

KAJIAN EKPERIMENTAL PERFORMA WATER HARVESTING PADA UNIT AIR CONDITIONING SYSTEM TIPE ET 915.07

*Irawan Yunianto¹, Berkah Fajar Tamtomo Kiono², Khoiri Rozi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: irawanyuni104@gmail.com

Abstrak

Water harvesting merupakan metode mendapatkan air dengan cara mengumpulkan dan menyimpan air dalam tangka. Pemanenan air bisa dilakukan dalam berbagai metode salah satunya yaitu dengan memanfaatkan water condensate pada air conditioning sistem pada evaporator. *Water harvesting* memiliki banyak tujuan dalam pemanfaatannya untuk kehidupan sehari-hari. Tujuan dalam penelitian ini yaitu membandingkan nilai laju lkondensasi pada air conditioning sistem tipe Gunt ET 915.07. Dalam metode pemanenan air dalam penilitian dilakukan dalam kondisi satu hari selama 24 jam dan mendapatkan nilai kondensasi air pada evaporator. Variasi dalam pengambilan data menggnakan variasi pengaturan temperatur dengan menggunakan AC split pada ruangan dan tanpa meggunakan AC split pada ruangan. Hasil penelitian menunjukkan nilai laju kondensasi pada air conditioning sistem dengan variasi tanpa menggunakan AC split pada ruangan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi menggunakan AC split pada ruangan. Selain itu pada hasil penelitian nilai laju kondensasi dengan variasi menggunakan AC memiliki laju yang lebih stabil karena terjadi temperatur ruangnya dengan AC split.

Kata kunci : *air conditioning* sistem; laju kondensasi; pemanenan air

Abstract

Water harvesting is a method of obtaining water by collecting and storing water in a tangka. Water harvesting can be done in various methods, one of which is by utilizing water condensate in the air conditioning system on the evaporator. *Water harvesting* has many purposes in its use for everyday life. The purpose of this study is to compare the value of condensation rate in the air conditioning system type Gunt ET 915.07. In the method of harvesting water in the study carried out under conditions of one day for 24 hours and obtained the value of water condensation on the evaporator. Variations in data collection use variations in temperatur regulation using split air conditioners in the room and without using split air conditioners in the room. The results showed that the condensation rate value in the air conditioning system with variations without using split air conditioners in the room was higher than the variations using split air conditioners in the room. In addition, in the results of the study, the condensation rate value with variations using air conditioning has a more stable rate because the room temperatur is reduced with split air conditioning.

Keywords : *air conditioning* system; condensation rate; water harvesting

1. Pendahuluan

Air conditioning atau AC adalah sebuah peralatan yang memiliki fungsi untuk mengkondisikan temperatur udara pada sebuah ruangan. Sistem pengkondisian udara atau refrigrasi membuang panas dari sebuah sistem atau ruangan ke lingkungan(1). Semakin tinggi temperatur udara membuat kenyamanan seseorang menjadi terganggu, maka dari itu salah satu alternatifnya menggunakan *air conditioing* untuk mendapatkan temperatur sejuk dan nyaman bagi seseorang sesuai dengan standar kenyamanan (2). Sistem kerja *air conditioning* menggunakan siklus kompresi uap, didalam siklus kompresi uap memiliki komponen penting yang meliputi evaporator, kondensor, kompresor, dan katup ekspansi. Keempat komponen tersebut merupakan komponen yang penting dalam siklus refrigrasi, dimana udara akan dikompresi dengan kata lain tekanan akan dinaikan di kompresor kemudian mengalami kodensasi di kondensor dan akan berubah menjadi fasa cair selanjutnya refrigeran akan menuju katup ekspansi yang mana berfungsi mendinginkan refrigeran dan pada akhirnya

akan menuju pada evaporator yang akan mengubah udara panas menjadi dingin (3). Pada penelitian tugas akhir yang dilaksanakan ini akan melakukan penelitian terkait *water harvesting* pada *air conditioning system* pada alat ekperimental *air conditioning system* ET 915.07 dari Gunt Hamburg yang mana alat ini digunakan sebagai alat ekperimental di Lab Termofluida Teknik mesin. *Water harvesting* merupakan teknik pemanenan air dengan menampung, memanfaatkan, dan mensirkulasikan dari berbagai sumber seperti air hujan, air kabut, air salju dan juga kondensasi dengan cara tertentu guna untuk mengambil manfaatnya (4). Kondensasi aktif pada AC terjadi pada permukaan yang didinginkan secara mekanis dari permukaan lebih dingin dari temperatur udara, dimana diperlukan sumber daya yang dihasilkan seperti listrik yang besar untuk meningkatkan permukaan udara diatmosfer (5). Sehingga dapat disimpulkan pada *output* hasil penelitian ini bisa mendapatkan manfaat yang dapat digunakan sebagai rujukan dalam penggunaan peralatan ekperimental *air conditioning system* ET 915.07 dari Gunt Hamburg.

2. Dasar Teori

2.1 Water Harvesting

Water harvesting merupakan teknik pemanenan air dengan menampung, memanfaatkan, dan mensirkulasikan dari berbagai sumber seperti air hujan, air kabut, air salju dan juga kondensasi dengan cara tertentu guna untuk mengambil manfaatnya. *Water harvesting* memiliki dua jenis yaitu aktif *water harvesting* dan juga pasif *water harvesting*. Kondensasi aktif pada AC terjadi pada permukaan yang didinginkan secara mekanis dari permukaan lebih dingin dari temperatur udara, dimana diperlukan sumber daya yang dihasilkan seperti listrik yang besar untuk meningkatkan permukaan udara diatmosfer (5).

2.2 Air conditioning system

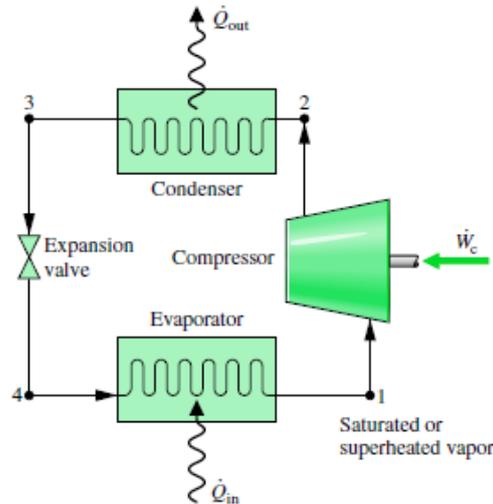
Air conditioning atau AC adalah sebuah peralatan yang memiliki fungsi untuk mengkondisikan temperatur udara pada sebuah ruangan. Sistem pengkondisian udara atau refrigrasi membuang panas dari sebuah sistem atau ruangan ke lingkungan (1). Pada pemanfaatannya untuk mendapatkan hasil pengkondisian udara yang diinginkan, maka diperlukan peralatan sebuah AC yang mempunyai kapasitas sesuai dengan beban pendinginan yang dimiliki pada sebuah ruangan. Pada dasarnya beban pendinginan dibagi menjadi dua, yaitu beban pendingin *sensible* dan beban pendingin laten. Beban pendingin *sensible* merupakan beban panas yang biasanya dipengaruhi oleh perbedaan temperatur, misalnya peralatan elektronik, lampu, kontruksi bangunan dll. Sedangkan beban pendinginan laten merupakan beban yang dipengaruhi oleh adanya kelembaban udara.

2.3 Siklus refrigrasi

Sistem pendinginan udara adalah sistem yang memanfaatkan siklus kompresi uap. Pada sistem refrigrasi terdapat dua alat penukar kalor, yang pertama adalah kodensor yang berfungsi memindahkan panas yang diterima oleh fluida kerja ke udara luar. Kemudian yang kedua terdapat evaporator yang berfungsi menyerap panas dari ruangan dan memindahkan ke refrigeran (6).

Adapun proses-proses yang membentuk daur kompresi pada siklus ideal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 adalah sebagai berikut:

- Proses 1-2 : Pada proses 1-2 refrigeran memiliki fasa uap-jenuh ditekan kompresor sehingga mengalami kompresi hingga menjadi uap bertekanan tinggi dan berubahfasa menjadi superheated. Hal tersebut diikuti dengan naiknya temperatur pada refrigeran dan proses ini terjadi secara isentropik.
- Proses 2-3 : Pada proses ini uap refrigeran yang tadinya dalam fasa superheated akan masuk melewati kondensor dan mengaami pendinginan yang mengakibatkan terjadinya perubahan fasa pada refrigeran menjadi fasa cair-jenuh. Proses ini terjadi secara isobarik.
- Proses 3-4 : pada proses ini refrigeran dari berfasa cair-jenuh masuk ke dalam katup ekspansi. Ekspansi berkibat penurunan tekanan juga temperatur dan mengakibatkan refrigeran berubah menjadi fasa campuran uap-cair. Proses ekspansi ini terjadi secara isoenthalphy
- Proses 4-1 : Refrigeran yang berfasa campuran uap-cair pada proses ini akan menguap karena perpindahan panas. Udara pada ruangan yang akan dikondisikan pada umumnya akan dihembuskan menggunakan fan melewati koil pendingin yang berisi refrigeran. Panas dari udara akan dipindahkan dari udara ke koil yang berakibat refrigeran berfasa campuran uap-cair berubah menjadi fasa uap jenuh. Sedangkan udara yang keluar evaporator akan memiliki temperatur rendah karena perpindahan panas (7).

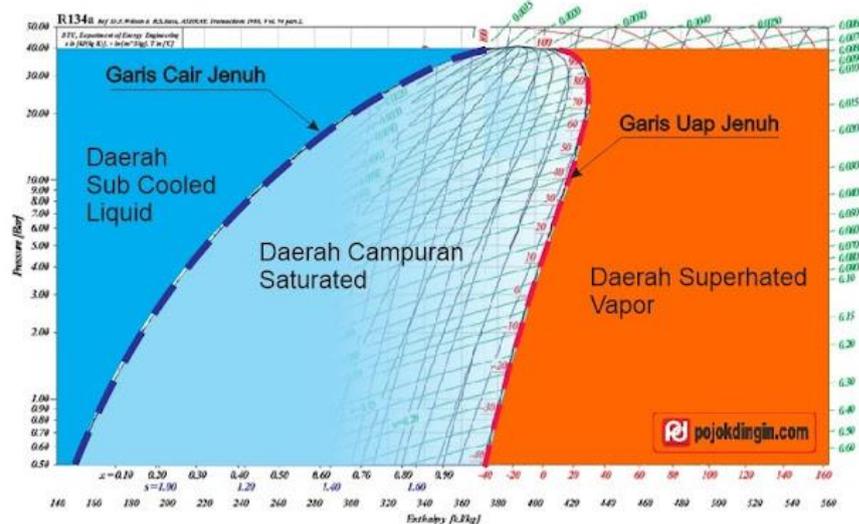


Gambar 1 Siklus refrigerasi

Dari gambar 2.4 dilihat bahwa siklus ideal tidak mengalami penurunan tekanan pada kondensor dan evaporator, sedangkan pada aktualnya terjadi penurunan tekanan yang disebabkan adanya friksi. Oleh karena itu penurunan tekanan tersebut menyebabkan proses kompresi yang terjadi antara titik 1-2 membutuhkan kerja yang lebih besar dibandingkan dengan siklus idealnya. Maka pada siklus kompresi uap aktualnya mengalami penurunan efisiensi dibandingkan dengan siklus uap standar (8).

2.4 Ph diagram

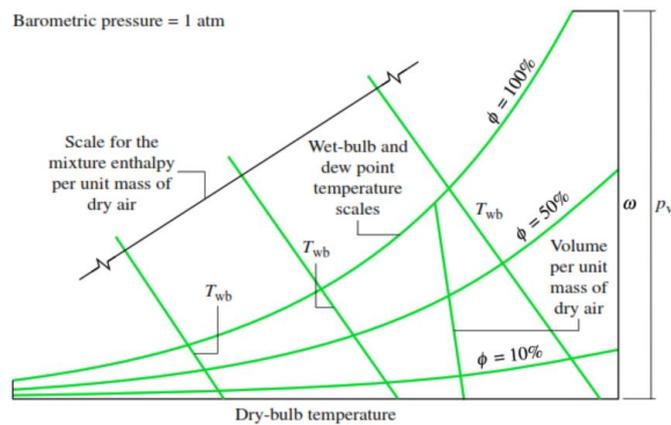
Diagram P-h adalah diagram hubungan antara tekanan dan enthalpy dari sebuah refrigeran. Pada setiap jenis refrigeran memiliki bentuk dan karakteristik masing masing diagramnya. Diagram P-h bertujuan untuk mengetahui kinerja dari suatu sistem pendingin. Kinerja dari sistem refrigerasi dapat diketahui dari nilai COP nya. Semakin besar nilai Cop nyam aka kinerja dari sistem refrigeran tersebut semakin baik. Pengertian COP (Coefficient of Performance) merupakan perbandingan efek refrigerasi dengan kerja sebuah kompresor atau dengan kata lain bisa diartikan perbandingan antara energi yang diserap evaporator dengan energi yang dibutuhkan kompresor (9).



Gambar 2 PH diagram

2.5 Psychometric chart

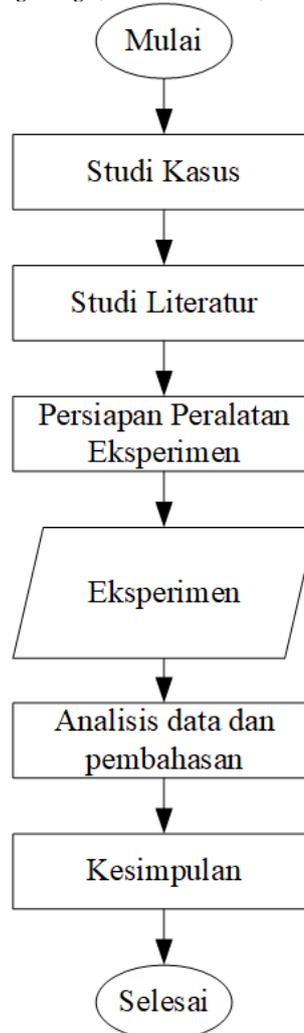
Psychometric chart merupakan ilmu yang mempelajari properties atau sifat-sifat dari udara dengan komposisinya(10). Temperatur dan rasio kelembaban udara (kandungan uap air) sangat berpengaruh terhadap kenyamanan bagi manusia dalam melakukan kegiatan dan berpengaruh dalam suatu proses ilmiah lainnya. Pada sebuah ruangan yang nilai temperatur, rasio kelembaban udara dan jumlah udara menjadi focus perhatian yang penting karena berpengaruh terhadap kenyamanan. Pada dasarnya udara terdiri dari campuran gas-gas di dalam udara kering dan uap air.



Gambar 3 Psychrometric chart

2. Metode Penelitian

Eksperimen ini dilakukan di Lab. Thermofluida, Dept. Teknik Mesin Universitas Diponegoro dengan menguji *air conditioning* model ET 914.07 buatan GUNT Jerman . Di dalam perangkat alat ini ada *cooler* yang berfungsi seperti evaporator pada referigerasi. Komponen ini berfungsi menyerap udara panas menjadi udara dingin dengan bantuan kipas. Perangkat alat ini mengkonsumsi daya 800 W, *Preheater, reheater*, mengkonsumsi daya 250 W, Humidifier heating mengkonsumsi daya 150 W. *Temperatur measuring range*, dari 0 - 50 °C, *Humidity measuring range*, dari 0 - 100 %



Gambar 4 Diagram alir penelitian

2.1 Proses pengambilan data

Penelitian ini menggunakan metode pengambilan data lewat data logger yang dilakukan pada laboratorium thermofluida. Pengambilan data yang dilakukan dilakukan selama interval waktu satu menit selama 24 jam dengan sensor *autonic*.



Gambar 2 Set up pengambilan data

Setelah semua peralatan disiapkan untuk pengambilan data, Langkah awal adalah melakukan kalibrasi peralatan untuk menyesuaikan sensor-sensor peralatan sehingga didapatkan hasil yang bagus.



Gambar 3 Kalibrasi peralatan

Dalam pengambilan data yang dilakukan set-up data logger yang digunakan untuk menyimpan data perlu dipersiapkan dan dilakukan *setting* terlebih dahulu. Data logger yang digunakan berupa *autonic software* dan juga timbangan digital untuk mendapat dan merekam data selama 24 jam.



Gambar 4 Setting data logger

Setelah semua setting peralatan selesai dilakukan maka Langkah selanjutnya adalah proses pengambilan data yang dilakukan selama 24 jam dalam interval 1 menit.

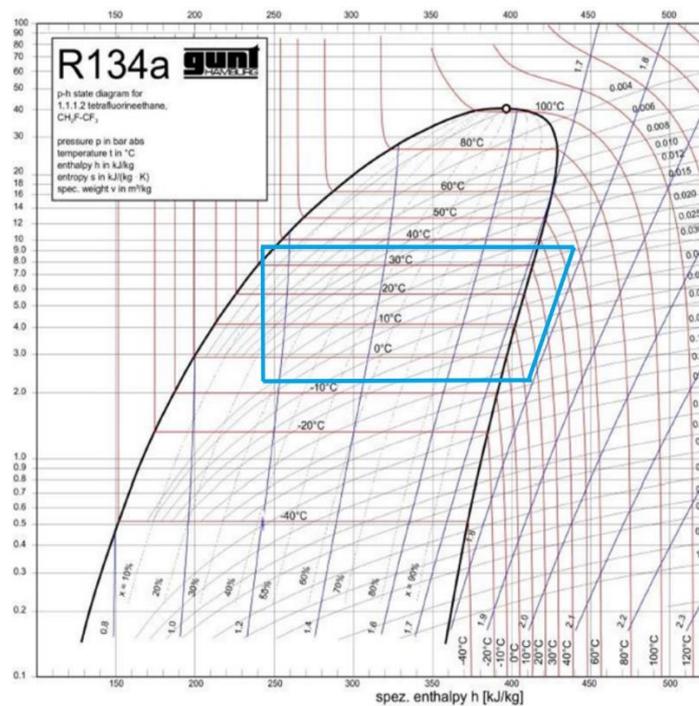


Gambar 5 Proses pengambilan data

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil PH diagram

Pada gambar 6 ditampilkan hasil penggambaran PH diagram pada penelitian yang telah dilakukan. Pada gambar 6 Terlihat tekanan rendahnya bernilai 2,4 bar sedangkan tekanan tertingginya atau keluar kompresor bernilai 9,4 bar. Dari PH diagram diatas dapat ditentukan nilai enthalpy dan dapat ditentukan nilai COP dari AC yang sedang diteliti. Adapun nilai COP yang didapatkan adalah sebesar 7,8 dan hal ini menunjukkan performa dari sebuah AC masih sangat bagus karena minimal nilai nya yaitu 2.

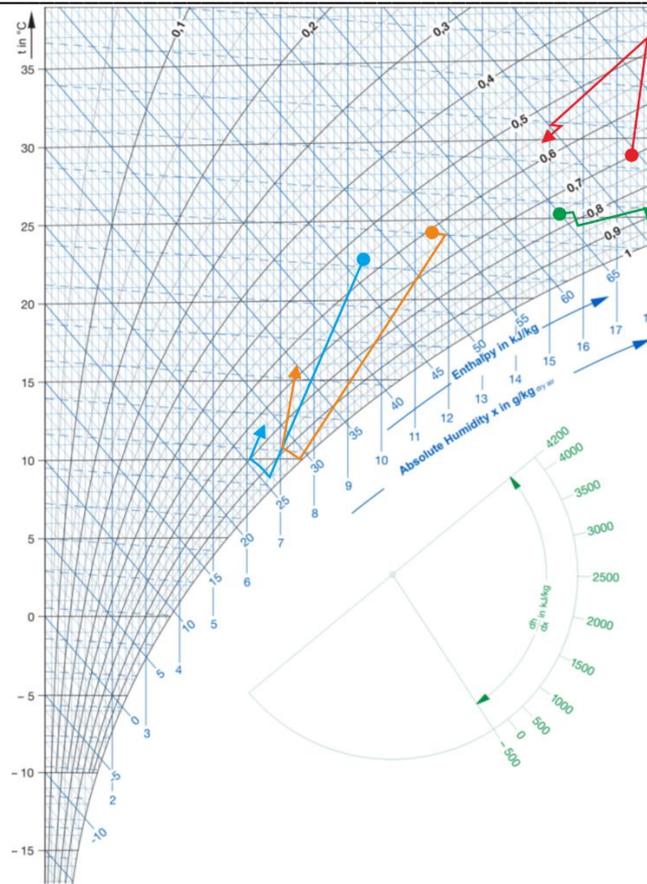


Gambar 6 Hasil PH diagram

4.2 Psychometric chart

Pada gambar 7 Pada *psychometric chart* digambarkan keempat pengkondisian udara yang terjadi pada AC saat dilakukan penelitian. Dari gambar 7 dilihat masing-masing tren dari setiap pengkondisian udara dimana ditunjukkan bahwasannya tren *dehumidifying* dan *cooling* memiliki tren yang hampir sama. Sedangkan heating memiliki tren yang cenderung naik karena memiliki temperatur tinggi pada udara. Sama halnya dengan *humidifying* yang memiliki tren lebih ke arah kelembaban yang mencapai 100%.

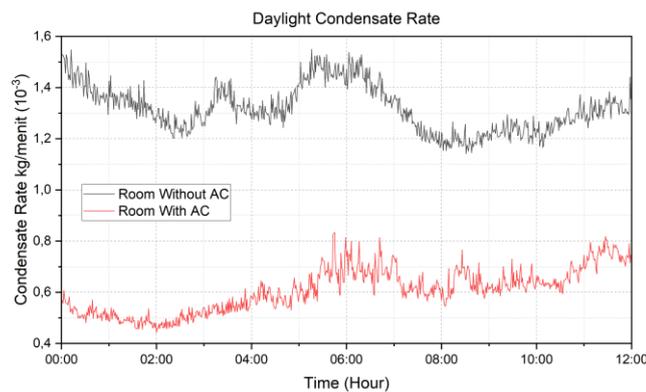
Dengan melihat keempat macam perubahan pengkondisian udara, disini dapat disimpulkan bahwasannya pengkondisian udara yang nyaman dan baik bagi manusia pada umumnya yaitu pada saat pengkondisian udara *cooling* dan *dehumidifying*.



Gambar 7 Psychrometric chart

4.3 Hasil Laju Kondensasi

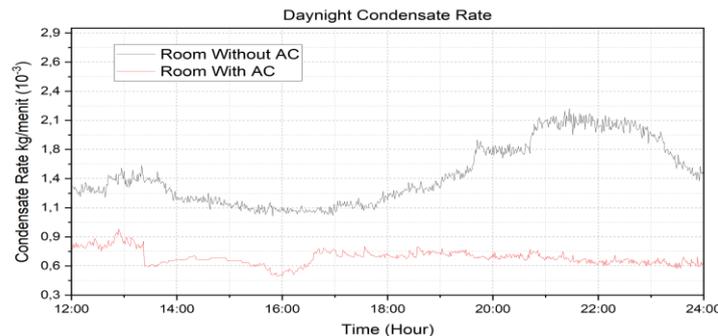
Pada gambar 8 ditunjukkan hasil laju kondensasi pada pengujian dengan perhitungan secara teoritikal pada saat siang hari. Pada gambar 4.3 hasil laju kondensasi tertinggi terlihat pada variasi ruangan tanpa menggunakan AC. Sedangkan laju kondensasi pada variasi ruangan dengan AC menunjukkan hasil yang cenderung stabil namun lebih rendah dari variasi ruangan tanpa menggunakan AC.



Gambar 8 Grafik perbandingan laju kondensasi daylight

Pada gambar 9 merupakan grafik laju kondensasi yang terjadi pada malam hari dengan kedua variasi data. Dapat dilihat bahwasannya nilai laju kondensasi terbesar terjadi pada variasi ruangan tanpa menggunakan AC dengan selisih nilai yang terhitung besar yaitu sekitar 0,003 kg/menit. Pada gambar 9 Dapat dilihat pada kondisi malam hari pada variasi

ruangan tanpa AC memiliki nilai laju kondensasi yang cenderung besar. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi temperatur dan RH udara lingkungan sekitar yang memiliki nilai cenderung naik dimalam harinya. Penulis menganalisa tingginya temperatur dan RH pada malam hari terjadi karena kondisi lingkungan sekitar yang sedang gerimis sehingga temperatur ruang naik diikuti dengan kelembaban yang meningkat karena akibar dari gerimis yang ditimbulkan. Sedangkan pada variasi ruangan dengan AC laju kondensasi cenderung stabil dengan kenaikan yang tidak begitu signifikan hal ini karena suhu pada ruangan dijaga dengan AC sehingga temperatur dan RH nya terjaga dengan baik.



Gambar 9 Grafik perbandingan laju kondensasi *daynight*

5. Kesimpulan

Nilai laju kondensasi pada variasi ruangan tanpa AC menunjukkan hasil laju kondensasi yang lebih besar dibandingkan dengan variasi ruangan menggunakan AC. Hal ini bisa terjadi karena pengaruh perbedaan nilai temperatur pada lingkungan yang tinggi sehingga menghasilkan nilai laju kondensasi pada evaporator yang besar. Adapun nilai rata-rata laju kondensasi pada variasi ruangan tanpa AC adalah 0,0014 kg/menit, sedangkan nilai laju kondensasi rata-rata pada variasi ruangan menggunakan AC adalah 0,0006 kg/menit. Pada penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwasannya nilai laju kondensasi yang terjadi sangat erat kaitannya dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan juga nilai *relative humidity*, semakin tinggi temperature lingkungan maka akan menghasilkan laju kondensasi yang besar. Sebaliknya semakin kecil nilai *relative humidity* maka semakin besar laju kondensasi yang dihasilkan

Daftar Pustaka

- [1] Silberstein BWBJTE. Refrigerant & Air Conditioning Technology. 6th ed. DELMAR CENGAGE LEARNING; 2009.
- [2] Welch ART and TC. refrigeration & air conditioning. Third. Butterworth-Heinemann; 2000.
- [3] Wang SK. Handbook of air conditioning and refrigeration. Vol. 32, Choice Reviews Online. 1994. 32-0959-32-0959 p.
- [4] Lancaster B. Rainwater harvesting for dryland and beyond. 2019 [cited 2023 Sep 13]. Water Harvesting. Available from: <https://www.harvestingrainwater.com/product/rainwater-harvesting-for-drylands-and-beyond-volume-2-3rd-edition-new-2019/>
- [5] Hawken P. he Most Comprehensive Plan Ever Proposed to Reverse Global Warming. Drawdown, editor. Penguin Books; 2017.
- [6] Irsyad MI. Studi Eksperimen Unjuk Kerja Sistem Refrigerasi Single State dengan Variasi Expansion Device. 2017; Available from: <https://repository.its.ac.id/47429/%0Ahttps://repository.its.ac.id/47429/1/2114105045-Undergraduate-Theses.pdf>
- [7] Moran MJ. Engineering thermodynamics. Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators: Fundamentals and Modeling. 2018. 12-1-12-32 p.
- [8] Nils SK and. "HSI Training System for Refrigeration and Air Conditioning Technology. GUNT, Gerätebau, Barsbüttel, Germany; 2019.
- [9] Anshori G. Pojokdingin.com. 2018 [cited 2023 Sep 13]. Cara Menghitung COP menggunakan Diagram PH. Available from: <https://www.pojokdingin.com/2021/12/Cara-Menghitung-COP-menggunakan-Diagram-PH.html>
- [10] Fudholi A, Othman MY, Ruslan MH, Yahya M, Zaharim A, Sopian K. Design and testing of solar dryer for drying kinetics of seaweed in Malaysia. Recent Res Geogr Geol Energy, Environ Biomed - Proc 4th WSEAS Int Conf EMESEG'11, 2nd Int Conf WORLD-GEO'11, 5th Int Conf EDEB'11. 2011;(July):119-24.