

Bagus Prabowo Vidiyanto

Universitas Negeri Semarang
Jurusan Teknik Mesin
bagusvidiyanto29@gmail.com

Widya Aryadi

Universitas Negeri Semarang
Jurusan Teknik Mesin

Ahmad Mustamil Khoiron

Universitas Negeri Semarang
Jurusan Teknik Mesin

Samsudin Anis

Universitas Negeri Semarang
Jurusan Teknik Mesin
samsudin_anis@mail.unnes.ac.id

PENGARUH PENGGUNAAN FAN DAN DEBIT FLUIDA TERHADAP EFISIENSI KERJA ATMOSPHERIC WATER GENERATOR

The purposes of this study are to investigate the effect of condenser cooling fan addition and air flow rate on the performance of Atmospheric Water Generator (AWG). In this work, humid air from the environment was supplied into AWG at 15 lpm. Then, it was condensed in the system with and without using a condenser cooling fan. The fan air flow rate also varied from 0.09 m³/s to 0.16 m³/s in order to better assess AWG performance. The results showed that the use of a condenser cooling fan can improve the Coefficient of Performance (COP) and the efficiency of Atmospheric Water Generator. The average value of COP_{actual} of 2.499 and the highest efficiency of 79.07% were achieved by an Atmosphere Water Generator equipped with a condenser cooling fan at air flow rate of 0.16 m³/s.

Keywords: Atmospheric Water Generator, air flow rate, fan, COP, efficiency

1. PENDAHULUAN

Atmospheric Water Generator (AWG) adalah alat yang menghasilkan air dengan memanfaatkan udara yang ada di lingkungan (atmosfir). Udara dari luar (atmosfir) dihisap ke ruang pendingin AWG untuk dikondensasikan menjadi air pada pipa kondensasi, kemudian disaring agar menjadi air siap minum. Prinsip kerja alat Atmospheric Water Generator ini sama seperti kulkas dan air conditioner (AC) [1]. Dalam prinsip kerjanya, alat ini menggunakan prinsip kerja kompresi uap. Salah satu komponen penting dalam prinsip kerja kompresi uap adalah kondensor.

Kondensor atau *heat exchanger* merupakan alat penukar kalor yang tujuan utamanya merubah kalor dari satu fluida ke fluida lain [2]. Kondensor berfungsi sebagai alat penukar kalor yang kerjanya adalah membuang kalor dan merubah fasa refrigeran dari gas menjadi fasa cair [3], agar refrigeran bisa diproses di evaporator untuk menyerap panas dari sistem AWG kembali. Untuk mengoptimalkan performa kondensor, perlu dilakukan pendinginan terhadap kondensor agar kalor lebih cepat berpindah ke lingkungan. Pada kondensor terjadi perpindahan panas secara konveksi dimana besarnya laju perpindahan panas konveksi dipengaruhi oleh besarnya kecepatan aliran fluida [4]. Pendinginan kondensor akan lebih cepat dan meningkatkan efisiensi dari mesin pendingin. Efisiensi performa mesin pendingin dipengaruhi oleh nilai *Coefficient of Performance* (COP) ideal dan COP_{aktual}. Widodo, dkk [5] menyatakan bahwa semakin besar daya *fan* yang digunakan untuk membuang udara panas dari kondensor, prestasi kerja mesin pendingin semakin meningkat dan akan menurunkan kerja kompresi. Daya dan debit aliran yang digunakan untuk pendingin kondensor juga mempengaruhi nilai COP. Penelitian Ridhuan dan Angga [6] menunjukkan bahwa nilai COP yang paling besar pada debit 0,09 liter/detik, sedangkan pada debit yang kecil nilai COP yang dihasilkan semakin kecil.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dalam penelitian ini digunakan *fan* pada kondensor mesin AWG. Penggunaan *fan* diharapkan dapat memindahkan panas lebih cepat pada kondensor dan akan meningkatkan performa mesin AWG. Penambahan *fan* berdaya kecil (22,8 W) juga dapat menghemat daya listrik mesin, penghematan daya dapat terjadi karena perpindahan kalor dengan cepat dapat memperlancar laju refrigeran dalam siklus kompresi uap, sehingga kerja kompresor ringan [7]. Perpindahan panas yang cepat akan menyebabkan proses kondensasi semakin cepat. Efektivitas kerja komponen-komponen lainnya khususnya evaporator yang berfungsi menyerap panas dari udara atau

benda di dalam sistem AWG [8] akan meningkatkan nilai COP. Nilai COP yang semakin besar, akan meningkatkan efisiensi kerja sistem pendingin mesin AWG.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *fan* dan perbedaan debit fluida *fan* terhadap performa mesin *Atmospheric Water Generator*. Pengaruh penambahan *fan* terhadap performa mesin AWG dapat dilihat dari nilai koefisien prestasi aktual (COP_{aktual}), nilai koefisien prestasi ideal (COP_{ideal}), dan nilai efisiensi mesin AWG. Semakin tinggi nilai COP_{aktual} , COP_{ideal} , dan nilai efisiensi menunjukkan bahwa performa mesin AWG juga semakin baik.

2. METODE DAN BAHAN

Bahan Penelitian

Mesin *Atmospheric Water Generator* merupakan hasil modifikasi dari mesin pendingin dengan prinsip kerja menggunakan siklus kompresi uap. Siklus kompresi uap refrigeran digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke lingkungan. Pada penelitian ini bahan pendingin yang digunakan adalah refrigeran R600a, dengan spesifikasi yang di tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Refrigeran R600a [9]

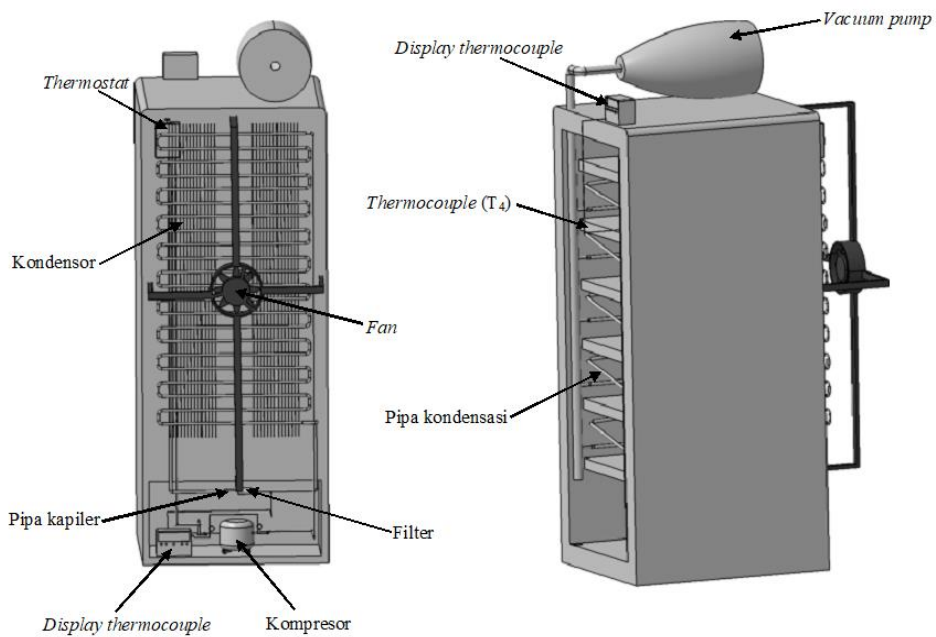
<i>Composition</i>	<i>Limit Value</i>
<i>Propane</i>	$\leq 0,4$ % Volume
<i>Isobutane</i>	$\geq 99,5$ % Volume
<i>n-butane</i>	$\leq 0,25$ % Volume
<i>C4 unsaturates</i>	$\leq 0,01$ % Volume
<i>Odor</i>	-
<i>Moisture Content</i>	$\leq 0,0012$ % Volume

Skema Penelitian

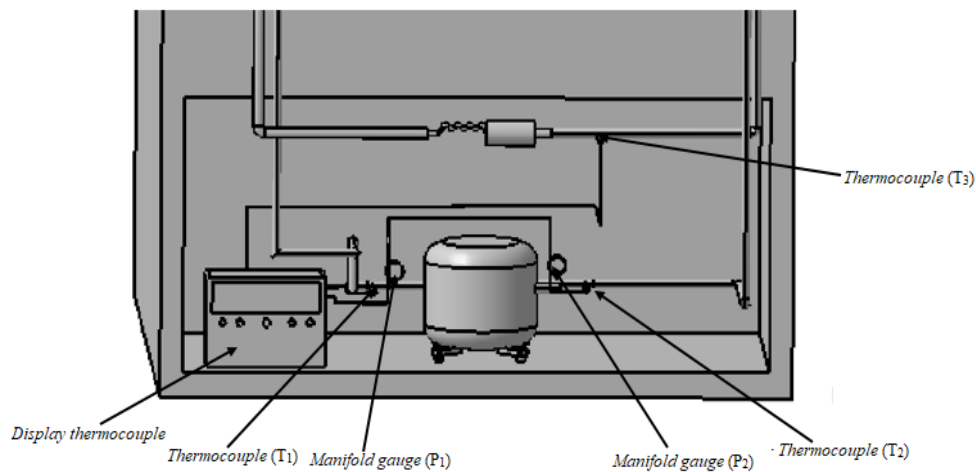
Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen yaitu metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap sesuatu lainnya pada kondisi yang terkendali [10]. Pada metode eksperimen data diperoleh adalah hasil pengamatan dan pengujian. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas, yaitu Mesin *Atmospheric Water Generator* tanpa menggunakan *fan* dan yang menggunakan *fan* dengan variasi debit aliran udara sebesar 0,09 m³/s, 0,12 m³/s dan 0,16 m³/s; variabel terikat adalah efektivitas perpindahan panas kondensator dari sistem ke lingkungan dan efisiensi kerja mesin *Atmospheric Water Generator*.

Atmospheric Water Generator merupakan alat hasil modifikasi dari mesin pendingin sehingga komponen penting dari *Atmospheric Water Generator* (AWG) hampir sama dengan komponen mesin pendingin siklus kompresi uap seperti: kompresor, kondensator, pipa kapiler, filter, evaporator, refrigeran, *vacuum pump*, *fan* dan pipa tembaga. Skema penelitian yang digunakan untuk mengetahui performa mesin *Atmospheric Water Generator* ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Mesin AWG dioperasikan hingga mencapai kondisi tunak. Setelah mesin dalam kondisi tunak, *vacuum pump* dioperasikan untuk menghisap udara dari luar ke pipa kondensasi yang berada di ruang pendingin pada debit hisap 15 liter per menit.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *thermocouple* dan *manifold gauge*. *Manifold gauge low pressure* (-30–250 Psi) digunakan untuk mengukur tekanan refrigeran pada sisi hisap kompresor (P_1), sedangkan *manifold gauge high pressure* (0–500 Psi) digunakan mengukur tekanan refrigeran pada sisi tekan kompresor (P_2). *Thermocouple* digunakan untuk mengukur suhu refrigeran saat masuk kompresor (T_1), suhu keluar kompresor (T_2), suhu keluar kondensator (T_3), dan suhu ruang pendingin (T_4). Data yang diperoleh akan digunakan untuk menganalisis performa mesin AWG. Sebelum alat ukur dipasang perlu dilakukan kalibrasi untuk menentukan kebenaran nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur nasional maupun internasional. Cara yang digunakan untuk mengkalibrasi *thermocouple* yaitu dengan membandingkan nilai *Thermocouple* dengan thermometer *electric* yang telah terkalibrasi [11]. Kalibrasi *manifold gauge* yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari *manifold gauge* dengan *injector tester* yang telah terkalibrasi [12].



Gambar 1. Rangkaian dari mesin *Atmospheric Water Generator*



Gambar 2. Penempatan alat ukur

3. HASIL DAN DISKUSI

Data yang diperoleh dari penelitian berupa nilai tekanan dan temperatur yang kemudian akan digunakan untuk mencari nilai entalpi melalui diagram P-h. Nilai entalpi digunakan untuk menentukan nilai COP dan efisiensi dari *Atmospheric Water Generator*. Berikut merupakan nilai rata-rata dari data yang diperoleh melalui penelitian selama 90 menit, yang ditunjukkan pada Tabel 2 hingga 5.

Tabel 2. Nilai rata-rata entalpi

Debit fluida f_{an} (m ³ /s)	Nilai rata-rata entalpi (kJ/kg)				Nilai rata-rata suhu kerja (°C)	
	h_1	h_2	h_3	h_4	T_e	T_c
0	549,11	674,045	292,145	292,145	-8,127	79,843
0,09	546,03	660,126	268,625	268,625	-9,802	71,315
0,12	545,561	657,253	266,842	266,842	-11,2	70,482
0,16	544,827	656,454	266,231	266,231	-12,766	69,627

Tabel 3. Nilai rata-rata COP_{aktual}

Debit fluida f_{an} (m ³ /s)	Nilai rata-rata kalor yang diserap evaporator (kJ/kg)	Nilai rata-rata kerja kompresor (kJ/kg)	Nilai rata-rata koefisien prestasi aktual
	Q_{in}	W_{in}	COP _{aktual}
0	256,965	124,935	2,061
0,09	277,406	114,096	2,432
0,12	278,718	111,692	2,497
0,16	278,596	111,627	2,499

Tabel 4. Nilai rata-rata COP_{ideal}

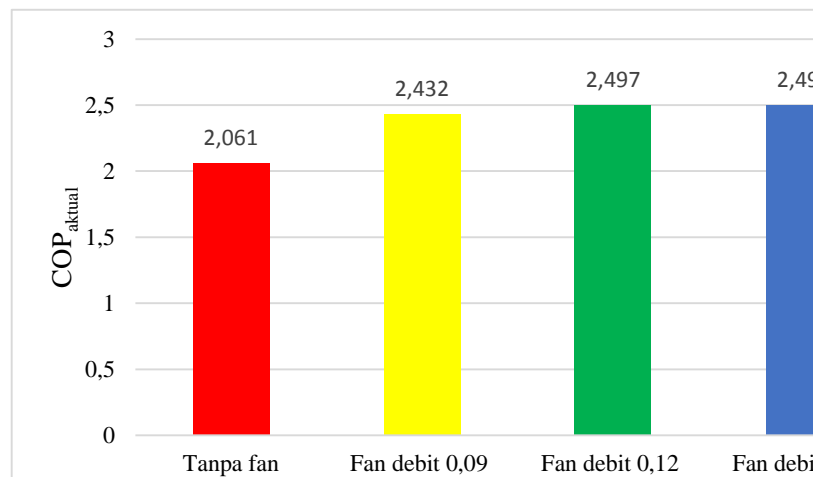
Debit fluida f_{an} (m ³ /s)	Nilai rata-rata suhu kerja (°C)		Nilai rata-rata koefisien prestasi ideal
	T_e	T_c	COP _{ideal}
0	-8,127	79,843	3,014
0,09	-9,802	71,315	3,248
0,12	-11,2	70,482	3,208
0,16	-12,766	69,627	3,161

Tabel 5. Nilai rata-rata efisiensi kerja AWG

Debit fluida f_{an} (m ³ /s)	Nilai rata-rata koefisien prestasi aktual	Nilai rata-rata koefisien prestasi ideal	Nilai rata-rata efisiensi kerja (%)
	COP _{aktual}	COP _{ideal}	η
0	2,061	3,014	68,427
0,09	2,432	3,248	74,885
0,12	2,497	3,208	77,838
0,16	2,499	3,161	79,07

Pengaruh Debit Fluida terhadap COP_{aktual}

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan *fan* pendingin kondensor berpengaruh terhadap koefisien prestasi aktual (COP_{aktual}). Perbandingan nilai rata-rata koefisien prestasi aktual (COP_{aktual}) *Atmospheric Water Generator* tanpa menggunakan *fan* pendingin kondensor dan yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit fluida 0,09 m³/s, 0,12 m³/s, 0,16 m³/s ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan pengaruh debit fluida terhadap COP_{aktual}

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata koefisien prestasi aktual paling tinggi yaitu *Atmospheric Water Generator* yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit 0,16 m³/s yaitu sebesar 2,499. Pada penelitian yang dilakukan oleh Perdana, dkk [13] tentang pengaruh penggunaan media air sebagai pendingin kondensor terhadap prestasi kerja mesin pendingin, juga menunjukkan COP tertinggi dicapai oleh mesin pendingin yang menggunakan pendingin kondensor air dengan debit terbesar yaitu 73,33 ml/detik bernilai 15,31. Hajidavallo dan Egthedari [14] pada penelitiannya juga menyatakan peningkatan COP sebesar 50% ditunjukkan pada AC tipe split yang menggunakan kondensor berpendingin air dan udara (*evaporative*). Hasil penelitian dengan peneliti sebelumnya, terdapat kesamaan bahwa COP akan meningkat jika pendinginan pada kondensor semakin cepat, dapat disimpulkan penambahan *fan* pendingin kondensor berpengaruh terhadap nilai COP_{aktual}, dan semakin tinggi debit fluida yang digunakan juga semakin meningkatkan nilai koefisien prestasi aktual dari *Atmospheric Water Generator*.

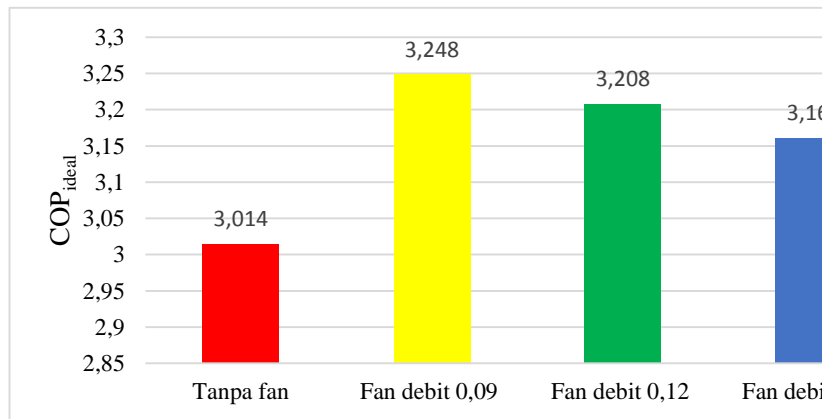
Hal tersebut disebabkan oleh dampak penyerapan kalor evaporator yang semakin cepat sehingga memperlancar aliran refrigeran dan memperkecil putaran poros kompresor sehingga kerja kompresor menjadi ringan. Ringannya kerja kompresor (W_{in}) dan penyerapan kalor yang cepat oleh evaporator (Q_{in}), maka koefisien prestasi aktual dari *Atmospheric Water Generator* juga semakin meningkat.

Pengaruh Debit Fluida terhadap COP_{ideal}

Dari hasil penelitian penggunaan *fan* pendingin kondensor berpengaruh terhadap koefisien prestasi ideal (COP_{ideal}). Perbandingan nilai rata-rata koefisien prestasi ideal (COP_{ideal}) *Atmospheric Water Generator* tanpa menggunakan *fan* pendingin kondensor dan yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit fluida 0,09 m³/s, 0,12 m³/s, 0,16 m³/s ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa penggunaan *fan* pendingin kondensor dan debit fluida berpengaruh terhadap koefisien prestasi ideal. Hal ini dikuatkan juga oleh hasil penelitian Santoso [7] bahwa nilai koefisien prestasi ideal tertinggi di capai oleh *showcase* dengan menggunakan 4 kipas pendingin kondensor yaitu bernilai 3,76. Perbandingan antara hasil penelitian dengan penelitian sebelumnya membuktikan bahwa penggunaan *fan* pendingin kondensor dapat meningkatkan koefisien prestasi ideal. Nilai rata-rata koefisien prestasi ideal yang paling optimal yaitu *Atmospheric Water Generator* yang menggunakan *fan* dengan debit 0,09 m³/s yaitu sebesar 3,248. Hal tersebut dapat terjadi karena nilai koefisien prestasi ideal berbanding lurus dengan nilai pelepasan kalor pada kondensor, sebab *fan*

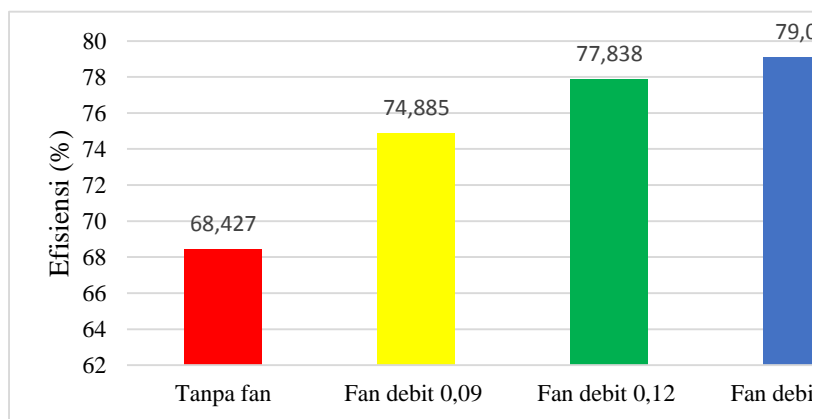
pendingin kondensor membantu pelepasan kalor pada kondensor semakin cepat, sehingga membantu proses kondensasi refrigeran dari gas menjadi cair, menjadikan aliran refrigeran semakin lancar dan membuat koefisien prestasi ideal dari *Atmospheric Water Generator* meningkat.



Gambar 4. Pengaruh debit fluida terhadap COP_{ideal}

Pengaruh Debit Fluida terhadap Efisiensi AWG

Dari hasil penelitian dan perhitungan penggunaan *fan* pendingin kondensor berpengaruh terhadap efisiensi kerja (η) *Atmospheric Water Generator*. Perbandingan nilai rata-rata efisiensi kerja (η) *Atmospheric Water Generator* tanpa menggunakan *fan* pendingin kondensor dan yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh debit fluida terhadap efisiensi kerja AWG

Gambar 5 menunjukkan bahwa penggunaan *fan* pendingin kondensor dapat meningkatkan nilai efisiensi kerja *Atmospheric Water Generator*. Hal tersebut dibuktikan oleh nilai rata-rata efisiensi terbesar *Atmospheric Water Generator* paling optimal yaitu *Atmospheric Water Generator* yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit 0,16 m³/s sebesar 79,07%. Santoso [7] pada penelitiannya mendapatkan hasil bahwa penambahan 4 kipas pada kondensor *showcase* mencapai efisiensi tertinggi sebesar 80%. Kusbandono dan Purwadi [15] juga melakukan penelitian pengaruh adanya kipas pendingin kondensor pada mesin pendingin *showcase* dengan variasi tanpa kipas, 1 kipas dan 2 kipas. Hasil penelitiannya menunjukkan efisiensi tertinggi dicapai oleh *showcase* dengan 2 kipas dengan nilai efisiensi sebesar 0,81 (81%). Terdapat persamaan pada penelitian yang telah dilakukan dengan peneliti sebelumnya. Sehingga membuktikan bahwa penggunaan *fan* pendingin kondensor dapat meningkatkan nilai efisiensi kerja *Atmospheric Water Generator* ataupun mesin pendingin lainnya. Nilai efisiensi kerja (η) *Atmospheric Water Generator* berbanding terbalik dengan kerja kompresor (W_{in}). Semakin kecil nilai

kerja kompresor dapat mengurangi gesekan, karena jika putaran kompresor besar akan menyebabkan gesekan tinggi sehingga mengurangi efisiensi kerja *Atmospheric Water Generator*. Efisiensi kerja tidak akan bisa 100% karena adanya kalor yang masuk ke ruang pendingin, dimana kerja *Atmospheric Water Generator* ini yaitu menghisap udara dari luar (lingkungan) yang kemudian dikondensasikan menjadi air di dalam pipa kondensasi yang terdapat pada ruang pendingin.

Penambahan *Fan* dapat Meningkatkan Nilai COP AWG

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penambahan *fan* dapat meningkatkan nilai COP aktual maupun ideal serta dapat menambah nilai efisiensi *Atmospheric Water Generator*. Penambahan *fan* menyebabkan cepatnya proses pelepasan kalor ke lingkungan, dikarenakan *fan* yang digunakan mempercepat aliran udara sebagai media pendingin sehingga gas refrigeran yang bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi dari kompresor cepat mengalami perubahan dari gas menjadi cair yang menyebabkan laju aliran refrigeran lebih cepat dan mudah memasuki pipa kapiler. Lancarnya aliran refrigeran dalam siklus kompresi uap, menyebabkan kerja kompresor dan putaran poros kompresor semakin kecil. Sebab putaran kompresor yang besar akan meningkatkan gesekan yang mengakibatkan turunnya nilai COP dan efisiensi. Cepatnya pelepasan kalor dari kondensor ke lingkungan juga menyebabkan penyerapan kalor oleh evaporator semakin cepat pula. Pelepasan kalor yang cepat membantu menghambat proses pembentukan es pada evaporator, sebab es pada evaporator menghambat penyerapan kalor dalam sistem AWG. Penambahan *fan* terhadap mesin AWG menyebabkan aliran refrigeran pada siklus kompresi uap menjadi lancar, sehingga mengakibatkan efektivitas kerja komponen-komponen AWG meningkat, maka nilai COP dan efisiensi juga ikut meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata koefisien prestasi aktual (COP_{aktual}) tertinggi yaitu pada *Atmospheric Water Generator* yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ sebesar 2,499. Nilai rata-rata koefisien prestasi ideal (COP_{ideal}) paling tinggi terjadi pada *Atmospheric Water Generator* yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 3,248. Nilai rata-rata efisiensi kerja (η) tertinggi terjadi pada *atmospheric water generator* yang menggunakan *fan* pendingin kondensor dengan debit $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ sebesar 79,07%, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *fan* pendingin kondensor pada mesin AWG dapat meningkatkan performa mesin. Penggunaan *fan* pendingin kondensor paling optimal yaitu pada *fan* dengan debit paling tinggi yaitu $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] TRIPATHI, A., S. TUSHAR, S. PAL, S. LODH, S. TIWARI, dan R. S. DESAI, 2016, *Atmospheric Water Generator. International Journal of Enhanced Research in Science, Technology & Engineering* 5(4): 69-72.
- [2] BULA, M., S. WAHYUDI, dan N. HAMIDI, 2010, Pengaruh Diameter *Inner-Helical Fin* Terhadap *Characteristic of Performance Counter Flow Heat Exchanger*, *Jurnal Rekayasa Mesin* 1(3): 100-106.
- [3] POERNOMO, H, 2015, Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin (Air Conditioning) yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan pada Variasi Putaran Kipas Pendingin Kondensor, *Jurnal KAPAL* 12(1): 1-8.
- [4] USMAN, S., S. WAHYUDI, dan B. D. ARGO, 2010, Pengaruh Ketebalan *Inner-Helical Fin* terhadap *Characteristic of Performance* pada *Head Exchanger*, *Jurnal Rekayasa Mesin* 1(3): 108-114.
- [5] WIDODO, E., D. L. SETIAWAN., F. X. KRISTIANTA, 2014, *Pengaruh Penambahan Fan Pembuang Udara pada Kondensor terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Menggunakan LPG*, <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/72549/Eko%20Widodo.pdf?sequence=1>. Diakses: 14 Maret 2018 (15:00).

- [6] RIDHUAN, K. dan I. G. ANGGA J, 2014, Pengaruh Media Pendingin Air pada Kondensor Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin. *Jurnal TURBO* 3(2): 1-6.
- [7] SANTOSO, M. D, 2017, Pengaruh Jumlah Kipas Kondensor Terhadap Karakteristik Showcase Dengan Daya Kompresor 1/3 HP, *Skripsi*, Program Sarjana Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Yogyakarta.
- [8] SIAGIAN, S, 2015, Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Kondensor Pada Sistem Pendingin (Air Conditioning) Yang Menggunakan Freon R-134 A Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin, *Jurnal BINA TEKNIKA* 11(2): 124-130.
- [9] INVENTEC, 2009, R600A, <http://www.inventec.dehon.com/documents/pdf/8d8f18d926a2e9014535f0df682c7283.pdf>. Diakses: 6 September 2018 (10:45).
- [10] SUGIYONO, 2015, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*, Cetakan Ke 21, Bandung: Alfabeta.
- [11] ALHAKIM, R, 2018, Produksi dan Uji Karakteristik Bio-Oil dari Bahan Baku Minyak Goreng Menggunakan Proses Pirolisis Berbasis Iradiasi Gelombang Mikro, *Skripsi*, Program Sarjana Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [12] BUDIANDONO, G. N, 2017, Pengaruh Suhu dan Persentase Campuran Biodiesel Dengan Dexlite terhadap Pola Pengabutan dan Kinerja *Fuel Injection Pump* Diesel 1 Silinder, *Skripsi*, Program Sarjana Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [13] PERDANA, G.R., N. ILMINNAFIK, dan D. LISTYADI, 2014, *Pengaruh Penggunaan Water Cooled Condenser Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin Menggunakan Refrigeran LPG*, <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/69307/Galla%20Rezki.pdf?sequence=1>. Diakses: 2 April 2018 (09:48).
- [14] HAJIDAVALLO, E., dan H. EGHTEADARI, 2010, Performance Improvement of Air-Cooled Refrigeration System by using Evaporatively Cooled Air Condenser, *International Journal of Refrigeration* 33(5): 982-988.
- [15] KUSBANDONO, W., dan P. K. PURWADI, 2016, Pengaruh Adanya Kipas yang Mengalirkan Udara Melintasi Kondensor Terhadap COP Dan Efisiensi Mesin Pendingin *Showcase*, *Prosiding Simposium Nasional XI Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta, 313-317.