

Pengaruh Kelembaban dan Suhu Lingkungan Terhadap Produksi Air *Atmospheric Water Generator* Berbasis Kompresi Uap

1st Febria Citra Mutma'innah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

febriacitraa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Tri Ayodha Ajiwiguna
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

triayodha@telkomuniversity.ac.id

3rd Nurwulan Fitriyanti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nurwulan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kelembaban dan suhu lingkungan terhadap produksi air pada Atmospheric Water Generator (AWG) berbasis kompresi uap. Sistem AWG ini dirancang untuk mengoptimalkan proses dehumidifikasi dengan memanfaatkan kelembaban udara dan mengubahnya menjadi air. Metode yang digunakan melibatkan pengujian prototipe AWG di berbagai kondisi lingkungan dengan variasi kelembaban dan suhu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi air meningkat seiring dengan peningkatan kelembaban dan suhu lingkungan. Pada kelembaban 74,3% dan suhu 27,4°C, produksi air mencapai 116,7 ml/jam. Analisis data dilakukan menggunakan analisis psikrometrik untuk memvalidasi hasil eksperimen. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa kondisi kelembaban dan suhu yang tinggi secara signifikan meningkatkan efisiensi dan output produksi air pada AWG berbasis kompresi uap, menunjukkan potensi besar untuk aplikasi di daerah dengan iklim lembap dan panas.

Kata kunci— Atmospheric Water Generator (AWG), kelembaban, suhu, produksi air, psikrometrik

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu tantangan utama yang dihadapi banyak negara di dunia, terutama di daerah dengan iklim lembap dan panas atau kurangnya sumber air alami. Teknologi Atmospheric Water Generator (AWG) berbasis kompresi uap menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi masalah ini dengan cara mengondensasi uap air yang terkandung di udara menjadi air cair. Teknologi ini sangat bergantung pada kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban untuk mengoptimalkan produksi air. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana kedua faktor tersebut mempengaruhi kinerja AWG.

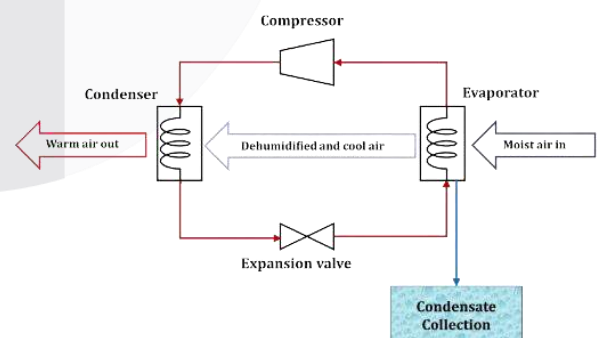
AWG berbasis kompresi uap memanfaatkan udara ambien sebagai sumber air. Udara ambien mengandung uap air dalam jumlah tertentu, yang dapat dipisahkan dan dikondensasi menjadi air cair melalui proses kompresi dan pendinginan. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sumber air tradisional. Pertama, udara ambien tersedia di mana-mana, sehingga AWG dapat

digunakan di berbagai lokasi, termasuk di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh sumber air tradisional. Kedua, AWG ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah dan tidak mencemari lingkungan. Dengan demikian, teknologi ini dapat menjadi alternatif yang handal dan berkelanjutan untuk penyediaan air bersih di berbagai wilayah, terutama di daerah yang menghadapi tantangan serius dalam ketersediaan sumber air alami.

II. KAJIAN TEORI

A. Atmospheric Water Generator

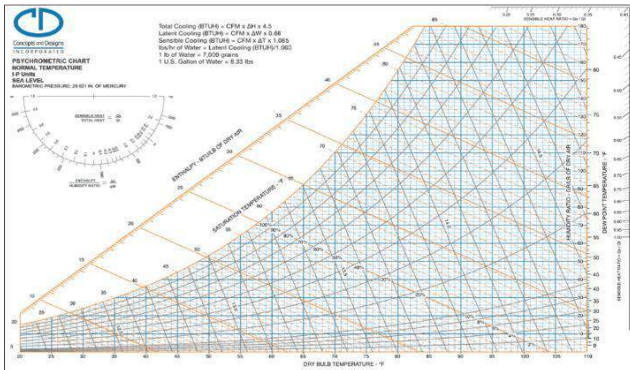
Atmospheric Water Generator (AWG) adalah teknologi yang dapat menghasilkan air bersih[1]. Hal ini membuat AWG cocok digunakan pada tempat yang tidak memiliki sumber air. Secara umum, AWG terdiri dari sistem pendingin menggunakan kompresi uap dan sistem termoelektrik. Pada sistem kompresi uap, udara yang masuk diarahkan ke evaporator. Kondensasi terjadi pada permukaan evaporator, hasil kondensasi atau air embun akan dikumpulkan sebagai hasil produksi dari sistem.



Gambar 1
Atmospheric Water Generator menggunakan sistem kompresi uap[2]

Grafik psikrometrik adalah representasi grafis dari termodinamika udara yang mencakup hubungan antara suhu, kelembaban, entalpi, kandungan uap dan volume spesifik[3]. Grafik ini berfungsi untuk menganalisis kondisi udara dan menentukan kebutuhan pengondisian udara. Pada penelitian ini, terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan,

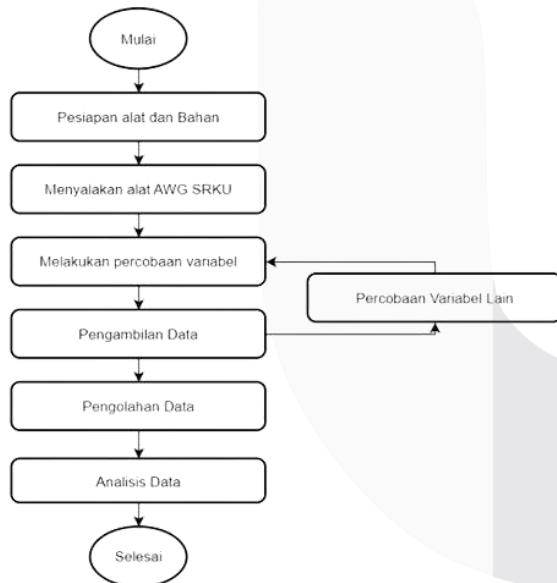
seperti suhu bola kering (dry-bulb temperature), suhu titik embun (dew point temperature), dan kelembaban relatif (relative humidity). Parameter ini digunakan untuk menentukan suhu titik embun dimana udara jenuh dengan uap air dan memprediksi jumlah air yang dihasilkan pada kondisi udara ambien.



GAMBAR 2.
Grafik Psikrometrik

III. METODE

Metode awal dalam penelitian ini menyiapkan alat dan menentukan variabel yang diujikan. Variabel yang digunakan dalam pengujian ini adalah kelembaban dan suhu lingkungan. Pengujian dalam penelitian ini dilakukan di beberapa tempat dan waktu yang berbeda-beda. Hal ini untuk mendapatkan suhu dan kelembaban yang optimal dalam hasil produksi air AWG.



GAMBAR 3.
Skenario pengujian

Dari pengujian suhu lingkungan dan kelembaban relatif dapat dianalisis terkait suhu titik embun menggunakan grafik psikrometrik, didapatkan suhu titik embun adalah 20°C. Pengondisian udara pada evaporator adalah di bawah suhu titik embun, yaitu -5°C s/d 15°C dengan menggunakan thermostat sebagai pengontrolnya.

A. Waktu dan Lokasi

Pengujian AWG berbasis kompresi uap dilakukan pada tiga lokasi berbeda: laboratorium, koridor gedung, dan luar gedung. Setiap lokasi diuji pada dua periode waktu: pagi (09.00-12.00) dan sore (15.00-18.00), untuk memantau

variabilitas suhu dan kelembaban sepanjang hari. Data lingkungan dan produksi air AWG dicatat dan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem.

B. Konsumsi Energi Spesifik

Konsumsi energi spesifik merupakan konsumsi energi untuk menghasilkan 1 liter air. Persamaan yang digunakan untuk menghitung energi spesifik

$$\text{Energi Spesifik} = \frac{\text{Daya Konsumsi (kWh)}}{\text{Hasil Produksi (l)}} \quad (1)$$

Hasil perhitungan ini akan dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi AWG dalam memproduksi air.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada ketiga tempat pada pagi hari, parameter yang diukur berupa suhu lingkungan, kelembaban relatif (RH), daya listrik konsumsi, dan produksi air yang dihasilkan. Berikut tabel pengujian pada pagi hari.

TABEL 1.
Pengujian produksi air pada pagi hari

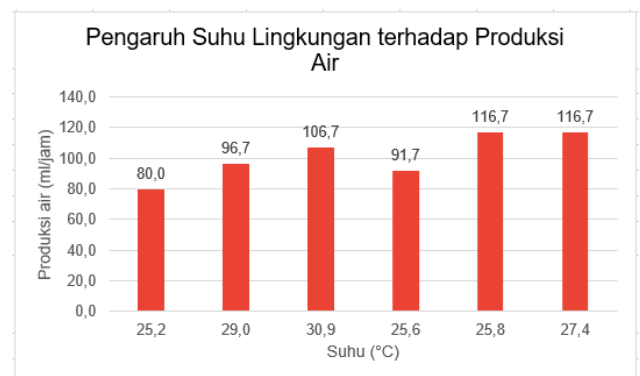
Percobaan	Suhu (°C)	RH (%)	Daya (kWh)	Produksi Air (ml/jam)	Energi Spesifik (kWh/l)
Laboratorium	25,2	64,3	0,510	80	2,123
Koridor Gedung	29,0	62,7	0,538	96,7	1,854
Luar Gedung	30,9	59,7	0,529	106,7	1,653

Pengujian juga dilakukan pada waktu yang berbeda, yaitu pada sore hari, dengan parameter yang diukur sama seperti pada pagi hari.

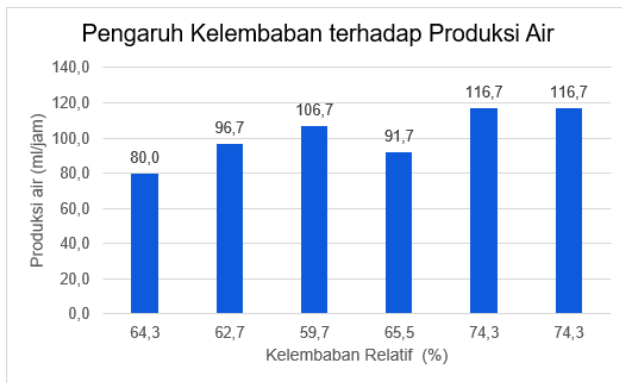
TABEL 2.
Pengujian produksi air pada sore hari

Percobaan	Suhu (°C)	RH (%)	Daya (kWh)	Produksi Air (ml/jam)	Energi Spesifik (kWh/l)
Laboratorium	25,6	65,5	0,533	91,7	1,939
Koridor Gedung	25,8	74,3	0,574	116,7	1,640
Luar Gedung	27,4	74,3	0,550	116,7	1,571

Hasil pengujian menunjukkan produksi air rata-rata 101,5 ml/jam dengan konsumsi energi spesifik 1,776 kWh/l. Produksi air bergantung pada kondisi kelembaban relatif dan suhu lingkungan. Berikut grafik pengaruh suhu dan kelembaban terhadap hasil produksi.



GAMBAR 4.
Grafik pengaruh suhu lingkungan terhadap produksi air



GAMBAR 5.

Grafik pengaruh kelembaban lingkungan terhadap produksi air

Berdasarkan dua grafik di atas, pada kelembaban tinggi, produksi air meningkat. Sedangkan pengaruh suhu pada produksi air tidak selalu liner bertambah atau berkurang. Produksi air AWG terbanyak pada kondisi kelembaban 74,3% dan suhu 27,4 °C sebanyak 116,7 ml/jam.

Analisis berdasarkan grafik psikrometrik, suhu lingkungan dan kelembaban relatif udara menjadi parameter dalam menentukan kandungan uap air di udara. Kandungan uap air ini dapat dianalisis dari rasio kelembaban pada grafik psikrometrik. rasio kelembaban adalah perbandingan massa uap air dengan massa udara kering.



GAMBAR 6.

Grafik rasio kelembaban

Grafik rasio kelembaban di atas menunjukkan bahwa rasio kelembaban yang diukur bersesuaian dengan hasil produksi dimana ketika rasio kelembaban tinggi, maka hasil produksi air juga tinggi.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa produksi air AWG rata-rata sebesar 101,5 ml/jam dengan konsumsi energi spesifik 1,776 kWh/l, sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban relatif dan suhu lingkungan. Produksi air meningkat pada kelembaban tinggi, sedangkan suhu tidak selalu berbanding lurus dengan hasil produksi. Analisis psikrometrik menunjukkan bahwa rasio kelembaban, yaitu perbandingan massa uap air dengan massa udara kering, memainkan peran penting dalam efisiensi produksi air. Kondisi kelembaban relatif yang tinggi mendukung kinerja AWG yang lebih baik, menghasilkan produksi air yang lebih tinggi.

REFERENSI

- [1] N. Nassrullah, S. F. Anis, and R. Hashaikeh, "Energy for desalination: A state-of-the-art review," *Desalination*, vol. 491, Oct. 2020.
- [2] G. Raveesh, R. Goyal, and S. K. Tyagi, "Advances in atmospheric water generation technologies," *Energy Conversion and Management*, vol. 239. Elsevier Ltd, Jul. 01, 2021. doi: 10.1016/j.enconman.2021.114226.
- [3] R. Ardana, "Pengembangan Desain dan Uji Kinerja Prototipe Alat Pemanen Air Berbasis Sistem Refrigerasi Kompresi Uap".