukiman. Hasil observasi juga menunjukkan debit mata air berkurang drastis saat terjadi kemarau panjang. Kawasan desa Wonolelo memiliki mata air dengan debit yang besar tetapi posisinya lebih rendah dari kawasan permukiman masyarakat sehingga sulit untuk dimanfaatkan.

Upaya pemenuhan air bersih di desa Wonolelo

Air bersih dibutuhkan untuk keperluan domestik dan aktivitas peternakan serta pertanian. Berdasarkan hasil wawancara bahwa kebutuhan air bersih untuk kebutuhan domestik di desa Wonolelo sekitar 30-60 liter per hari. Data ini didukung dengan penelitian terdahulu lokasi lain di Indonesia. Kebutuhan Air Bersih Desa Pinggirpapas Kecamatan Kalianget Kabupaten Sumenep Madura Provinsi Jawa Timur rata-rata volume kebutuhan air bersih setiap orang (perkapita) perhari pada musim hujan sebesar 52,68 liter/orang perhari, Sedangkan pada musim kemarau sebesar 43,99 liter/orang perhari (Setiawan et al., 2020). Sedangkan di desa Losari, kabupaten Buton Tengah membutuhkan 35,37 liter per hari (Dairi & Baudi, 2023). Jadi kebutuhan air bersih untuk kegiatan domestik di desa sekitar 30-60 liter per hari.

Aktivitas pertanian selain dipenuhi dari sumber mata air, juga dipenuhi dengan kolam tadah hujan. Hasil observasi di desa Wonolelo bahwa di lahan pertanian memiliki kolam penampung air hujan. Jumlah, luas dan kedalaman kolam beragam tergantung luas lahan. Keberadaan kolam penampung air hujan dimiliki secara individu pemilik lahan. Hasil observasi menunjukkan bahwa saat musim penghujan volume air kolam penuh, tetapi saat musim kemarau berkurang sangat drastis. Hasil wawancara terhadap petani bahwa “saat musim kemarau kuantitas air kolam tadah hujan berkurang, maka perlu membeli air atau memompa air dari sumber mata air terdekat untuk dibawa ke lahan pertanian” (Sapar, 15 Agustus 2025). Sehingga masyarakat menjadi mengeluarkan biaya tambahan.

Pemenuhan air bersih domestik di desa Wonolelo bergantung pada mata air. Mata air di desa Wonolelo dikuasai secara pribadi. Hasil wawancara kepada kepala desa Wonolelo menyatakan bahwa “mata air dimiliki secara pribadi masyarakat berdasarkan hak penguasaan lahan” (MM, 30 maret 2025). Jadi masyarakat yang memiliki lahan kemudian muncul mata air, maka hak sepenuhnya pemanfaatan mata air dikuasai pemilik lahan. Apabila masyarakat lain yang lahannya tidak muncul mata air maka harus meminta ijin atau bekerjasama dengan pemilik lahan yang muncul mata air. Selain kerjasama, masyarakat juga bisa membeli mata air tersebut untuk dimanfaatkan secara turun temurun.

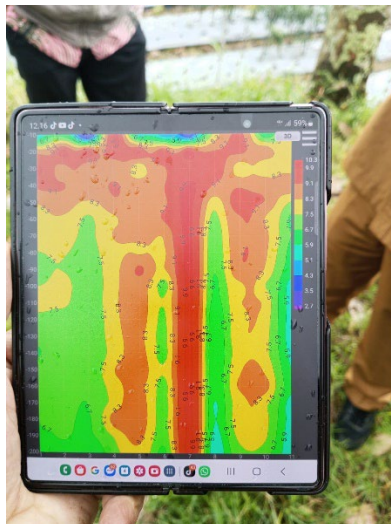
Hasil observasi menunjukkan bahwa pemanfaatan air dengan cara memasang pipa dari sumber mata air menuju ke rumah masyarakat. mata air yang dipilih harus lebih tinggi dari permukiman masyarakat (Gambar 1). Air dapat mengalir dari sumber mata air menuju permukiman masyarakat mengandalkan gaya gravitasi. Lokasi sumber mata air yang jauh dari

permukiman maka pipa yang dibutuhkan juga banyak. Pipa dari sumber mata air melewati lahan pertanian, igir dan lembah. Jadi terkadang pipa dikaitkan dengan tali baja atau tali sling dari igir ke igir supaya pipa tidak melewati lembah.



Gambar 1. Pipa paralon dipasang menggunakan tali sling (Dokumentasi peneliti: 09/10/2025)

Upaya pemenuhan kebutuhan air bersih juga sudah dilakukan oleh pemerintah desa Wonolelo. Pemerintah desa wonolelo bekerjasama dengan Tentara Manunggal Membangun Desa (TMMD) tahun 2025 melakukan observasi potensi sumber mata air tanah menggunakan geolistrik. Geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan bumi dengan mengalirkan arus listrik DC (direct current) (Faris et al., 2019). Hasil observasi di beberapa lokasi desa Wonolelo, menunjukkan potensi air tanah berada di kedalaman lebih dari 80 meter (gambar 1), maka diperlukan sumur bor. Tetapi, sumur bor memerlukan biaya yang mahal.



Gambar 2. Hasil visual geolistrik desa Wonolelo (Dokumentasi peneliti: 03/30/2025)

Sumur bor yang memerlukan biaya mahal juga terkendala formasi batuan di desa Wonolelo. Hasil visualisasi geolistrik desa Wonolelo menunjukkan bahwa tingkat kekerasan batuan dari permukaan tanah menuju akuifer air tanah beragam. Resistivitas batuan ditunjukkan oleh warna pada gambar visualisasi geolistrik, semakin merah warna batuan maka resistivitas batuan semakin tinggi sedangkan warna ungu menunjukkan resistivitas rendah.

Resistivitas tinggi menunjukkan sifat batuan yang lebih sulit menghantarkan arus listrik (ini sering dikaitkan dengan batuan yang solid, padat, dan tidak porous, seperti batuan dasar yang keras, yang memiliki daya dukung tinggi) sedangkan resistivitas rendah menunjukkan sifat batuan yang lebih mudah menghantarkan listrik (ini dapat mengindikasikan adanya material yang lebih lunak, porous, atau basah, seperti lempung atau lapisan tanah lapuk) (Alaydrus et al., 2024; Bankole et al., 2024; Chinyem, 2024; Emmanuel et al., 2024; Ibrahim et al., 2024; Ibuot et al., 2024; Javed et al., 2024). Jadi, semakin resistivitas rendah semakin berpotensi terdapat akuifer air tanah.

Potensi kabut di desa Wonolelo

Krisis air bersih merupakan salah satu tantangan global terbesar di abad ke-21. Perubahan iklim, pertumbuhan populasi, urbanisasi, serta degradasi lingkungan menyebabkan ketersediaan air semakin terbatas di berbagai belahan dunia, khususnya di wilayah semi-arid dan pesisir. Teknologi penangkapan kabut (fog harvesting) muncul sebagai salah satu alternatif ramah lingkungan dan berbiaya rendah untuk menyediakan air bersih di daerah rawan kekeringan. Prinsip dasar teknologi ini adalah mengubah kabut atmosfer menjadi air cair yang ditangkap oleh jaring (mesh) khusus, kemudian dialirkan ke sistem penampungan. Keberhasilan sistem *fog harvesting* sangat ditentukan oleh pemilihan lokasi. Lokasi dengan frekuensi kabut tinggi, arah angin konsisten, serta kondisi topografi dan iklim yang mendukung dapat menghasilkan volume air signifikan. Oleh karena itu, kajian mengenai lokasi potensial *fog harvesting* menjadi penting untuk memastikan keberlanjutan teknologi ini (Ismail & Go, 2021).

Lokasi geografis merupakan faktor utama dalam menentukan potensi penangkapan kabut. Wilayah pesisir semi-arid sering kali memiliki kondisi atmosfer yang ideal, karena interaksi antara udara laut yang lembap dengan daratan kering dapat menghasilkan lapisan kabut advectif yang konsisten. Salah satu contoh klasik adalah pesisir barat Amerika Selatan, khususnya Gurun Atacama, yang dikenal sebagai salah satu wilayah paling potensial untuk penangkapan kabut (Lobos-Roco et al., 2025). Selain itu, topografi pegunungan pesisir (coastal mountains) memainkan peran penting. Lereng yang menghadap angin laut (windward slopes) memperkuat proses kondensasi karena aliran udara lembap dipaksa naik ke atas lereng, sehingga meningkatkan kandungan air dalam kabut (liquid water content). Dengan demikian, wilayah yang memiliki kombinasi pesisir semi-arid dan pegunungan dekat pantai serta kawasan tangkapan hujan sering kali menjadi lokasi ideal untuk proyek fog harvesting. Desa Wonolelo yang berada di kawasan lereng merbabu menjadi area tangkapan hujan sehingga berpotensi untuk dipasang alat penangkap kabut.

Ketinggian tempat sangat memengaruhi intensitas kabut yang bisa ditangkap. Kabut cenderung terbentuk pada ketinggian menengah, biasanya beberapa ratus meter di atas permukaan laut. Oleh karena itu, lokasi penempatan jaring harus disesuaikan dengan lapisan atmosfer tempat kabut paling sering terjadi. Desa Wonolelo memiliki ketinggian lebih dari 1000 mdpl (meter di atas permukaan laut). Ismail dan Go, (2021) dalam studi di Asia Tenggara menemukan bahwa ketinggian menengah di pesisir pegunungan memberikan hasil optimal karena kabut sering menyelimuti lereng pada pagi hingga sore. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Lobos-Roco et al. (2025), yang menunjukkan bahwa pemetaan vertikal liquid water content (LWC) kabut penting untuk menentukan ketinggian efektif penempatan jaring. Jadi, secara ketinggian desa Wonolelo berpotensi untuk terjadi kabut.

Angin adalah faktor kunci lain dalam menentukan lokasi fog harvesting. Kabut bergerak mengikuti pola angin dominan, sehingga jaring penangkap harus ditempatkan tegak lurus dengan arah angin untuk memperoleh hasil optimal. Penelitian Lobos-Roco et al. (2025) menegaskan bahwa pemodelan angin, baik secara musiman maupun tahunan, perlu dilakukan untuk memperkirakan volume air yang dapat dikumpulkan. Konsistensi arah angin

meningkatkan efisiensi, sementara variabilitas angin dapat mengurangi potensi tangkapan. Oleh karena itu, analisis meteorologi lokal sangat diperlukan sebelum menentukan lokasi. Berdasarkan data prakiraan cuaca badan meteorologi, klimatologi dan geofisika (BMKG) 2025 bahwa rata-rata kecepatan angin di desa Wonolelo 3–4 km/jam. Pembentukan kabut sangat dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, stabilitas atmosfer, dan kecepatan angin, menurut O’Sullivan dan Unwin, (2010) kabut lebih mudah terbentuk pada kondisi angin tenang hingga lemah karena sirkulasi udara yang kuat akan menghambat proses kondensasi di dekat permukaan tanah. Studi di Bandara Pula, Kroasia, menunjukkan bahwa sebagian besar kabut terbentuk saat kecepatan angin berada pada 0–2 m/s (0–7 km/jam). Apabila angin melebihi 2 m/s, kemungkinan terbentuknya kabut menurun drastis (Zoldoš et al., 2025). Jadi kecepatan angin di desa Wonolelo memenuhi kriteria untuk terjadi kabut.

Kondisi iklim global memengaruhi distribusi kabut. Wilayah pesisir yang dipengaruhi oleh awan stratokumulus laut (marine stratocumulus clouds) biasanya memiliki potensi besar. Misalnya, pesisir Cile utara, Maroko, Eritrea, dan Kepulauan Canary dikenal sebagai pusat implementasi fog harvesting yang sukses. Dalam konteks Asia Tenggara, Ismail dan Go, (2021) menunjukkan bahwa *fog harvesting* memiliki peluang besar untuk diadaptasi di daerah rawan kekeringan di Filipina, Indonesia bagian timur, dan beberapa kawasan pesisir lainnya. Teknologi ini dianggap sesuai karena tidak membutuhkan energi tambahan dan dapat dioperasikan dengan partisipasi masyarakat lokal.

Vegetasi lokal juga dapat menjadi indikator penting potensi kabut. Hutan pegunungan dan vegetasi lebat sering menunjukkan kelembapan tinggi dan frekuensi kabut yang lebih intens. Desa Wonolelo yang berada di kawasan gunungapi Merbabu memiliki vegetasi lokal seperti pohon *acacia* (Gambar 3). Certini et al. (2019) bahwa pohon *acacia* memiliki penangkap kabut tinggi dibandingkan pohon yang lain, sehingga kombinasi jaring penangkap awan dengan pohon *acacia* akan lebih efektif untuk mengumpulkan air bersih dari awan. Namun, lokasi *fog harvesting* tidak hanya ditentukan oleh aspek biofisik, melainkan juga oleh faktor sosial-ekonomi. Studi di Indonesia oleh Khamdevi dan Riupassa, (2024) menekankan pentingnya mengintegrasikan desain arsitektur sederhana berbasis penangkapan kabut dengan kebutuhan lokal. Penelitian mereka menunjukkan bahwa arsitektur berbiaya rendah, seperti atap dengan jaring khusus, dapat berfungsi ganda sebagai sistem *fog harvesting* dan elemen bangunan.



Gambar 3. Pohon *acacia* di kawasan desa Wonolelo (Dokumentasi peneliti: 07/16/2025)

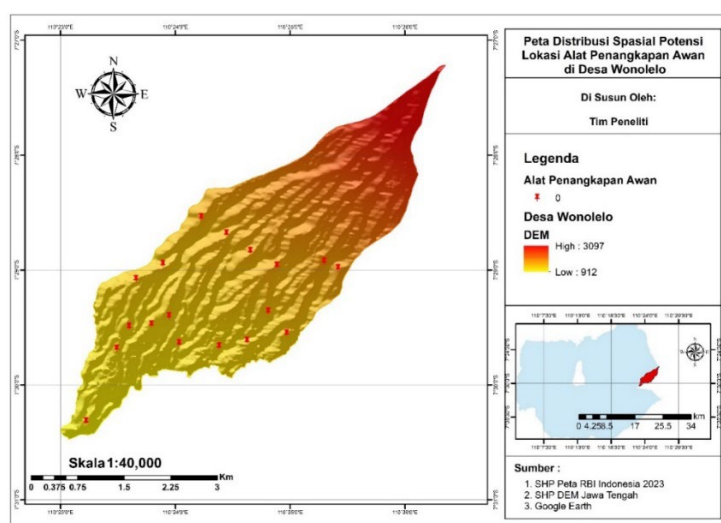
Perkembangan terbaru dalam pemodelan memberikan peluang besar untuk mengidentifikasi lokasi potensial secara lebih akurat. Lobos-Roco et al. (2025) mengembangkan model AMARU, sebuah model berbasis observasi dan termodinamika untuk menghitung potensi pengumpulan air dari kabut advectif. Model ini divalidasi di Chile dan menunjukkan hasil akurat dengan kesalahan hanya sekitar 10 %. Selain itu Carter et al. (2025) menerapkan pendekatan gabungan antara model dan data in-situ di Alto Hospicio, Chile. Hasilnya menunjukkan potensi pengumpulan harian 0,2–4,9 L/m², dengan nilai puncak mencapai 10 L/m²/hari. Hal ini menegaskan pentingnya metode pemetaan berbasis sistem informasi geografis dan multi-criteria decision analysis (MCDA) untuk menentukan lokasi optimal.

Aspek teknis harus disertai dengan pertimbangan sosial agar proyek fog harvesting berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat lokal, kemudahan akses lokasi, serta biaya pemeliharaan menjadi faktor penting keberhasilan jangka panjang. Studi di Asia Tenggara dan Indonesia menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi bukan hanya ditentukan oleh kondisi iklim, tetapi juga oleh adaptasi teknologi dengan konteks budaya dan ekonomi masyarakat (Ismail & Go, 2021; Khamdevi & Riupassa, 2024)

Desa wonolelo sering mengalami kabut. Hasil observasi menunjukkan potensi kejadian kabut paling sering pada waktu siang menuju malam hari. Tetapi, kabut juga terjadi saat pagi hari. Kabut ini mengandung tetesan air kecil yang sangat halus atau kristal es (pada cuaca dingin), yang terbentuk dari uap air yang mengembun di udara saat suhu mendingin hingga mencapai titik embun.

Distribusi spasial potensi panen kabut di desa Wonolelo

Potensi panen kabut dapat diterapkan diseluruh wilayah desa Wonolelo. Berdasarkan hasil observasi menunjukkan kabut potensial untuk dipanen di kawasan desa Wonolelo terutama di sisi lereng barat daya gunungapi Merbabu. Permukiman desa Wonolelo yang berada di lereng gunungapi Merbabu pada saat musim kemarau panjang mengalami kekurangan air bersih. Berdasarkan hasil wawancara kepada kepala desa Wonolelo bahwa “kawasan dusun-dusun yang lereng atas sering mengalami kekurangan air bersih saat terjadi kemarau panjang, maka masyarakat membeli air bersih dari bawah menggunakan tangki air atau jerigen air” (MM, 30 maret 2025).



Gambar 4. Peta distribusi spasial potensi lokasi alat penangkap kabut di desa Wonolelo

Penentuan lokasi pemasangan alat penangkap kabut di lahan pertanian yang dekat dengan permukiman dan akses jalan yang mudah. Pola persebaran pemasangan alat hendaknya

disesuaikan dengan pola persebaran permukiman masyarakat. Pemasangan alat penangkap kabut di lahan pertanian selain minim rintangan dan akses mudah. Selain itu, pemasangan alat penangkap awan di lahan pertanian supaya dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian saat kebutuhan domestik sudah terpenuhi.

Kesimpulan

Perubahan iklim menjadi tantangan nyata bagi seluruh masyarakat global tidak terkecuali masyarakat lokal tingkat desa. Perubahan cuaca secara drastis merupakan akibat dari perubahan iklim. Kemarau panjang bukti nyata dari perubahan iklim juga menjadi tantangan bagi desa Wonolelo untuk pemenuhan air bersih. Saat ini desa Wonolelo bergantung pada keberadaan mata air, yang debitnya akan berkurang saat terjadi kemarau panjang. Berbagai upaya sudah dilakukan seperti mencari akuifer air tanah untuk dijadikan sumber sumur bor dengan geolistrik tetapi belum optimal karena resistivitas batuan tinggi, akuifer yang dalam dan biaya mahal. Maka perlu ada solusi yaitu dengan pemasangan alat penangkap kabut sebagai sumber tambahan pemenuhan air bersih. Berdasarkan hasil analisis spasial menunjukkan bahwa lokasi desa Wonolelo berpotensi dipasang alat penangkap kabut. Kemudian, pola distribusi pemasangan alat penangkap kabut dapat disesuaikan dengan pola distribusi permukiman di desa Wonolelo. Peluang penelitian yang akan datang yaitu pemasangan alat penangkap kabut sesuai temuan pola distribusi spasial ini dan uji efektifitas volume air bersih yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Alaydrus, A. T., Susilo, A., Naba, A., Minardi, S., & Azhari, A. P. (2024). Investigation of Seawater Intrusion in Mandalika, Lombok, Indonesia Using Time-Lapse Geoelectrical Resistivity Survey. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 19(1). <https://doi.org/10.18280/ij dne.190101>
- Ashari, A., & Widodo, E. (2019). HIDROGEOMORFOLOGI DAN POTENSI MATAAIR LERENG BARATDAYA GUNUNG MERBABU. *Majalah Geografi Indonesia*, 33(1), 48. <https://doi.org/10.22146/mgi.35570>
- Bankole, S. I., Oloruntola, M. O., Bayewu, O. O., & Obasaju, D. O. (2024). Subsurface mapping of petroleum product (diesel) spillage in Apapa, Lagos, Nigeria from geophysical, lithological, and hydrogeological studies. *Kuwait Journal of Science*, 51(1). <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.10.001>
- Batisha, A. F. (2015). Feasibility and sustainability of fog harvesting. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.01.002>
- Bivand, R. S., Pebesma, E., & Gómez-Rubio, V. (2013). Applied Spatial Data Analysis with R: Second Edition. In *Applied Spatial Data Analysis with R: Second Edition*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7618-4>
- Carter, V., Verbrugghe, N., Lobos-Roco, F., del Río, C., Albornoz, F., & Khan, A. Z. (2025). Unlocking the fog: assessing fog collection potential and need as a complementary water resource in arid urban lands—the Alto Hospicio, Chile case. *Frontiers in Environmental Science*, 13(February), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1537058>
- Cavender-Bares, J., Gamon, J. A., & Townsend, P. A. (2020). Remote sensing of plant biodiversity. In *Remote Sensing of Plant Biodiversity*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33157-3>
- Certini, G., Castelli, G., Bresci, E., Calamini, G., Pierguidi, A., Villegas Paredes, L. N., & Salbitano, F. (2019). Fog collection as a strategy to sequester carbon in drylands. *Science of the Total Environment*, 657. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.038>
- Chinyem, F. I. (2024). Determination of aquifer hydraulic parameters and groundwater protective capacity in parts of Nsukwa clan, Nigeria. *Environmental Monitoring and*

- Assessment*, 196(3). <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12411-w>
- Dairi, R. H., & Baudi, Y. (2023). Kajian Mata Air Lamena untuk Pengembangan Pelayanan Air Bersih PDAM Di Desa Lasori Kecamatan Mawasangka Timur Kabupaten Buton Tengah. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 12(1). <https://doi.org/10.55340/jmi.v12i1.1260>
- Dawsen, C. J. (2013). Geographic information systems. In *Geographic Information Systems*. <https://doi.org/10.1145/1383602.1383650>
- Diwijaya, S., Cahyadi, A., & Pramono Hadi, M. (2024). Kualitas Air Dan Hidrogeokimia Mata Air Di Lereng Selatan Gunungapi Merbabu. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 8(1). <https://doi.org/10.22236/jgel.v8i1.11991>
- Emmanuel, A. G., Tsepav, M. T., & Yusuf, T. U. (2024). Resistivity Prospecting for Groundwater Potential at the Proposed Ibrahim Badamasi Babangida University Teaching Hospital, Lapai, Niger State. *Journal of Basics and Applied Sciences Research*, 1(1). <https://doi.org/10.33003/jobasr-2023-v1i1-22>
- Faris, A., Suaidi, D., Hasan, M., & Broto, A. (2019). Identifikasi Sebaran Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Desa Gedangan, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Malang. *Natural B*, 5(1).
- Fischer, M. M., & Nijkamp, P. (2014). Handbook of regional science. In *Handbook of Regional Science*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-23430-9>
- Fotheringham, Brundson, C., & Charlton, M. (2007). Qualitative Geography: Perspectives on Spatial Data Analysis. In *The Sage handbook of qualitative geography*.
- Grekousis, G. (2020). Spatial Analysis Methods and Practice. In *Spatial Analysis Methods and Practice*. <https://doi.org/10.1017/9781108614528>
- Ibrahim, E., Abdelrahman, K., Alharbi, T., El-Sorogy, A. S., & Al-Otaibi, N. (2024). Delineation of seawater intrusion in the Yanbu industrial area, northwest Saudi Arabia, using geoelectric resistivity sounding survey. *Journal of King Saud University - Science*, 36(4). <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103110>
- Ibuot, J. C., Obiora, D. N., & George, N. J. (2024). Evaluation of geohydraulic response properties of hydrogeological units in Littoral hydro-lithofacies in Uyo, Southern Nigeria. *Applied Water Science*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s13201-023-02057-3>
- Ismail, Z., & Go, Y. I. (2021). Fog-to-Water for Water Scarcity in Climate-Change Hazards Hotspots: Pilot Study in Southeast Asia. *Global Challenges*, 5(5). <https://doi.org/10.1002/gch2.202000036>
- Javed, U., Kumar, P., Hussain, S., Nawaz, T., Fahad, S., Ashraf, S., & Ali, K. (2024). Geospatial analysis of soil resistivity and hydro-parameters for groundwater assessment. *Discover Geoscience*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44288-024-00004-6>
- Kang, Y., Khan, S., & Ma, X. (2009). Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security - A review. In *Progress in Natural Science* (Vol. 19, Issue 12). <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2009.08.001>
- Khamdevi, M., & Riupassa, R. D. (2024). Opportunities for Implementing Low-Tech Dew and Fog Harvesting Architecture in Indonesia: A Narrative Literature Review. *MARKA (Media Arsitektur Dan Kota): Jurnal Ilmiah Penelitian*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.33510/marka.2024.8.1.1-10>
- Korkmaz, S., & Kariper, İ. A. (2020). Fog harvesting against water shortage. *Environmental Chemistry Letters*, 18(2), 361–375. <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00950-5>
- Kundzewicz, Z. W., Krysanova, V., Benestad, R. E., Hov, Piniewski, M., & Otto, I. M. (2018). Uncertainty in climate change impacts on water resources. *Environmental Science and Policy*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.008>
- Lobos-Roco, F., Vilà-Guerau De Arellano, J., & Del Río, C. (2025). Observation-driven model for calculating water-harvesting potential from advective fog in (semi-)arid coastal

- regions. *Hydrology and Earth System Sciences*, 29(1), 109–125. <https://doi.org/10.5194/hess-29-109-2025>
- Ngoc, N. T., Binh, N. X., & Ha, N. T. T. (2022). Impacts of Climate Change on Fishing Villages in the North Vietnam. *Environment and Urbanization ASIA*, 13(1). <https://doi.org/10.1177/09754253221079513>
- O’Sullivan, D., & Unwin, D. J. (2010). Maps as Outcomes of Processes. In *Geographic Information Analysis*.
- Setiawan, R. S., Tricahyono N. H., & Dahlia, S. (2020). Prediksi Kebutuhan Air Bersih Desa Pinggirpapas Kecamatan Kalianget Kabupaten Sumenep Madura Provinsi Jawa Timur Pada Tahun 2029. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1). <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.4261>
- Ratnayake, S. S., Reid, M., Larder, N., Kadupitiya, H. K., Hunter, D., Dharmasena, P. B., Kumar, L., Kogo, B., Herath, K., & Kariyawasam, C. S. (2023). Impact of Climate Change on Paddy Farming in the Village Tank Cascade Systems of Sri Lanka. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129271>
- Sayidah, N. (2018). Metodologi Penelitian Disertai Contoh Penerapannya Dalam Penelitian. In *NBER Working Papers*.
- Shi, W., Anderson, M. J., Tulkoff, J. B., Kennedy, B. S., & Boreyko, J. B. (2018). Fog Harvesting with Harps. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10(14), 11979–11986. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b17488>
- Souris, M. (2019). Epidemiology and geography: Principles, methods and tools of spatial analysis. In *Epidemiology and Geography: Principles, Methods and Tools of Spatial Analysis*. <https://doi.org/10.1002/9781119528203>
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kualitatif dan R and D. In *Bandung: Alfabeta* (Vol. 3, Issue April).
- Sugiyono. (2015). Sugiyono, Metode Penelitian dan Pengembangan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D. In *Metode Penelitian dan Pengembangan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*.
- Taye, M. T., Dyer, E., Hirpa, F. A., & Charles, K. (2018). Climate change impact on water resources in the Awash basin, Ethiopia. *Water (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/w10111560>
- Yanda, P. Z., Mabhuye, E. B., & Mwajombe, A. (2023). Linking Coastal and Marine Resources Endowments and Climate Change Resilience of Tanzania Coastal Communities. *Environmental Management*, 71(1). <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01553-z>
- Yu, Z., Zhu, T., Zhang, J., Ge, M., Fu, S., & Lai, Y. (2022). Fog Harvesting Devices Inspired from Single to Multiple Creatures: Current Progress and Future Perspective. *Advanced Functional Materials*, 32(26). <https://doi.org/10.1002/adfm.202200359>
- Zhang, Y., Yue, W., Su, M., Teng, Y., Huang, Q., Lu, W., Rong, Q., & Xu, C. (2023). Assessment of urban flood resilience based on a systematic framework. *Ecological Indicators*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110230>
- Zoldoš, M., Džoić, T., Jurković, J., Matić, F., Jambrošić, S., Ljuština, I., & Prtenjak, M. T. (2025). Statistical and neural network assessment of the climatology of fog and mist at Pula Airport in Croatia. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 32(2), 89–106. <https://doi.org/10.5194/npg-32-89-2025>