

Performansi Sistem Pendingin Dengan Staggered Solid Dry Pad Pendingin Awal Udara Evaporator

Gede Biyan Mulyana¹⁾, Hendra Wijaksana²⁾, Ketut Astawa³⁾

¹⁾Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana,
Jl.P.B. Sudirman Denpasar Bali

^{2,3)}Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran Bali
Email: biyanmulyana@gmail.com, hendrawjks@gmail.com, awatsa@yahoo.com

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2019.v05.i02.p01>

Abstrak

Performansi sistem pendingin dengan penggunaan SDP yang tersusun staggered sebagai pendingin awal udara masuk evaporator dengan memvariasikan kecepatan laju aliran massa udara diharapkan dapat memperingan kerja pada kompressor. Metode pengujian dilakukan dengan cara menguji kinerja mesin dan performan sistem pendingin dengan SDP dan tanpa SDP. Variabel yang diukur saat pengujian adalah evaporator, SDP, COP, dan daya compressor. Dari hasil penelitian didapat bahwa Performansi sistem pendingin dengan penggunaan SDP yang tersusun staggered sebagai pendingin awal udara masuk evaporator dengan menvarasikan kecepatan laju aliran massa udara, bahwa penggunaan SDP sangat berpengaruh dengan baik dalam menurunkan temperatur udara masuk sampai 17 °C dibandingkan tanpa menggunakan SDP. Pada pemakaian SDP konsumsi daya kompresor pendinginan masing – masing mencapai 0,330 kW, 0,313 kW dan 0,297 kW lebih efektif daripada tanpa menggunakan SDP sebesar 0,363 kW. Lalu pada kapasitas pendinginan yang terbaik juga dengan penggunaan SDP sebesar 3,044 kW, 1,664 kW dan 0,879 kW, hal ini berdampak pada hasil COP yang terbaik dengan penggunaan SDP ialah 11,6. Pada sifat udara yang dihasilkan yaitu pendinginan dan dehumidifikasi dimana udara tersebut akan didinginkan dan dikeringkan.

Kata kunci: *solid dry pad, pendingin, evaporator.*

Abstract

The performance of the cooling system with the use of SDP arranged staggered as the initial cooling of the air entering the evaporator by varying the speed of the air mass flow rate is expected to reduce the work on the compressor. The testing method is done by testing the engine performance and performance of the cooling system with SDP and without SDP. Variables measured during testing are evaporator, SDP, COP, and compressor power. From the results of the study, it was found that the performance of the cooling system with the use of SDP arranged staggered as the initial cooling of the air entering the evaporator by varying the speed of air mass flow, that the use of SDP is very influential in reducing the air temperature to 17 °C compared without using SDP. The use of SDP for cooling compressor power consumption reaches 0.330 kW, 0.313 kW and 0.297 kW more effectively than without using SDP of 0.363 kW. Then at the best cooling capacity also with the use of SDP of 3.044 kW, 1.664 kW and 0.879 kW, this has an impact on the COP results the best with SDP use is 11.6. In the nature of the air produced is cooling and dehumidification where the air will be cooled and dried.

Keywords: *solid dry pad, cooling, evaporator*

1. PENDAHULUAN

Sistem pendingin menggunakan *air conditioning* (AC) dan refrigrasi semakin diperlukan industri – industri untuk meningkatkan kenyamanan udara pada suatu ruangan. Pada saat ini metode refrigrasi digunakan untuk merubah temperatur udara ruangan menjadi lebih rendah daripada temperatur udara lingkungan, sehingga terjadi kenyamanan udara atau kualitas udara tersebut lebih meningkat pada suatu ruangan. Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis memiliki temperatur udara berkisar 28° - 35°C . sedangkan kondisi nyaman udara pada suatu bangunan temperature 22°C - 25°C memiliki kelembaban *Relative Humidity* 40%-60%. (ASHRAE, ASHRAE standart 62-1989 ASHRAE, Washington DC (1989)

Penggunaan AC berbasis kompressor sangat membutuhkan energi terbesar pada hotel, perumahan maupun industri – industri yang membutuhkan pendinginan sebagai kebutuhan untuk meningkatkan kualitas temperatur. Pada hal tersebut awal evaporator akan diletakan sebuah inovasi *Solid Dry Pad* (SDP) yang dimana pada komponen tersebut akan diberi *dry ice* sebagai material pendingin alternatif yang mudah didapatkan. SDP yang digunakan berupa susunan pipa secara staggered. Pada penampung atau *storage dry ice* akan dimana *staggered* bisa disebut dengan susunan zig - zag.

Berdasarkan penelitian ini akan dilakukan pengujian untuk mengurangi kebutuhan listrik pada AC dengan memberikan pendinginan awal evaporator udara masuk dengan menggunakan SDP. Dari penelitian ini material es kering sebagai pendingin yang digunakan pada dasarnya merupakan fase padat dari karbon dioksida (CO_2) yang tersusun atas dua atom oksigen terikat pada satu atom karbon. *Dry ice* ini merupakan bahan yang tidak mempunyai warna, tidak memiliki bau yang tidak sedap, tidak mudah terbakar dan sedikit asam. Pada suhu diatas $-56,4^{\circ}\text{C}$ ($-69,5^{\circ}\text{F}$) dan tekanan dibawah 5,2 bar, perubahan pada karbon dioksida dari fase padat ke gas tanpa bentuk cair, melalui proses yang disebut dengan sublimasi. Proses yang berlawanan disebut deposisi, dimana perubahan pada karbon dioksida dari fase gas ke fase padat . Saat tekanan atmosfer, sublimasi / deposisi terjadi ketika temperatur $-78,5^{\circ}\text{C}$ ($-109,3^{\circ}\text{F}$). Kepadatan es kering bervariasi, tetapi biasanya berkisar antara sekitar 1,4 dan $1,6 \text{ g / cm}^3$ ($87 - 100 \text{ lb / ft}^3$). Suhu rendah sublimasi langsung ke gas membuat es kering merupakan pendingin dengan efektivitas yang baik. Entalpi sublimasi *dry ice* sebesar 571 kJ / kg ($25,2 \text{ kJ / mol}$). (Energy Institute London, 2010)

Dengan hal tersebut diatas, penulis ingin melakukan pengujian kembali menggunakan SDP ini diharapkan dapat memperingan kerja pada kompressor dengan melakukan pendinginan awal udara masuk evaporator. Dimana SDP tersebut terdapat material dari *dry ice* (Es Kering) yang efektif untuk menurunkan suhu ruangan.

2. METODE

2.1 Variabel Penelitian

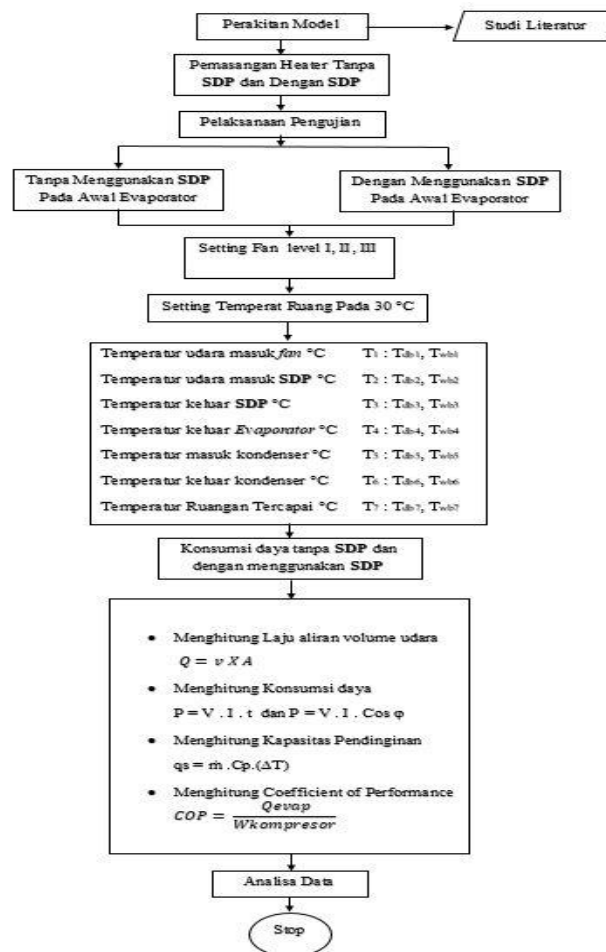
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi munculnya suatu gejala. Dalam Penelitian ini variabel bebas adalah pengaruh laju aliran massa udara *fan* menggunakan SDP yang sebesar Level I : $3,5 \text{ m / s}$, Level II : $5,2 \text{ m / s}$ dan Level III : 6 m / s .

3.1.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah:

- q_E (evaporator)
- q_{SDP} (SDP)
- q_K (kondenser)
- COP (Coefficient of performance)
- W (Daya Kompressor)

2.2 Diagram Alir Penelitian

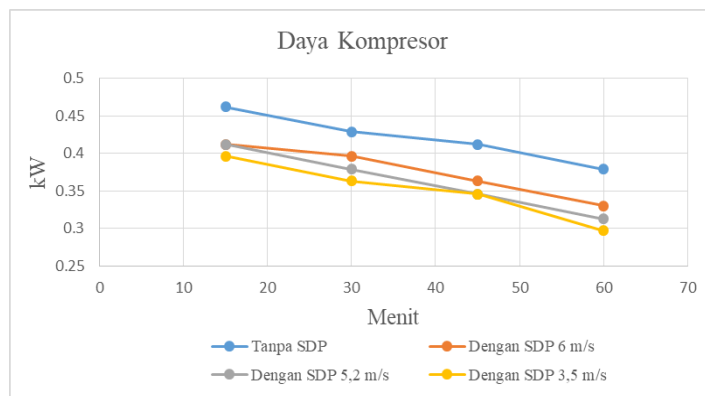


Gambar 4. Diagram alir prosedur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

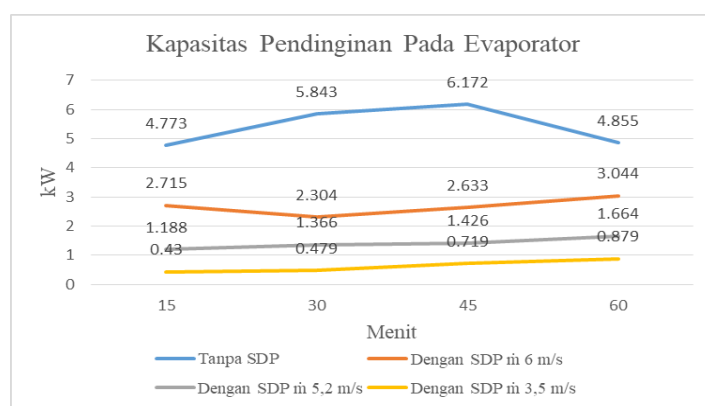
3.1 Grafik Daya Pada Kompresor

Analisa daya kompresor pada waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit tanpa menggunakan SDP dan dengan menggunakan SDP perbandingan dapat dilihat pada gambar 4.1 dalam gambar saat waktu 60 menit tanpa penggunaan SDP memerlukan daya 0,363 kW, untuk dengan penggunaan SDP dan laju aliran massa udara 6 m/s membutuhkan daya 0,330 kW, sedangkan menggunakan SDP dengan laju aliran massa udara 5,2 m/s memerlukan 0,313 kW pada waktu 60 menit dan penggunaan SDP pada laju aliran massa udara 3,5 m/s sebesar 0,297 kW. Semua kondisi yang terlihat dalam penggunaan SDP pada sistem *air conditioning*, lebih efektif untuk digunakan daripada tanpa menggunakan SDP pada sistem *air conditioning*.



Gambar 5. Grafik kurva batang daya kompresor

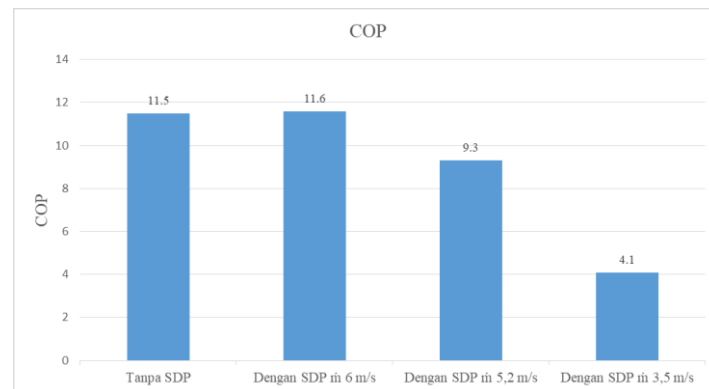
3.2 Grafik Kapasitas Pendinginan Pada Evaporator



Gambar 6. Grafik kapasitas pendinginan pada evaporator

Perbandingan analisa kapasitas pendinginan evaporator saat setting tanpa SDP dan menggunakan SDP pada variasi laju aliran massa udara dapat dilihat pada gambar 4.2 untuk mencapai dalam waktu 60 menit tanpa menggunakan SDP evaporator memerlukan daya 4,855 kW, untuk dengan SDP pada laju aliran massa udara 6 m/s memerlukan daya 3,044 kW, saat dengan SDP laju aliran massa udara 5,2 m/s evaporator memerlukan daya 1,664 kW dan dengan SDP pada laju aliran massa udara 3,5 m/s diperlukan daya sebesar 0,879 kW. Pencapaian saat waktu 45 menit tanpa menggunakan SDP memerlukan daya 6,172 kW, dengan menggunakan SDP pada laju aliran massa udara 6 m/s diperoleh daya 2,633 kW, pada penggunaan SDP laju aliran massa udara 5,2 m/s daya yang digunakan 1,426 kW dan SDP laju aliran massa udara 3,5 m/s dikeluarkan daya sebesar 0,719 kW. Waktu pengujian 30 menit tanpa SDP memerlukan daya 5,843 kW, penggunaan SDP laju aliran massa udara 6 m/s memperoleh daya 2,304 kW, kemudian pada SDP laju aliran massa udara 5,2 m/s memerlukan daya 1,366 kW dan laju aliran massa udara 3,5 mendapatkan daya 0,479 kW. Dan analisa percobaan terakhir pada waktu 15 menit tanpa menggunakan SDP menghasilkan daya 4,773 kW, percobaan dengan memakai SDP pada laju aliran massa udara 6 m/s memperoleh daya sebesar 2,715 kW, pada penggunaan SDP laju aliran massa udara 5,2 m/s mendapatkan daya 1,188 kW dan pemakaian SDP dengan laju aliran massa udara 3,5 membutuhkan daya sebesar 0,430 kW. Dari semua kondisi yang terlihat dengan menggunakan SDP laju aliran massa udara 3,5 m/s membutuhkan daya lebih sedikit daripada tanpa SDP dan variasi yang lainnya, karena penggunaan SDP tersebut mempermudah kerja pendinginan evaporator yang bertujuan meringankan kerja kompresor AC.

3.3 Grafik *Coefficient of Performance (COP)*



Gambar 7. Grafik *coefficient of performance*

Gambar diatas menunjukkan COP pada perbandingan kecepatan, grafik tersebut menunjukkan hasil yang menurun yang dapat dilihat bahwa adanya perbedaan antara COP tanpa SDP memperoleh sebesar 11,5 dan dengan menggunakan SDP dengan kecepatan aliran massa udara yang dari 6 m/s memiliki COP sebesar 11,6 dan laju aliran massa udara 5,2 m/s dengan 3,5 m/s memperoleh COP 9,3 dan 4,1. Dari analisa tersebut tanpa SDP dan menggunakan SDP dengan variasi kecepatan laju aliran massa udara 3,5 m/s yang mengalami penurunan yang jauh dari pada yang lainnya, karena diakibatkan penurunan kapasitas pendinginan evaporator dan penurunan kerja kompresor AC.

4. SIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah performansi sistem pendingin dengan penggunaan SDP yang tersusun staggered sebagai pendingin awal udara masuk evaporator dengan menvarasikan kecepatan laju aliran massa udara, bahwa penggunaan SDP sangat berpengaruh dengan baik dalam menurunkan temperatur udara masuk sampai 17 °C dibandingkan tanpa menggunakan SDP. Pada pemakaian SDP konsumsi daya kompresor pendinginan masing – masing mencapai 0,330 kW, 0,313 kW dan 0,297 kW lebih efektif daripada tanpa menggunakan SDP sebesar 0,363 kW. Lalu pada kapasitas pendinginan yang terbaik dengan penggunaan SDP sebesar 3,044 kW, 1,664 kW dan 0,879 kW, hal ini berdampak pada hasil COP yang terbaik dengan menggunakan SDP ialah 11,6. Pada sifat udara yang dihasilkan yaitu pendinginan dan dehumidifikasi dimana udara tersebut akan didinginkan dan dikeringkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]ASHRAE. 1989. *Handbook of Fundamental, Chapter 8: Physiological Principles, Comfort, and Health*, ASHRAE, USA.
- [2]Carrier Air Conditioning Company. 1965. *Handbook of Air Conditioning System Design* , McGraw-Hill Book Company, New-York.
- [3]Energy Institute London. 2010. *Good Plant Design And Operation For Onshore Carbon Capture Installations And Onshore Pipelines*, London.
- [4] Sungadiyanto. 2006. “Studi Eksperimental Performa Mesin Pengkondisian Udara (AC) MC Quay Dengan Refrigerant R-22” Universitas Semarang.
- [5] Stoecker W.F, Jones J.W. 1982. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Airlangga, Jakarta.