

Analisis Pengaruh Konduktivitas Bahan, Ukuran Lubang, dan Ketebalan Lapisan Mesh Terhadap Volume Air yang Ditangkap oleh Fog Catcher

Munif Miftahulyusro dan Arie Dipareza

Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: dipareza@enviro.its.ac.id

Abstrak—Kondisi geografis di Dusun Nglambur, Desa Sidoharjo, Kapanewon Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo cocok untuk dilakukan kegiatan *fog harvesting*. *Fog harvesting* adalah proses menangkap kabut menggunakan jaring vertikal (*fog catcher*). Kejadian kekeringan pada musim kemarau perlu diwaspadai. Kondisi La Nina yang terjadi sejak 2020 diprediksi akan berakhir musim kemarau tahun 2023. *Fog catcher* pada penelitian ini tidak menggunakan mesh SFC (*standard fog catcher*) maupun LFC (*large fog catcher*) pada umumnya, namun menggunakan bahan yang mudah didapatkan di pasar lokal sehingga hasil penelitian dapat dibuat dengan mudah oleh warga. Pada simulasi menggunakan generator kabut piezoelectric, rata-rata hasil tangkapan mesh *stainless steel* tipe 304 setara dengan *polyethylene* (19,2 dan 18,9 mL). Hasil tangkapan *mesh* 60 lebih baik dari *mesh* 40 (20,3 dan 17,3 mL). Dan hasil tangkapan layer 2Y lebih baik dari layer 1 dan 2X (23; 14,7; dan 18,7 mL). Kualitas air tangkapan di Dusun Nglambur memiliki TDS 105-256 ppm dan pH 5,9-8.

Kata Kunci—Fog Catcher, Fog Harvesting, Kualitas Air, Pasar Lokal, Piezoelectric.

I. PENDAHULUAN

DI ANTARA, antara berbagai sumber daya air (yang bukan konvensional), potensi untuk memanen air dari udara merupakan hal yang paling belum dieksplorasi lebih lanjut [1]. Kabut adalah suspensi tetesan air yang sangat kecil, berukuran mikroskopis di udara, umumnya dapat mengurangi jarak pandang di permukaan tanah hingga kurang dari 1 km. *Fog harvesting* dilakukan dengan cara menangkap tetesan air yang tersuspensi di udara pada jaring vertikal (*fog catcher*), setelah itu dialirkan menuju saluran pengumpul atau sistem distribusi [2] dapat dilihat pada Gambar 1.

Menurut rujukan Batisha (2015) [3], pemilihan lokasi adalah kunci dari kegiatan *fog harvesting* dengan dua parameter utama. Pertama, identifikasi seberapa jauh sumber air (waktu perjalanan, sumber alternatif, penampungan air, dan biaya yang dibutuhkan). Kedua, apakah data meteorologi dari daerah sasaran mendukung.

Kejadian kekeringan pada musim kemarau 2023 perlu diwaspadai karena diprediksi akan berakhirnya kondisi La Nina (yang telah menyebabkan kondisi basah di atas normal pada musim kemarau 3 tahun terakhir sejak 2020). Menurut data dari BPBD Kabupaten Kulon Progo, pada tahun 2018 dan 2019 hanya ada satu dari delapan desa di Kapanewon Samigaluh yang tidak mengalami kekeringan. Kondisi tersebut mengakibatkan warga menjadi kesulitan



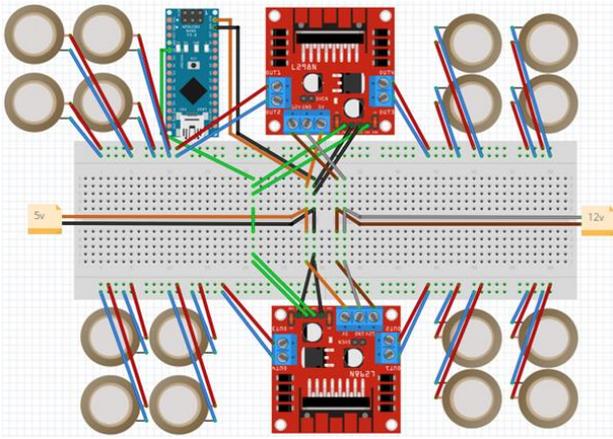
Gambar 1. Fog catcher mesh 1 m x 1 m.

mendapatkan air bersih. Pengangkutan air bersih menggunakan sepeda motor adalah solusi yang dilakukan warga pada kondisi tersebut. Sedangkan bantuan air bersih dari pemerintah Kabupaten Kulon Progo umumnya didatangkan menggunakan truk tangki air.

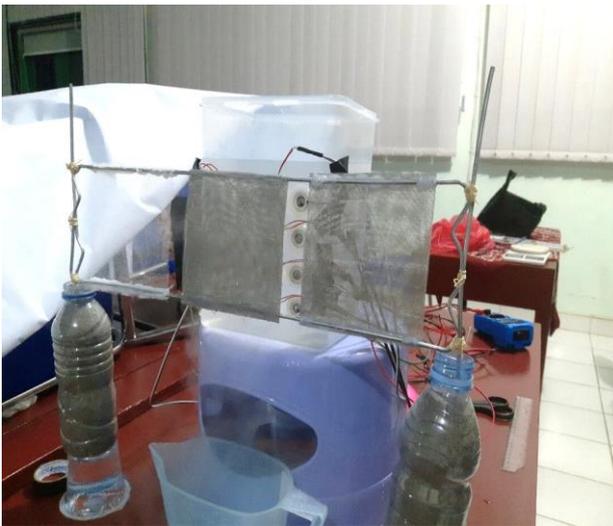
Samigaluh adalah kapanewon dengan elevasi tertinggi di Kabupaten Kulon Progo. Dusun Nglambur, Desa Sidoharjo berada pada ketinggian 900-1050 meter di atas permukaan air laut yang merupakan wilayah berkabut di Puncak Pegunungan Menoreh. Kabut lereng atau dataran tinggi terbentuk ketika angin meniupkan udara ke atas lereng (disebut *orographic uplift*) [4]. Udara mendingin saat naik, memungkinkan kelembapan di dalamnya mengembun.

Atomisasi didefinisikan sebagai proses mengubah air atau sebuah larutan secara kontinu menjadi tetesan diskrit atau partikel dengan berbagai pendekatan [5]. Perangkat atomisasi ultrasonik terdiri dari keramik piezoelectric dan pelat penutup logam. Efek piezoelektrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik pada resonansi frekuensi tinggi yang menyebabkan pecahnya struktur cairan [6]. Frekuensi tinggi (ultrasonik) dihasilkan menggunakan arduino nano *microcontroller* dan motor *driver* L298 untuk menaikkan tegangan menuju keramik piezoelectric.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konduktivitas, ukuran lubang, dan ketebalan lapisan *mesh* terhadap volume air tangkapan *fog catcher* menggunakan simulasi generator kabut piezoelectric serta analisis kualitasnya air hasil tangkapan *fog catcher* di Dusun Nglambur, Desa Sidoharjo, Kapanewon Samigaluh,



Gambar 2. Rangkaian generator kabut piezoelectric.



Gambar 3. Penyusunan mesh simulasi.

Kabupaten Kulon Progo. Variabel yang dipakai pada penelitian ini adalah bahan *polyethylene* dan *stainless steel* 304 dengan variasi mesh 40 dan 60 serta ketebalan satu dan dua layer. Penelitian ini tidak menggunakan *mesh* standar SFC maupun LFC, namun menggunakan bahan yang mudah didapatkan di pasar lokal sehingga hasil penelitian dapat dibuat dengan mudah oleh warga.

II. URAIAN PENELITIAN

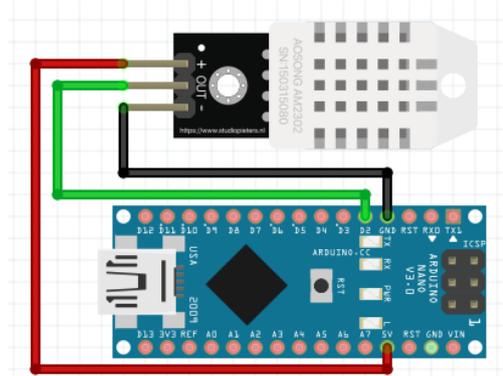
A. Ide Penelitan

Desa Sidoharjo sering dilanda bencana kekeringan pada saat puncak musim kemarau sehingga kesulitan untuk mendapatkan air bersih. Sebagian besar wilayah tersebut memiliki kondisi geografis 600-1000 m di atas permukaan air laut dan memiliki tingkat kelembapan yang tinggi sehingga kegiatan *fog harvesting* cocok untuk dilakukan di sana.

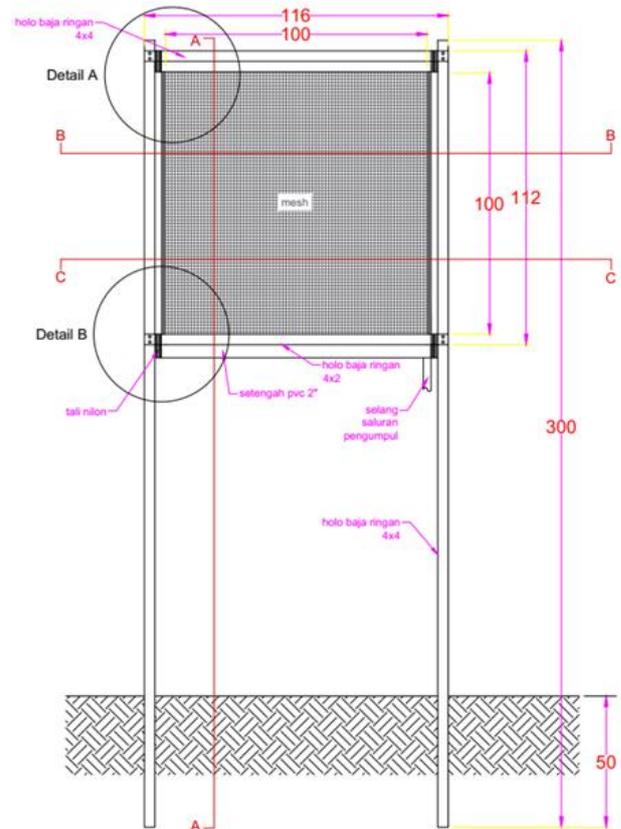
Simulasi generator kabut piezoelectric pada penelitian ini dilakukan untuk memudahkan pengamatan karena terjadi erupsi Gunung Merapi pada saat masa penelitian. Hasil yang didapatkan dari simulasi kemudian diaplikasikan di lokasi pada saat kondisi *ambien* sekitar sudah membaik.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan simulasi dilakukan di Aula MTs Negeri 1 Kulon Progo pada hari Sabtu-Minggu, 27-28 Mei 2023. Simulasi dilakukan di ruangan yang luas untuk menjaga kelembapan



Gambar 4. Sensor DHT22.



Gambar 5. Desain fog catcher.

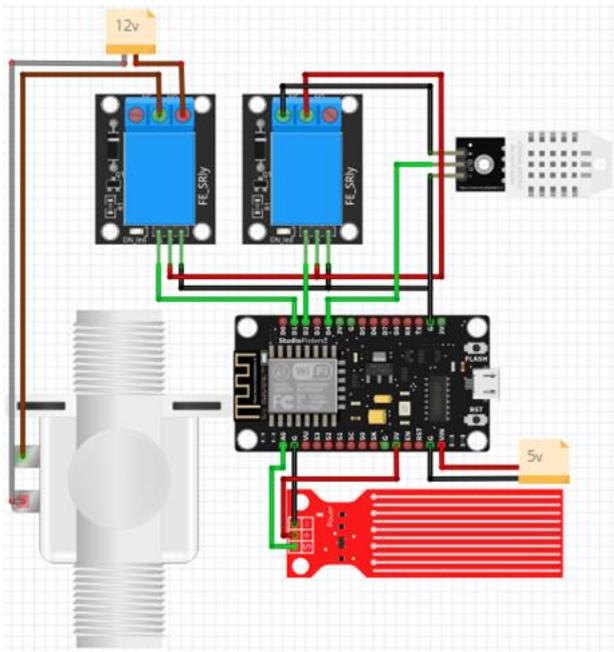
ambien agar stabil saat kegiatan simulasi. Hal tersebut diperlukan karena penyemprotan kabut dilakukan selama beberapa jam non-stop.

Aplikasi *mesh* terpilih hasil simulasi dilakukan di Dusun Nglambur Desa Sidoharjo, Kapanewon Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Proses pemasangan alat dan pengamatan dilakukan pada bulan Mei-Juli 2023.

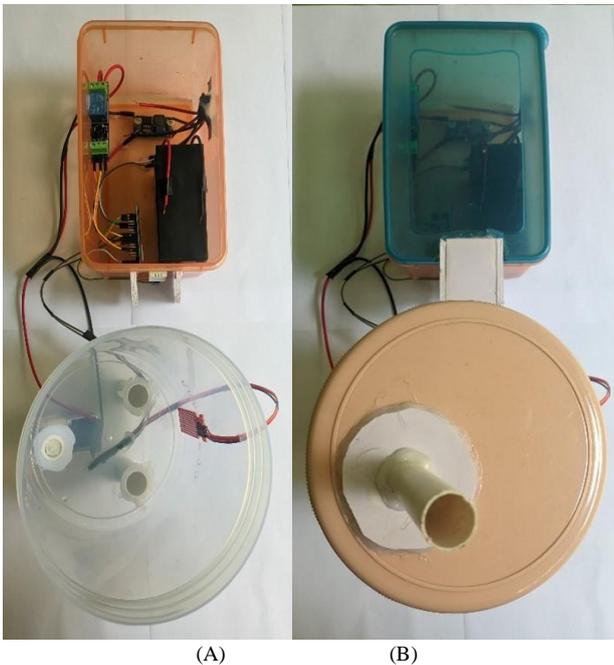
C. Simulasi Generator Kabut Piezoelectric

Simulasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Membuat rangkaian generator kabut Gambar 2 dengan kombinasi arduino nano, *driver* motor L298N dan keramik piezoelectric. Arduino nano bertugas sebagai *microcontroller*, *driver* motor L298N untuk menaikkan tegangan (minimal 5v sesuaikan spesifikasi piezo) dan keramik piezoelectric sebagai penghasil kabut. *Sketch* pada *Lampiran A* akan menghasilkan frekuensi tepat pada 110 kHz. Kemudian *upload* ke arduino nano melalui aplikasi Arduino IDE. Pin 2 (non PWM)



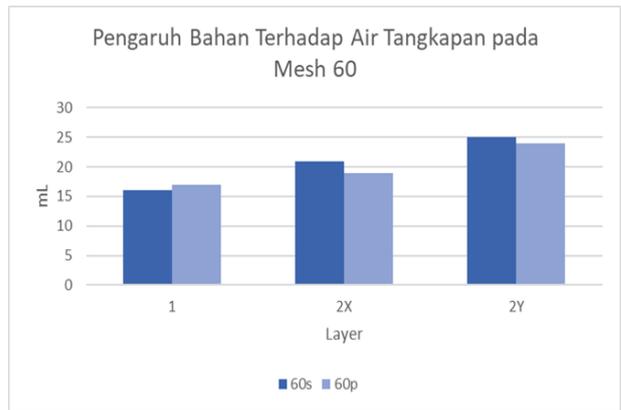
Gambar 6. Rangkaian alat bantu pengukuran dan pencatatan data.



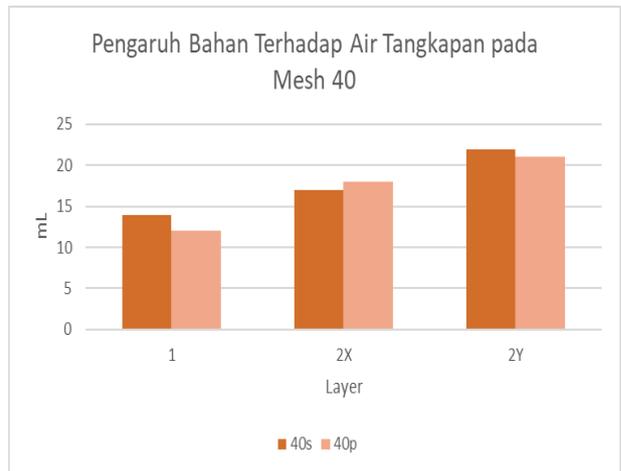
Gambar 7. Pemasangan rancangan alat bantu pengamatan di bak ukur.

berperan sebagai sumber positif dan berpasangan dengan pin GND.

- 2) Menyusun *mesh* dengan luas area tangkapan 100 cm²
- 3) Menyusun *mesh* 4 cm di depan generator kabut seperti pada Gambar 3.
- 4) Pengukuran dan pencatatan data *running* per 10 menit terdiri dari:
 - a. Volume (mL)
Pengukuran menggunakan timbangan digital (g) kemudian konversi dengan data massa jenis ke mL.
 - b. Suhu air (°C)
Menggunakan termometer digital.
 - c. Suhu *mesh*
Menggunakan termometer infra merah.
 - d. Suhu dan kelembapan ambien
DHT22 pada Gambar 4 digunakan untuk membantu pengukuran suhu dan kelembapan ambien. *Sketch* DHT22



Gambar 8. Bagan data perbandingan variabel konduktivitas pada *mesh* 60.



Gambar 9. Bagan data perbandingan variabel konduktivitas pada *mesh* 40.

Tabel 1.
Data hasil simulasi generator kabut piezoelectric

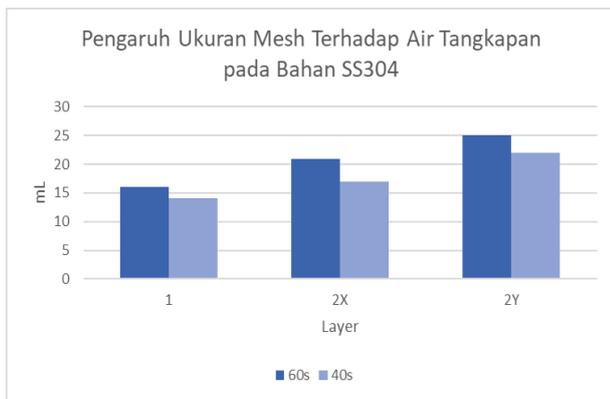
MESH	Parameter	Layer		
		1	2 dipisah 3 mm (2X)	2 menempel (2Y)
60S	Suhu air (°C)	24,8	25	25
	Suhu <i>mesh</i> (°C)	21,3	21,5	21
	Air tangkapan (mL)	16	21	25
60P	Suhu air (°C)	25	24,6	24,7
	Suhu <i>mesh</i> (°C)	23	22,4	22,5
	Air tangkapan (mL)	17	19	24
40S	Suhu air (°C)	24,6	24,2	24,2
	Suhu <i>mesh</i> (°C)	21,5	21,4	21,6
	Air tangkapan (mL)	14	17	22
40P	Suhu air (°C)	24,2	24,5	24,5
	Suhu <i>mesh</i> (°C)	23,4	22,8	23,2
	Air tangkapan (mL)	12	18	21

bisa didapatkan dari *library* arduino IDE.

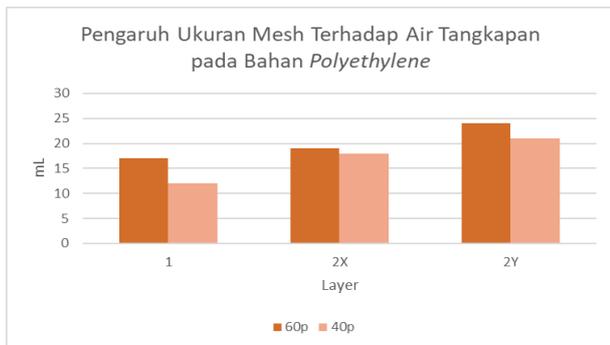
D. Aplikasi di Lapangan

Aplikasi di lapangan dilakukan dengan tahapan berikut:

- 1) Membuat *fog catcher* desain pada Gambar 5.
- 2) Memasang *fog catcher* pada area terbuka menghadap arah angin dominan
- 3) Memposisikan bak penampung di tempat yang mudah diakses sehingga dapat mudah dalam melakukan pengamatan.
- 4) Pengukuran dan pencatatan data terdiri dari:
 - a. Volume (L)
Pengukuran menggunakan cara manual dan pengamatan berbasis IoT untuk memudahkan proses pengambilan data seperti pada Gambar 6.



Gambar 10. Bagan perbandingan variabel ukuran lubang pada SS304.



Gambar 11. Bagan perbandingan variabel ukuran lubang pada polyethylene.

b. Kualitas air hasil tangkapan

Menggunakan termometer digital.

Alat bantu pengamatan menggunakan *microcontroller* nodeMCU V3 berbasis Wi-Fi via Blynk. Alat pengamatan dapat menghitung volume tangkapan, suhu, dan kelembapan ambien. Prinsip dari alat bantu ukur ini adalah menyalurkan air tangkapan bak pengukur ke bak penampung yang lebih besar. Fitur *automatisasi* di Blynk dapat membuat keran air terbuka pada posisi ketinggian air tertentu. *Sketch* alat bantu pengukuran terdapat pada *Lampiran B*.

Alat bantu pengamatan pada Gambar 7A dipasang pada bak pengukur yang akan mengalirkan air hasil tangkapan ke bak pengumpul setiap 600 mL. Desain tutup pada Gambar 7B berfungsi agar komponen aman terhindar dari hujan. Alat bantu pengamatan pada Gambar 7 belum termasuk baterai aki kering yang diletakkan pada wadah terpisah.

E. Analisis Data dan Pembahasan

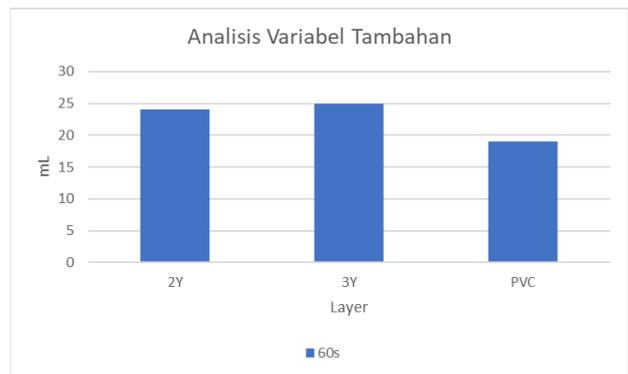
Analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data, baik dari data primer maupun sekunder. Berikut ini adalah pembagian beberapa analisis data yang dilakukan.

- 1) Analisis variabel konduktivitas bahan *mesh*.
- 2) Analisis variabel ukuran lubang *mesh*.
- 3) Analisis variabel ketebalan lapisan *mesh*.
- 4) Analisis data aplikasi di lapangan

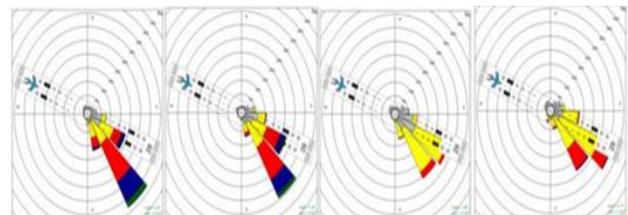
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Variabel Konduktivitas Bahan

Konduktivitas suatu bahan merupakan sifat termofisik yang berupa sifat transpor untuk transfer kalor. Konduktivitas termal merupakan suatu nilai konstanta dari suatu bahan yang menunjukkan kemampuan untuk



Gambar 14 Bagan data perbandingan variabel tambahan.



Gambar 15. Windrose sekitar bandara NYIA.

Tabel 2. Data aplikasi di lapangan

No	Tanggal	Volume (L)	TDS (ppm)	pH
1	27/05/2023	0,3	-	-
2	06/06/2023	6	136	5,9
3	11/06/2023	-	126	8
4	20/06/2023	1,2	256	6,2
5	21/06/2023	3,6	-	-
6	24/06/2023	1,8	201	7,2
7	25/06/2023	3,3	-	-
8	26/06/2023	2,4	-	-
9	27/06/2023	4,8	-	-
10	28/06/2023	4,2	112	7,3
11	04/07/2023	-	105	6,8

mentransfer kalor dan dapat memberikan keterangan ketahanan panas dari suatu benda. Nilai konduktivitas termal menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan tertentu [7]. *Stainless steel* tipe 304 memiliki konduktivitas termal sebesar $21,96 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ [8]. Di sisi lain, *polyethylene* merupakan isolator yang memiliki nilai konduktivitas termal sangat kecil mendekati nol.

Suhu lapisan bahan SS304 memiliki nilai rata-rata $21,3^\circ\text{C}$, sedangkan bahan *polyethylene* 23°C . Pada Tabel 1 terdapat data yang menunjukkan bahwa suhu lapisan bahan SS304 selalu di bawah suhu bahan *polyethylene*. Namun, hal tersebut tidak berbanding lurus jumlah tangkapan air yang didapatkan.

Pada Gambar 8 ditampilkan perbandingan hasil tangkapan dari variasi konduktivitas bahan pada ukuran lubang *mesh* 60. Pada variasi layer 2X dan 2Y; hasil air tangkapan bahan *stainless steel* tipe 304 (“s”/biru tua/ 21 mL dan 25 mL) lebih banyak dari bahan *polyethylene* (“p”/biru muda/ 19 mL dan 24 mL). Namun, hasil air tangkapan bahan *polyethylene* (17 mL) lebih banyak dari bahan SS304 (16 mL) pada variasi 1 layer.

Selain itu, pada Gambar 9 ditampilkan perbandingan hasil tangkapan dari variasi konduktivitas bahan pada ukuran lubang *mesh* 40. Pada variasi layer 1 dan 2Y; hasil air tangkapan bahan *stainless steel* tipe 304 (“s”/ warna tua/ 14 mL dan 22 mL) lebih banyak dari bahan *polyethylene* (“p”/

Tabel 3.
Data analisis anorganik

	pH	Nitrat (mg/L)	Nitrit (mg/L)
Data 4	6,2	50	5
Data 11	6,8	0	0
Baku mutu	6,5-8,5	20	3

Tabel 4.
Data analisis parameter tambahan

	Data 4	Data 11	Baku Mutu
pH	6,2	6,8	6,5-8,5 ^[17]
Total Alkalinity	0 mg/L	0 mg/L	-
Cyanuric Acid	0 mg/L	0 mg/L	-
Hardness	0 mg/L	50 mg/L	< 500 mg/L ^[19]
Total Chlorine	0 mg/L	0 mg/L	-
Free Chlorine	0 mg/L	0 mg/L	-
Bromine	0 mg/L	0 mg/L	-
Iron	0 mg/L	0 mg/L	< 0,2 mg/L ^[17]
Cromium	0 mg/L	0 mg/L	< 0,01 mg/L ^[17]
Lead	0 mg/L	0 mg/L	< 0,01 mg/L ^[17]
Copper	0 mg/L	0 mg/L	< 2 mg/L ^[19]
Mercury	0 mg/L	0 mg/L	-
Floride	0 mg/L	0 mg/L	< 0,2 mg/L ^[17]

warna muda/ 12 mL dan 21 mL). Namun, hasil air tangkapan bahan *polyethylene* (18 mL) lebih banyak dari bahan SS304 (17 mL) pada variasi layer 2X.

Rata-rata air hasil tangkapan *mesh stainless steel* tipe 304 pada semua variasi adalah 19,2 mL dan *polyethylene* pada semua variasi adalah 18,9 mL Hal yang dapat diambil dari data adalah jumlah air tangkapan akan relatif sama untuk variasi ketebalan dan ukuran lubang yang sama walaupun memiliki konduktivitas berbeda atau suhu *mesh* berbeda.

Suhu titik embun atau biasa disebut dengan *dew point* (Td) adalah titik dimana kapasitas uap air dalam udara mencapai batas maksimal atau biasa disebut dengan udara jenuh. Kondisi tersebut akan tercapai pada saat kelembapan 100 (RH=100ea/es) atau ea (kelembapan aktual) = es (kapasitas udara).

Jika kelembapan relatif 100% tercapai dan udara sekitar didinginkan, maka suhu udara akan melampaui titik embun (yang menentukan jumlah maksimum air yang dapat ditahan udara pada suhu tertentu) sehingga uap air berlebih akan mengembun menjadi bentuk cair.

Jika terdapat suatu benda yang memiliki suhu di bawah titik embun, maka hal tersebut akan mempengaruhi suhu di sekitar permukaan benda tersebut sehingga uap air mengembun pada permukaannya. Kegiatan menangkap embun biasa disebut dengan *dew harvesting*, baik menggunakan bantuan pendingin buatan seperti peltier atau hanya memakai pelat biasa.

Berbeda halnya dengan kabut yang merupakan suspensi air (l) pada udara. Hal tersebut terbentuk dari campuran udara lembap hangat yang melewati daerah dengan suhu lebih dingin. Dalam konteks memanen uap air dari kabut sebagai sumber daya air, ada tiga jenis kabut yang relevan; adveksi, orografis dan kabut radiasi [9]. Kabut adveksi terjadi ketika udara lembap melewati permukaan yang dingin. Orografis

terjadi pada udara yang mendingin saat naik lereng, memungkinkan kelembapan di dalamnya mengembun. Sedangkan kabut radiasi merupakan pendinginan tanah malam hari pada musim kemarau. Kemampuan tanah mengikat air menurun dan terjadi kondensasi[4].

Air yang ditangkap pada *fog catcher* sudah dalam bentuk partikel kecil yang tersuspensi dalam udara. Proses kondensasi tidak terjadi pada saat udara melalui *mesh*, akan tetapi terjadi pada saat bercampurnya udara lembap dengan udara yang lebih dingin. Hasil penelitian membuktikan jika pada suhu 23°C mengalami kondisi jenuh (RH 100%) maka pada suhu 21°C juga sudah melewati kondisi jenuh. Pada kondisi tersebut, uap air berlebih pada udara tidak akan tersimpan dan lepas dalam wujud cair. Oleh karena itu, jumlah air tangkapan akan sama untuk variasi layer dan ukuran lubang yang sama walaupun memiliki konduktivitas berbeda atau suhu *mesh* berbeda (23°C dan 21°C).

B. Analisis Variabel Ukuran Lubang Mesh

Presipitasi kabut adalah fenomena lokal suatu daerah, sebagian besar terjadi di lereng atau puncak gunung dan umumnya berpotensi terdapat keanekaragaman hayati mata air [10]. Menurut definisi, kabut adalah awan menyentuh tanah yang mengandung partikel air dengan ukuran 1-40 mikron [9]. Semakin luas area tangkapan maka jumlah air yang didapat akan semakin banyak. Hal tersebut juga dapat dioptimalkan dengan modifikasi ukuran lubang *mesh* dan ketebalan lapisan *mesh*.

Pada Gambar 10 ditampilkan perbandingan hasil tangkapan dari variasi ukuran lubang *mesh* pada bahan *stainless steel* tipe 304. Pada variasi layer 1, 2X dan 2Y; hasil air tangkapan *mesh* 60 (“60”/biru tua/ 16 mL, 21 mL dan 25 mL) lebih banyak dari *mesh* 40 (“40”/biru muda/ 14 mL, 17 mL dan 22 mL).

Selain itu, pada Gambar 11 ditampilkan perbandingan hasil tangkapan dari variasi ukuran lubang *mesh* pada bahan *Polyethylene*. Pada variasi layer 1, 2X dan 2Y; hasil air tangkapan *mesh* 60 (“60”/warna tua/ 17 mL, 19 mL dan 24 mL) lebih banyak dari *mesh* 40 (“40”/warna muda / 12 mL, 18 mL dan 21 mL).

Rata-rata air hasil tangkapan *mesh* 60 pada semua variasi adalah 20,3 mL dan *mesh* 40 pada semua variasi adalah 17,3 mL Semakin rapat lubang *mesh* maka semakin luas area tangkapan. Semakin kecil ukuran lubang, maka semakin banyak air yang ditangkap. Namun hal tersebut meningkat hanya sampai titik tertentu karena faktor terhambatnya aliran udara yang melalui *mesh*. Hal tersebut akan dibahas lebih lanjut pada sub-bab variabel tambahan.

C. Analisis Variabel Ketebalan Lapisan Mesh

Modifikasi ketebalan *mesh* memiliki prinsip yang sama dengan modifikasi ukuran lubang. Semakin luas area tangkapan maka jumlah air yang didapat akan semakin banyak. *Mesh Raschel* (35% *shading*) telah berhasil diterapkan selama bertahun-tahun di 35 negara di lima benua. Ini digunakan secara berlapis ganda di SFC dan LFC [11].

Pada Gambar 12 ditampilkan perbandingan hasil antar variasi ketebalan lapisan *mesh*. Pada variasi 60s, 60p, 40s, dan 40p; secara berurutan hasil air tangkapan *mesh* 2 layer menempel (“2Y”/kuning/25 mL, 24 mL, 22 mL dan 21 mL) lebih banyak dari *mesh* 2 layer terpisah 3 mm (“2X”/biru/21 mL, 19 mL 17 mL, dan 18 mL) dan juga lebih banyak dari

mesh 1 layer (“1”/hijau/16 mL, 17 mL 14 mL, dan 12 mL).

Selain itu, pada Gambar 13 ditampilkan perbandingan hasil antar variasi ketebalan *mesh* pada *trial* 2. Pada variasi 60s, 60p, 40s, dan 40p; hasil air tangkapan *mesh* 2 layer menempel (“2Y”/kuning/26 mL, 25 mL, 23 mL dan 23 mL) lebih banyak dari *mesh* 2 layer terpisah 3 mm (“2X”/biru/23 mL, 22 mL 18 mL, dan 17 mL) dan juga lebih banyak dari *mesh* 1 layer (“1”/hijau/17 mL, 17 mL 15 mL, dan 12 mL).

Rata-rata air hasil tangkapan 1 layer pada semua variasi adalah 14,7 mL, layer 2X pada semua variasi adalah 18,7 mL, dan layer 2Y pada semua variasi adalah 23 mL. Semakin tebal lapisan *mesh* maka semakin luas area tangkapan. Semakin luas area tangkapan maka jumlah air yang didapat juga akan semakin banyak. Namun hal tersebut juga meningkat hanya sampai titik tertentu karena faktor terhambatnya aliran udara yang melalui *mesh*. Hal tersebut akan dibahas lebih lanjut pada sub-bab variabel tambahan.

D. Analisis Variabel Tambahan

Pada Gambar 14 ditampilkan perbandingan hasil antar variasi tambahan. Menambah ketebalan lapisan *mesh* tidak selalu menambah hasil tangkapan air. Pada papan PVC (19 mL) yang tidak memiliki lubang justru mendapatkan hasil tangkapan air lebih sedikit dari variasi 2Y (24 mL). Hal tersebut juga tidak memungkinkan untuk diterapkan di lapangan karena kecepatan angin yang tinggi di puncak pegunungan dapat menyebabkan *mesh* yang memiliki lubang sangat rapat akan mendapat gaya dorong besar dan menjadi mudah rusak.

Variasi *Mesh* 60 *Polyethylene* 2Y akan diaplikasikan di Dusun Nglambur, Desa Sidoharjo, Kapanewon Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- 1) Konduktivitas tidak mempengaruhi penangkapan kabut. Oleh karena itu, *mesh polyethylene* akan dipakai dengan pertimbangan harga lebih ekonomis dibanding *stainless steel* tipe 304.
- 2) Ukuran lubang kecil adalah yang terpilih. Oleh karena itu, *mesh* 60 akan dipakai karena memiliki hasil tangkapan air yang lebih banyak dari *mesh* 40.
- 3) Variasi ketebalan lapisan 2 layer yang menempel (2Y) mendapatkan hasil tangkapan air lebih banyak dari 2 layer terpisah 3 mm (2X) maupun 1 layer. Selain itu, hasil tangkapan dari variasi 2Y memiliki hasil tangkapan hampir setara dengan variasi 3 layer. Oleh karena itu, variasi 2Y akan dipakai dengan pertimbangan hasil tangkapan air lebih banyak dari variasi 1 dan 2X dan harga lebih ekonomis dibanding 3 layer.

E. Aplikasi di Dusun Nglambur Kapanewon Samigaluh

Pada *fog catcher* menggunakan *mesh* 60 *polyethylene* 2Y dan rangka besi holo 4x4, dan ukuran *mesh* 1x1 m. Lokasi pemasangan memiliki akses ke internet via Wi-Fi. Unit ini diberi tambahan alat bantu pengamatan berbasis IoT untuk mempermudah pada proses pengamatan.

Pada Gambar 15 dijelaskan bahwa angin muson timur sangat berpengaruh pada bulan ini (Juli). Di kedua *site* tersebut (1 dan 2) juga menunjukkan persentase kecepatan angin 10-13 knot sekitar 4% dan persentase kecepatan angin 7-10 knot sekitar 6%. Sedangkan *site* 3, umumnya kecepatan angin 4-7 knot sekitar 8% dari arah tenggara. Pada *site* 4, kecepatan angina 4-7 knot sekitar 8% dan 7-10 knot sekitar

4% juga dari Tenggara [12]. Pegunungan Menoreh berbentuk memanjang selatan-utara memisahkan Kabupaten Kulon Progo dengan Provinsi Jawa Tengah. Posisi *mesh* dipasang menghadap ke lereng timur yang merupakan sumber arah angin dominan.

Pada Tabel 2 data nomor 1-3, pengamatan dilakukan secara manual. Volume air tangkapan data 1 sangat sedikit (0,3 mL) karena mengalami kerusakan pada rangka besi saat diterjang angin kencang. Data 2 mendapatkan volume tangkapan sangat banyak melebihi kapasitas bak penampung (6L) dengan TDS 136 ppm dan pH 5,9. Pada saat itu sedang terjadi kondisi kabut tebal. Data 3 tidak mendapatkan data pengamatan volume tetapi hanya mendapatkan data kualitas air TDS 126 ppm dan pH 8.

Selain itu pada data 4-10, pengamatan dilakukan dengan bantuan alat pemantau IoT. Volume air yang didapatkan secara berurutan dari data 4-10 adalah 1,2 L; 3,6 L; 1,8 L; 3,3 L; 2,4 L; 4,8 L; dan 4,2 L. Data 11 tidak mendapatkan data pengamatan volume tetapi hanya mendapatkan data kualitas air TDS 112 ppm dan pH 6,8.

Angka kecukupan gizi kebutuhan air minum PERMENKES nomor 75 tahun 2013 adalah $\geq 2,2$ L/orang/hari untuk usia diatas 18 tahun [13]. Hasil air tangkapan pada *mesh* ukuran 1 m² pada Dusun Nglambur adalah 1,2 L hingga 6 L pada hari berkabut tebal. Oleh karena itu, hasil tangkap air dapat mencukupi kebutuhan air 1-2 orang dewasa pada saat kondisi normal-berkabut tebal.

Seluruh data memiliki kualitas TDS memenuhi standar baku mutu wajib air minum (<300 mg/L PERMENKES nomor 02 tahun 2023). Pada konversi standar dengan air (H₂O) sebagai zat pelarut, 1 mg/L = 1,001 ppm. TDS terendah didapatkan pada data nomor 10 dan tertinggi pada data nomor 4.

Selanjutnya dilakukan pengamatan tambahan yang berkaitan dengan kualitas wajib air minum PERMENKES 02 tahun 2023. Pengamatan ini terfokus pada pengamatan parameter anorganik nitrat dan nitrit. Data sampel yang diambil adalah data 4 yang memiliki TDS tertinggi dengan pH 6,2 dibawah standar baku mutu. Pengamatan juga dilakukan pada data 11 yang memiliki kualitas terbaik sehingga dapat dibandingkan dengan kualitas data 4.

Analisis dari Tabel 3, data 4 memiliki nilai kandungan nitrat (50 mg/L) dan nitrit (5 mg/L) melebihi baku mutu (20 mg/L dan 3 mg/L). Hal tersebut kemungkinan terjadi karena faktor udara ambien di wilayah pedesaan dan tanah yang tersapu angin dan menempel pada lapisan *mesh* pada saat siang hari kering. Hal tersebut didukung dengan data 6 bahwa kedua data yang memiliki TDS tertinggi mendapatkan volume tangkapan air terendah.

Kondisi pada data 4 dengan pH 6,2 tidak sering terjadi dan memiliki volume kecil sehingga saat air tangkapan memasuki kontainer komunal nilainya masih memenuhi baku mutu. Proses pengasaman embun dapat dijelaskan dengan hubungan jumlah pengasaman anion SO₄²⁻, NO₃⁻, dan kation basa Ca²⁺. PH merupakan ukuran utama pengendapan asam dalam air embun, berkisar antara 5,22-7,35 di perkotaan bagian pesisir, 5,67-8,02 di perkotaan dan 4,16-8,76 di pedalaman pedesaan [14].

Pada penelitian rujukan Polkowska (2008) [14], wilayah pedesaan memiliki sampel terbanyak dengan pH asam. Pada wilayah pedesaan memiliki kandungan NO₃ (nitrat) terbesar

dibanding data lain saat mengalami $\text{pH} < 6$. Namun pada penelitian tersebut juga disebutkan bahwa tidak terdapat tangkapan air yang memiliki pH sampai asam kuat dibawah 4.

Pada hasil analisis data 11 menunjukkan bahwa air hasil tangkapan tidak mengandung nitrat dan nitrit. Data 11 memenuhi seluruh baku mutu.

Pada Tabel 4 data parameter tambahan yang didapatkan semuanya memenuhi baku mutu PERMENKES Nomor 492 Tahun 2010* dan PERMENKES Nomor 02 Tahun 2023.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data simulasi generator kabut piezoelectric di MTs Negeri 1 Kulon Progo pada tanggal 27-28 Mei 2023 dan aplikasi lapangan di Dusun Nglambur, Kapanewon Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo pada bulan Mei-Juli 2023 dapat ditarik kesimpulan antara lain: (1) Suhu simulasi lapisan bahan SS304 memiliki nilai rata-rata $21,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan bahan *polyethylene* 23°C . Rata-rata air hasil tangkapan mesh SS304 pada semua variasi adalah 19,2 mL dan *polyethylene* pada semua variasi adalah 18,9 mL. Jika pada suhu 23°C mengalami kondisi jenuh (RH 100%) maka pada suhu 21°C juga sudah melewati kondisi jenuh. Konduktivitas bahan tidak mempengaruhi hasil volume air tangkapan; (2) Rata-rata air hasil tangkapan *mesh* 60 pada semua variasi adalah 20,3 mL dan *mesh* 40 pada semua variasi adalah 17,3 mL. Semakin rapat ukuran lubang maka jumlah air yang didapat akan semakin banyak; (3) Rata-rata air hasil tangkapan 1 layer pada semua variasi adalah 14,7 mL, layer 2X pada semua variasi adalah 18,7 mL, dan layer 2Y pada semua variasi adalah 23 mL. Semakin tebal lapisan *mesh* maka semakin luas area tangkapan. Semakin luas area tangkapan maka jumlah air yang didapat akan semakin banyak; (4) Air tangkapan aplikasi lapangan memiliki TDS 105-256 ppm dan pH 5,9-8. TDS memenuhi baku mutu air minum PERMENKES no 02 tahun 2023, sedangkan pH pada 2 sampel tidak memenuhi baku mutu karena pengasaman anion di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Qadir, G. C. Jiménez, R. L. Farnum, and P. Trautwein, "Research history and functional systems of fog water harvesting," *Frontiers in Water*, vol. 3, p. 675269, Apr. 2021, doi: 10.3389/FRWA.2021.675269/BIBTEX.
- [2] S. A. Abdul-Wahab and V. Lea, "Reviewing fog water collection worldwide and in Oman," *International Journal of Environmental Studies*, vol. 65, no. 3, pp. 487–500, 2008, doi: 10.1080/00207230802149983.
- [3] A. F. Batisha, "Feasibility and sustainability of fog harvesting," *Sustainability of Water Quality and Ecology*, vol. 6, pp. 1–10, Sep. 2015, doi: 10.1016/J.SWAQE.2015.01.002.
- [4] D. Pranata, P. Ambali, and J. A. Lolo, "Analisis potensi teknologi pemanen kabut (fog harvesting) sebagai alternatif sumber daya air terbaru di Kabupaten Toraja Utara," *Journal Dynamic Saint*, vol. 4, no. 2, pp. 822–830, Mar. 2019, doi: 10.47178/DYNAMICSAINTE.V4I2.884.
- [5] Q. Yan, J. You, W. Sun, Y. Wang, H. Wang, and L. Zhang, "Advances in piezoelectric jet and atomization devices," *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 5093, vol. 11, no. 11, p. 5093, May 2021, doi: 10.3390/AP11115093.
- [6] E. Guerra-Bravo, H. J. Lee, A. Baltazar, and K. J. Loh, "Vibration analysis of a piezoelectric ultrasonic atomizer to control atomization rate," *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 8350, vol. 11, no. 18, p. 8350, Sep. 2021, doi: 10.3390/AP11188350.
- [7] H. Wibowo, J. T. Mesin, and A. Yogyakarta, "Studi banding konduktivitas panas antara gabus (styrofoam) dengan sekam padi," in *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, 2008.
- [8] A. Bimo, "Metode perhitungan untuk menentukan konduktivitas termal silinder logam stainless steel 304 menggunakan instrumen differential scanning calometry," UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, 2018. [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/55231>
- [9] P. Cereceda and P. Osses, "Fog water collection manual," 2011. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/283364559>
- [10] M. Fessehaye, S. A. Abdul-Wahab, M. J. Savage, T. Kohler, T. Gherezghiher, and H. Humi, "Fog-water collection for community use," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 29, pp. 52–62, Jan. 2014, doi: 10.1016/J.RSER.2013.08.063.
- [11] O. Klemm et al., "Fog as a fresh-water resource: Overview and perspectives," *Ambio*, vol. 41, no. 3, pp. 221–234, May 2012, doi: 10.1007/S13280-012-0247-8/FIGURES/4.
- [12] F. Fatkhuroyan and B. Wijayanto, "Identifikasi angin silang (cross wind) di sekitar New Yogyakarta International Airport memakai plot wind rose," in *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, Universitas Sebelas Maret, Dec. 2020. doi: 10.20961/PROSIDINGSNFA.V5I0.46595.
- [13] Kementerian Kesehatan, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia. Indonesia, 2013.
- [14] Z. Polkowska, M. Błaś, K. Klimaszewska, M. Sobik, S. Małk, and J. Namieśnik, "Chemical characterization of dew water collected in different geographic regions of Poland," *Sensors* 2008, Vol. 8, Pages 4006-4032, vol. 8, no. 6, pp. 4006–4032, Jun. 2008, doi: 10.3390/S8064006.