

**PENGGUNAAN WATER HEATING  
PADA MESIN PENGKONDISIAN UDARA  
SEBAGAI ALAT PENGENDALI KELEMBABAN UDARA  
DI DALAM RUANG OPERASI DI RUMAH SAKIT**

**Wardoyo**

Teknik Mesin  
Universitas Proklamasi 45  
Jalan Proklamasi No.1 Babarsari, Depok, Yogyakarta

*Abstract*

*This research was aimed to observe the performance of water heating as an air moisture controller device in a hospital surgery room.*

*The way the research was outside air in 27 degrees until 30 degrees celcius and moisture of 60 until 70 percent made suitable with requirement conditions determined for surgery room in the hospital i.e. 19 until 24 degrees celcius and moisture of 45 until 60 percent. To make that condition, the surgery room was equipped with air conditioner machine and water heating as an air moisture controller device. Hot water was circulated in water heating and air moisture was measured by a hygrometer.*

*Out of this research it obtained: measuring moisture value higher than theoretic moisture value. Calorie volume in water heating increased with water volume that was constant so that water heating could control air moisture.*

*There was a suitability in an air moisture ratio and calorie volume in water heating so that air moisture in surgery room could be measured as requirements.*

*Keywords : water heating, air moisture*

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengamati kinerja *water heating* sebagai alat pengendali kelembaban udara di dalam ruang operasi rumah sakit.

Cara penelitian yaitu udara luar pada suhu 27 sampai dengan 30 derajat celcius dan kandungan kelembaban 60 sampai 70 persen dibuat sesuai dengan kondisi persyaratan yang ditentukan untuk ruang operasi di rumah sakit yaitu suhu 19 sampai 24 derajat celcius dan kelembabannya 45 sampai dengan 60 persen. Untuk membuat kondisi tersebut ruang operasi dilengkapi mesin pengkondisian udara dan *water heating* sebagai alat pengendali kelembaban udara. Air panas disirkulasikan pada *water heating* dan kelembaban udara diukur dengan hygrometer.

Dari penelitian ini didapatkan antara lain: nilai kelembaban pengukuran lebih tinggi dari nilai kelembaban teoritis. Jumlah kalor pada *water heating* meningkat dengan volume air yang konstan maka *water heating* dapat mengendalikan kelembaban udara.

Rasio kelembaban udara ada kesesuaian dengan jumlah kalor pada *water heating* sehingga kelembaban udara di ruang operasi dapat diatur sesuai persyaratan.

Kata kunci: *water heating*, kelembaban udara

## 1. Pendahuluan

Kesegaran udara banyak dibutuhkan oleh setiap orang dalam kehidupan sehari-hari, baik kesegaran udara di dalam ruang maupun kesegaran udara di luar ruang. Untuk membuat kesegaran udara di dalam ruang digunakan mesin pengkondisian udara. Mesin pengkondisian udara disebut juga mesin *refrigerator* yaitu mesin yang menggunakan *refrigeran* sebagai fluida kerjanya.

Penelitian ini kajiannya adalah penggunaan *water heating* pada mesin pengkondisian udara sebagai alat pengendali kelembaban udara di dalam ruang operasi di rumah sakit. *Water heating* merupakan suatu proses memanaskan udara yang dapat mencapai suhu dan kelembaban yang diinginkan/ dipersyaratkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan air panas yang disirkulasikan dan kelembaban udara diukur dengan hygrometer.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di rumah sakit Dr. Sarjito Yogyakarta. Adapun bahan dan alat sebagai berikut.

### 1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah udara luar suhu 27° sampai dengan 30°C dan tekanan 1 atm.

### 2. Alat

Alat yang digunakan adalah *water heating* seperti pada Gambar 1. *Type water heating*

- Ukuran : 285 x 198 x 20
- Kontraksi :
  - pipa tembaga Ø 0,5
  - alur tembaga 33 bh
  - kisi-kisi alumunium 0,1 mm
  - body galvanis plat
- Bahan *water heating*
- Air putih yang diproses dengan pemanasan dari discharge kompresor.
- Pemakaian *water heating*
- Berfungsi untuk mengendalikan kelembaban udara.

Berikut ini gambar *water heating* yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. Alat Sirkulasi *Water Heating*

### 3. Cara Penelitian

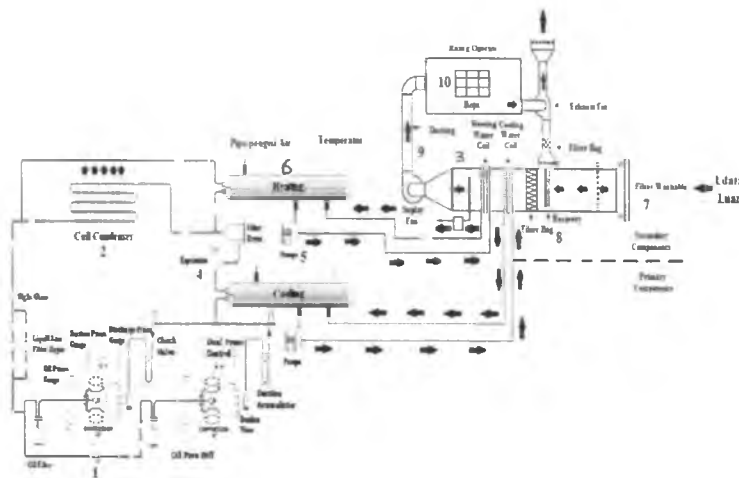
Cara penelitian meliputi antara lain :

#### A. Persiapan Penelitian

Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu melakukan persiapan yaitu dengan mengecek semua komponen alat yang dipakai untuk penelitian termasuk alat-alat ukur yang digunakan.

#### B. Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini gambar instalasi alat penelitian :



Gambar 2. Skema Instalasi Alat Penelitian

Keterangan gambar:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Kompresor                 | 8. <i>Recovery</i>                       |
| 2. <i>Coil</i> kondensor     | 9. <i>Fan supply</i>                     |
| 3. <i>Coil water heating</i> | 10. Ruang operasi                        |
| 4. Expansi                   | 11. <i>Water cooling</i>                 |
| 5. Pompa sirkulasi           | 12. <i>Evaporator cooling</i>            |
| 6. <i>Water heating</i>      | 13. Pompa sirkulasi <i>water cooling</i> |
| 7. Filter udara luar         |  |

Cara kerja instalasi alat penelitian

Udara luar pada temperatur 27°C-30°C dengan kandungan kelembaban 60% sampai 70%. Untuk memenuhi persyaratan bahwa suhu dan kelembaban pada ruang operasi di rumah sakit dengan standar yang telah ditentukan yaitu suhu 19°C-24°C kelembaban 45% sampai 60%. Untuk membuat kondisi tersebut, maka dilengkapi dengan *air conditioner* dan pengendalian kelembabannya dengan sistem *water heating*. Melalui proses sebagai berikut: 1. Kompresor bekerja dengan siklus refrigerasi, proses *discharge* menekan panas. 2. *Coil* kondensor panasnya dihisap *blower* dibantu dengan udara bebas, sebagian panas disalurkan. 3. *Water heating* diatur sistem *automatic* dengan suhu 35°C *On*, suhu 50°C *Off*, disirkulasikan menggunakan 5. pompa *coil water heating* AHU disini terjadi proses pencampuran udara luar

*water cooler* dan udara *recovery*  $\pm$  suhu 24°C melalui filter udara yang disusun ketiga *main filter supply, exhaust free filter return* 9. *Supply blower fan* 10. ke ruangan operasi dengan melalui *hepa filter* suhu 19°C-24°C kelembaban tercapai 45%-60%, kondisi normal dan memenuhi standar tata udara ruang operasi.

### 3. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

#### 3.1 Data Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat dibuat tabel data sebagai berikut :

##### A. Data Ruang Operasi I

Tabel 1. Data Pengamatan Ruang Operasi I

Waktu	Suhu Ruang	Tekanan Udara Ruang	Kelembaban
Pagi 06.00 – 10.00	22°C	1 K.Pa	73%
Siang 11.00 – 15.00	22°C	½ K.Pa	71%
Sore 16.00 – 18.00	22°C	1 ½ K.Pa	73%
Malam 19.00 – 22.00	22°C	½ K.Pa	72%

(Sumber : Ruang Operasi R.S Dr. Sardjito)

##### Data Penelitian *Water Heating* I

Tabel 2. Data Pengamatan *Water Heating* I

Waktu	Temperatur Air	Tekanan Air	Kalor (Panas)
Pagi 06.00 – 10.00	38°C/22°C	2,3 bar	1200 watt
Siang 11.00 – 15.00	40°C/22°C	3,4 bar	1350 watt
Sore 16.00 – 18.00	43°C/24°C	3,6 bar	1575 watt
Malam 19.00 – 22.00	41°C/23,5°C	3,6 bar	1462 watt

(Sumber : Ruang Operasi R.S Dr. Sardjito)

##### Data Ruang Operasi II

Tabel 3. Data Pengamatan Ruang Operasi II

Waktu	Suhu Ruang	Tekanan Udara Ruang	Kelembaban
PAGI 06.00 – 10.00	21°C	1 K.Pa	72%
SIANG 11.00 – 15.00	23°C	1 K.Pa	71%
SORE 16.00 – 18.00	24°C	½ K.Pa	69%
MALAM 19.00 – 22.00	23°C	1 K.Pa	69%

(Sumber : Ruang Operasi R.S Dr. Sardjito)

Data Penelitian *Water Heating* II

Tabel 4. Data Pengamatan *Water Heating* II

Waktu	Temperatur Air	Tekanan Air	Kalor (Panas)
Pagi 06.00 – 10.00	45°C/22°C	3,6 bar	1687 watt
Siang 11.00 – 15.00	47°C/22°C	3,5 bar	1875 watt
Sore 16.00 – 18.00	46,5°C/23,5°C	3,3 bar	1725 watt
Malam 19.00 – 22.00	45,5°C/23°C	3,2 bar	1687 watt

(Sumber : Ruang Operasi R.S Dr. Sardjito)

Data Ruang Operasi III

Tabel 5. Data Pengamatan Ruang Operasi III

Waktu	Suhu Ruang	Tekanan Udara Ruang	Kelembaban
Pagi 06.00 – 10.00	21°C	1 K.Pa	72%
Siang 11.00 – 15.00	22,5°C	½ K.Pa	71%
Sore 16.00 – 18.00	23,5°C	1 ½ K.Pa	70%
Malam 19.00 – 22.00	23°C	½ K.Pa	68%

(Sumber : Ruang Operasi R.S Dr. Sardjito)

Data Penelitian *Water Heating* III

Tabel 6. Data Pengamatan *Water Heating* III

Waktu	Temperatur Air	Tekanan Air	Kalor (Panas)
Pagi 06.00 – 10.00	43°C/22°C	3,4 bar	1575 watt
Siang 11.00 – 15.00	46,5°C/22°C	3,3 bar	1837 watt
Sore 16.00 – 18.00	46°C/22,5°C	3,3 bar	1762 watt
Malam 19.00 – 22.00	45°C/23°C	3,2 bar	1650 watt

(Sumber : Ruang Operasi R.S Dr. Sardjito)

B. Persamaan-persamaan yang digunakan untuk perhitungan (pengolahan) data hasil penelitian antara lain :

1. Kelembaban Relatif Teoritis ( $Q_r$ ) pada temperatur yang sama

$$Q_r = \frac{\text{Kelembaban mutlak udara lembab}}{\text{Kelembaban mutlak udara jenuh}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Rasio Kelembaban (W)

$$W = 0,622 \frac{P_s}{P_i - P_s} \quad (2)$$

Dengan  $P_s$  = Tekanan parsial uap air dalam keadaan jenuh.

$$P_i = P_a + P_s$$

$P_a$  = Tekanan udara luar (1 atmosfer)

3. Jumlah Kalor (Q) pada *Water Heating*

$$Q = U.A.\Delta T \quad (3)$$

$$A = \pi D.L$$

Dengan  $U$  = koefisien perpindahan kalor konveksi menyeluruh

$A$  = luas penampang pipa *water heating*

$D$  = diameter pipa *water heating*

$L$  = panjang pipa *water heating*

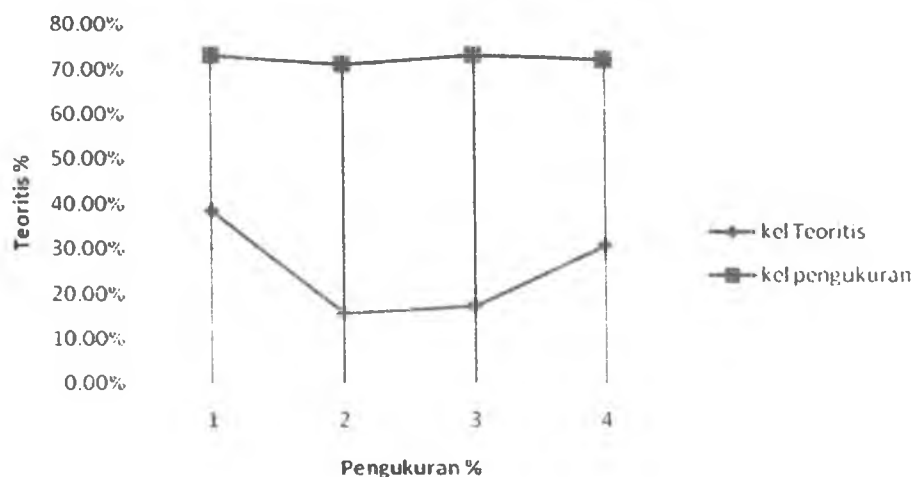
$\Delta T$  = perbedaan temperatur

Dari hasil perhitungan dapat dibuat grafik untuk membuat pembahasan antara

1. Grafik perbandingan kelembaban pengukuran dengan kelembaban teoritis.

Tabel 7. Perbandingan kelembaban pengukuran dengan kelembaban teoritis.

No	Teoritis	Pengukuran
1.	38.36 %	73 %
2.	15.50 %	71 %
3.	17.8 %	73 %
4.	30.56 %	72 %



Gambar 3. Perbandingan kelembaban pengukuran dengan kelembaban teoritis.

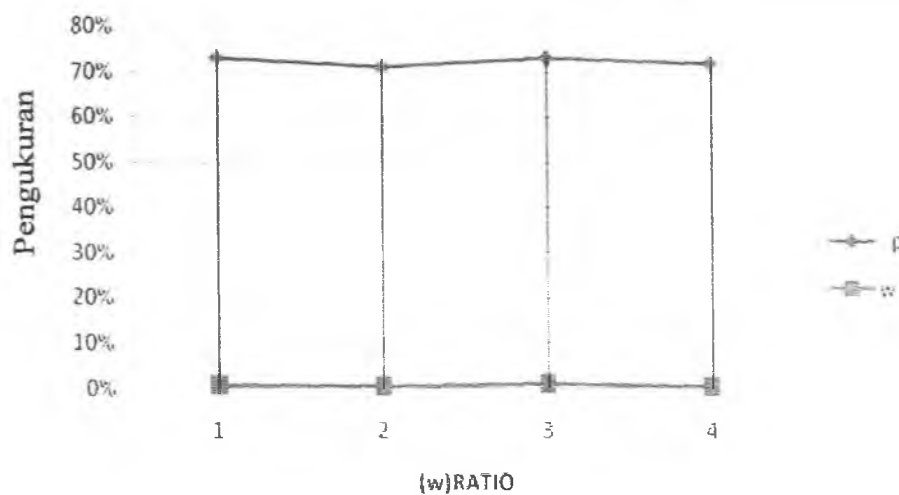
Dari gambar grafik perbandingan antara kelembaban teoritis dan kelembaban pengukuran ada perbedaan prosentase total kelembaban, hal ini kelembaban teoritis lebih

rendah jika dibanding dengan kelembaban pengukuran, ini disebabkan adanya kemungkinan faktor yang tidak diperhitungkan.

2. Grafik hubungan antara kelembaban terukur ( $\phi_p$ ) dengan rasio kelembaban (W)

Tabel 8. Hubungan antara kelembaban pengukuran ( $\phi_p$ ) dengan rasio kelembaban (W)

No	$\phi_p$	W
1.	73 %	0.00566
2.	71 %	0.00308
3.	73 %	0.00924
4.	72 %	0.00308



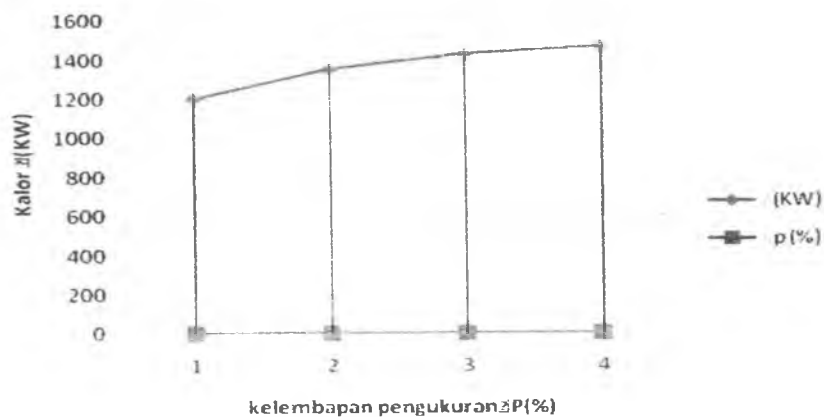
Gambar 4. Hubungan antara kelembaban pengukuran ( $\phi_p$ ) dengan rasio kelembaban (W)

Dari grafik ini kelembaban pengukuran dengan rasio kelembaban ada kesesuaian karena ada pengaruh jumlah kalor yang sama dari *Water Heating* sehingga kelembaban udara di ruang operasi dapat diatur sesuai yang diinginkan.

3. Grafik hubungan antara kalor (Q) dengan kelembaban terukur ( $\phi_p$ )

Tabel 9. Hubungan antara kalor (Q) dengan kelembaban terukur ( $\phi_p$ )

No	Q (kw)	$\phi_p$
1.	1200	0,73
2.	1350	0,71
3.	1425	0,73
4.	1462	0,77



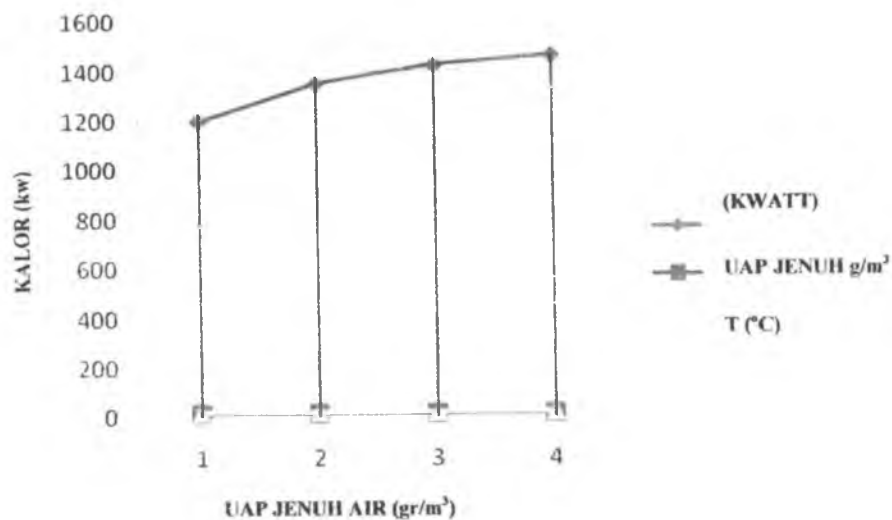
Gambar 5. Hubungan antara kalor (Q) dengan kelembaban terukur (Øp)

Dari grafik hubungan antara kalor dengan kelembaban pengukuran. Terlihat dengan meningkatnya jumlah kalor yang ditransfer diiringi dengan harga persentase kelembaban yang sama besarnya, hal ini berarti jumlah kalor dapat mengendalikan laju kelembaban.

4. Grafik hubungan antara kalor (Q) dengan uap jenuh air

Tabel 10. Hubungan antara kalor Q dengan uap jenuh air

No	Q (kw)	Uap jenuh $g/m^3$	T ( $^{\circ}C$ )
1.	1200	17.3	22 $^{\circ}C$
2.	1350	17.3	22 $^{\circ}C$
3.	1425	17.3	22 $^{\circ}C$
4.	1462	17.3	22 $^{\circ}C$



Gambar 6. hubungan antara kalor (Q) dengan uap jenuh air

Dari grafik hubungan antara kalor dengan uap jenuh air. Terlihat semakin meningkat harga kalor yang ditransfer diiringi dengan harga uap jenuh air yang sama hal ini disebabkan volume air *Water Heating* yang konstan (tetap).



#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa penelitian maka dapat dibuat kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Nilai kelembaban pengukuran lebih tinggi jika dibanding dengan nilai kelembaban teoritis, hal ini kemungkinan adanya faktor-faktor yang tidak diperhitungkan.
2. Jumlah kalor yang semakin meningkat dalam *Water Heating* dapat mengendalikan laju kelembaban udara.
3. Rasio kelembaban udara ada kesesuaian dengan jumlah kalor yang sama dari *Water Heating*, sehingga kelembaban udara di ruang operasi dapat diatur sesuai yang diinginkan.
4. Dengan harga uap jenuh air yang sama dan volume air yang konstan diiringi laju kalor yang meningkat berarti *Water Heating* dapat mengendalikan (mengontrol) kelembaban udara dalam ruang operasi.

#### Daftar Pustaka

- Arismunandar, W., Saito, H., 2005, *Penyegaran Udara*, Cetakan ketujuh, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Arora, C.P., 1983, *Refrigeration and Air Conditioning (in SI Units)*, Mc Graw-Hill, New Delhi.
- Carrier, 1965, *Hand Book of Air Conditioning System Design*, Mc Graw-Hill, New York.
- Cangel, Y.A., Boles, M.A., 1989, *Thermodynamics an Engineering Approach*, Singapura.
- Gunawan, R., 1988, *Pengantar Teori Teknik Pendinginan (Refrijerasi)*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI, Jakarta.
- Harjanto, G., 1976, *Pesawat Pendingin/Pemanas*, Teknik Mesin Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Holman, J.P., 1980, *Thermodunamics*, Edisi ketiga, Mc Graw-Hill, New York.
- Holman F., Jasjfi, E., 1997, *Perpindahan Kalor*, Edisi keenam, Erlangga, Jakarta.
- Holman F., Prijono, A., 1997 *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*, Erlangga, Jakarta.
- Prasetyono, D.S., 2004, *Pedoman Lengkap Teknik Memperbaiki Kulkas dan AC*, Cetakan ketiga, Absolut, Yogyakarta
- Putra, N., 2005, *Kenaikan Koefisien Perpindahan Kalor Kondensasi Film Pada Kondensor Silinder Vertikal Dengan Nanofluida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Air sebagai Fluida Pendingin*, Teknik Mesin Universitas Indonesia, Jakarta.
- Stoecker, W.F., Jones, J.W., 1982, *Refrigeration and Air Conditioning*, Edisi kedua, Mc Graw-Hill, New York.
- Stoecker, W.F., 1989, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Sumanto, 2004, *Dasar-Dasar Mesin Pendingin*, Edisi kelima, Andi Offset, Yogyakarta.

