

# Pengaruh Penambahan Suplai Udara Dingin Pada Pengkondisian Udara KTENG-1000 AHU Menggunakan Sistem Kontrol Temperatur

Muhammad Idris Putra<sup>\*1</sup>, Yuliadi Erdani<sup>2</sup>, Raden Rinova Siswono<sup>3</sup>, Bahdin Ahad Badia<sup>4</sup>,  
Fachrizal Cesar Putra<sup>5</sup>

<sup>1,4,5</sup>Prodi Teknologi Metalurgi Industri Logam, Politeknik Tridaya Virtu Morosi, Konawe

<sup>2</sup>Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari 93232

e-mail: <sup>\*1</sup>bungidris010@gmail.com

## Abstrak

Pengkondisian udara merupakan upaya yang dilakukan untuk mengkondisikan udara ruangan sesuai dengan temperatur yang diinginkan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mengontrol sistem pendinginan dengan menggunakan temperatur kontrol dan untuk mengetahui pengaruh penambahan suplai udara dingin terhadap parameter-parameter psikrometrik yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rangkaian yang digunakan dalam sistem kontrol sangat menentukan kerja sistem mekanik pada alat KTENG-1000 AHU dan penambahan suplai udara dingin pada proses pendinginan udara ruang terbukti mampu mempercepat proses pendinginan yang terjadi.

**Kata kunci**—Pengkondisian Udara, Sistem Pendinginan, Sistem Kontrol, KTENG-1000 AHU

## Abstract

Air-conditioning is an effort made for room air conditioning according to the desired temperature. The purpose of this study was to determine how to control the cooling system by using temperature control and to determine the effect of the cold air supply to the parameters that occur psychometric. The results showed that the circuit used in the control system will determine the mechanical system works on tool KTENG 1000 AHU and the addition of a cold air supply to the air cooling process chamber is able to accelerate the cooling process occurs.

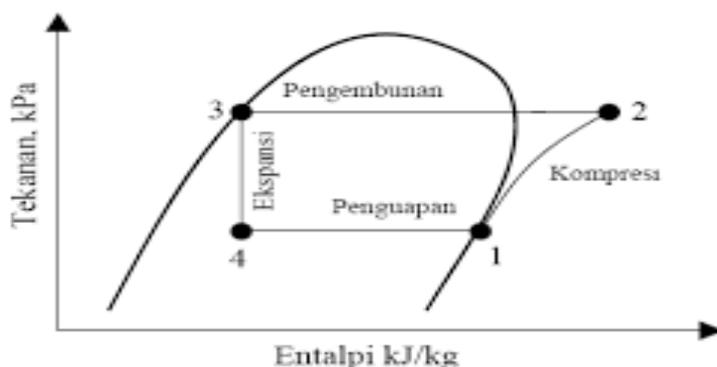
**Keywords**—Air Conditioning, Cooling Sistem, Control Sistem, KTENG-1000 AHU

## 1. PENDAHULUAN

Semakin banyaknya ditemukan refrigerant yang merupakan jenis yang ramah lingkungan dan juga dengan adanya berbagai penelitian dibidang refrigerasi, maka penerapan sistem refrigerasi telah berkembang cukup maju dan juga meliputi bidang yang cukup luas pula. Berbagai macam jenis mesin pengkondisian udara dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari keperluan rumah tangga, industri, pertanian, perminyakan dan sebagainya. Sistem suplai udara luar yang bertemperatur lebih rendah ini diyakini dapat menurunkan beban kerja komponen pendinginan seperti evaporator, maka dengan melakukan analisa parameter-

parameter Psikrometrik pada ruang udara yang dikondisikan serta menganalisa bagaimana kerja pendinginan yang dilepas ke sistem oleh evaporator tersebut, apakah ada perubahan jika menggunakan penambahan udara suplai yang bertemperatur lebih rendah.

Sesuai dengan kegunaannya mesin pendingin terdiri dari beberapa jenis antara lain Refrigerator untuk keperluan Industri, Lemari es / Kulkas, Freezer (Pembekuan / pendingin makanan dan minuman), Penyejuk ruangan (*AC/Air Conditioning*), Dispenser (untuk menghasilkan air panas dan dingin), dan Kipas angin penyejuk.



Gambar 1. Diagram alir sistem kompresi uap standar (model proses)

Siklus refrigerasi kompresi mengambil keuntungan dari kenyataan bahwa fluida yang bertekanan tinggi pada suhu tertentu cenderung menjadi lebih dingin jika dibiarkan mengembang. Jika perubahan tekanan cukup tinggi, maka gas yang ditekan akan menjadi lebih panas daripada sumber dingin diluar (contoh udara diluar) dan gas yang mengembang akan menjadi lebih dingin daripada suhu dingin yang dikehendaki.

Sistem pengkondisian udara (*air conditioning system*) merupakan komponen penting dalam menjaga kenyamanan lingkungan kerja, khususnya pada fasilitas industri dan bangunan komersial [1]. Pengaturan suhu dan kelembaban udara yang optimal dapat meningkatkan produktivitas pekerja dan menjamin kualitas produk atau layanan yang dihasilkan. Namun, salah satu tantangan utama dalam penerapan sistem pengkondisian udara adalah efisiensi energi dan biaya operasional yang tinggi [2].

Teknologi Air Handling Unit (AHU) telah banyak digunakan dalam sistem pengkondisian udara modern untuk mendistribusikan udara yang telah diproses ke seluruh area bangunan [3]. AHU berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pengolahan udara, meliputi proses penyaringan, pemanasan, pendinginan, dan pendistribusian udara ke ruangan yang dituju. Namun, kapasitas pendinginan yang terbatas pada AHU konvensional dapat menyebabkan ketidaknyamanan termal dan meningkatkan beban pendinginan pada sistem terpusat [4]. Untuk mengatasi masalah ini, penambahan suplai udara dingin dari sumber eksternal dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan kinerja sistem pengkondisian udara [5].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penambahan suplai udara dingin pada sistem pengkondisian udara dapat meningkatkan kinerja pendinginan dan efisiensi energi [6]. Dengan memanfaatkan sumber udara dingin tambahan, beban pendinginan pada sistem utama dapat dikurangi, sehingga menghemat konsumsi energi dan biaya operasional. Namun, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada sistem pengkondisian udara konvensional atau skala kecil. Sangat sedikit penelitian yang dilakukan pada sistem pengkondisian udara skala besar dengan penggunaan Air Handling Unit (AHU) berkapasitas tinggi [7].

Penelitian ini berfokus pada evaluasi pengaruh penambahan suplai udara dingin pada sistem pengkondisian udara KTENG-1000 AHU yang dilengkapi dengan sistem kontrol temperatur. KTENG-1000 AHU adalah unit pengkondisian udara berkapasitas tinggi yang digunakan dalam fasilitas industri besar. Dengan mengintegrasikan suplai udara dingin

tambahan dari sumber eksternal, diharapkan sistem dapat mencapai tingkat pendinginan yang lebih tinggi dengan biaya operasional yang lebih rendah [8].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis peningkatan kinerja sistem dalam hal efisiensi energi, kapasitas pendinginan, dan kenyamanan termal di area yang dilayani. Penelitian ini akan melibatkan pengukuran dan analisis data berdasarkan parameter operasional sistem, seperti suhu udara, kelembaban, konsumsi energi, dan tingkat kenyamanan termal. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam optimalisasi sistem pengkondisian udara skala besar dan menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut di bidang ini.

Selain itu, penelitian ini juga akan mempelajari pengaruh penambahan suplai udara dingin terhadap kualitas udara dalam ruangan (indoor air quality) dan potensi penghematan biaya operasional dalam jangka panjang. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pengkondisian udara yang lebih efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan.

Dalam penerapan sistem pengkondisian udara, khususnya pada fasilitas industri, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi. Pertama, beban pendinginan yang besar akibat proses produksi atau aktivitas yang menghasilkan panas berlebih. Kedua, kebutuhan untuk menjaga kualitas udara yang baik di lingkungan kerja untuk menjamin kesehatan dan keselamatan pekerja. Ketiga, kebutuhan untuk memastikan distribusi udara yang merata di seluruh area fasilitas [9].

Penelitian ini akan mengeksplorasi kemampuan sistem KTENG-1000 AHU dengan penambahan suplai udara dingin dalam mengatasi tantangan-tantangan tersebut. Dengan mengoptimalkan kinerja sistem, diharapkan dapat dicapai kondisi lingkungan kerja yang nyaman, sehat, dan aman, serta efisiensi energi yang lebih baik [10].

Metodologi penelitian yang akan digunakan meliputi pengukuran langsung pada sistem KTENG-1000 AHU, simulasi komputer, dan analisis data menggunakan metode statistik dan pemodelan matematis. Pengukuran akan dilakukan pada kondisi operasional normal dan setelah penambahan suplai udara dingin, sehingga dapat dilakukan perbandingan dan evaluasi dampak modifikasi sistem [11].

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pengkondisian udara yang lebih efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan, khususnya untuk aplikasi industri skala besar. Selain itu, temuan penelitian dapat menjadi acuan bagi industri dan pemerintah dalam merumuskan kebijakan dan regulasi terkait efisiensi energi dan pengendalian emisi gas rumah kaca dari sektor bangunan dan industri [12].

Pada penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mengontrol sistem pendinginan dengan menggunakan temperatur control dan untuk mengetahui pengaruh penambahan suplai udara dingin terhadap parameter-parameter psikrometrik.

## 2. METODE PENELITIAN

Peralat yang digunakan pada penelitian ini adalah KTENG-1000 AHU dan Kabel Rangkaian untuk aliran DC 24 Volt yang terdiri dari warna merah untuk aliran (+) dan warna biru untuk aliran (-). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah udara bebas dari ruangan Laboratorium sebagai fluida.

Adapun prosedur untuk penyusunan rangkaian kelistrikan dapat dilihat sebagai berikut:

### Langkah Pertama :

1. Mempersiapkan semua komponen-komponen yang ada pada alat KTENG-1000 AHU dan diperhatikan agar alat ini diletakkan di posisi yang aman untuk melakukan percobaan.
  2. Perhatikan kondisi lubang konektor pada komponen-komponen yang akan dirangkai, pastikan semua lubang bersih dari sambungan-sambungan kabel.
  3. Hubungkan kabel Power pada alat KTENG-1000 AHU dengan sumber tegangan 220V.
-

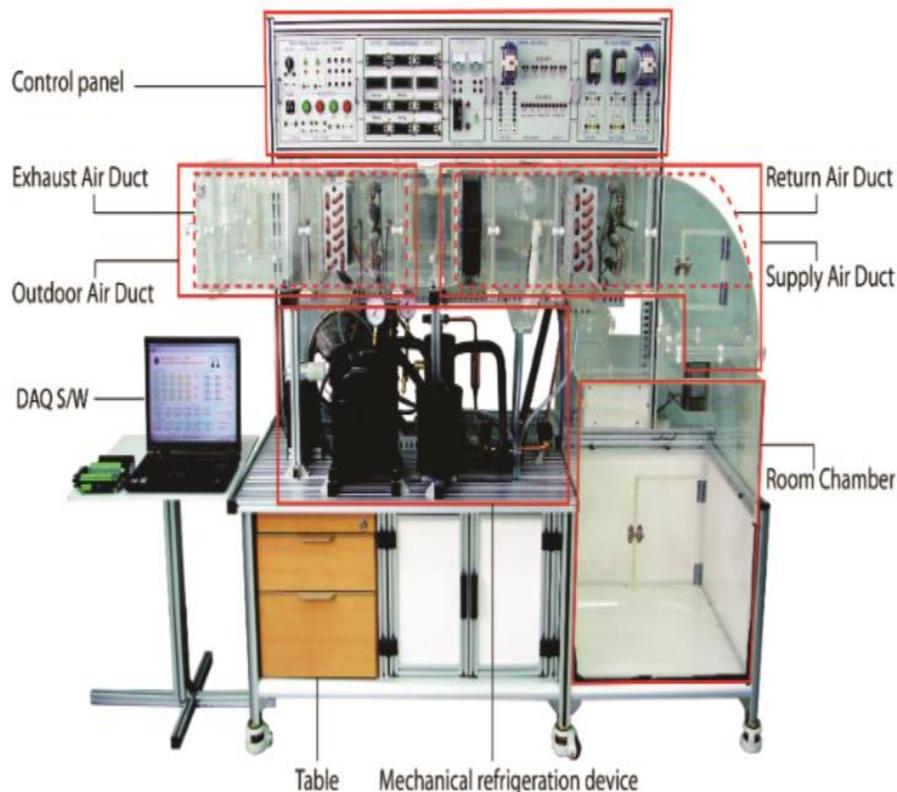
4. Hubungkan lubang konektor tegangan 24 volt ke lubang konektor Common © pada Toggle Switch (T/S) menggunakan kabel merah.
5. Pada bagian Toggle Switch gunakan rangkaian lubang konektor a (Normally Open), dan kemudian lubang konektor pada a ini dihubungkan dengan lubang konektor bertanda C (Common) pada Temperatur Controller (TC) menggunakan kabel yang berwarna merah.
6. Lubang konektor bertanda L(Lower) pada Temperatur Controller (TC) dihubungkan dengan lubang konektor No.7 di Relay menggunakan kabel yang berwarna merah.
7. Pada Relay, lubang konektor No.2 dihubungkan dengan lubang konektor Ground (GND) pada kontrol panel dengan kabel berwarna biru.
8. Lubang konektor bertanda a pada Toggle Switch dihubungkan dengan lubang konektor No.8 pada Relay dengan kabel berwarna merah.
9. Lubang konektor No.8 dihubungkan pada lubang konektor Positif (+) pada Blower Fan Motor menggunakan kabel berwarna merah
10. Lubang konektor negatif (-) pada Blower Fan Motor dihubungkan dengan lubang konektor Ground (GND) pada kontrol panel menggunakan kabel berwarna biru.
11. Lubang konektor No 5 pada Relay (Normally Closed) dihubungkan dengan lubang konektor Positif (+) yang dimiliki oleh masing-masing Condensor Fan Motor (CFM), Compressor, dan Selenoid Valve 1 (SV1) menggunakan kabel-kabel yang berwarna merah.
12. Lubang konektor negatif (-) pada Condensor Fan Motor (CFM), Compressor, dan Selenoid Valve 1 (SV1) masing-masing dihubungkan GND pada kontrol panel menggunakan kabel-kabel yang berwarna biru.
13. Periksa sambungan kabel-kabel dengan teliti pada tahap ini.
14. Aktifkan tombol ON yang ada pada T/S sehingga seluruh rangkaian elektrik tersebut terhubung dengan power 24V.
15. Semua komponen-komponen mekanik refrigerasi kompressor, Condensor Fan Motor(CFM), Blower Fan Motor (BFM), dan Selenoid Valve 1 akan aktif ON untuk mulai bekerja mendinginkan ruang pengkondisian udara.
16. Penggunaan Temperatur Controller (TC) lalu diaktifkan dengan mengatur nilai Temperatur Referensi yaitu 25.8°C dan juga mengatur besar nilai Temperatur Difference (diff) sebagai batas range temperatur operasi yaitu 0.5°C.
17. Mekanisme pendinginan akan berjalan hingga berada pada range temperatur yang telah di setting tersebut dan sistem akan ON dan OFF secara otomatis untuk mempertahankan temperatur yang telah ditentukan.
18. Data-data untuk tahapan langkah pertama dapat mulai diambil berupa pencatatan nilai-nilai temperatur yang diperlukan pada kontrol panel yaitu Temperatur ruang, temperatur udara luar, kelembaban relatif (RH) dan temperatur evaporator.

#### **Langkah Kedua :**

Pada tahap ini akan dilakukan pencampuran udara masuk dengan udara dingin yang telah dikeluarkan dari ruang pengkondisian dengan cara mengatur prosentase pembukaan Katup Exhaust dan Katup Udara Balik.

1. Sebelum mesin di ON kan, aturlah posisi pembukaan Katup Isap dengan kondisi pembukaan 50% dan posisi Katup Udara Balik dengan kondisi pembukaan 0%(tertutup penuh).
  2. Mesin KTENG-1000 AHU di ON kan.
  3. Amatilah keadaan pembacaan temperatur – temperatur yang diperlukan pada panel control
  4. Catatlah data-data temperatur tersebut sejak mesin di ON kan sampai mesin OFF secara otomatis hingga mesin tersebut ON kembali untuk mendinginkan udara ruang.
  5. Mesin di OFF kan untuk beberapa saat untuk persiapan pengambilan data berikutnya.
-

6. Sebelum mesin di ON kan, aturlah posisi pembukaan Katup Isap dengan kondisi pembukaan 100% dan posisi Katup Udara Balik dengan kondisi pembukaan 0%(tertutup penuh).
7. Ulangi pencatatan pada pembacaan temperatur paada panel kontrol seperti pada kondisi pembukaan katup isap 50%
8. Mesin di OFF kan untuk beberapa saat untuk persiapan pengambilan data berikutnya.
9. Setelah itu, untuk pengambilan data selanjutnya, aturlah posisi Katup Isap pada kondisi pembukaan 50% dan posisi Katup Udara Balik pada posisi pembukaan 50%.
10. Mesin KTENG-1000 AHU di ON kan.
11. Setelah beberapa saat mulailah mencatat data-data temperatur yang diperlukan pada panel kontrol.
12. Pengambilan data tersebut dimulai sejak mesin di ON kan hingga mesin OFF secara otomatis pada temperatur ruang terendah dan sampai mesin pendingin ON kembali secara otomatis.
13. Mesin di OFF kan untuk beberapa saat untuk persiapan pengambilan data berikutnya.
14. Selanjutnya, aturlah posisi Katup Isap pada kondisi pembukaan 100% (terbuka penuh) dan posisi Katup Udara Balik pada posisi pembukaan 100% (terbuka penuh).
15. Mesin KTENG-1000-AHU di ON kan.
16. Mulailah mencatat data-data temperatur yang diperlukan pada panel kontrol hingga mesin OFF lalu ON kembali.
17. Mesin KTENG-1000 AHU di OFF kan setelah pengambilan data selesai.



Gambar 2. Mesin KTENG-1000 AHU

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil eksperimen alat KTENG – 1000 AHU, maka diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Untuk pembukaan Katup Isap 50%.

Keadaan awal sebelum mesin pendingin dijalankan adalah:

- Temperatur Ruang : 31.8<sup>o</sup>C
- Relative Humidity (RH) : 66%
- Temperatur Luar : 31.8<sup>o</sup>C
- Kondisi : Sebelum penambahan udara dingin

Waktu Operasional	Temp. Ruang	RH (%)	Temp. Luar	Temp. Evaporator
5 menit	27.8 <sup>o</sup> C	53	31.8 <sup>o</sup> C	23.5 <sup>o</sup> C
8 menit	27.0 <sup>o</sup> C	54	31.8 <sup>o</sup> C	23.5 <sup>o</sup> C
10 menit	26.8 <sup>o</sup> C	54	31.8 <sup>o</sup> C	23.5 <sup>o</sup> C
15 menit	26.7 <sup>o</sup> C	55	31.8 <sup>o</sup> C	23.5 <sup>o</sup> C
21 menit	26.5 <sup>o</sup> C	54	31.8 <sup>o</sup> C	22.5 <sup>o</sup> C
26 menit	26.1 <sup>o</sup> C	55	31.8 <sup>o</sup> C	22.5 <sup>o</sup> C
33 menit	26.0 <sup>o</sup> C	56	31.8 <sup>o</sup> C	23.0 <sup>o</sup> C
41 menit	26.0 <sup>o</sup> C	56	31.8 <sup>o</sup> C	23.4 <sup>o</sup> C
45 menit	26.0 <sup>o</sup> C	56	31.8 <sup>o</sup> C	23.4 <sup>o</sup> C

2. Untuk Pembukaan Katup Isap 50% dan katup udara balik 50%.

Keadaan awal sebelum mesin pendingin dijalankan adalah:

- Temperatur Ruang : 31.4<sup>o</sup>C
- Relative Humidity (RH) : 67%
- Temperatur Luar : 31.8<sup>o</sup>C
- Kondisi : Penambahan udara dingin dengan bukaan katup udara balik 50%

Waktu Operasional	Temp. Ruang	RH (%)	Temp. Luar	Temp. Evaporator
6 menit	28.4 <sup>o</sup> C	51	31.8 <sup>o</sup> C	22.5 <sup>o</sup> C
11 menit	27.0 <sup>o</sup> C	52	32 <sup>o</sup> C	22.0 <sup>o</sup> C
16 menit	26.7 <sup>o</sup> C	53	31.9 <sup>o</sup> C	21.9 <sup>o</sup> C
21 menit	26.0 <sup>o</sup> C	54	32.1 <sup>o</sup> C	21.9 <sup>o</sup> C
27 menit	26.0 <sup>o</sup> C	53	32.2 <sup>o</sup> C	20.9 <sup>o</sup> C

3. Untuk pembukaan Katup Isap 100%.

Keadaan awal sebelum mesin pendingin dijalankan adalah:

- Temperatur Ruang : 31.8°C
- Relative Humidity (RH) : 66%
- Temperatur Luar : 31.8°C
- Kondisi : Sebelum penambahan udara dingin

Waktu Operasional	Temp. Ruang	RH (%)	Temp. Luar	Temp. Evaporator
6 menit	28.4°C	51	31.8°C	22.5°C
11 menit	27.0°C	52	32°C	22.0°C
16 menit	26.7°C	53	31.9°C	21.9°C
21 menit	26.0°C	54	32.1°C	21.9°C
27 menit	26.0°C	53	32.2°C	20.9°C

4. Untuk Pembukaan Katup Isap 100% dan katup udara balik 100%.

Keadaan awal sebelum mesin pendingin dijalankan adalah:

- Temperatur Ruang : 31.4°C
- Relative Humidity (RH) : 67%
- Temperatur Luar : 31.8°C
- Kondisi : Penambahan udara dingin dengan bukaan katup udara balik 100%

Waktu Operasional	Temp. Ruang	RH (%)	Temp. Luar	Temp. Evaporator
5 menit	26.1°C	45	31.8°C	21.3°C
6 menit	26.0°C	45	31.8°C	20.7°C
7 menit	25.4°C	45	31.8°C	20.2°C
8 menit	25.3°C	45	31.8°C	20.0°C

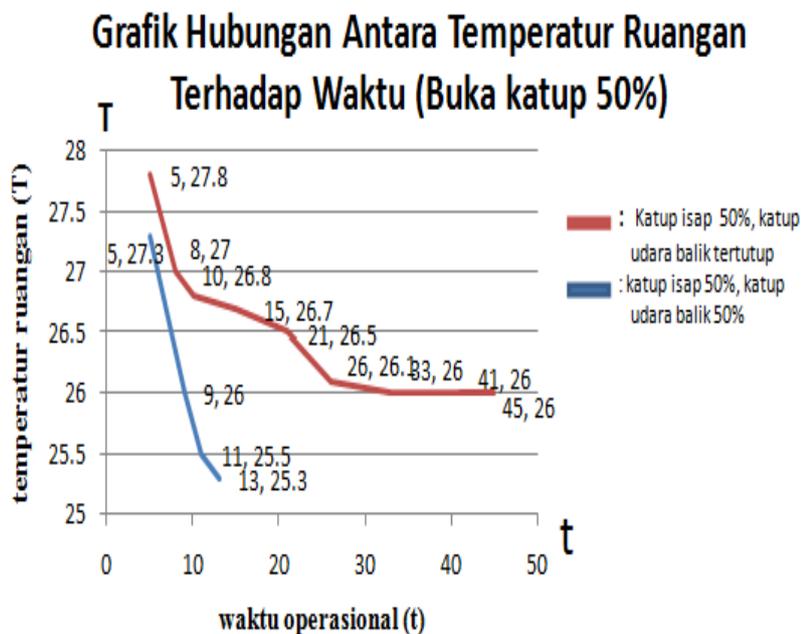
Dari data atau hasil yang diperoleh melalui eksperimen pada penelitian ini terlihat bahwa pada pembukaan katup isap 50%, suplai udara yang masuk kedalam duck adalah separuh dari kapasitas maksimumnya dimana menurut spesifikasi alat, pada saat pembukaan katup isap 50% laju aliran udara yang masuk adalah sebesar 4.2 m<sup>3</sup>/menit dengan temperatur masuk 31.8°C. Debit aliran udara yang masuk ini lalu bergerak menuju koil pendingin atau evaporator karena isapan dari Blower Fan Motor (BFM) dan udara tersebut didinginkan hingga suhu 25.3°C. Hal

ini dilakukan tanpa penambahan udara dingin dalam ruang pengkondisian udara, sehingga dapat dikatakan bahwa besarnya kalor yang diserap oleh evaporator ini adalah sebesar : Kalor yang diserap,  $Q = h_1 - h_2$ , atau sebesar 82 kJ/Kg (da) – 56 kJ/Kg (da), yaitu 26 kJ/Kg(da). Kalor yang diserap sebesar tersebut, dibutuhkan waktu selama 45 menit untuk mencapai temperatur ruang pengkondisian sebesar 26°C.

Hal yang menarik terlihat adalah ketika terjadi penambahan suplai udara dingin yang diperoleh dari pergerakan udara dari dalam ruang pengkondisian udara, dimana pada pembukaan katup udara suplai 50 % dan pembukaan katup isap yang juga 50%, maka waktu yang dibutuhkan oleh mesin pendingin untuk mencapai temperatur sebesar 26°C yaitu selama 9 menit saja dan untuk mencapai titik terendah temperatur setting sebesar 25.3°C dibutuhkan waktu 13 menit saja.

Selain itu efek dari pendinginan ini adalah terjadinya penurunan rasio kelembaban yaitu perbandingan massa uap udara dalam gram terhadap massa udara kering dalam kilogram dimana pada pembukaan katup udara isap sebesar 50% dan pembukaan katup udara balik sebesar 50% diperoleh penurunan rasio kelembaban dari 20 g/Kg (da) menjadi 10 g/Kg (da).

Penurunan temperatur dengan menggunakan penambahan suplai udara dingin pada bukaan katup isap 50% dan katup udara balik 50% lebih cepat dibandingkan dengan bukaan katup isap 50% tanpa penambahan udara dingin. Ini dapat dilihat dengan dengan semakin berkurangnya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setingan temperatur terendah sebagaimana tergambar dalam grafik hubungan antara temperatur ruang terhadap waktu pada bukaan katup 50% sebagai berikut :

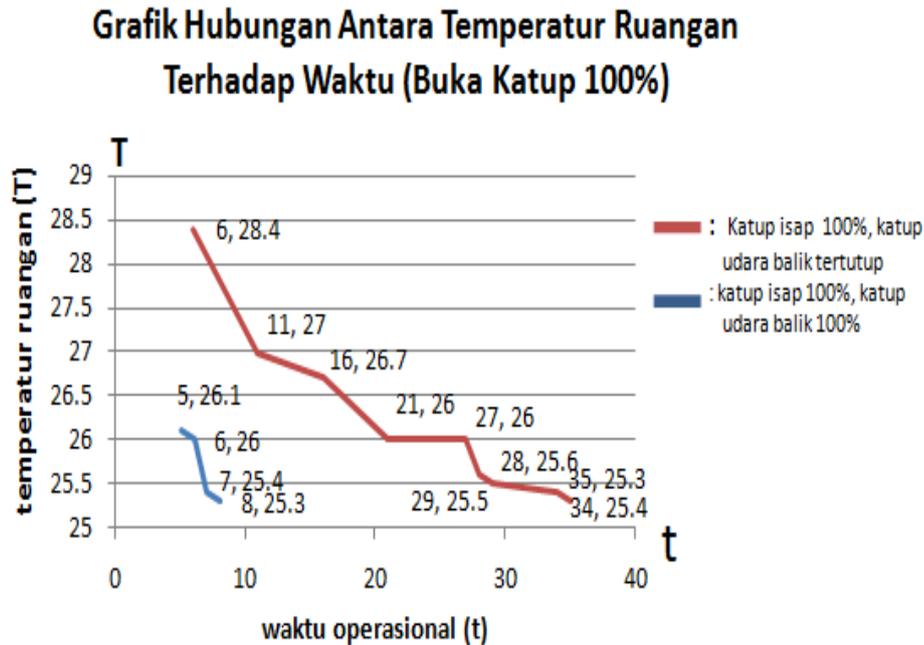


Gambar 3. Grafik hubungan perubahan temperatur terhadap waktu untuk bukaan katup 50%

Untuk pembukaan katup udara masuk 100% tanpa adanya penambahan sirkulasi udara dingin , untuk mendinginkan ruangan pengkondisian hingga mencapai temperatur seting terendah 25.3°C diperlukan waktu sebesar 35 menit. Pada kondisi ini terjadi penurunan rasio kelembaban dari 20.5 g/Kg (da) menjadi 11 g/Kg(da). Selanjutnya, ketika udara sirkulasi yang dingin dari dalam ruang pengkondisian di tambahkan dengan udara suplai dari luar, maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik terendah temperatur setingan 25.3°C yaitu menjadi 8 menit saja dimana terjadi penurunan rasio kelembaban udara dari 20 g/Kg(da) menjadi 9

g/Kg(da). proses pendinginan dengan penambahan suplai udara dingin dengan bukaan katup isap 100% dan katup udara balik 100% mampu mempercepat proses penurunan entalpi, rasio kelembaban, kelembaban relatif, temperatur bola basah dan temperatur bola kering.

Terbukti dengan semakin berkurangnya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setingan terendah dari 35 menit menjadi 8 menit saja. Hal ini dapat diamati pada grafik hubungan antara temperatur ruang terhadap waktu untuk bukaan katup 100% berikut :



Gambar 4. Grafik hubungan perubahan temperatur terhadap waktu untuk bukaan katup 100%

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan temperatur ruang udara pada pengkondisian udara menggunakan pengontrolan dengan titik terendah (lower value) perlu digunakan dengan memasukkan nilai temperatur setingan yang diinginkan dan memasukkan variasi temperatur (temperature difference) yang diinginkan.
2. Penambahan udara dingin kedalam suplai udara masuk yang bertemperatur lebih tinggi dapat merubah parameter-parameter psikrometrik ruang pengkondisian udara, dimana terjadi penurunan nilai entalpi, rasio kelembaban, volume spesifik udara, temperatur bola basah dan temperatur bola kering yang secara langsung dapat diamati dengan semakin berkurangnya waktu yang dibutuhkan mesin pendingin untuk mencapai titik temperatur setingan yang diinginkan. Penambahan suplai udara dingin dengan kapasitas pembukaan katup yang lebih besar yaitu 100% memberi efek yang lebih signifikan dibanding dengan kapasitas pembukaan katup 50 % yang lebih rendah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alahmer, M. Omar, A. Hosni, and A. Mayyas, "Pricing the environmental externalities from the use of residential air conditioning systems in the US," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 115, p. 109355, 2019, doi: 10.1016/j.rser.2019.109355.
- [2] H. Saffari and R. Hosseinpour, "Energy Optimization of Air Handling Unit (AHU) Using Genetic Algorithm," *Int. J. Air-Conditioning Refrig.*, vol. 26, no. 3, p. 1850021, 2018, doi: 10.1142/S2010132518500217.
- [3] J. Wang, Y. Xiao, X. Chen, and J. Zhang, "Energy-efficient control strategy for air handling unit based on grey predictor," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 168, p. 114837, 2020, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2019.114837.
- [4] M. Zaheeruddin and D. K. Yadav, "Decoupled control of temperature and humidity for an air handling unit," *Int. J. Refrig.*, vol. 63, pp. 135–152, 2016, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2015.11.006.
- [5] S. C. M. Hui and K. P. Cheung, "Application of a decoupled control strategy to air-handling units for energy efficient control," *Energy Convers. Manag.*, vol. 38, no. 15–17, pp. 1601–1618, 1997, doi: 10.1016/S0196-8904(96)00217-5.
- [6] S. A. Nada, H. E. Gad, H. S. Hussein, and M. Ookawara, "Performance enhancement of conventional air-conditioning unit through injection of Air/CO<sub>2</sub> mixture as a working fluid," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 124, pp. 1035–1045, 2017, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2017.06.097.
- [7] M. Zaheeruddin and V. K. Yadav, "Decoupled control of temperature and humidity for air handling unit with variable air volume system," *Energy Build.*, vol. 111, pp. 15–24, 2016, doi: 10.1016/j.enbuild.2015.11.020.
- [8] S. C. M. Hui and K. P. Cheung, "Application of a decoupled control strategy to air-handling units for energy efficient control," *Energy Convers. Manag.*, vol. 38, no. 15–17, pp. 1601–1618, 1997, doi: 10.1016/S0196-8904(96)00217-5.
- [9] R. Ramadhan, "Pengaruh Penggunaan Precooler Terhadap Kalor Yang Diserap Evaporator Pada Pengkondisian Udara Kteng-1000 Ahu," *J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2016.
- [10] Y. A. S. Jeri Tangalajuk Siang, Viktus Kolo Koten, "Pengaruh Letak Saluran Dan Kecepatan Udara Suplai Evaporator Terhadap Distribusi Temperatur Dan Kinerja Mesin Pengkondisian Udara," in *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) 2021*, 2021, pp. 1–9.
- [11] R. Sukarno, "Pengaruh Penggunaan Air Kondesat Sebagai Media Precooling Kondensor Terhadap Kinerja Sistem Pengkondisian Udara," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 5, no. 2, pp. 90–95, 2018, doi: 10.21009/jkem.5.2.6.
- [12] S. M. Dewantoro, "Analisis Efisiensi Sistem HVAC Gedung CPOB di PT. PHAPROS Tbk.," Universitas Semarang, 2020.
- [13] T. D. Putra and N. Finahari, "Pengaruh Perubahan Temperatur Media Pendingin Pada Direct Evaporative Cooler," *Proton*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2011.
- [14] T. Suprianto, *Sistem Pengkondisian Udara*, no. Januari 2024. Bandung: Poliban Press, 2024.
- [15] S. N. A.-Z. Shahid Ali Khan, Fan Wang, "Energy Recovery through Air Conditioning Machine's Condensate," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 3, no. 6, pp. 1165–1175, 2014.
- [16] X. Zhu *et al.*, "Air-conditioning condenser integrated with a spray system utilizing condensate water," *ASTRU Innov. power Eng. Conf.*, no. September, 2015.
- [17] S. A. Rachmayanti, "Perhitungan Ulang Sistem Pengkondisian Udara Pada Lantai 3 Mall Di Surabaya," 2015. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/72193/>
- [18] E. Z. Arini, "Studi Numerik Distribusi Temperatur dan Kecepatan Udara pada Ruang Kedatangan Terminal 2 Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014.

- 
- [19] P. Mirmanto, Sutanto, “Unjuk Kerja Kotak Pendingin Termoelektrik dengan Variasi Lanju Aliran Massa Air Pendingin`,” *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 44–48, 2018.
- [20] R. I. M. Sarwo Fikri, Azridjal Aziz, “Pengaruh Beban Pendingin Terhadap Temperatur Sistem Pendingin Siklus Kompresi Uap Dengan Penambahan Kondensor Dummy Tipe Multi Helical Coil Sebagai Water Heater,” *JOM FTEKNIK*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2022.
- [21] L. Nulhakim, “Uji Unjuk Kerja Pendingin Ruangan Berbasis Thermoelectric Cooling,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 85–90, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i1.829.
- [22] Usage Manual, “Automatic Control Equipment KTE-1000AHU Air Conditioning Unit”, KTENG Corporation, Korea.
-