

Pengembangan Atmospheric Water Generator Berbasis Thermoelectric

1st Muh Fahri Bahtiar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

Fahribahtiar@student.telkomuniversity.
ac.id

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

triayodha@telkomuniversity.ac.id

3rd M. Ramdhan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

mramdlankirom@telkomuniversity.ac.i
d

Abstrak — Atmospheric Water Generator (AWG) berbasis modul Peltier, khususnya dengan satu modul TEC dan kipas, menunjukkan potensi sebagai solusi portabel untuk menghasilkan air bersih dari udara. Meskipun kapasitas produksi air dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, alat ini mampu berfungsi secara optimal dengan pengukuran dan verifikasi yang tepat. Dengan demikian, AWG ini dapat menjadi alternatif yang aman dan efisien untuk penyediaan air bersih.

Kata kunci— Modul Peltier, Air bersih, kondisi Lingkungan, Thermoelectric Cooler

I. PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan vital bagi manusia untuk keberlangsungan hidup manusia. Air digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, industri, sosial, pertanian, perkebunan, hingga bahan baku produksi suatu produk. Menurut Kusumawardani & Larasati (2018) dijelaskan bahwa air merupakan komponen utama dalam tubuh manusia, seperti 95% otak tersusun atas air, 82% air pada darah, sebanyak 75% air terdapat pada jantung, 86% terdapat pada paru-paru, dan kurang lebih 83% air terdapat pada ginjal[1]. Kekurangan air bagi tubuh manusia dapat menyebabkan dehidrasi, mengurangi konsentrasi, mengganggu fungsi organ, dan meningkatkan resiko penyakit.

Berbicara tentang kebutuhan air untuk keberlangsungan hidup erat hubungannya dengan ketersediaan air bersih pada saat kondisi darurat. Dalam situasi darurat seperti bencana alam, konflik, atau situasi krisis lainnya, ketersediaan air bersih sering kali menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh masyarakat terdampak.

Dilihat pada permasalahan ketersediaan air diatas, selain dibutuhkan penanggulangan oleh pemerintah, dibutuhkan juga alternatif-alternatif yang dapat menyediakan air untuk keadaan darurat ketika krisis ketersediaan air melanda. Dalam mengatasi permasalahan yang ada, terdapat beberapa alternatif untuk mendapatkan air bersih. Contoh dari alternatif tersebut adalah desalinasi air laut dan penangkapan air dari udara. Desalinasi air laut merupakan proses menghilangkan kadar garam pada air laut sehingga menjadi air bersih[2], sedangkan penangkapan air di udara merupakan pemanfaatan sistem refrigasi untuk mendapatkan perubahan

suhu lingkungan menjadi suhu titik embun. Suhu titik embun adalah titik suhu di mana air berbentuk gas di udara sudah jenuh dan mengembun menjadi air cair pada tekanan udara tetap. Pada suhu tersebut, air cair yang terkondensasi menjadi kabut 2 jika mengapung di udara, dan menjadi embun jika menempel pada permukaan padat[3]

II. KAJIAN TEORI

A. Peltier

Modul Peltier TEC1-12703 adalah salah satu jenis modul termoelektrik yang menggunakan efek Peltier untuk menghasilkan pendinginan atau pemanasan dengan memanfaatkan arus listrik. Modul ini dapat menghasilkan perbedaan suhu pada dua sisinya. Suhu panas akan dipindahkan dari satu sisi ke sisi lainnya, sehingga memungkinkan salah satu sisi menjadi panas dan sisi lainnya menjadi dingin.

B. Portabel

Menurut KBBI definisi dari portabel adalah bisa dibawa-bawa atau mudah dijinjing. Sebuah benda dapat dikatakan portabel ketika dapat dibawa dengan mudah oleh penggunaanya, Kemudahan dalam membawa benda dengan kedua tangan dari manusia dapat dikategorikan dengan mudah diangkat dan dibawa misalnya tas ransel, tas selempang, atau tote bag. Dan juga yang memiliki alat yang membantu untuk memudahkan 11 dibawa seperti digunakan penambahan roda pada alat tersebut, seperti koper.

C. Emisi Karbon

Emisi karbon merujuk pada pelepasan gas karbon dioksida (CO₂) dan gas rumah kaca lainnya ke atmosfer. Gas-gas ini menangkap panas dari matahari dan menciptakan efek rumah kaca, yang mengarah pada pemanasan global. Salah satu jenis emisi yang sering digunakan adalah CFC atau Chloro Fluoro Carbon zat tersebut sering ditemukan pada sistem pendinginan yang menggunakan kompresor. Dampak dari CFC diantaranya adalah penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Menurut penelitian sistem pendinginan yang menggunakan CFC menyumbang 3,94% dari emisi gas rumah kaca global.

D. Titik embun

Kondensasi merupakan perubahan wujud zat menjadi lebih padat seperti halnya uap pada udara yang mengembun ketika terjadi perubahan suhu atau tekanan atau juga dapat dilakukan dengan mengombinasikan perubahan suhu dan tekanan. Kondensasi juga dapat terjadi dengan hubungannya proses pengembunan uap air di udara, dimana suhu udara harus didinginkan pada tekanan konstan agar uap air yang terkandung dapat menjadi titik-titik air. Maka dari itu dapat dikatakan bahwa titik embun merupakan batas suhu terendah dari uap air di udara dapat terkondensasi

III. METODE

Atmospheric Water Generator (AWG) berbasis termoelektrik yang dirancang bertujuan untuk menghasilkan air disaat darurat. Alat ini dibuat agar mudah untuk dibawa dan menggunakan energi yang relatif kecil. Sistem AWG berbasis Termoelektrik terdiri dari modul peltier tipe TEC-12703, heatsink dengan heatpipe, kipas berukuran 20 cm dan 4 cm, cooler box sebagai kotak dari alat, pengontrol suhu, plat tembaga, dan filter udara.

A. Diagram Blok Sistem

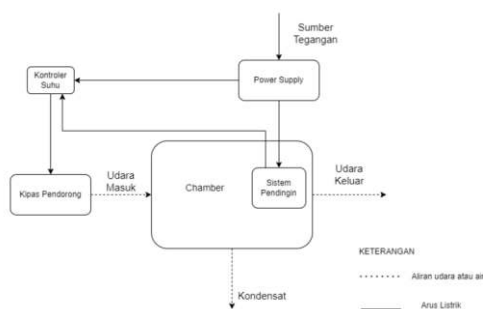
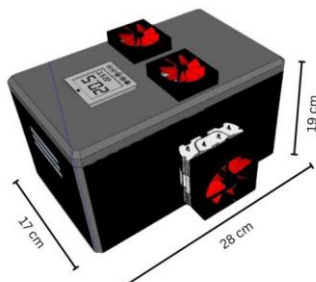


Diagram di atas merupakan diagram blok dari sistem keseluruhan Atmospheric Water Generator, dimana terdapat beberapa komponen seperti power supply, kontroler suhu, kipas pendorong, chamber/cooler box, dan Sistem pendingin/TEC. Aliran Listrik dari power supply dialirkan menuju kontroler suhu, kipas pendorong dan sistem pendingin. Kemudian sistem akan menyala dan kipas pendorong akan memasukkan udara kedalam chamber yang kemudian akan menghasilkan kondensat dan udara yang terbuang atau udara keluar.

B. Desain Alat AWG TEC.

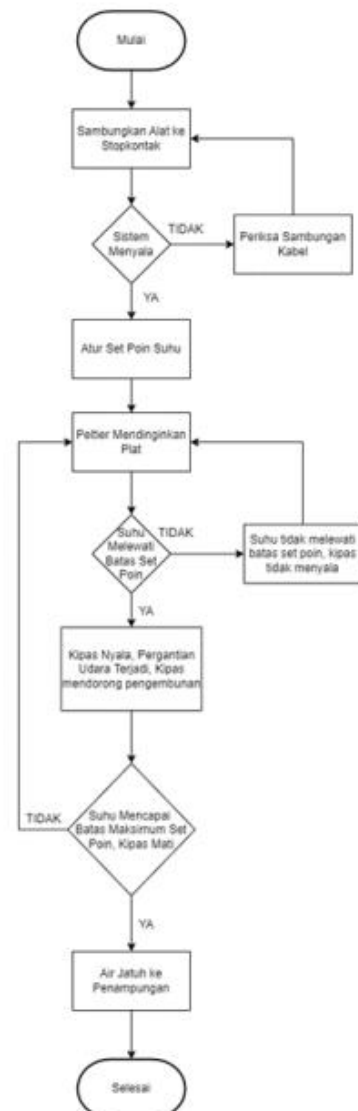


GAMBAR 2.
Desain alat AWG TEC

Atmospheric water generator (AWG) terbagi menjadi 2 sistem, yaitu sistem refrigerasi kompresi uap (SRKU) yang mengubah fase uap menjadi cair melalui siklus kompresi. Komponen utama dari AWG SRKU terdiri dari kompresor, evaporator, kondensor, dan katup ekspansi. Kondensasi uap yang dilakukan oleh AWG SRKU menggunakan proses kondensasi dan evaporasi untuk membuat perpindahan panas. Selain AWG SRKU, terdapat juga AWG berbasis Termoelektrik (TEC). Komponen utama dari AWG TEC adalah peltier yang memiliki 2 sisi, yaitu sisi panas dan sisi dingin. Peltier digunakan untuk menyerap panas dari sisi dingin dan kemudian mentransfernya ke sisi panas.

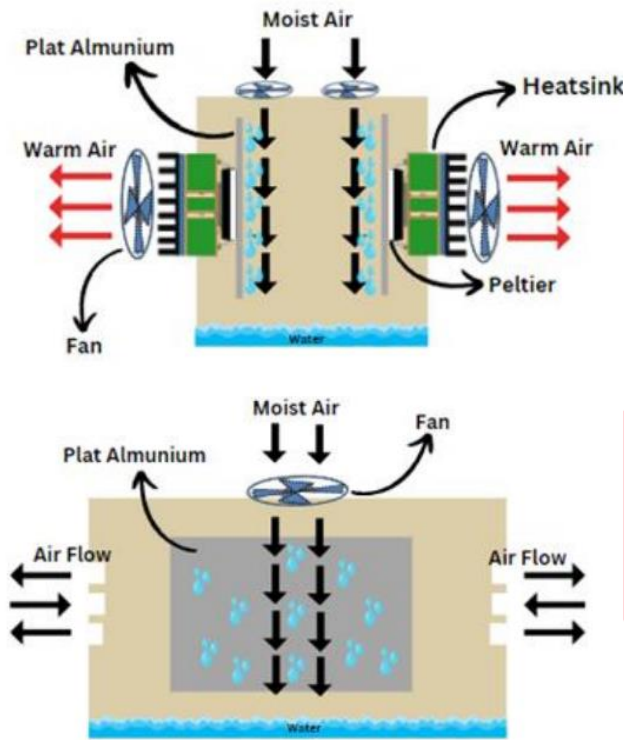
C. Desain Human Machine Interface (HMI)

Berikut ini merupakan flowchart dari sistem Atmospheric Water Generator (AWG) berbasis thermoelectric. Saat suhu pada sisi dingin peltier sudah mencapai target, maka udara yang masuk melewati filter udara akan terkondensasi dan terjadi pengembunan. Hasil pengembunan tersebut akan menjadi tetesan air yang disimpan pada tempat penyimpanan untuk kemudian menjadi air bersih yang dapat diminum.



GAMBAR 3.
Flowchart Sistem AWG

D. Skematik AWG TEC



GAMBAR 5.
Skematik Sistem tampak depan dan samping

Terdapat dua sub-sistem yang bekerja pada alat ini, yaitu sistem kontrol suhu dan sistem pendinginan menggunakan modul TEC-12703. Sistem kontrol suhu digunakan untuk mengatur temperatur set point agar suhu tetap terjaga di suhu pengembunan optimal pada plat. Oleh karena itu, menentukan set point suhu pengembunan diperlukan untuk mendapatkan hasil air yang maksimal. Lalu, pada sistem pendinginan, TEC-12703 bertugas untuk mendinginkan plat alumunium hingga mencapai titik embun. Setelah modul termoelektrik dihidupkan, suhu di sisi dingin peltier menurun drastis karena laju penyerapan panas dari peltier [6]. Ketika, suhu sudah mencapai titik set point terendah dan mengembun, maka kipas yang ada dibagian atas alat akan menyala dan mendorong air yang mengembun pada plat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Set Point Suhu (°C)	Lokasi	Jenis Plat	Suhu Ruangan rata-rata (°C)	Kelembaban Ruangan rata-rata (%)	Suhu rata-rata set point (°C)	Jumlah Air (ml)
5-10	Indoor	Alumunium	26,0	66,6	8,3	10
		Tembaga	23,9	69,4	8,3	6
	Outdoor	Alumunium	26,0	72,3	7,8	15
		Tembaga	27,0	71,5	7,3	7
10-15	Indoor	Alumunium	25,8	69,9	11,4	10
		Tembaga	26,1	74,4	10,0	12
	Outdoor	Alumunium	26,7	78,1	13,2	15
		Tembaga	26,2	65,6	9,1	8

GAMBAR 5.
Percobaan Air yang di hasilkan menggunakan Plat Tembaga dan Plat Almunium

Setelah dilakukan percobaan, hasilnya plat alumunium mampu menghasilkan air lebih banyak daripada plat tembaga. Dengan suhu set point dan waktu pengambilan data yang sama, plat alumunium menghasilkan air yang lebih banyak.

Setelah menentukan plat yang digunakan, tahap selanjutnya adalah pengujian alat menggunakan desain yang sudah dibuat. Desain prototipe alat menggunakan 2 buah peltier tipe TEC-12703 dan plat alumunium. Pada bagian atas boks pendingin, dipasang dua buah kipas berukuran 4 cm untuk mendorong air hasil pengembunan. Percobaan dilakukan dengan set poin suhu yang berbeda-beda untuk menentukan.

A. SENSOR KEMIRINGAN TOWER

Set Poin	Lokasi	Suhu Lingkungan (°C)	Kelembaban Lingkungan (%)	Daya (kWh)	Jumlah Air (ml)	SEC (kWh/m ³)
0-4	Indoor	26,1	70,7	0,204	26	7846154
	Outdoor	28,5	62,0	0,297	20	14850
3-7	Indoor	25,8	70,3	0,212	20	10600
	Outdoor	28,4	64,6	0,211	23	9174
4-8	Indoor	25,9	65,4	0,206	20	10300
	Outdoor	28,7	62,7	0,210	18	11667
5-10	Indoor	25,8	68,4	0,220	20	11000
	Outdoor	29,8	64,7	0,212	20	10600
10-15	Indoor	26,4	67,3	0,224	20	11200
	Outdoor	28,2	65,2	0,230	15	15333
12-15	Indoor	25,7	75,6	0,216	26	8308
	Outdoor	27,1	68,7	0,221	20	11050
13-17	Indoor	26,1	75,8	0,209	26	8038
	Outdoor	27,2	70,6	0,220	25	8800
15-18	Indoor	26,0	68,1	0,216	20	10800
	Outdoor	26,0	72,0	0,285	25	11400

GAMBAR 8.
Grafik Perbandingan Pengujian 2 plat

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan bahwa jumlah air paling banyak yang dihasilkan rata-rata berada pada pengambilan data di dalam ruangan dengan jumlah air sebanyak 26 ml yang terdapat pada set poin, 0-4, 12-15, dan 13-17. Jika dilakukan perbandingan antara specific energy consumption (SEC) dengan jumlah air yang dihasilkan dan set poin, maka didapatkan bahwa data yang paling bagus berada pada set-poin 0-4 dengan jumlah air 58 yang dihasilkan sebanyak 26 ml dan SEC yang dihasilkan sebesar 7846 kWh/m³

A. Implementasi

Atmospheric Water Generator (AWG) berbasis termoelektrik yang dirancang bertujuan untuk menghasilkan air disaat darurat. Alat ini dibuat agar mudah untuk dibawa dan menggunakan energi yang relatif kecil. Sistem AWG berbasis Termoelektrik terdiri dari modul peltier tipe TEC-12703, heatsink dengan heatpipe, kipas berukuran 20 cm dan 4 cm , cooler box sebagai kotak dari alat, pengontrol suhu, plat tembaga, dan filter udara. Dalam menentukan kapasitas maksimal air yang dihasilkan, perlu dilakukan percobaan pada peltier yang dipasangkan dengan plat tembaga dan plat alumunium yang akan digunakan sebagai prototipe. Kedua plat tersebut digunakan karena memiliki konduktivitas termal yang baik dan mudah didapatkan. Dalam membuat prototipe dilakukan percobaan dengan peltier tipe TEC-12703 yang

dipasang dengan plat tembaga dan plat alumunium. Percobaan ini dilakukan untuk menentukan bahan yang paling baik dalam menghantarkan suhu dingin dan menghasilkan air paling banyak. Plat dan sisi dingin peltier berada di dalam boks pendingin. Lalu, bagian panas dari peltier berada di luar dengan heatsink dan kipas untuk membuang kalor. Proses ini dilakukan dengan pengontrol suhu dengan dua set point suhu yang berbeda, dan pengambilan data dilakukan per 10 menit selama 3 jam

V. KESIMPULAN

Sistem-sistem AWG memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, berdasarkan CD-2 solusi yang dicari adalah yang dapat memproduksi air, memiliki portabilitas dan ramah dari emisi karbon, sehingga solusi yang terpilih adalah AWG berbasis Thermoelectric. AWG berbasis Thermoelectric memiliki kriteria yang sama dengan spesifikasi pada CD-2, seperti memiliki portabilitas yang lebih dikarenakan berat dan komponennya lebih sedikit dibanding AWG lainnya, serta tidak menggunakan CFC yang menyebabkan emisi karbon. Hal tersebut juga didukung dengan tabel matriks dan juga secara ekonomi lebih baik.

Sistem AWG berbasis Thermoelectric menggunakan beberapa alat ukur yang sudah terkalibrasi, seperti thermostat dan thermocouple dan juga alat ukur kualitas air. Sistem Kontrol Thermostat memiliki error sebesar 0,18 dibandingkan dengan thermocouple yang sudah dikalibrasi dengan kalibrasinya. Sedangkan untuk pembacaan alat ukur kualitas air sudah sesuai dengan kualitas air yang ditambahkan buffer solution.

Sistem AWG dilakukan pengujian dengan 2 plat yang berbeda yaitu alumunium dan tembaga dengan ukuran yang sama, didapatkan kesimpulan bahwa plat alumunium memiliki kondensasi yang lebih baik dibandingkan plat tembaga dilihat dari produksi air yang lebih konsisten.

Sistem AWG yang dirancang menggunakan plat alumunium untuk mengkondensasikan air sehingga dapat menghasilkan air yang dapat digunakan untuk sehari-hari. Plat alumunium dipilih karena dapat membantu menghantarkan dingin lebih baik jika dibandingkan menggunakan plat tembaga. Kemudian, pengujian dilakukan dengan sistem AWG menggunakan 2 buah plat alumunium. Pengujian dilakukan di dalam ruangan P115 dan koridor gedung P untuk mengetahui seberapa besar pengaruh parameter yang ditinjau ketika dalam kondisi tertutup dan terbuka. Parameter-parameter yang ditinjau sendiri antara lain suhu, kelembaban, dan jumlah air yang dihasilkan. Pengambilan data suhu dan kelembaban diambil setiap 10 menit dengan durasi 3 jam. Dapat diperoleh hasil dari pengujian bahwa kelembaban lingkungan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap jumlah air yang dihasilkan oleh sistem AWG yang dirancang. Sistem ini juga dibuat agar

mudah dibawa atau didistribusikan dari satu tempat ke tempat lainnya sehingga dapat meningkatkan produktivitas jumlah air pada daerah tersebut. Namun, sistem tidak dapat memproduksi jumlah air yang begitu banyak karena bergantung juga pada kondisi lingkungan. Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan melakukan evaluasi terhadap airflow sistem dan material dan bentuk dari permukaan terkondensasi, serta dapat ditambahkan beberapa fitur seperti pengukuran suhu dan kelembaban lingkungan dan kalkulator psikrometrik, sehingga pengguna dapat menentukan nilai set point dengan informasi TDP dari lingkungan.

REFERENSI

- [1 S. Kusumawardani et al., "ANALISIS KONSUMSI AIR] PUTIH TERHADAP KONSENTRASI SISWA," HOLISTIKA Jurnal Ilmiah PGSD, vol. IV, no. 2, pp. 91–95, Nov. 2020, Accessed: Oct. 08, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/holistika/article/view/8128>
- [2 A. T. Daya, "Bagaimana Proses dan Cara Kerja] Desalinasi Air Laut?," <https://adikartadaya.co.id/bagaimana-proses-dancara-kerja-desalinasi-air-laut/>.
- [3 P. Kanisius Purwadi, "KARAKTERISTIK MESIN] PENGHASIL AIR DARI UDARA CHARACTERISTIC OF THE ATMOSPHERIC WATER GENERATOR," 2019.
- [4 T. Ajiwiguna and M. R. Kirom, "Design and] optimization of simple atmospheric water generator using thermoelectric module," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 173, Oct. 2023, doi: 10.29303/dtm.v13i2.663.
- [5 G. Rizqina Ersas et al., "KAJIAN ALTERNATIF] TEKNOLOGI DESALINASI DALAM PRODUKSI AIR TAWAR UNTUK DESA LABUAN BAJU, NTT ALTERNATIVE STUDY OF DESALINATION TECHNOLOGY FOR FRESHWATER
- [6 "Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Pemenuhan] Akses Air Baku Air Bersih di Kabupaten Trenggalek"
- [7 "Power Consumption," <https://www.sciencedirect.com/topics/computerscience/power-consumption>.