Paper ID: 4017
Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III)
ISSN 2775-5630

PERFORMANSI *DEHUMIDIFIER* PADA VARIASI SUHU RUANGAN DENGAN WAKTU PENGUJIAN YANG BERBEDA

Alfiyan Dwi Pamungkas[1], Sukendro Broto Sasongko[2]
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: alfiyan1972@gmail.com

ABSTRACT

The air humidity presents as the amount of water vapor in the air. All life time, the human kind breathing need oxigen in air. The humidity of air always be important thing. The level of the air humidity make an important role to the health of human bodies. During the rainy season, the air humidity usually increases. It is shown by a hygrometer. To improve the quality of air, a method is applied to reduce the humidity of water vapor in the air. The experiment develops the dehumidifier in a room. Thus, its humidity of water vapor in air is at 45%–65%. The investigation is presented at room by varying the time. The humidity was controlled at the morning (07.00), noon (12.00), and evening (19.00) for one hour. The air humidity declined to 12% with refrigerant HFC-134a. Thus the smallest was presented by 3% with refrigerant R-410a. The refrigerant HFC 134a obtained the COP=3.55 thus, R-410 resulted COP =2.71.
Keywords: *humidity, dehumidification, dehumidifier, HFC 134a, R-410a.*

ABSTRAK

Kelembapan adalah kandungan uap air dalam udara. Dalam kehidupan sehari-hari mahkluk hidup membutuhkan udara untuk bernafas sedangkan udara yang ada sekitar kita tidak selalu dalam kondisi baik untuk tubuh. Tingkat kelembapan udara yang tepat juga penting bagi kenyamanan dan kesehatan tubuh kita. Biasanya pada musim hujan terjadi peningkatan kelembaban udara disekitar yang dapat diukur dengan alat Hygrometer. Untuk memperbaiki kualitas udara yang kurang baik tersebut dapat dilakukan dengan metode dehumidifikasi. Yaitu pengurangan kelembapan uap air pada udara. Tujuan pembuatan dan pengujian alat Dehumidifier ini untuk mengontrol kelembapan udara agar kelembapan menjadi ideal yaitu 45% - 65% dan mengetahui kinerja alat pada pengujian dalam ruangandengan variasi waktu pada pengujian pagi (jam 07.00), siang (12.00), dan malam (19.00) selama satu jam pengujian. Penurunan kelembapan yang terbesar ada pada pengujian HFC 134a menurunkan kelembapan sebesar 12%. Sedangkan penurunan kelembapan terkecil ada pada pengujian R 410a hanya menurunkan 3% kelembapan. Sedangkan untuk COP terbesar pengujian didapat dengan HFC 134a mendapatkan COP 3,55 dan yang terkecil pengujian didapat dengan R 410a mendapatkan COP 2,71.

Kata kunci: kelembapan, dehumidifikasi, dehumidifier, HFC 134a, R 410a.

PENDAHULUAN

Kelembaban udara menjadi salah satu parameter dalam kenyamanan ruangan karena memiliki peran penting dalam kehidupan mahkluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan karena sebagian besar dari makhluh hidup tersebut menggunakan udara untuk bertahan hidup. Dan bukan hanya mahkluk hidup saja, benda mati seperti obat – obatan, makanan, dan benda berbahan besipun dapat terpengaruh dengan kadar kelembaban udara di sekitarnya karena dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri dan zat yang dapat menyebabkan pengaruh buruk terjadi. Namun seringkali faktor kelembaban tidak terlalu diperhatikan dan terabaikan dalam penilaian keamanan dan kenyamanan suatu ruangan apalagi dalam kondisi pendemi virus sekarang sangat berbahaya jika tidak memperhatikan aspek kadar kelembaban pada ruangan karena bakteri dan virus dapat lebih mudah bertahan dan berkembang dengan kondisi kelembaban udara yang buruk. Apabila faktor kelembaban dijaga dan diperhatikan mahkluk hidup atau benda yang berada didalam ruangan tersebut akan nyaman dan tidak mudah tercemar bakteri virus. Faktanya selain suhu kenyamanan suatu ruangan sangat erat dipengaruhi oleh kadar kelembaban udaranya.

Dehumidifier merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengurangi kandungan uap air pada udara dalam suatu ruangan, sehingga kadar kelembaban menjadi rendah dengan melalui proses yang dinamakan dehumidifikasi. Dehumidifikasi sendiri merupakan proses pengurangan kadar air dalam udara untuk mencegah pengaruh atau reaksi yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan atau kualitas seseorang

dan benda disekitar yang disebabkan oleh perkembanga virus dan bakteri yang menyebar karena kondisi kelembaban udara yang buruk.

Prinsip dari Refrigerant Dehumidifier merupakan. Saat udara dibawah suhu rendah, uap air akan terkondensasi pada permukaan dingin. Dengan kata lain penyerapan uap air dilakukan dengan proses Pendinginan dan terjadi Kondensasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh perbedaan suhu pada pengujian pagi (jam 07.00), siang (12.00), dan malam (19.00) terhadap penurunan kelembapan, Untuk mengetahui berapa persen penurunan kelembapan yang didapat, dan Untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kelembapan ideal 45% - 65%. Refigrant yang digunakan alat HFC 134a dan R 410a.

TINJAUAN PUSTAKA

Dehumidifier

Dehumidifier merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengurangi kandungan uap air pada udara dalam suatu ruangan, sehingga kadar kelembaban menjadi rendah dengan melalui proses yang dinamakan dehumidifikasi. Dehumidifikasi sendiri merupakan proses pengurangan kadar air dalam udara untuk mencegah pengaruh atau reaksi yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan atau kualitas seseorang dan benda disekitar yang disebabkan oleh perkembanga virus dan bakteri yang menyebar karena kondisi kelembaban udara yang buruk.

Siklus Refrigerant

Secara umum Refrigerasi didefinisikan sebagai proses penghapusan panas. Lebih spesifiknya Refrigerasi adalah cabang ilmu yang berhubungan dengan proses mengurangi dan mempertahankan suhu ruang atau benda dibawah suhu disekitarnya. (Dossat Roy J, 1961).
Berikut ini adalah siklus sistem refrigerasi kompresi uap tergambar dalam diagram p-h. Cara kerja siklus:

1. Proses 1-2 : Refrigerant meninggalkan evaporator dalam wujud uap jenuh dengan temperatur dan tekanan rendah, kemudian oleh kompresor uap tersebut di naikkan tekanan menjadi uap super panas dengan temperatur yang tinggi, Lebih tinggi dari temperatur lingkungan. (Stoecker F. Wilbert, 1998)
2. Proses 2-3 : setelah mengalami proses kompresi, Refrigerant berada dalam fase panas lanjut dengan tekanan temperatur tinggi. Untuk merubah wujudnya menjadi cair, kalor harus di lepaskan ke lingkungan melalui alat yang di sebut kondensor. Refrigerant mengalir melalui kondensor pada sisi lain dialirkan fluida pendingin (udara atau air) dengan temperatur lebih rendah dari pada temperatur Refrigerant. Oleh karena itu kalor akan berpindah dari Refrigerant ke fluida pendingin dan Refrigerant akan mengalami proses penurunan temperatur dari kondisi uap jenuh, selanjutnya mengalami proses pengembunan menjadi Refrigerant cair. Refrigerant keluar kondensor sudah berupa Refirigerant cair. Proses kondensasi berlangsung pada temperatur dan tekanan konstan. (Stoecker F. Wilbert, 1998).
3. Proses 3-4 : Refrigerant dalam keadaan wujud cair jenuh, kemudian mengalir melalui katup ekspansi. Refrigerant mengalami ekspansi pada enthalpy konstan dan berlangsung secara reversibel sehingga tekanan Refrigerant menjadi rendah (tekanan evaporator). Refrigerant keluar katup ekspansi berwujud campuran uap cair pada tekanan dan temperatur rendah. (Stoecker F. Wilbert, 1998)
4. Proses 4-1 : Refrigerant dalam fase campuran uap-cair, mengalir melalui evaporator. Di dalam evaporator Refrigerant megalami proses penguapan sebagai akibat dari panas yang di serap dari sekeliling evaporator. Dengan adanya penyerapan panas ini, maka disekeliling evaporator (ruangan yang di kondisikan) mejadi dingin atau temperaturnya turun. Selanjutnya refrigerant yang meninggalkan evaporator dalam fase uap jenuh. Proses penguapan tersebut berlangsung pada temperatur dan tekanan yang konstan. (Stoecker F. Wilbert, 1998).

Perilaku jet aliran yang dimodulasi mampu meningkatkan perpindahan panas secara konveksi dan telah diteliti oleh sasongko dkk, 2021. Dimana efek tumbukan antar aliran jet menembus *crossflow* meningkatkan perpindahan panas secara konveksi akibat adanya *shear-layer* dari jet.

METODE

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah kualitatif yaiut penelitian yang menekankan lebih kepada data-data numerical yang kemudian yang diolah dan dianalisis. Penelitian ini dilakukan untuk menguji fenomena perubahan kelembapan dan suhu yang terjadi pada saat alat dehumidifier bekerja. Pengambilan data pada ini penelitian didasarkan apa yang ditampilkan oleh alat ukur yang di pergunakan dalam penelitian.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian dengan judul uji performansi dehumidifier dari aspek kelembaban udara dengan variasi suhu ruangan pada pengujian pagi, siang, dan malam hari adalah dehumidifier dengan komponen utamanya berupa evaporator, kondensor, kompresor, dan pipa kapiler. Sedangkan pada sistem refrigernasinya menggunkaan HFC 134a dan R 410a. Alat ukur yang digunakan hygrometer dan thermokopel.

Pembuatan Mesin Dehumidifier

Berikut adalah Langkah – langkah dalam pembuatan mesin :

a. Melakukan perancangan bentuk dimensi dan penempatan komponen alat.
b. Menyiapkan bahan dan komponen alat.
c. Pembuatan rangka dengan menggunakn besi siku yang disambung dengan menggunkan las .
d. Setelah rangka selesai kemudian dilakukan pemasangan keomponen-komponen sesuai rancangan yang telah dilakukan.
e. Perapatan komponen dengan cara menbaut komponen ke penompang yang ada pada rangka agar tidak berubah atau goyang .
f. Penyambungan atau instalasi kabel-kabel komponen dilakukan setelah komponen terpasang kedalam rangka.
g. Pengetesan nyala mesin dan penetesan untuk mengetahui kebocoran dan keamanan pipa sambungan.
h. Setelah dirasa pipa aman dilakukan pengisian refrigerant kedalam alat dehumidifier dan setelah dicek aman dilakukan tahap finising denagn merapatkan dan menutup bagian-bagian alat.

Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengujian alat dengan tatacara sebagai berikut :

1. Menempatkan alat pada suatu ruangan atau sudut ruangan pengujian
2. Mengukur dan mencatat kondisi suhu dan kelembapan awal ruangan atau sebelum menyalakan alat menggunakan alat ukur Hygrometer
3. Mempersiapkan kondisi alat dengan cara menghidupkan alat
4. Dimulai dari alat mulai dinyalakan dilakukan pengambilan data suhu dan kelembapan dengan alat ukur hygrometer
5. Pengambilan data dilakukan setiap kelipatan per 10 menit selama 60 menit atau 1 jam dan dilakukan pada waktu pagi, siang, dan malam
6. Alat akan dimatikan setelah selesai pengambilan data selama 1 jam perwaktu pengujian
7. Data yang didapat akan dilakukan analisis pada laporan

Pengujian Alat Dehumidifier

Pengujian dilakuakan dalam ruangan berukuran 4m x 4m dengan variasi berdasarkan kondisi ruangan pada waktu pengujian pagi (jam 07.00), siang (12.00), dan malam (19.00), setiap pengujian dilakukan selama satu jam dengan alat ukur hygrometer dan thermokopel. Menggunakan refrigerant HFC 134a dan R 410a.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilakukan pengambilan data dalam 3 latar waktu yaitu pagi, siang, dan malam pada Refrigerant HFC 134a.dan R 410a Lalu Analisa data dilakukan untuk mendapatkan pemahaman dari hasil data dari pengujian, berikut analisa data yang dilakukan :

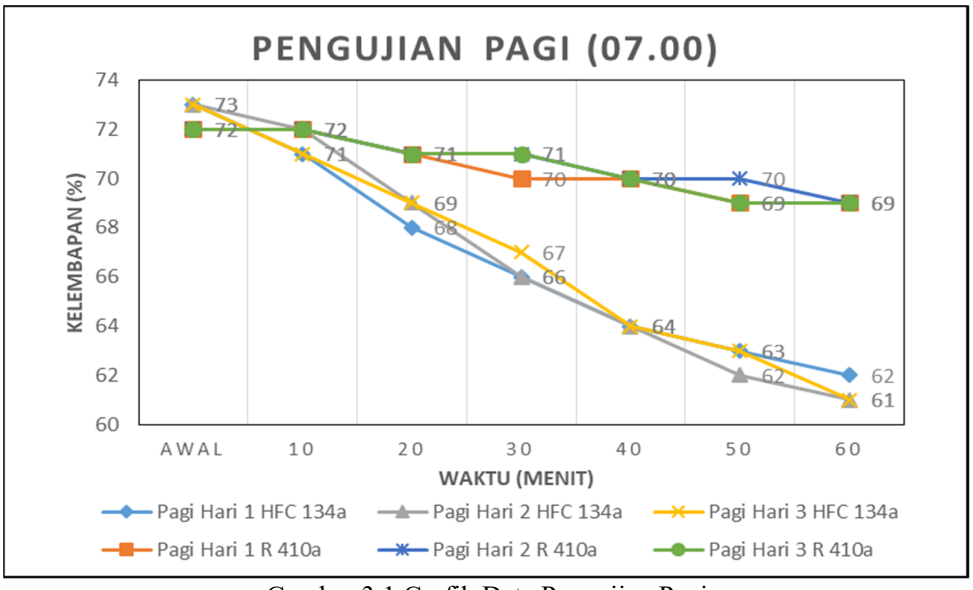
Pengujian Pagi

Tabel 3. 1 Data pengujian Pagi HFC 134a

Pengujian Pagi (jam 07.00)						
Menit	Pagi Hari 1 HFC 134a		Pagi Hari 2 HFC 134a		Pagi Hari 3 HFC 134a	
	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)
Awal	27	73	27	73	28	73
10	28	71	27	72	28	71
20	29	68	28	69	29	69
30	29	66	28	66	29	67
40	30	64	29	64	30	64
50	30	63	30	62	30	63
60	30	62	30	61	31	61

Tabel 3. 2 Data pengujian Pagi R 410a

Pengujian Pagi (Jam 07.00)						
Menit	Pagi Hari 1 R 410a		Pagi Hari 2 R 410a		Pagi Hari 3 R 410a	
	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)
Awal	28	72	27	72	27	72
10	28	72	27	72	27	72
20	29	71	28	71	28	71
30	30	70	29	71	28	71
40	31	70	29	70	29	70
50	31	69	30	70	29	69
60	31	69	30	69	30	69



Gambar 3.1 Grafik Data Pengujian Pagi

Dari gambar 3.1 grafik data pengujian pagi (07.00), dapat dilihat kondisi Pagi hari 1 HFC 134a dari suhu 27°C naik menjadi 30°C dan kelembapannya dari 73% turun menjadi 62%. Pada Pagi hari 2 HFC 134a dari suhu 27°C naik menjadi 30°C dan kelembapannya dari 73% turun menjadi 61%. Pada Pagi hari 3 HFC 134a dari suhu 28°C naik menjadi 31°C dan kelembapannya dari 73% turun menjadi 61%. Sedangkan kondisi pada Pengujian Pagi hari 1 R 410a dari suhu 28°C naik menjadi 31°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada Pagi hari 2 R 410a dari suhu 27°C naik menjadi 30°C

dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada Pagi hari 3 R 410a dari suhu 27°C naik menjadi 30°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada pengujian pagi penurunan kelembapan terbesar terjadi pada pengujian pagi hari 2 dan 3 HFC 134a mengalami penurunan kelembapan sebesar 12% dan yang terkecil ada pada pengujian pagi hari 1, 2, dan 3 R 410a yang hanya mengalami penurunan kelembapan 3%.

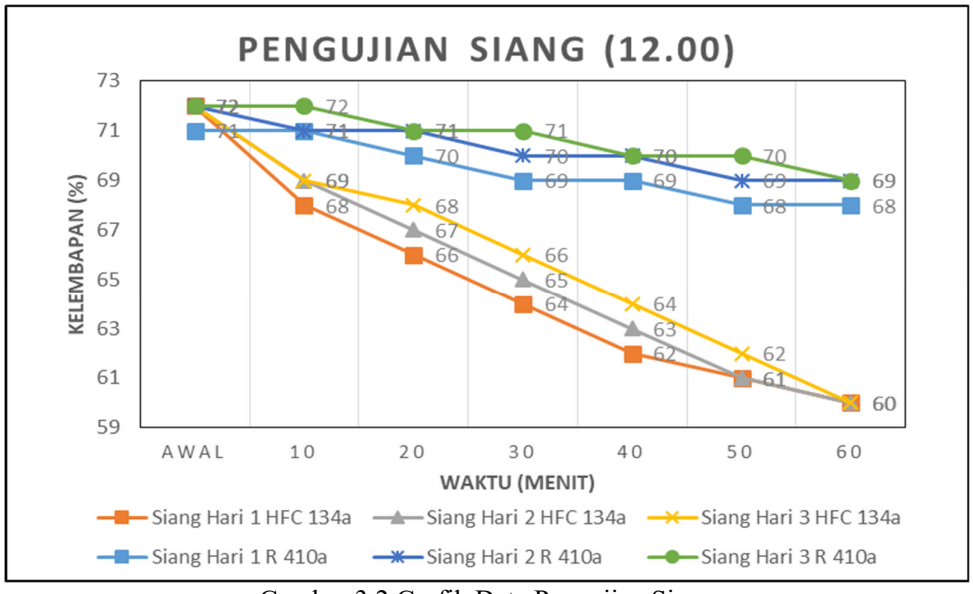
Pengujian Siang

Tabel 3. 3 Data pengujian Siang HFC 134a

Pengujian Siang (jam 12.00)						
Menit	Siang Hari 1 HFC 134a		Siang Hari 2 HFC 134a		Siang Hari 3 HFC 134a	
	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)
Awal	30	72	30	72	30	72
10	30	68	30	69	30	69
20	30	66	31	67	31	68
30	31	64	31	65	31	66
40	31	62	32	63	31	64
50	31	61	32	61	32	62
60	32	60	33	60	32	60

Tabel 3. 4 Data pengujian Siang R 410a

Pengujian Siang (Jam 12.00)						
Menit	Siang Hari 1 R 410a		Siang Hari 2 R 410a		Siang Hari 3 R 410a	
	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)
Awal	30	71	30	72	30	72
10	30	71	30	71	30	72
20	30	70	30	71	31	71
30	31	69	31	70	31	71
40	31	69	31	70	32	70
50	31	68	32	69	32	70
60	32	68	32	69	32	69



Gambar 3.2 Grafik Data Pengujian Siang

Dari gambar 3.2 grafik data pengujian Siang (12.00), dapat dilihat kondisi Siang hari 1 HFC 134a dari suhu 30°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 60%. Pada Siang hari 2 HFC 134a dari suhu 30°C naik menjadi 33°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 60%. Pada Siang hari 3 HFC 134a dari suhu 30°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 60%. Sedangkan kondisi pada Pengujian Siang hari 1 R 410a dari suhu 30°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 71% turun menjadi 68%. Pada Siang hari 2 R 410a dari suhu 30°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada Siang hari 3 R 410a dari suhu 30°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada pengujian Siang penurunan kelembapan terbesar terjadi pada pengujian Siang hari 1,2 dan 3 HFC 134a mengalami penurunan kelembapan sebesar 12% dan yang terkecil ada pada pengujian Siang hari 1, 2, dan 3 R 410a yang hanya mengalami penurunan kelembapan 3%.

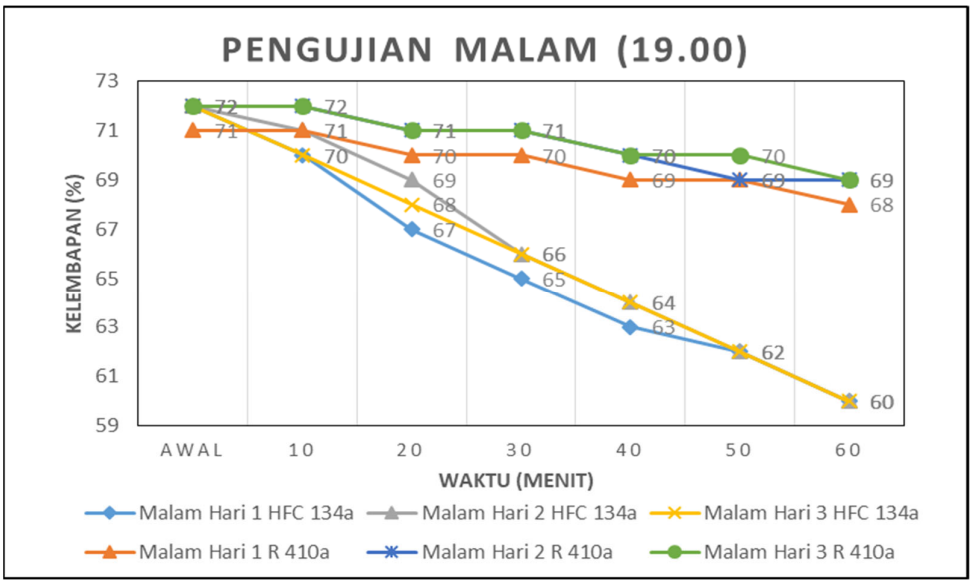
Pengujian Malam

Tabel 3. 5 Data pengujian Malam HFC 134a

Pengujian Malam (jam 19.00)						
Menit	Malam Hari 1 HFC 134a		Malam Hari 2 HFC 134a		Malam Hari 3 HFC 134a	
	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)
Awal	29	72	28	72	28	72
10	30	70	28	71	28	70
20	31	67	29	69	29	68
30	32	65	30	66	30	66
40	32	63	31	64	31	64
50	33	62	31	62	32	62
60	33	60	32	60	32	60

Tabel 3. 6 Data pengujian Malam R 410a

Pengujian Malam (jam 19.00)						
Menit	Malam Hari 1 R 410a		Malam Hari 2 R 410a		Malam Hari 3 R 410a	
	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)	Suhu (˚C)	Kelembaban (%)
Awal	29	71	28	72	28	72
10	30	71	28	72	28	72
20	30	70	29	71	29	71
30	31	70	29	71	30	71
40	31	69	30	70	30	70
50	32	69	30	69	31	70
60	32	68	31	69	31	69

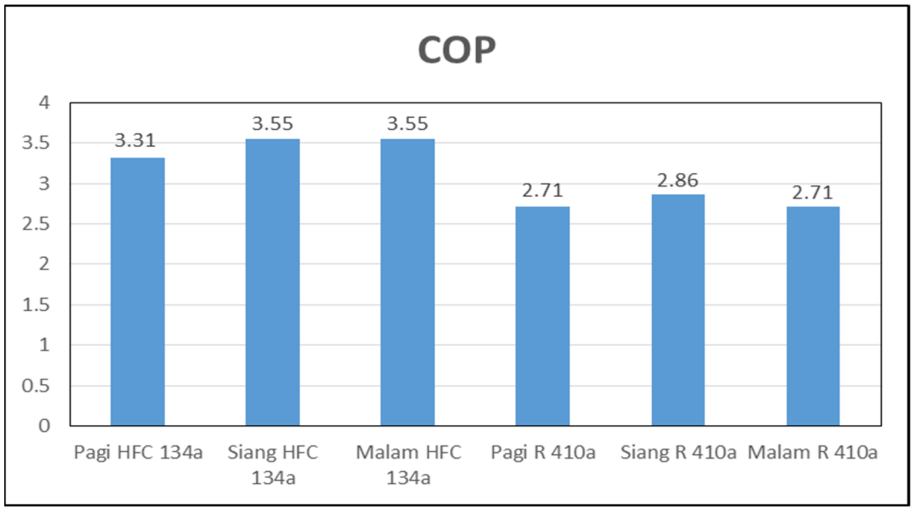


Gambar 3.3 Grafik Data Pengujian Malam

Dari gambar 3.3 grafik data pengujian Malam (19.00), dapat dilihat kondisi Malam hari 1 HFC 134a dari suhu 29°C naik menjadi 33°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 60%. Pada Malam hari 2 HFC 134a dari suhu 28°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 60%. Pada Malam hari 3 HFC 134a dari suhu 28°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 60%. Sedangkan kondisi pada Pengujian Malam hari 1 R 410a dari suhu 29°C naik menjadi 32°C dan kelembapannya dari 71% turun menjadi 68%. Pada Malam hari 2 R 410a dari suhu 28°C naik menjadi 31°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada Malam hari 3 R 410a dari suhu 28°C naik menjadi 31°C dan kelembapannya dari 72% turun menjadi 69%. Pada pengujian Siang penurunan kelembapan terbesar terjadi pada pengujian Siang hari 1,2 dan 3 HFC 134a mengalami penurunan kelembapan sebesar 12% dan yang terkecil ada pada pengujian Siang hari 1, 2, dan 3 R 410a yang hanya mengalami penurunan kelembapan 3%.

Cop

Dari perhitungan cop pada setiap pengujian pagi, siang, dan malam HFC 134a dan R 410a didapatkan cop sebagai berikut:



Gambar 3.4 Perbandingan COP

Dari perhitungan COP di atas di dapatkan perbandingan melalui grafik 4.8 dan menjelaskan bahwa COP yang memiliki nilai terbaik adalah COP dari refrigerant HFC 134a dengan hasil COP sebesar 3,55. Menurut (Roni Irawan, Andrizal, Irma Yulia Basri, 2015: 2) Coefficient of Performance merupakan salah satu indikator pada suatu sistem refrigerasi yang sangat menetukan kerja dari sitem itu sendiri. Kerja kompresor dalam sistem refrigerasi sangat tergantung dari nilai COP, semakin tinggi nilai COP dari suatu system refrigerasi maka sistem tersebut bekerja lebih baik.

KESIMPULAN

1. Dari data yang didapat diatas perbedaan suhu pada pengujian Pagi (07.00), Siang (12.00), dan Malam (19.00) tidak mempengaruhi penurunan kelembapan. Pada pengujian HFC 134a mengalami penurunan kelembapan 12% dalam pengujian pagi, siang, dan malam meskipun suhu awal pengujian berbeda.
2. Dari Analisa data kelembapan diatas dapat diketahui penurunan kelembaban pada pengujian Pagi (07.00), Siang (12.00), dan Malam (19.00) penurunan tertinggi yang terjadi yaitu 12% perbedaan dari kelembapan awal dengan kelembapan akhir pada pengujian HFC 134a dan penurunan kelembapan yang terkecil pada pengujian R 410a yaitu 3% perbedaan kelembapan awal dengan akhir.
3. Dari analisa data pengujian diatas penurunan kelembapan yang tercepat menyentuh 65% yaitu pada pengujian Siang hari 1 HFC 134a pada menit ke 20 – 30 kelembapanya sudah menurun ke 65%. Pada pengujian Pagi (07.00), Siang (12.00), dan Malam (19.00) HFC 134a yang lainya penurunan kelembapan menyentuh 65% pada menit ke 30 – 40. Sedangkan pada pengujian R 410a tidak dapat mencapai angka kelembapan 65%.

PERNYATAAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Adhitama Surabaya atas fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian sampai penulisan karya tulis ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. S. H. W, “Pengeringan jamur dengan dehumidifier,” vol. 2, no. 1, pp. 30– 33, 2008.
[2] D. Susanto, “DEHUMIDIFIER DI LABORATORIUM BIOLOGI ,” vol. 1, no. 2, pp. 47–57, 2021.
[3] A. Suardi, N. Chairat, F. Muhammad, T. B. Impak, and B. Tekuk, “PowerPlant,” no. 4, 2017.
[4] A. P. Putera and K. L. Toruan, “DAN TEKANAN UDARA PORTABLE,” vol. 3, no. 2, pp. 42–50, 2016.
[5] B. C. Purnomo and M. Setiyo, “KARAKTERISTIK SISTEM REFRIGERASI KOMPRESI UAP DENGAN,” vol. 9, no. 2, 2017.
[6] S. Mustafa and U. Muhammad, “Rancang Bangun Prototipe Alat Pengering Rumput Laut,” vol. 2, no. 1, pp. 81–87, 2021.
[7] Y. Kurniawan and F. A. Anggriawan, “ANALISA KINERJA SISTEM HEATING DEHUMIDIFIER MENGGUNAKAN AC SPLIT,” vol. 3, pp. 41–47, 2017.
[8] B. Hidayati and R. Wahyudi, “ANALISIS KELEMBABAN UDARA PADA PROSES DEHUMIDIFIKASI,” vol. 12, no. 1, pp. 1–6, 2020.
[9] B. Hidayati and R. Wahyudi, “ANALISA PENGURANGAN KADAR UAP AIR PADA KENTANG MENGUNAKAN,” vol. 6, no. 1, pp. 10–15, 2019.
[10] B. Hidayati and L. Saputra, “RANCANG BANGUN DEHUMIDIFIER DENGAN PEMANFAATAN KALOR,” vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.
[11] B. Hidayati, F. Irawan, M. Ramadhani, T. Pendingin, and P. Sekayu, “KONDENSOR PADA DEHUMIDIFIER,” vol. 6, no. 2, pp. 19–28, 2019.

[12] S. U. Handayani and S. Darmanto, "UJI UNJUK KERJA SISTEM PENGERING DEHUMIDIFIER Performance Evaluation of Dehumidifier Dryer for Ginger Drying," vol. 34, no. 2, pp. 232–238, 2014.

[13] D. I. D. Gonoharjo, "Unnes Physics Journal," vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2013.

[14] K. Anwar et al., "Efek Temperatur Pipa Kapiler Terhadap Kinerja Mesin."

[15] SB Sasongko, RF Huang, CM Hsu. 2021. "Effects of backward inclination on a pulsed jet in crossflow". J. Wind Eng Ind Aero. 214: 104662.

[16] SB Sasongko, RF Huang, CM Hsu. 2021. "Modulating flow and mixing characteristics of an inclined jet in crossflow at a large backward inclination angle by acoustic excitation". J. Mech Science. 209: 106708.