

# PENGARUH PENGGUNAAN PRECOOLER TERHADAP KALOR YANG DISERAP EVAPORATOR PADA PENGKONDISIAN UDARA KTENG-1000 AHU

**Rahmat Ramadhan**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S1 Universitas Halu Oleo  
Kampus Hijau Bumi Tridarma Anduonohu, Kendari 93232

E-mail:rahmatramadhansufrudin@yahoo.co.id

## Abstrak

Pemanfaatan teknik pengkondisian udara ruang telah banyak dilakukan dalam dunia keteknikan dan industri untuk menciptakan kondisi ruang yang nyaman dan segar untuk meningkatkan produktifitas. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besar kalor rata-rata yang diserap oleh *evaporator* sebelum dan sesudah menggunakan *precooler*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan alat KTENG-1000 AHU sebagai media eksperimen dengan mengatur variasi besar pembukaan katup udara isap 50% dan 100% dimana eksperimen dilakukan tanpa *precooler* dan dengan penggunaan *precooler*. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebelum menggunakan *precooler*, pada pembukaan katup isap 50% besar kalor rata-rata yang diserap *evaporator* adalah 0.4975 kJ/s (497.5 watt) dan pada pembukaan katup 100%, besar kalor rata-rata yang diserap *evaporator* adalah 0.5262 kJ/s (526.2 watt). Setelah *precooler* digunakan pada pembukaan katup 50%, besar kalor rata-rata yang diserap *evaporator* adalah 0.2312 kJ/s (231.2 watt) dan pada pembukaan katup 100%, besar kalor rata-rata yang diserap *evaporator* adalah 0.273 kJ/s (273 watt).

**Kata Kunci:** *Pre-cooler, Evaporator, Kalor yang diserap, Pengkondisian Udara*

## Abstract

*Air conditioning technologies have been applied widely in engineering and industry purposes in order to establish room temperature preferences which are fresh and comfort to increase productivity. The research is aiming to calculate the mean heat absorbed by evaporator before and after the pre-cooler is applied to the system. The method applied in this research is experiment method by using KTENG 1000 AHU model as tools. In this experiment, volumetric rate variations of intake air are adjusted to 50% and 100% where the two conditions of both with pre-cooler and without pre-cooler are applied. The results of the study are that before using pre-cooler, the mean absorbed heat of evaporator is 0.4975 kJ/s(497.5 watt) the 50% opening intake air gate and is 0.5262 kJ/s (526.2 watt) for 100% opening intake air gate. After the pre-cooler is used, the amount of absorbed heat of evaporator is 0.2312 kJ/s(231.2 watt) for 50% opening intake air gate and is 0.273 kJ/s(273 watt) for 100% opening intake air gate.*

*Keywords: Pre-cooler, Evaporator, Absorbed heat, Air conditioning*

## 1. Pendahuluan

Manusia sesuai dengan fitrah keilmuannya selalu berusaha untuk merancang dan membentuk suatu situasi atau keadaan yang menyenangkan bagi dirinya dan bermanfaat bagi manusia lain secara luas atau global. Hal ini dapat dilihat dari usaha manusia untuk mengkondisikan ruangan yang nyaman bagi segala aktifitasnya sehingga diperoleh kepuasan kerja dan untuk meningkatkan produktifitas kerja.

Pemanfaatan sistem pengkondisian udara telah banyak diaplikasikan pada bangunan-bangunan seperti gedung perkantoran, mall atau super market sebagai tempat perbelanjaan, rumah sakit untuk

menyembuhkan pasien, serta rumah dan hotel sebagai tempat tinggal keluarga dan para tamu. Kondisi kenyamanan untuk bangunan-bangunan diatas dapat ditinjau dari beberapa segi seperti sirkulasi udara, temperature dan kelembaban, pencahayaan, kebersihan, tingkat kebisingan, dan lain-lain.

Khususnya mengenai temperature dan kelembaban ini, untuk syarat sehatnya para penghuni, hendaknya memiliki temperatur ruang berkisar antara 22<sup>o</sup>C dan 25<sup>o</sup>C dan tingkat kelembaban relatif berkisar 40% hingga 60% (Kurniawan, 2012). Untuk itu, sistem pengkondisian udara ini ditekankan pada sistem cooling untuk mempertahankan temperatur nyaman dan sistem dehumidifikasi untuk memperoleh kelembaban relatif yang diinginkan.

## 2. Tujuan Penelitian

- Untuk menghitung besar kalor rata-rata yang diserap evaporator sebelum menggunakan Precooler.
- Untuk menghitung besar kalor rata-rata yang diserap evaporator sesudah menggunakan Precooler.
- Untuk membandingkan besar kalor rata-rata yang diserap oleh evaporator, sebelum menggunakan Precooler dan sesudah menggunakan Precooler.

## 3. Batasan Masalah

- Tidak ada variasi penambahan laju aliran massa udara yang masuk ke system pada kondisi sebelum dan sesudah penambahan Precooler.
- Ruang yang akan dikondisikan adalah sebuah ruang kotak persegi yang terdapat pada alat KTENG 1000 AHU.
- Perhitungan besar kerja evaporator dilakukan pada putaran blower fan motor yang konstan yaitu pada putaran setengah dari kondisi maksimumnya.

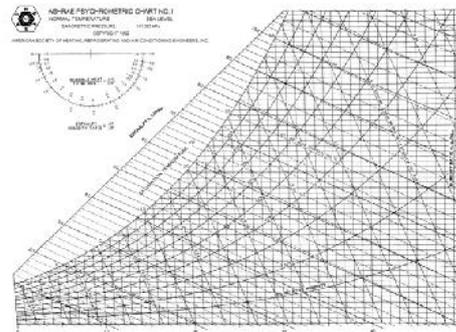
## 4. Teori Dasar

Sistim pengkondisian udara merupakan metode untuk mengontrol keadaan udara ruang sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Parameter pengkondisian udara yang terutama dikehendaki adalah pengaturan temperatur atau suhu ruang, kelembaban atau humidity, dan laju aliran suplai udara atau mass flow rate. Sesuai dengan kondisi kecenderungan manusia umumnya bahwa temperatur yang nyaman itu berkisar antara 22°C hingga 25°C dengan kelembaban relatif yang berada pada range 40% hingga 60%. Pada sistim pengkondisian udara ini, umumnya udara suplai yang masuk didinginkan oleh cooling coil dimana dalam sistem pendinginan ini terjadi dua hal utama yaitu: penurunan temperatur *dry-bulb* dengan tidak adanya perubahan kelembaban (*humidity*) dan lainnya adalah penurunan rasio kelembaban (*humidity rasio*) tanpa terjadi perubahan temperatur *dry-bulb*.

Untuk memahami mekanisme pendinginan ini maka pengetahuan mengenai Psychometric Chart merupakan keharusan sebab dari sinilah berasal parameter-parameter penting pada sistim pendinginan yang sangat penting pula dalam proses kalkulasi dan analisa besar kalor yang dibutuhkan untuk pendinginan tersebut. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa, udara atmosfer yang ada disekeliling kita dapat di katakan terdiri dari tiga bagian utama, yaitu udara kering, uap air, dan partikel lain dan debu. Yang

diinginkan dalam hal ini adalah partikel lain dan debu tersebut dapat dihilangkan sebelum masuk ke sistem pendingin dengan adanya filter pada *duct* suplai udara dan selanjutnya uap air dan udara kering yang akan dikondisikan.

Bentuk tampilan dari psychometric chart itu dapatlah dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



(Sumber: ASHRE, 2009)

beberapa parameter penting yang umum diperlukan dalam proses analisa pendinginan, seperti: *relative humidity (RH)*, *dry-bulb temperature (T<sub>db</sub>)*, *humidity ratio (w)*, *wet-bulb temperature (T<sub>wb</sub>)*, *enthalpy (h)*, dan lain-lain.

### Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif (RH) menyatakan kuantitas uap air yang terkandung dalam udara per banyaknya maksimum uap air yang mampu tertampung pada suatu kondisi tertentu.

### Rasio Kelembaban

Rasio kelembaban merupakan massa uap air dalam satuan kilo gram per kilo gram massa udara kering. Rasio kelembaban dapat dihitung dengan mengaplikasikan rumus gas ideal sehingga dalam hal ini uap air dan udara dapat diasumsikan sebagai gas ideal dengan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$w = 0.622 \frac{P_s}{(P_t - P_s)}$$

### Temperatur Udara Kering

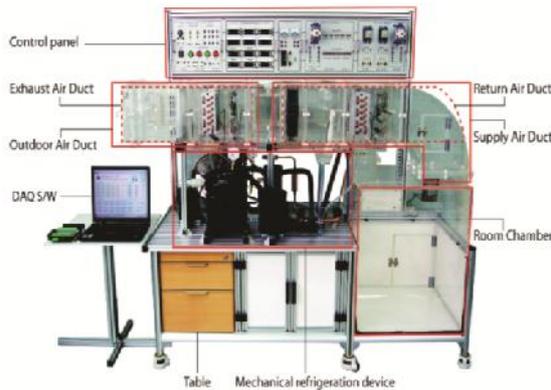
Temperatur udara kering menyatakan nilai temperatur yang dimiliki oleh udara pada suatu kondisi tertentu dimana nilai temperatur ini merupakan nilai yang terbaca pada thermometer suhu air raksa yang umum dan banyak digunakan dalam keseharian.

### Temperatur Bola Basah

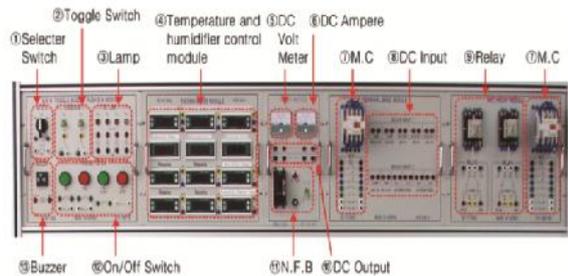
Temperatur bola basah diperoleh dengan pengukuran thermometer dimana pada bagian bawah termometernya (*bulb*) diselubungi dengan kain yang basah kemudian udara yang akan diukur suhunya tersebut dialirkan ke thermometer

tersebut. Pada keadaan ini terjadi proses perpindahan panas dari udara ke selubung kain basah tersebut dan sebagian kalor dari udara akan menguapkan air yang ada pada kain basah thermometer dan sebagian kalor lainnya akan memuakan cairan pada thermometer tersebut dan pembacaannya menunjukkan nilai temperatur bola basah (TWB) yang nilainya lebih rendah dari temperatur bola keringnya.

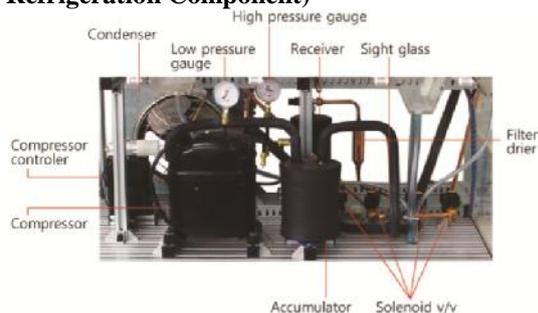
**Alat Eksperimen Pengkondisian Udara KTENG-1000 AHU**



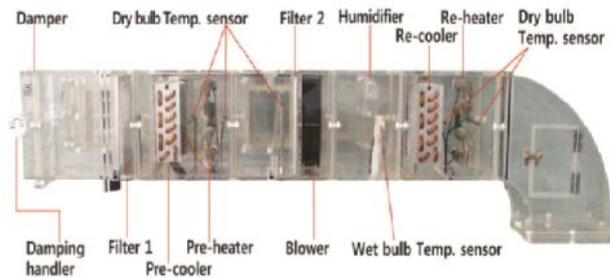
**Komponen Kontrol Panel**



**Komponen Mekanik Refrigerasi (Mechanical Refrigeration Component)**



**Komponen Saluran Udara (Air Duct Component)**



**Pre-cooler**

Penggunaan precooler pada sistem pengkondisian udara telah banyak digunakan untuk memperbaiki performa mesin pendingin. Precooler ini dapat dianggap sebagai suatu sistem atau mekanisme pendinginan awal untuk menurunkan temperatur dan atau kelembaban udara yang akan digunakan untuk mengkondisikan udara ruang tertentu. Prinsipnya, udara suplai yang akan masuk kedalam ruang pengkondisian terlebih dahulu didinginkan untuk diambil kandungan panasnya sehingga temperatur dan kelembabanya akan menurun. Mekanisme *precooler* ini sangat berguna dalam usaha untuk mempertahankan kualitas bahan-bahan hasil panen dari produk pertanian dan perikanan dengan menghilangkan kandungan uap air disekitar permukaan produk-produk tersebut sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk.

Adapun jenis-jenis Precooler ini jika ditinjau dari segi sumber pendinginnya dapat dibedakan menjadi room cooling, forced-air cooling, hydro cooling, ice cooling, dan vacuum cooling (Kienholz & Edeogu, 2002).

**5. Metodologi Penelitian**

- a. Waktu dan Tempat Penelitian
 

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2015 hingga selesai dalam semester Ganjil 2015/2016 dan bertempat di Ruang Laboratorium Perpindahan Panas Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo.
- b. Alat dan Bahan
  - i. Alat
    - a. Mesin KTENG-1000 AHU
    - b. Kabel rangkaian berwarna merah : untuk aliran (+) 12V DC
    - c. Kabel rangkaian berwarna hitam : untuk aliran (-)
  - ii. Bahan
 

Fluida udara : sebagai bahan yang akan mengisi ruang pengkondisian udara
- c. Prosedur Rangkaian Kelistrikan
- d. Prosedur Pengambilan Data

**Hasil & Pembahasan**

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

- o Kondisi Udara & Hasil Perhitungan Untuk pembukaan Katup Isap 50% tanpa precooler Keadaan awal sebelum mesin pendingin dijalankan adalah:

- Temperatur Ruang : 31.8°C
- Ratio Humidity, RH : 66%
- Temperatur Luar : 31.8°C
- Kondisi : 1 Evaporator yang digunakan
- Temperatur Ruang yang direncanakan : 25.8 °C
- Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur yang direncanakan : 661 detik

Sebagai salah satu sampel perhitungan, dipilih satu data yang terdapat pada tabel data pada Lampiran 5, yaitu pada saat detik ke-661 sebagai berikut:

- Temperatur udara sebelum masuk evaporator,  $T_{DB5} = 28.12$  °C
  - Temperatur udara sesudah melewati evaporator,  $T_{DB6} = 20.77$  °C
  - Kapasitas suplai udara masuk,  $\dot{V} = 4.2$  CMM.
- Berdasarkan data-data hasil yang ada tersebut, diperoleh parameter data sebagai berikut:

- a. Kapasitas suplai udara masuk ke sistem,  $\dot{V} = 4.2$  CMM  
 $= 4.2 \text{ m}^3/\text{menit} = 4.2 \text{ m}^3 / 60 \text{ s}$   
 $= 0.07 \text{ m}^3/\text{s}$

- b. Temperatur aliran udara rata-rata,  $T_m$   

$$T_m = \frac{(T_{DB5} + T_{DB6})}{2}$$

$$= \frac{(28.12 + 20.77)}{2} = 24.44 \text{ °C}$$

$$= 297.44 \text{ K}$$

- c. Massa jenis udara,  $\rho$   
 Massa jenis udara dihitung pada temperatur aliran udara rata-rata  $T_m = 297.44$  K melalui cara interpolasi.

T (K)	$\rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
250	1.3947
297.44	X
300	1.1614

$$\frac{297.44 - 250}{300 - 250} = \frac{X - 1.3947}{1.1614 - 1.3947}$$

$$X = (47.44/50)(1.1614 - 1.3947) + (1.3947) = 1.1733 \text{ kg/m}^3$$

- d. Panas jenis udara,  $C_p$   
 Panas jenis udara dihitung pada temperatur aliran udara rata-rata  $T_m = 297.44$  Kelvin melalui interpolasi.

T (K)	$C_p \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}\right)$
250	1.006
297.44	Y
300	1.007

$$\frac{297.44 - 250}{300 - 250} = \frac{Y - 1.006}{1.007 - 1.006}$$

$$Y = (47.44/50)(1.007 - 1.006) + (1.006)$$

$$= 1.0069 \text{ kJ/kg.K}$$

Jadi panas jenis udara adalah  $C_p = 1.0069$  kJ/kg.K

- e. Laju aliran massa udara,  $\dot{m}$   
 Laju aliran massa udara dihitung:

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho$$

$$= (0.07 \text{ m}^3/\text{s}) \cdot (1.1733 \text{ kg/m}^3)$$

$$= 0.0821 \text{ kg/s}$$

- f. Besar kalor yang diserap evaporator, Q  
 Kalor yang diserap oleh evaporator dihitung:

$$Q = \dot{m} C_p \Delta T$$

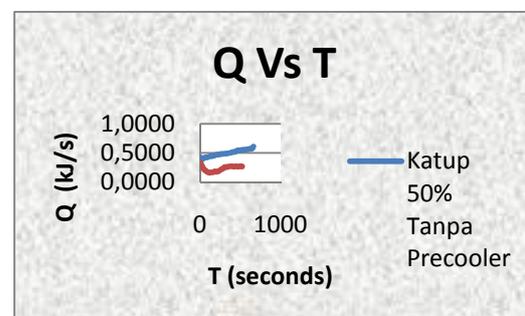
dimana  $\Delta T = T_{DB5} - T_{DB6}$   
 $= 28.12 \text{ °C} - 20.77 \text{ °C}$   
 $= 7.35 \text{ K}$

Sehingga diperoleh,  
 $Q = (0.0821 \text{ kg/s}) \cdot (1.0069 \text{ kJ/kg.K}) \cdot (7.35 \text{ K})$   
 $= 0.6079 \text{ kJ/s}$   
 $= 0.6079 \text{ kW}$

Adapun untuk mengetahui besar kalor yang diserap evaporator untuk ketiga kondisi yang lainnya, dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan yang terdapat pada Lampiran 5, Lampiran 6, Lampiran 8, dan Lampiran 10 pada tulisan ini.

## 6. Grafik Hubungan Antar Parameter

- a. Untuk pembukaan katup udara 50%  
 Grafik hubungan Q Vs T yang membandingkan antara penggunaan atau penambahan Precooler dengan yang tanpa menggunakan Precooler untuk pembukaan katup udara masuk 50%.



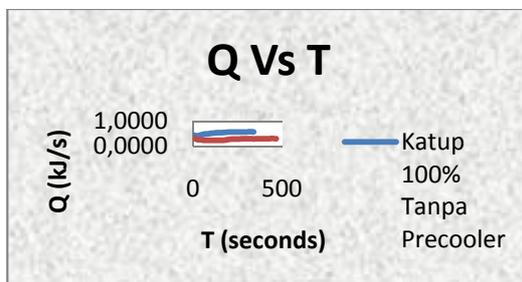
Dari grafik hubungan tersebut dapat dilihat bahwa pada pembukaan katup udara masuk 50%, sebelum menggunakan Precooler besar nilai kalor yang diserap (Q) oleh evaporator mengalami kenaikan yang proporsional terhadap

waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ruang yang diinginkan ( 25.8 °C). Pada kondisi ini nilai Q mengalami kenaikan dari 0.4226 kJ/s pada detik pertama menjadi 0.6079 kJ/s pada detik terakhir ketika temperatur pengkondisian ruang tercapai dimana waktu yang dibutuhkan ini adalah sebesar 661 detik.

Seiring dengan hal tersebut, pada pembukaan katup udara 50% dengan menggunakan Precooler, besar kalor yang diserap (Q) oleh evaporator dari udara yang disuplai mengalami fluktuasi dari 0.3245 kJ/s pada detik pertama lalu turun hingga 0.1605 kJ/s dan naik lagi secara proporsional hingga 0.2543 kJ/s lalu stabil dikisaran angka tersebut hingga tercapai temperatur ruang yang diinginkan. Secara jelas terlihat pula bahwa dengan penggunaan Precooler, maka nilai kalor yang diserap oleh evaporator dari udara suplai mengalami penurunan yang signifikan sehingga kerja yang dibutuhkan oleh kompresor akan menjadi lebih kecil (hemat) untuk menunjang kinerja evaporator tersebut.

b. Untuk pembukaan katup udara 100%

Pada pembukaan katup udara suplai 100%, grafik hubungan antara kalor yang diserap evaporator (Q) dengan waktu yang dibutuhkan (T) dalam satuan detik dapat dilihat sebagai berikut:



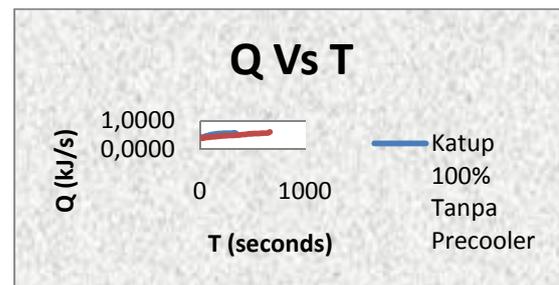
Pada grafik tersebut diatas, secara jelas terlihat bahwa nilai kalor yang diserap oleh evaporator untuk pembukaan katup udara suplai 100% tanpa menggunakan Precooler adalah lebih besar jika dibandingkan dengan nilai Q pada saat menggunakan Precooler. Pada kondisi tanpa Precooler, nilai kalor yang diserap pada detik pertama adalah  $Q = 0.3937$  kJ/s dan meningkat secara signifikan hingga  $Q = 0.5207$  kJ/s pada saat akhir dimana temperatur setingan tercapai. Selain itu, pada saat Precooler diaktifkan, nilai kalor yang diserap evaporator adalah lebih kecil yaitu dimulai dari 0.3017 kJ/s dan stabil dikisaran nilai 0.2661 kJ/s hingga tercapai temperatur ruang yang dibutuhkan.

Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ruang yang diinginkan adalah lebih kecil pada kondisi tanpa Precooler yaitu 338 detik. Walaupun pada saat Precooler digunakan

waktu yang dibutuhkan menjadi lebih lama yaitu hingga 465 detik atau kira-kira lebih lama 2 menit, akan tetapi ternyata kalor yang diserap evaporator menjadi jauh lebih kecil dan ini berarti penghematan pada power atau kerja yang dibutuhkan oleh kompresor untuk menjalankan kinerja evaporator.

c. Untuk Tanpa Penggunaan Precooler Pada Katup 50% dan Katup 100%

Grafik hubungan antara kalor yang diserap evaporator (Q) dan waktu yang dibutuhkan (T) untuk mencapai temperatur pengkondisian ruang yang diinginkan.

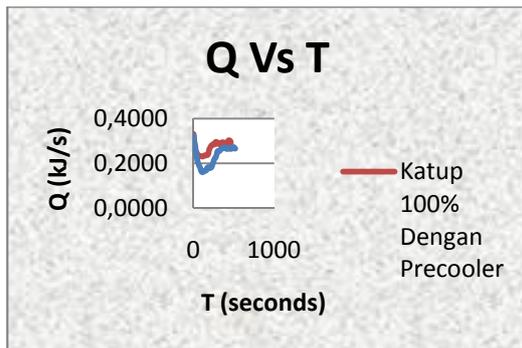


Pada grafik ini, besar nilai kalor maksimum yang diserap oleh evaporator tanpa menggunakan Precooler pada pembukaan katup udara masuk 50% adalah lebih besar yaitu mencapai nilai  $Q = 0.6079$  kJ/s, sedangkan pada pembukaan katup udara masuk 100% hanya mencapai  $Q = 0.5703$  kJ/s.

Seiring dengan hal tersebut, pada pembukaan katup 50%, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ruang yang diseting adalah lebih lama yaitu hingga 519 detik. Sedangkan untuk pembukaan katup 100% hanya membutuhkan waktu 338 detik atau 181 detik (3 menit) lebih singkat. Hal ini menunjukkan bahwa, pembukaan katup udara masuk 100% lebih baik atau lebih menguntungkan sebab jumlah pasokan udara yaitu mass flow-rate nya adalah lebih banyak yaitu 0.0899 kg/s jika dibandingkan dengan pembukaan katup 50% yang hanya hingga 0.0821 kg/s.

d. Untuk Dengan Penggunaan Precooler Pada Katup 50% dan Katup 100%

Grafik hubungan antara besar kalor yang diserap evaporator (Q) terhadap waktu yang dibutuhkan (T) untuk mencapai titik setingan temperatur ruang pada pembukaan katup 50% dan 100%.



Pada grafik ini, garis hubungan untuk pembukaan katup 50% berada dibawah garis hubungan untuk pembukaan katup 100% dalam hal besar nilai kalor yang diserap oleh evaporator. Jika dibandingkan, pada saat awal mesin bekerja, besar kalor yang diserap  $Q$  untuk pembukaan katup 50% adalah 0.3245 kJ/s dan untuk pembukaan katup 100% adalah 0.3304 kJ/s yang hampir sama. Pada saat akhir pengoperasian dimana temperatur setting tercapai, untuk pembukaan katup 50%, kalor yang diserap evaporator  $Q$  adalah sebesar 0.2655 kJ/s. Sedangkan untuk pembukaan katup 100% mencapai nilai  $Q$  yang lebih besar nilainya yaitu 0.2907 kJ/s.

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik setingan temperatur, untuk pembukaan katup udara masuk 50% adalah lebih lama 54 detik dibandingkan dengan waktu ( $T$ ) untuk pembukaan katup 100%.

## 7. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk setingan temperatur ruang pengkondisian udara yang sama, sebelum Precooler digunakan, pada pembukaan katup udara masuk 50%, besar kalor rata-rata yang diserap evaporator adalah 0.4975 kJ/s (497.5 watt) dan pada pembukaan katup 100%, besar kalor rata-rata yang diserap evaporator adalah 0.5262 kJ/s (526.2 watt).
2. Untuk setingan temperatur ruang pengkondisian udara yang sama, setelah Precooler digunakan, pada pembukaan katup 50%, besar kalor rata-rata yang diserap evaporator adalah 0.2312 kJ/s (231.2 watt) dan pada pembukaan katup 100%, besar kalor rata-rata yang diserap evaporator adalah 0.273 kJ/s (273 watt).
3. Setelah Precooler digunakan, maka besar kalor yang diserap oleh evaporator mengalami penurunan jika dibandingkan dengan sebelum menggunakan Precooler, sebab sebagian kalor telah diserap lebih dahulu oleh Precooler sebelum memasuki Evaporator.

## 8. Saran

Adapun saran atau rekomendasi yang dapat diberikan adalah :

1. Pastikan susunan rangkaian kelistrikan sudah benar sebelum menjalankan mesin.
2. Pemasangan kabel-kabel rangkaian hendaknya dilakukan lebih hati-hati & teliti.

## Daftar Pustaka

- Arismunandar Wiranto, Saito Heizo, 1986, **“Penyegaran Udara”**, Cetakan Ketiga, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Baharuddin, Klara S., Hendro, 2011, **“Analisa Efektifitas Sistem Pengkondisian Udara Pada Ruang Penumpang Kapal Ferry New Camelia”**, Group Teknik Perkapalan, Vol. 5, ISBN: 978-979-127255-0-6.
- Budiarto U., Kiryanto, Firmansyah H., 2013, **“Rancang Bangun Sistem Refrigerated Sea Water (RSW) Untuk Kapal Nelayan Tradisional”**, Kapal, Vol.10, No.1, Teknik Perkapalan UNDIP.
- Irianto D. I., 2013, **“Analisis Kinerja Precooler pada Sistem Konversi Energi RGT200K Untuk Proses Desalinasi”**, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir VI, Pusat Pengemangan Energi Nuklir BATAN.
- Kienholz J. & Edeogu I., 2002, **“Fresh Fruit & Vegetable Pre-Cooling For Market Gardeners in Alberta”**, Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Canada.
- Kurniawan B.R., 2012, **“Karakteristik Pengkondisian Udara Menggunakan Heat Pipe Dengan Variasi Temperatur Inlet Ducting Dan Jumlah Heat Pipe”**, Skripsi, Teknik Mesin Universitas Indonesia.
- Usage Manual, **“Automatic Control Equipment KTE-1000AHU Air Conditioning Unit”**, KTENG Corporation, Korea.
- Yulizar Y.Ir., Baheramsyah A. M.Sc., Prastowo H. Ir. M.Sc., 2013, **“Perancangan Sistem Pengkondisian Udara Hemat Energi Dengan Menggnakan Dessicant Untuk Ruang Muat Kapal Pengangkut Hewan Ternak (Livestock Vessel)”**, Jurnal Teknik Sistem Perkapalan, Vol 4, Nrp. 4210 105 001, hal 1-6.