

PENGARUH VARIASI DEBIT UDARA MASUK TERHADAP KAPASITAS AIR YANG DIHASILKAN OLEH *ATMOSPHERIC WATER GENERATOR*

Imam Safi'i¹, Widya Aryadi²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Email: imam82600@gmail.com

Abstrak. Alat ekstraksi air dari udara saat ini masih menggunakan prinsip eksternal flow sehingga dianggap efisiensi pendinginan masih kurang baik. Penelitian ini menggunakan aliran udara internal (internal flow) menggunakan pipa tembaga dengan 2 jenis desain yaitu desain A dan B. Proses penyerapan panas udara berlangsung secara perlahan sampai dibawah temperatur jenuh udara sehingga membutuhkan waktu untuk sampai pada temperatur tersebut, oleh karena itu debit udara memiliki pengaruh terhadap proses pendinginan karena kecepatan aliran udara berubah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit udara berpengaruh terhadap kapasitas air kondensat. Desain A menghasilkan kapasitas air maksimum sebesar 145 ml dalam satu jam pada debit 25 lpm, sedangkan desain B menghasilkan air kondensat maksimum sebanyak 178 ml dalam satu jam pada debit 15 lpm.

Kata Kunci : Atmospheric Water Generator; pengaruh debit udara.

PENDAHULUAN

Setiap makhluk hidup membutuhkan air untuk keberlangsungan hidup dan sebagai pelarut di dalam metabolisme tubuh. Tidak ada makhluk hidup yang dapat melangsungkan kehidupan tanpa air meskipun habitat utamanya di tempat yang gersang sekalipun. Secara alamiah air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, tapi kenyataan menunjukkan bahwa ketersediaan air tanah tidak bertambah (Puspitasari, 2009: 23). Namun Saat ini sekitar 768 juta orang di dunia mengalami kekurangan air konsumsi yang sehat dan diperkirakan sebanyak 3 miliar orang akan hidup dalam krisis air pada tahun 2025 (Liu, *et al.*, 2017:1609). Udara merupakan salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air. Karena tidak semua tempat memiliki sumber air tanah yang mudah di dapat, selain itu untuk memperoleh air tanah haruslah membuat sumur atau yang lainnya. Udara mengandung berbagai macam unsur termasuk air yang dapat di konsumsi oleh manusia. Atmosfir diperkirakan mengandung lebih dari 12.9×10^{12} m³ air dan ekstraksi air dari udara sangat berpotensi (Liu, *et al.*, 2017: 1610).

Alat ekstraksi air dari udara saat ini masih menggunakan prinsip *eksternal flow* sehingga

dianggap efisiensi pendinginan masih kurang baik. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan aliran udara *internal (internal flow)* dengan menggunakan pipa tembaga. Prinsip dari sebuah *heat exchanger* digunakan dalam proses ekstraksi air dalam penelitian ini, dimana terjadi penyerapan panas oleh pipa kondensasi dari udara, sehingga temperatur udara menurun sampai di bawah titik jenuh dan terbentuk embun. Penyerapan panas tersebut tidak terjadi secara cepat, akan tetapi membutuhkan waktu yang relatif hingga temperatur udara menurun sesuai dengan kemampuan penyerapan panas oleh pipa kondensasi. Seberapa cepat pipa kondensasi mampu menyerap panas udara bergantung dari kecepatan aliran udara di dalam pipa kondensasi, semakin cepat aliran udara maka membutuhkan pipa yang lebih panjang atau temperatur pipa yang lebih rendah untuk mendapatkan temperatur udara yang sama. Sehingga dengan dimensi pipa yang konstan serta kemampuan penyerapan panas oleh pipa tidak meningkat maka debit udara dapat divariasikan untuk mengetahui debit paling optimal dalam menghasilkan air kondensat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh luas kontak pipa kondensasi terhadap hasil kondensasi, mengetahui kelebihan sistem udara dalam pipa dan mengetahui pengaruh debit udara terhadap kapasitas air kondensat.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen (*true experimental*) yang dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiono, 2012:72). *True experiment* dalam desain penelitian dapat mengontrol variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen, dalam hal ini variabel yang dapat dikontrol adalah daya *freezer* dan debit udara. Dalam penelitian ini objek yang diamati adalah perubahan temperatur udara, perubahan nilai RH (*relative humidity*) udara keluar serta kapasitas air yang dihasilkan dari kedua jenis desain. Desain penelitian yang digunakan jenis *posttest only control design* Dalam desain ini terdapat dua sampel (R). Namun dalam penelitian ini kedua sampel diberikan perlakuan berbeda dari segi desain. Sehingga hasil perbandingan (O_1 dan O_2) adalah hasil dari penelitian ini.

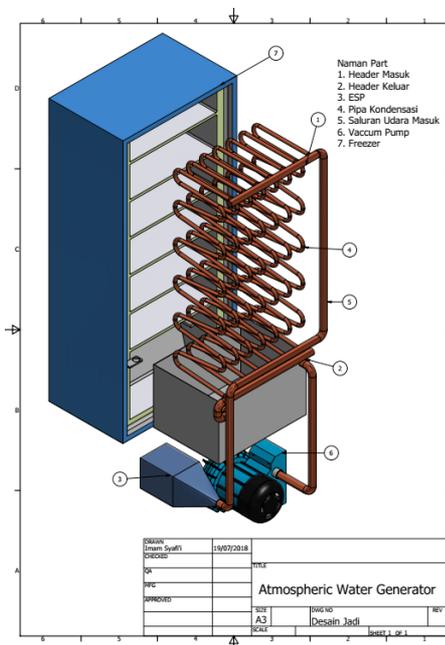
Tabel 1 Desain Penelitian

R_1	X	O_1
R_2	X	O_2

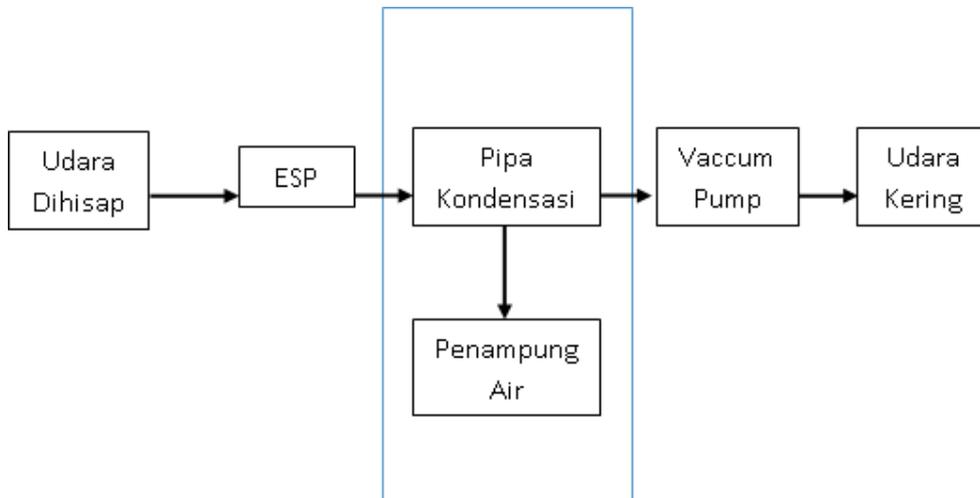
- R1 : Sampel pertama (desain A)
- R2 : Sampel kedua (desain B)
- X : Perlakuan (jenis desain)
- O1 : Pengaruh perlakuan sampel pertama (desain A)
- O2 : Pengaruh perlakuan sampel kedua (desain B)

Tahapan Pengujian antara lain:

1. Persiapan alat dan bahan serta instrumen yang sudah dikalibrasi
2. Pembuatan pipa kondensasi sesuai dengan desain yang telah dibuat
3. Instalasi pipa kondensasi ke dalam unit *freezer*
4. Pasang ESP ke jalur masuk udara dari pipa kondensasi
5. Pasang bak penampung air kondensat di jalur keluar udara dan air dari pipa kondensasi.
6. Pasang *vaccum pump* udara di lubang keluar udara dari bak penampung air.
7. Hidupkan *freezer* dan posisikan *selector* pada kondisi maksimal.
8. Hidupkan *blower economizer*
9. Tunggu sampai *freezer* mencapai kerja optimal/temperatur di dalam *freezer* sudah stabil (-25 °C)
10. Ukur temperatur udara masuk dan RH udara masuk
11. Setelah temperatur *freezer* optimal hidupkan *vaccum pump* dan atur debit udara pada 10 liter/menit dengan mengatur kecepatan *vaccum pump* menggunakan *dimmer* dan tahan kondisi tersebut selama 1 jam.
12. Baca temperatur dan RH pada jalur keluar udara.
13. Setelah 1 jam ukur volume air yang dihasilkan.
14. Kuras bak penampung dan ulangi langkah no.9 sampai no.11 sampai variasi debit 30 liter/menit.
15. Untuk pengujian desain model A dan B langkah-langkah yang dilakukan sama, yakni mulai dari langkah no.3 sampai no.14.



Gambar 1 Alat Penelitian Atmospheric Water Generator



Gambar 2. Diagram Alur Siklus Kondensasi Udara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh berupa nilai temperatur udara keluar pipa kondensasi, kelembaban relatif (RH) udara keluar serta kapasitas air yang dihasilkan dari kedua jenis desain. Data tersebut digunakan untuk memberikan analisa-analisa bagi peneliti untuk memberikan prediksi hasil air kondensat yang berbeda-beda pada setiap variasi debit udara. Adapun data hasil pengujian dapat dilihat dari Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Data Hasil pengujian Desain A

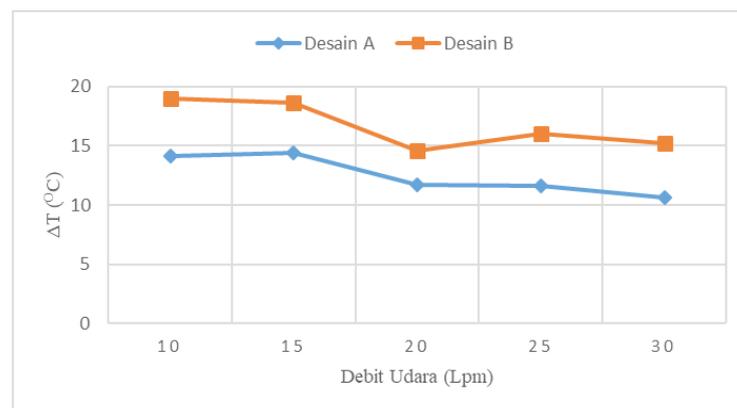
Debit (lpm)	Temperatur udara masuk (°C)	Temperatur Udara Keluar (°C)	RH Udara Masuk (%)	RH Udara Keluar (%)	Kapaitas Air (ml)
10	30	15,9	90	47	90
15	31	16,6	89	45	130
20	29	17,3	90	45	140
25	30	18,4	88	46	145
30	30,3	19,7	88	47	135

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Desain B

Debit udara (lpm)	Temperatur masuk/ T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatur Udara Ke-luar/ T_2 ($^{\circ}\text{C}$)	RH ₁ /Udara Masuk (%)	RH ₂ /Udara Keluar (%)	Kapaitas Air (ml)
10	30	11	87	37	132
15	30,6	12	86	35	178
20	30	15,4	87	37	162
25	31	15	87	39	106
30	31	15,8	88	40	98

Pengaruh Debit Terhadap Temperatur Udara Keluar

Laju aliran udara yang masuk ke dalam pipa kondensasi secara teori memiliki pengaruh terhadap kemampuan penyerapan panas oleh pipa pendingin karena waktu kondensasi akan lebih singkat yang menyebabkan laju kondensasi terlalu sedikit (Chato dalam Agra, (1989:62). Laju aliran udara yang bervariasi sedangkan kemampuan pendinginan *freezer* tidak berubah, maka temperatur udara keluar juga akan mengalami perbedaan seperti disajikan pada grafik Gambar 3.

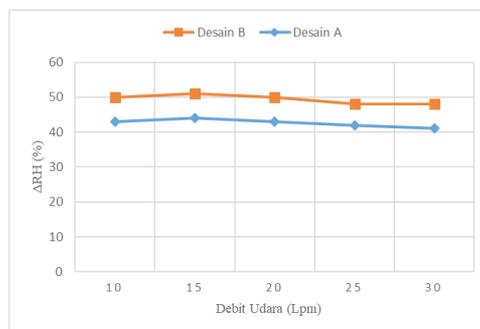


Gambar 3 Grafik Perubahan Temperatur udara masuk dan keluar pipa kondensasi model A dan B dari variasi debit udara.

Dari hasil pengujian, desain B dapat menurunkan temperatur udara maksimum sebesar 19°C pada 10 lpm, sedangkan untuk desain A mampu menurunkan temperatur udara maksimum sebesar $14,4^{\circ}\text{C}$. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa desain B memiliki kemampuan pendinginan yang lebih baik dibandingkan desain A disetiap variasi debit. Faktor yang mempengaruhi perbedaan kemampuan penyerapan panas antara desain A dan desain B antara lain ukuran pipa yang digunakan, dimana pipa desain A memiliki diameter pipa yang lebih kecil dan panjang pipa lebih pendek, sehingga luas kontak keseluruhan pipa juga lebih kecil dibanding desain B karena luas kontak udara dengan pipa kondensasi akan mempengaruhi jumlah perpindahan panas.

Pengaruh Variasi Debit Terhadap Perubahan Nilai RH Udara

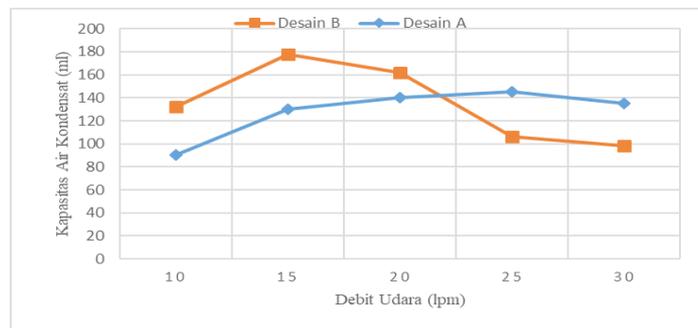
Hasil variasi debit udara memiliki pengaruh terhadap nilai RH udara keluar menunjukkan bahwa perbedaan RH udara masuk dan keluar pipa pada setiap debit berbeda-beda. Hasil tersebut seperti disajikan dalam grafik Gambar 4 dimana setiap debit memiliki nilai RH udara keluar yang berbeda-beda, meskipun tidak signifikan akan tetapi memiliki pengaruh terhadap kapasitas air yang dihasilkan. Desain A memiliki perbedaan nilai RH udara masuk dan keluar paling tinggi pada debit 15 lpm, hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada nilai perbandingan temperatur udara masuk dan keluar pada grafik yang ditunjukkan Gambar 4 bahwa penyerapan panas paling baik terjadi pada debit 15 lpm.



Gambar 4 Grafik Perubahan RH Udara Masuk dan Keluar

Artinya udara telah berhasil mencapai titik embun secara merata pada debit tersebut. Untuk desain B perbandingan RH udara masuk dan keluar juga menunjukkan nilai paling baik pada debit 15 lpm yang juga menunjukkan perbandingan temperatur udara masuk dan keluar paling tinggi yakni sebesar 18,6 °C pada debit tersebut. Hal ini memperkuat bukti bahwa udara telah mengalami penegmbunan secara merata sebagaimana yang dibuktikan pada desain A. Namun demikian belum tentu menghasilkan kapasitas air yang paling banyak karena dari hasil pengujian pada desain A dan B seperti ditunjukkan pada grafik Gambar 5 bahwa pada desain A kapasitas air kondensat maksimum yang dapat dihasilkan didapatkan pada debit 25 lpm.

Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Kapasitas Air Kondensat



Gambar 5. Grafik Hasil Air Kondensat pada Setiap Variasi Debit

Dari grafik pada Gambar 5. menunjukkan bahwa pada desain A memiliki kekurangan konstruksi yang kurang optimal karena meskipun penurunan temperatur udara dan RH udara masuk dan keluar tertinggi di dapatkan pada debit 15 lpm tidak memberikan hasil air kondensat yang paling banyak. Air kondensat yang di dihasilkan desain A paling banyak pada debit 25 lpm dikarenakan volume udara yang masuk ke dalam pipa kondensasi semakin besar maka aliran udara yang besar tersebut akan mengandung butir-butir cairan sehingga meskipun penurunan nilai RH udara masuk dan keluar pada debit 25 lpm tidak terlalu besar, akan tetapi membuat jumlah air kondensat semakin banyak. Jika debit dinaikan lagi diatas 25 lpm atau pada 30 lpm, menunjukkan bahwa terjadi penurunan kapasitas air kondensat karena proses pengembunan sudah mulai tidak optimal. Artinya debit maksimum yang dapat digunakan pada desain A untuk menghasilkan air kondensat paling banyak adalah 25 lpm. Desain B kapasitas air kondensat paling banyak diperoleh pada debit 15 lpm. Sesuai dengan hasil yang diperoleh pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 bahwa perbandingan RH udara masuk dan keluar paling tinggi juga pada debit 15 lpm. Hal ini membuktikan bahwa proses kondensasi untuk desain B paling optimal pada debit 15 lpm.

Secara keseluruhan, desain B memiliki tingkat efisiensi yang paling baik karena dari ketiga grafik yang ditunjukkan sebelumnya menunjukkan bahwa desain B memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan desain A baik untuk perbandingan temperatur udara masuk dan keluar, perbandingan RH udara masuk dan keluar serta kapasitas air kondensat yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain

- luas kontak pipa kondensasi desain B lebih besar yakni $0,67 \text{ m}^2$ sedangkan desain A memiliki luas kontak $0,19 \text{ m}^2$ atau $0,48 \text{ m}^2$ lebih kecil dibandingkan desain B.
- Konstruksi pipa desain B dibuat pada posisi vertikal sehingga aliran udara dapat mengalir secara baik dan air kondensat yang dihasilkan dapat dengan mudah mengalir.

SIMPULAN

Luas kontak pipa kondensasi memiliki pengaruh terhadap hasil kondensasi, semakin besar luas kontak pipa kondensasi maka air kondensat yang dihasilkan juga semakin banyak. Dalam hal ini luas kontak yang di maksud adalah luas permukaan dalam pipa kondensasi yang dipengaruhi oleh diameter pipa dan panjang pipa kondensasi. Penggunaan sistem aliran udara dalam pipa memiliki kelebihan yakni mampu menurunkan temperatur udara lebih baik jika dibandingkan sistem aliran udara *eksternal*. Debit udara memiliki pengaruh terhadap kapasitas air kondensat yang dihasilkan baik untuk desain A maupun desain B. Desain model A memiliki kapasitas air kondensat maksimum yang mampu dihasilkan sebanyak 145 ml pada debit 25 lpm dalam rentang waktu 1 jam. Sedangkan desain model B memiliki kapasitas air kondensat maksimum yang mampu dihasilkan sebanyak 178 ml pada debit 15 lpm dalam rentang waktu 1 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, S. W. 1989. *Perpindahan Panas dengan Perubahan Fasa II Penguapan dan Kondensasi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Liu, S., W. Hei, D. Hu, S. Lv, D. Chen, X. Wu, F. Xu, S. Li. 2017. Experimental Analysis of a Portable Atmospheric Water Generator by Thermoelectric Cooling Method. *International Journal of Science & Engineering Research*, 142 (96):1609-1614.
- Puspitasari, D. E. 2009. Dampak Pencemaran Lingkungan Air Terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Prespektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta). *Mimbar Hukum*, 21(1): 23-34.
- Sugiono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Cetakan ke 8. Bandung: Alfabeta