

# DISTRIBUSI KELEMBABAN UDARA DENGAN METODE PEMANAS 60, 70, 80, 90 WATT TERHADAP VARIASI KECEPATAN UDARA

Munadi<sup>1)</sup>

## Abstract

At this century, growth of cooler machine very go forward, Along with growth of technology and information, this time met many cooler machine / refrigerator which is used in materials process specially in course of and humidifikasi of dehumidifikasi. On the basis of the require to the existence of a research to analyse influence of variation speed of secretory air of FCU and heater burden variation of to air characteristic distrisbusi in cold storage and also the nature of wet air termal exist in cold storage. In this case research done conducted with test-drive use cooler machine installation air cooled chiller special design that is by adding heater element in cold storage with heater energy variation of and variation of speed of air go out from FCU. Of equipments of this test is expected by the happening of degradation of dampness of air, and how its distribution [at] system and also know the nature of wet air termal exist in cold storage. Result of which is obtained from this examination that is at a speed of air go out from FCU 0.45 with heater burden 60 watt on course I got by dampness of relative ( RH ) equal to 90.4 %, dry ball temperature ( Tbk ) equal to 23.56 ° C, and dew point temperature ( Td ) equal to 21,228 ° C.

Keyword : Chiller, dehumidifikasi, FCU

## PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri pada saat ini dalam bidang pendingin ruangan sangatlah pesat, salah satu penggunaannya adalah dalam industri pemrosesan dan pengawetan makanan, pendingin ruangan (AC) ini memiliki peranan yang sangat penting. Selain bidang tersebut juga bidang industri manufaktur dan konstruksi.

Kelembaban relatif dan temperatur yang berubah-ubah secara ekstrim juga berakibat kurang baik bagi kondisi suatu benda, terutama sekali yang terbuat dari material organik. Untuk menjaga hal ini udara perlu dikondisikan dan distabilkan pada suatu keadaan tertentu, sehingga suatu material tidak akan terpengaruh oleh kondisi-kondisi yang ekstrim tersebut.

## DASAR TEORI

### Prinsip Dehumidifikasi

Terdapat tiga metode untuk menghilangkan atau menurunkan uap lembab dari udara. Yaitu, sorbent dehumidifikasi, refrigerant dehumidifikasi, dan siklus udara dehumidifikasi.

### Sorbent dehumidifikasi

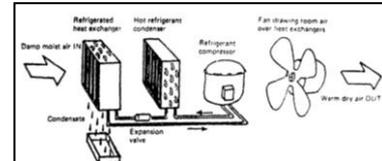
Sorbent adalah benda padat atau cair yang menyerap dan menahan zat lain (biasanya gas atau uap, seperti uap air) yang terjadi kontak langsung dengannya. Proses penyerapan menghasilkan panas, yang sebagian besar dari hasil kondensasi uap air. Istilah *sorbent* biasanya berarti material dengan kapasitas besar untuk uap lembab, relatif terhadap volume dan beratnya. Material tersebut dibagi menjadi dua klasifikasi :

### 1. Absorbent

### 2. Adsorbent

## Refrigerant dehumidifikasi

Refrigerant dehumidifikasi yang digambarkan dalam gambar 1. adalah unik di dalam mengubah entalpi dari udara basah menjadi panas sensibel.



Gambar 1. Refrigerant dehumidifikasi

## Air-Cycle dehumidification (siklus udara dehumidifikasi)

Udara yang dimampatkan akan menjadi panas. Jika udara yang dimampatkan didinginkan pada tekanan dan kemudian diekspansi, pendinginan yang disebabkan oleh ekspansi tersebut akan menghasilkan udara menjadi dingin dan uap lembab akan tersimpan. Ini adalah salah satu siklus refrigerasi yang paling awal dan hal itu juga diusulkan sebagai alat penurunan kelembaban (*dehumidifier*)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Pendahuluan

Metodologi penelitian digunakan sebagai penunjang kelancaran dan mempermudah dalam pelaksanaan Tugas Akhir dengan judul “Distribusi Psikometrik Udara Dehumidifikasi Dengan empat Heater”, maka dibuat suatu metodologi penelitian yang sistematis. Sehingga dengan dibuatnya metodologi penelitian ini diharapkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini berjalan dengan optimal.

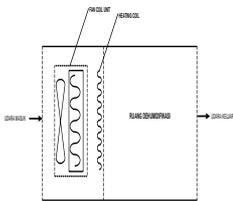
<sup>1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

## Tahap Penentuan Parameter-Parameter Pengukuran

Tahap ini merupakan awal dari perencanaan untuk melakukan penelitian. Tahap ini menentukan parameter yang akan dijadikan ukuran untuk mengetahui perubahan kelembaban udara pada sistem pendingin *air cooled chiller* dengan adanya pengaturan kecepatan udara keluar dari *fan coil unit* dan adanya penambahan beban di dalam ruangan yang didinginkan. Parameter – parameter pengukuran yang ditentukan untuk mengetahui pengaruh yang terjadi pada perubahan kelembaban udara, yaitu kelembaban udara itu sendiri, temperatur yang meliputi temperatur bola kering dan temperatur titik embun serta kecepatan udara yang keluar dari *fan coil unit*

## Tahap Persiapan Instalasi

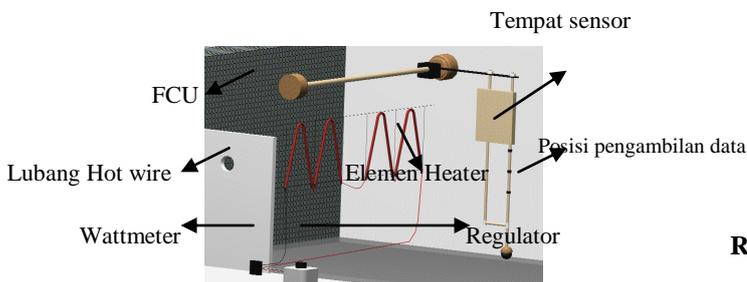
Instalasi peralatan uji dirangkai sedemikian rupa agar identik dengan instalasi sistem refrigerasi *chiller* pada umumnya, akan tetapi memiliki kapasitas yang jauh lebih kecil dari ukuran yang sebenarnya. Perbedaannya terletak pada penambahan alat ukur yang dipakai untuk menentukan kondisi pada saat pengujian. Instalasi peralatan uji tetap terdiri dari komponen utama sistem refrigerasi yaitu berupa evaporator, kondensor, *fan coil unit*, pipa kapiler, dan kompresor. Gambar 2. menunjukkan alat uji water chiller dan skema instalasi peralatan uji ditunjukkan pada gambar 3.



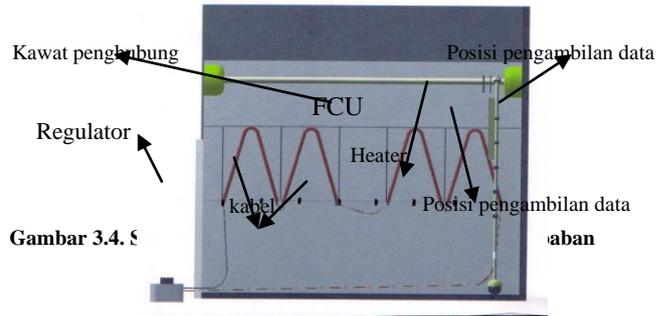
Gambar 2. Skema Instalasi Pelatan Uji



Gambar 3. Air cooled Chiller



Gambar 4. Instalasi Peralatan Uji



Gambar 5. Skema Susunan Alat Ukur Pengujian Kelembaban Udara tampak samping kanan

## Spesifikasi Peralatan Ukur Humidity Meter



Spesifikasi :

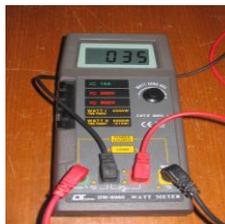
- ❖ Merk : Lutron
- ❖ Type: HD - 3008
- ❖ Skala: 10 % sampai 95 % relatif humidity
- ❖ Power Supply: DC 9V Battery
- ❖ Arus: DC 7 mA

## Hot Wire Anemometer



Merk : Lutron  
Range : 0,2 – 20 m/s

## Multipower Meter



Merk : Lutron  
Seri : DW – 6060  
Range: 0 – 6000 W

## Regulator

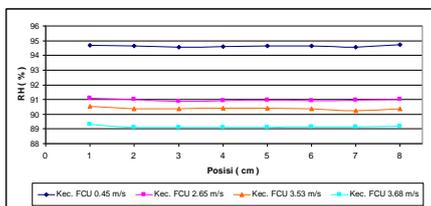


Range : 0-220 volt

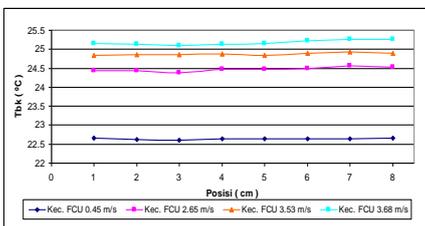
## HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian ini, data yang kami amati adalah kelembaban relatif (RH), temperatur bola kering (Tbk) dan temperatur titik embun (Td) udara keluar dari Fan Coil Unit setelah melewati elemen pemanas (*heater*), dengan variasi kecepatan udara. Untuk memudahkan dalam melihat kecenderungan pengaruh perubahan kecepatan udara keluar dari FCU setelah melewati elemen pemanas terhadap kelembaban relatif, temperatur bola kering dan temperatur titik embun maka data pengujiannya dibuat dalam bentuk grafik, sedangkan untuk data asli dalam bentuk tabel dapat dilihat pada lampiran.

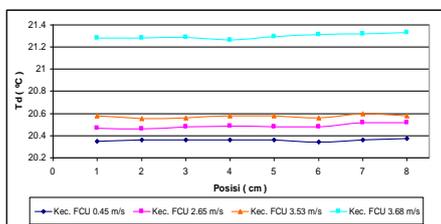
### Data Pengujian Pengaruh Perubahan Kecepatan Udara Keluar FCU Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td tanpa Beban Pemanas



Gambar 6. Grafik distribusi kelembaban relatif (RH) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU tanpa beban pemanas

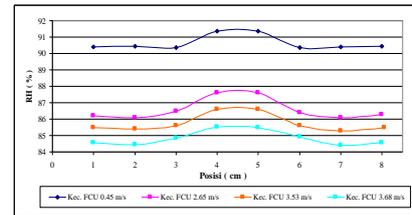


Gambar 7. Grafik distribusi temperatur bola kering (Tbk) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU tanpa beban pemanas

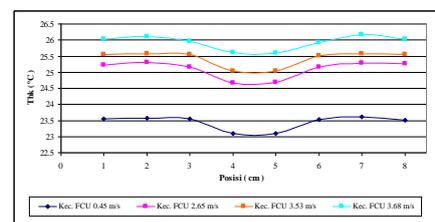


Gambar 8. Grafik distribusi temperatur titik embun (Td) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU tanpa beban pemanas

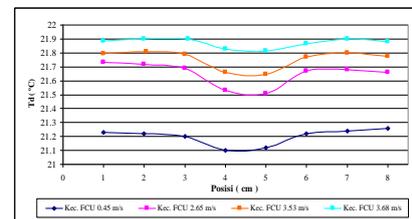
### Data Pengujian Pengaruh Perubahan Kecepatan Udara Keluar FCU Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Beban Pemanas 60 Watt



Gambar 9. Grafik distribusi kelembaban relatif (RH) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 60 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

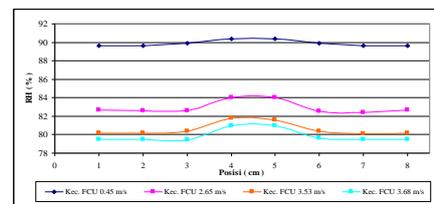


Gambar 10. Grafik distribusi temperatur bola kering (Tbk) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 60 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

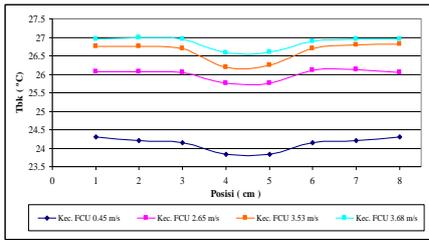


Gambar 11. Grafik distribusi temperatur titik embun (Td) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 60 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

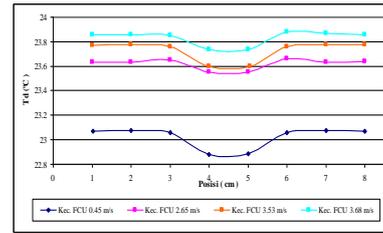
### Data Pengujian Pengaruh Perubahan Kecepatan Udara Keluar FCU Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Beban Pemanas 70 Watt



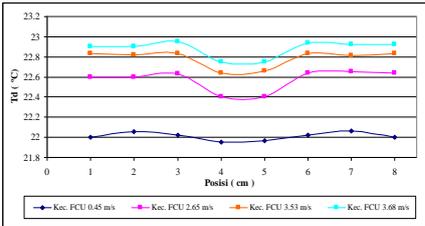
Gambar 12. Grafik distribusi kelembaban relatif (RH) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 70 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas



Gambar 13. Grafik distribusi temperatur bola kering (Tbk) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 70 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

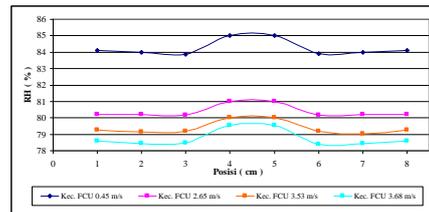


Gambar 17. Grafik distribusi temperatur titik embun (Td) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 80 W, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas



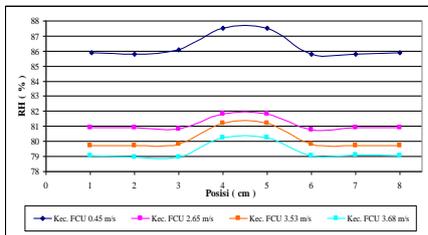
Gambar 14. Grafik distribusi temperatur titik embun (Td) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 70 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

### Data Pengujian Pengaruh Perubahan Kecepatan Udara Keluar FCU Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Beban Pemanas 90 Watt

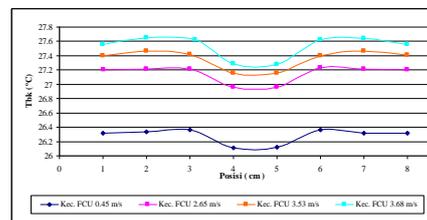


Gambar 18. Grafik distribusi kelembaban relatif (RH) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 90 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

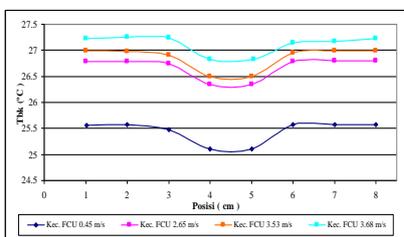
### Data Pengujian Pengaruh Perubahan Kecepatan Udara Keluar FCU Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Beban Pemanas 80 Watt



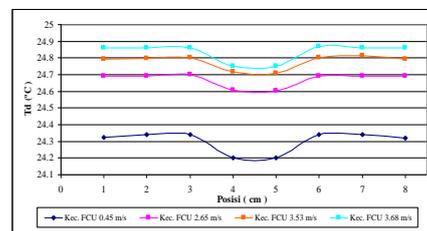
Gambar 15. Grafik distribusi kelembaban relatif (RH) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 80 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas



Gambar 19. Grafik distribusi temperatur bola kering (Tbk) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 90 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

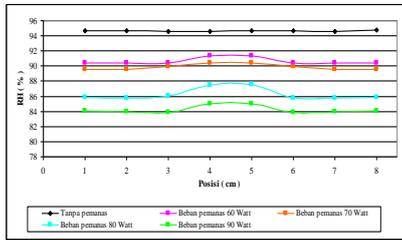


Gambar 16. Grafik distribusi temperatur bola kering (Tbk) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 80 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

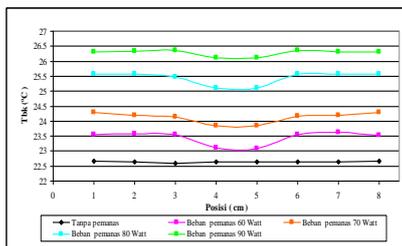


Gambar 20. Grafik distribusi temperatur titik embun (Td) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 90 Watt, di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

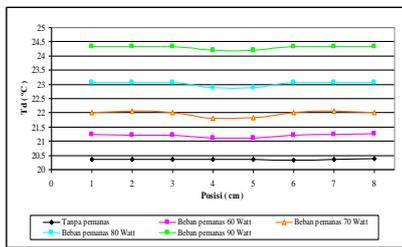
**Data Pengujian Pengaruh Beban pemanas Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Kecepatan Udara Keluar FCU 0.45 m/s**



Gambar 21. Grafik distribusi kelembaban relatif ( RH ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 0.45 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

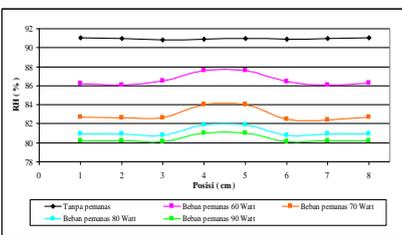


Gambar 22. Grafik distribusi temperaur bola kering ( Tbk ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 0.45 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

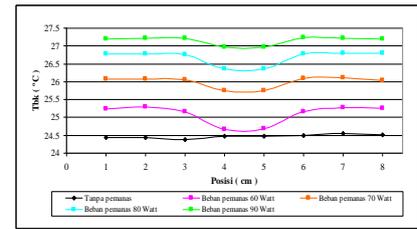


Gambar 23. Grafik distribusi temperaur titik embun ( Td ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 0.45 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

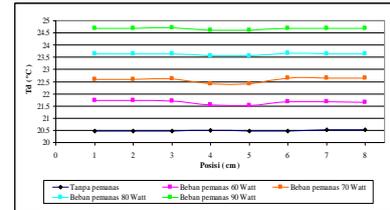
**Data Pengujian Pengaruh Beban pemanas Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Kecepatan Udara Keluar FCU 2.65 m/s**



Gambar 24. Grafik distribusi kelembaban relatif ( RH ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 2.65 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

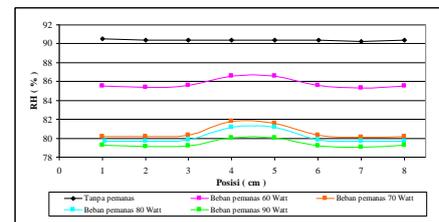


Gambar 25. Grafik distribusi temperaur bola kering ( Tbk ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 2.65 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

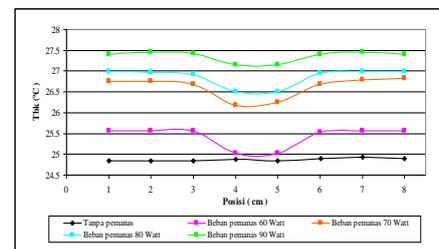


Gambar 26. Grafik distribusi temperaur titik embun ( Td ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 2.65 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

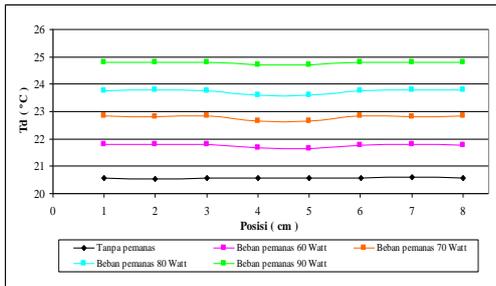
**Data Pengujian Pengaruh Beban pemanas Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Kecepatan Udara Keluar FCU 3.53 m/s**



Gambar 27. Grafik distribusi kelembaban relatif ( RH ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 3.53 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

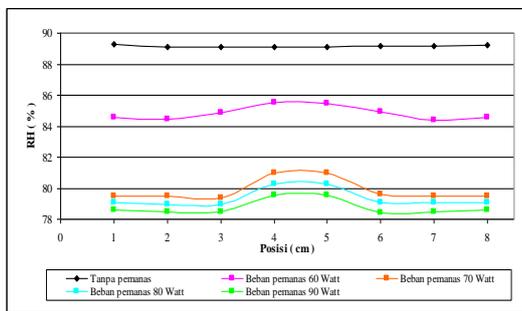


Gambar 28. Grafik distribusi temperaur bola kering ( Tbk ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 3.53 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

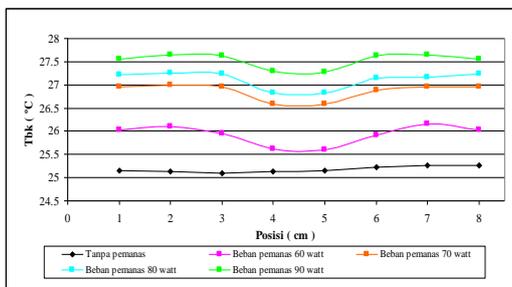


Gambar 29. Grafik distribusi temperaur titik embun ( Td ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 3.53 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

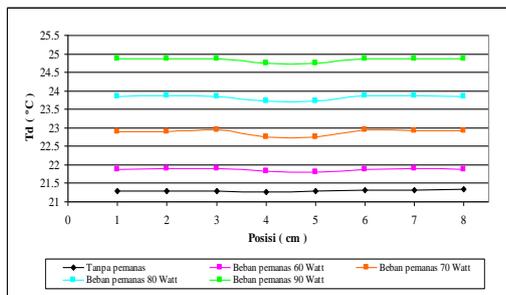
**Data Pengujian Pengaruh Beban pemanas Terhadap Kelembaban Relatif (RH), Tbk, Td dengan Kecepatan Udara Keluar FCU 3.68 m/s**



Gambar 30. Grafik distribusi kelembaban relatif ( RH ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 3.68 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

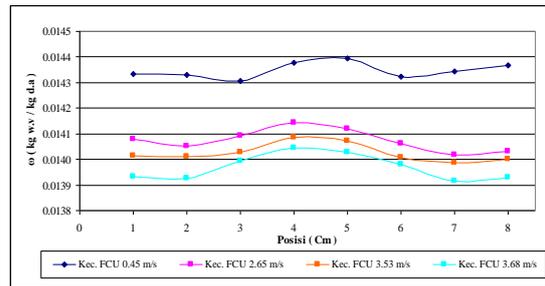


Gambar 31. Grafik distribusi temperaur bola kering ( Tbk ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 3.68 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas



Gambar 32. Grafik distribusi temperaur titik embun ( Td ) untuk berbagai beban pemanas dengan kecepatan udara keluar FCU 3.68 m/s,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

**Analisa Grafik Perhitungan  
Analisa Grafik Pengaruh Kecepatan Udara Keluar FCU terhadap Rasio Kelembaban**



Gambar 33. Grafik distribusi rasio kelmbaban ( omega ) untuk berbagai kecepatan udara keluar dari FCU dengan beban pemanas 60 Watt,di posisi 4 & 5 tidak pakai pemanas

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

- Dari graifik kita bisa lihat bahwa distribusi udara dalam ruang pendingin terhadap posisi dapat kita simpulkan sebagai berikut:
  - Untuk variasi tanpa beban pemanas kondisi kelembaban relative, temperature bola kering, temperature titik embun cenderung steady.
  - Untuk variasi beban pemanas dengan memakai empat heater kondisi kelembaban relative, rasio kelembaban akan naik ketika melewati posisi – posisi yang tidak dialiri beban pemanas sedangkan untuk temperatur bola kering dan temperatur titik embun ketika melewati posisi – posisi yang tidak dialiri beban pemanas akan mengalami penurunan
- kondisi kelembaban relative ( RH ) dan rasio kelembaban ( omega ) setelah terjadi proses dehumidifikasi di dalam ruang dingin adalah sebagai berikut:
  - kelembaban relative ( RH ) untuk variasi kecepatan udara FCU mengalami penurunan rata – rata sebesar 6,745 %. Untuk variasi beban pemanas RH mengalami penurunan rata – rata sebesar 10,584 %.
  - rasio kelembaban ( omega ) untuk variasi kecepatan udara FCU mengalami kenaikan rata – rata sebesar  $5 \times 10^{-4}$  . Untuk variasi beban pemanas rasio kelembaban mengalami penurunan sebesar  $1,8 \times 10^{-4}$ .
- Dari grafik variasi kecepatan udara keluar dari FCU terlihat bahwa kelembaban relative memiliki kecenderungan turun seiring dengan naiknya kecepatan blower. Hal ini membuktikan bahwa kelembaban udara akan turun seiring naiknya aliran udara yang masuk ke dalam koil pendingin.
- Dari grafik variasi kecepatan udara keluar dari FCU kita bisa melihat ketika kecepatan blower ditambah maka kelembaban diruangan tersebut cenderung menurun. Hal ini menunjukan bahwa aliran udara yang masuk sudah mencapai titik optimal sehingga banyak sekali kadar air yang

lolos ke udara luar kembali sebelum sempat didinginkan dan diserap oleh koil pendingin.

#### **Saran**

1. Perlunya keakuratan penggunaan pengukuran kelembaban udara sehingga tidak hanya memakai Diagram Psikometrik, misalnya dengan Hygrometer.
2. Selain variasi kecepatan blower dan variasi beban pemanas perlu dicoba untuk berbagai variasi seperti variasi jenis koil pendingin, ukuran atau jenis blower.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Holman J.P. alih bahasa oleh Ir. E. Jasjfi MSc, 1988, “ *Perpindahan Kalor*”, Penerbit Erlangga, Jakarta 10420
2. W.F. Stoecker dan J.W. Jones. Alih bahasa Supratman Hara; 1992, “*Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*”, Edisi Kedua, Erlangga..
3. Holman, J.P. Alih bahasa Jasjfi, E. Ir. MSc. *Metode Pengukuran Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta. 1985
4. G. W. Brundrett, Beng, PhD, Ceng, MIMechE, MCIBSE, FRSH. *Handbook of Dehumidification Technology*. © G. W. Brundrett, 1987
5. Whitman, William C. & Johnson, William H. *Refrigeration & Air Conditioning Technologi second edition*. Delmar Publishers Inc, New York. 1991
6. Reynolds, William C & Perkins, Henry C. *Termodinamika Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta. 1991.
7. W. Arismunandar, Pieso Saito; 1981; “*Penyegaran Udara*”, PT Pradya Paramita, Jakarta.
8. ASHRAE Handbook 1985 Fundamental. *Cooling and Heating Load Calculation Manual*. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineering, Inc. Atlanta, GA. 1971