

## Perancangan Prototipe Pengering Bahan Dengan Menggunakan Kalor Buang Dari Mesin AC Jenis Split

Cornelius Uten P.

Akademi Teknik Industri Makassar (ATIM)  
Jalan Sunu No.220 Makassar 90111  
E-mail : corneliusuten@gmail.com

### ABSTRAK

Penggunaan AC saat ini mencakup kebutuhan rumah tangga, perkantoran, pertokoan, dan industri untuk memberi tingkat kenyamanan dan kesegaran, karena itu konsumsi energi listrik yang dibutuhkan cukup besar, sehingga kalor yang dilepas kelingkungannya menjadi besar. jika dilihat dari prosentase konsumsi listrik rumah tangga, maka untuk kebutuhan mesin AC berkisar antara 40% sampai dengan 60% dari kebutuhan lainnya. Oleh karena itu kalor yang terbuang dari bagian outdoor mesin AC yang digunakan di rumah tangga, perkantoran, pertokoan ataupun yang ada di industri, potensinya cukup besar dalam kebutuhan pengering bahan. Bertitik tolak dari pemikiran ini, maka kami tertarik bagaimana merancang alat pengering yang sesuai dengan besarnya fluks kalor yang dibuang di bagian outdoor dari mesin AC jenis Split. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan cara memanfaatkan energi yang terbuang dan mengetahui bentuk prototipe alat pengering yang cocok untuk besaran kalor yang terbuang dari mesin AC Split ½ PK. Dalam Perancangan prototipe alat ini dimulai dari pengukuran variabel bebas yakni : Temperatur, Kecepatan aliran udara yang dibuang di outdoor, Temperatur atmosfer dan sebagai variabel terikat adalah Fluks kalor. Dalam penentuan fluks kalor maka pengukuran dilakukan pada pukul 11.00 dan pukul 23.00, hal ini untuk membandingkan dua keadaan yaitu siang hari dan malam hari. Dalam mengukur kecepatan udara keluar saluran outdoor digunakan kecepatan rata-rata (outdoor dibagi 13 dan 14 titik pengukuran) dengan menggunakan Thermo-anemometer. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh fluks kalor dibagian outdoor mesin AC sebesar  $36,08 \text{ W/m}^2$  untuk temperatur setting indoor ( $T_s$ ) untuk pukul 23.00 dengan  $Q = 0,308 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $\dot{m} = 360 \text{ g/s}$  pada setting temperatur ruang indoor sebesar  $25^\circ\text{C}$ . Namun dalam perancangan ini dipilih pada setting temperatur ruang indoor sebesar  $20^\circ\text{C}$  dengan  $q = 35,94 \text{ W/m}^2$  dengan  $Q = 0,314 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $\dot{m} = 367 \text{ g/s}$ . Dalam analisa dan kalkulasi perancangan diperoleh dimensi dari alat pengering : panjang (p) = 1200 mm, lebar (l) = 750 mm dan tinggi ruangan (t) = 1750 mm.

**Keywords:** Temperatur, Kecepatan Aliran Udara, *mass flow rate*, dan Fluks Kalor

### Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia setiap tahunnya meningkat baik yang digunakan di industri maupun untuk rumah tangga. Dari penggunaan energi tersebut akan menghasilkan sifa-sifat energi lain, misalnya energi listrik menjadi panas, kerja mekanik. Pada penyebar udara (AC), hal ini berlaku dimana energi listrik menjadi kerja mekanik pada compressor dan kipas. Kompresor Adalah Sebuah alat yang berfungsi untuk menyalurkan gas refrigeran ke seluruh sistem. Pada saat refrigeran ditekan

akan terjadi kenaikan tekanan dan temperatur refrigeran dan pada saat melewati kondensor akan melepaskan energi kalor demikian halnya pada kipas merubah energi listrik menjadi energi mekanik/gerak. Perubahan energi ini harus dilepaskan kelingkungan agar tidak mengganggu mesin/peralatan melalui sirip-sirip (fin) baik secara alami atau dipaksa dengan fan atau blower dengan mengalirkan udara dipermukaan fin yang pada mesin pendingin terjadi di Kondensor.

Penggunaan AC saat ini untuk kebutuhan di kantor-kantor cukup banyak dan bervariasi mulai dari daya ½ PK sampai dengan 5 PK, sedangkan

untuk kebutuhan di rumah tangga umumnya berkisar antara  $\frac{1}{2}$  PK sampai dengan 2 PK. Sebagaimana hukum kekekalan energy bahwa energy tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan akan tetapi dapat diubah ke bentuk lain misalnya energy listrik dapat diubah ke bentuk lain seperti energy mekanik, energy cahaya, dan lainnya. Dalam perubahan itu biasanya disertai dengan pelepasan kalor. Karena itu dapat diduga bahwa pada penggunaan mesin AC ada banyak kalor yang dibuang kelingkungannya. Jika dilihat dari prosentase konsumsi listrik rumah tangga, maka prosentase kebutuhan listrik untuk mesin AC berkisar antara 40% sampai dengan 60% dari kebutuhan lainnya seperti penerangan, pompa dan lainnya. Oleh karena itu ada banyak energi dalam bentuk energi kalor yang terbuang, dan yang mudah dimanfaatkan adalah yang dilepaskan oleh mesin pendingin karena konsumsi energi listriknya besar dan tentu energi kalor yang dilepaskan besar.

Bertitik tolak dari pemikiran ini, maka kami tertarik dalam hal bagaimana memanfaatkan energi yang terbuang tersebut, oleh karena itu penelitian ini diberi judul “Perancangan Prototipe Pengereng Bahan Dengan Menggunakan Kalor Buang Dari Mesin AC Jenis Split  $\frac{1}{2}$  PK”.

Dimana yang dimaksudkan pengeringan adalah pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair dari bahan sehingga mengurangi kandungan/sisa cairan di dalam zat padat itu sampai suatu nilai yang dikehendaki. Jika pengeringan berlangsung pada tekanan uap dan suhu rendah, maka akan terjadi pengeringan penguapan, sebaliknya jika suhu dan tekanan uap mendekati titik didih lembab disebut pengeringan pendidihan. Suplai dan perpindahan panas dapat berlangsung secara konveksi penyinaran (pengeringan penyinaran) atau penghantaran (pengeringan kontak) (Voight, 1995). Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka dirumuskan bahwa:

Bagaimana cara memanfaatkan energi yang terbuang dari mesin penyegar udara (AC) jenis split  $\frac{1}{2}$  PK, dan Bagaimana prototipe alat pengereng yang cocok untuk besarnya kalor buang dari setiap mesin-mesin AC Split  $\frac{1}{2}$  PK. Adapun tujuan penelitan: Menentukan cara

memanfaatkan energi yang terbuang dari mesin penyegar udara (AC) jenis split  $\frac{1}{2}$  PK dan Mengetahui bentuk prototipe alat pengereng yang cocok untuk besaran kaloryang terbuang dari mesin- AC Split  $\frac{1}{2}$  PK.

Melalui penelitian ini diharapkan ada manfaat ganda yang ditimbulkan antara lain: Memberi gambaran bahwa sesungguhnya kalor yang terbuang dari penggunaan mesin penyegar udara (AC) jenis split, dapat dimanfaatkan kembali misalnya untuk pengeringan bahan, Mengetahui dampak yang ditimbulkan pada mesin penyegar udara (AC) jenis split akibat penambahan alat pengereng tersebut

#### *Kadar Air Keseimbangan*

Bahan pakaian basah di dalam alat pengereng akan mengalami proses penguapan pada seluruh permukaannya. Penguapan tersebut akan terhenti pada saat tertentu, karena molekul-molekul air yang belum diserap dari bahan sama jumlahnya dengan molekul-molekul air yang belum diserap oleh permukaan bahan basah tersebut. Keadaan itu dikatakan sebagai keadaan keseimbangan antara penguapan dan pengembunan. Kadar air bahan dalam keadaan seimbang disebut kadar air keseimbangan (*equilibrium moisture content*). Keseimbangan itu terjadi pada suhu tertentu dan ditentukan oleh kelembapan nisbi tertentu. Suatu bahan berada dalam keadaan seimbang dengan kondisi sekelilingnya, apabila laju kehilangan air dari bahan menuju kondisi sekeliling (atmosfer) sama dengan laju air yang didapat dari udara sekelilingnya. Apabila kelembapan nisbi udara sekeliling bahan dalam keadaan seimbang dengan sekitarnya disebut sebagai kelembapan nisbi keseimbangan (*equilibrium relative humidity*). Kadar air keseimbangan (KAK) atau *Equilibrium Moisture Content* (EMC) dapat disimpulkan sebagai keseimbangan antara kadar air bahan dengan suhu dan kelembapan udara sekelilingnya. Bahan yang dapat melepaskan dan menyerap air disebut bahan higroskopis. Proses pengeringan dapat terjadi jika kombinasi suhu dan kelembapan udara memungkinkan bahan melepaskan air hingga tercapai kadar air keseimbangan. Kombinasi terbaik untuk proses

pengeringan berupa udara dengan kelembapan rendah dan bersuhu tinggi. Kadar air keseimbangan menentukan batas pengeringan.

### Prosedur Eksperimen

Dalam penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi variabel-variabel bebas (independent variables) meliputi: kecepatan aliran udara ( $V_r$ ) panas, temperatur udara ( $T_{fr}$ ) yang keluar dari outdoor dan temperatur udara atmosfer ( $T_A$ ) dan variabel-variabel terikat (dependent variables) antara lain:

Laju alira Massa (*Mass flow rate*) ( $\dot{m}$ ) diformulasikan menjadi:

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

$$\rho = \text{density udara (kg/m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{kapasitas laju aliran udara (m}^3\text{/s)}$$

Ffluks Kalor secara umum dirumuskan:

$$q = h (\Delta T) (\text{W/m}^2) \quad \dots\dots(2)$$

Dimana :

$$h = \text{Koefesien perpindahan kalor (W/m}^2\text{)}$$

Kasus yang terjadi disini sama dengan fluks kalorlokar maka :

$$q = \frac{\dot{m} \cdot C_p \cdot (T_{fr} - T_A)}{A} \quad \dots\dots (3)$$

Dimana :

$$\dot{m} = \text{mass flow rate (Kg/S)}$$

$$C_p = \text{panas jenis udara}$$

$$T_{fr} = \text{Temperatur udara keluar Outdoor}$$

$$T_A = \text{Temperatur udara atmosfer}$$

Dari hasil perhitungan fluks kalor lalu perancangan prototipe ruang pengering menggunakan persamaan bahwa fluks kalor yang terbuang dari outdoor sama dengan fluks kalor yang masuk kedalam ruang pengering sehingga persamaan yang digunakan :

$$q_1 = q_2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$$q_1 = \text{Fluks kalor yang tebuang dari outdoor}$$

$$q_2 = \text{fluks kalor yang masuk ke ruang pengering}$$

Setelah Ukuran dari ruang pengering diperoleh maka dibuatkan desain dan pembuatan alat

pengering yang merujuk AC yang banyak digunakan oleh masyarakat.

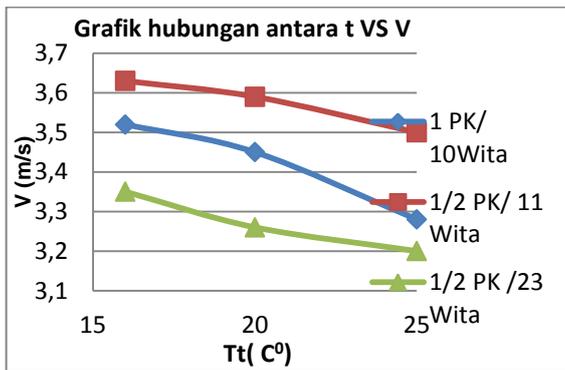
Jenis penelitian yang dilakukan ini adalah Penelitian eksperimental untuk mengetahui seberapa besar kalor yang dibuang di outdoor mesin AC serta mengetahui rancangan alat pengering yang bisa efektif dalam pengeringan pakaian untuk kebutuhan rumah tangga yang telah menggunakan AC.

Data yang telah diperoleh dianalisa dengan menggunakan persamaan yang telah dirumuskan didalam prosedur penelitian dan teori yang ada dan diolah dengan menggunakan Microsoft Excel. Dari hasil perhitungan yang didapat ditabulasi, dibuatkan grafik, lalu dibahas kemudian dibuatkan simpulan. Penelitian ini akan dilanjutkan dengan prerancangan alat pengering bahan dan dilakukan pengujian alat untuk mengetahui pengaruhnya pada outdoor dan laju pengeringan ( $dM/dt$ ).

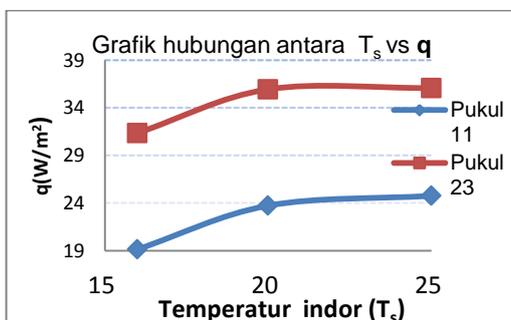
Untuk menentukan hal tersebut diatas maka dalam pengukuran yang diambil sebagai variabel bebas adalah kecepatan aliran udara ( $V_r$ ) panas, temperatur udara ( $T_{fr}$ ) yang keluar dari outdoor dan temperatur udara atmosfer ( $T_A$ ) dan dalam membandingkan kondisi pada siang hari dan malam hari maka pengukuran dilakukan pada pukul 10.00 untuk siang hari dan pukul 23.00 untuk malam hari. Data hasil pengukuran untuk Mesin AC Split 1/2 PK.

### Hasil dan Pembahasan

Dalam menentukan perancangan prototype pengering maka harus diketahuai berapa besar kecepatan udara panas dan temperturnya yang dibuang melalui outdoor. Dari grafik hubungan antara temperatur setting ( $t$ ) dengan kecepatan aliran udara panas ( $V$ ) yang keluar dari outdoor memperlihatkan kecenderungan bahwa semakin tinggi temperatur yang disetting dibagian indoor maka kecepaatan udara keluar dibagian outdor menurun karena itu dalam perancangan ini disetting pada temperatur 20 °C.



Untuk temperatur udara panas yang keluar pada outdoor mempunyai kecenderungan meningkat apabila temperatur di indoor disetting lebih tinggi. Sedangkan flukskalor dari analisa dan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh fluks kalor yang besar terjadi pada temperatur setting indoor antara 20 °C dan 25 °C . Jika dibandingkan antara fluks kalor pada malam hari dan siang hari mempunyai kecenderungan bahwa fluks kalor yang lebih besar pada malam hari, hal ini dapat dilihat pada grafik hubungan antara temperatur setting indoor (Ts) dengan fluks kalor



#### Dimensi dari ruang pengering

Jika kapasitas laju aliran yang masuk perdetiknya = 1,953 m<sup>3</sup> maka ukuran ruang pengering adalah: lebar ruangan dipilih ( l ) = 0,75 m dan tinggi ruang pengering ( t ) = 1,75 m. Maka panjang ruangan pengering ( p ) dapat diperoleh dengan cara.

$$p = \frac{1,953}{l * t}$$

$$= \frac{1,953}{0,75 * 1,75} = 1,48 \text{ m} = 1480 \text{ mm}$$

dipilih p = 1200 mm ( untuk 20-24 potong pakaian)

Kapasitas ruang pengering ini tidak bergantung pada bobot massa akan tapi bergantung pada jumlah potong pakaian yakni antara 20 sampai dengan 24 gantungan pakaian karena harus ada celah diantara gantungan pakaian itu untuk dialiri udara panas yang diembuskan kedalam ruang pengering . Dimana panjang dari ruangan pengering sebesar 1200 mm dipilih dengan pertimbangan distribusi dan jumlah udara yang dimasukkan kedalam ruangan. Detail rancangan alat pengering ini, dapat dilihat pada Lampiran Gambar 1 dan 2 lengkap dengan ukurannya

#### Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan perhitungan pada dua perlakuan yakni pada pukul 11 siang hari dan pukul 23 malam hari maka diperoleh nilai fluks kalor. Fluks kalor yang paling besar didapat pada setting temperatur indoor 25 °C pada pukul 23 , dengan nilai q=36,08 W/m<sup>2</sup> Q = 0,308 m<sup>3</sup>/s dan ṁ = 0,360 Kg/s. Akan tetapi dalam perancangan ini dipilih pada setting temperatur ruang indoor sebesar 20°C dengan q= 35,94 W/m<sup>2</sup> dengan Q=0,314 m<sup>3</sup>/s dan ṁ = 0,367 Kg/s. Dalam analisa dan kalkulasi perancangan diperoleh dimensi dari alat pengering : panjang (p) = 1200 mm , lebar (l)= 750 mm dan tinggi ruangan (t) = 1750 mm. Alat pengering ini direncanakan untuk dapat mengeringkan pakaian dengan waktu rata-rata antara 5400 s sampai dengan 12600 s ( 1,5 sampai dengan 3,5 jam).

#### Ucapan Terima kasih

Pertama-tama kami menyampaikan terima kasih kepada bapak / ibu selaku Ketua dan anggota Panitia SNTTM XII, atas kesempatan yang diberikan dalam mengikuti Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin dan juga kepada Direktur ATIM Makassar dalam memfasilitasi kegiatan ini serta seluruh teman sejawat dan kerabat yang telah mendukung.

#### Nomenklatur

T<sub>s</sub> : Temperatur setting indoor (°C / K )

.q : Fluks Kalor (W/m<sup>2</sup>)

ṁ : Mass flow rate (Kg/s)

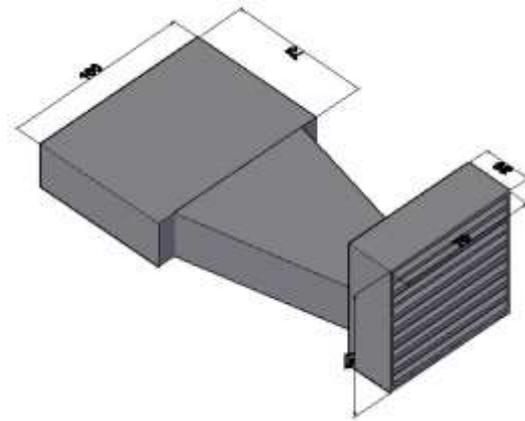
p : Panjang ruang pengeringan (mm)

l : Lebar ruang pengeringan (mm)

t : Tinggi ruang pengeringan (mm)

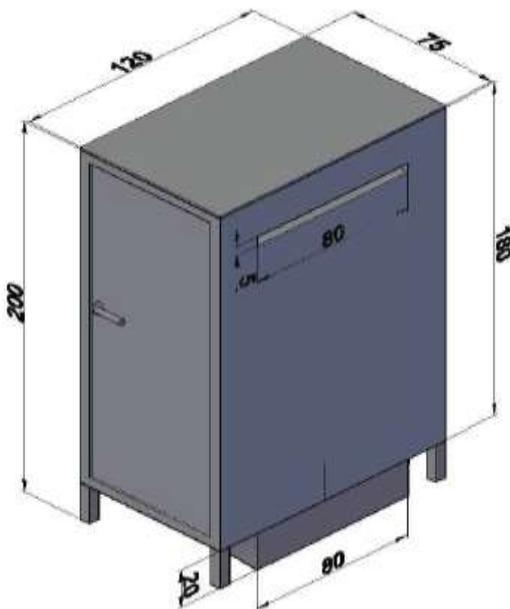
## Referensi

1. Arismunandar, W, Prof., 2005, Peyegaran Udara, Edisi Ketujuh, Pradnya Paramita, Bandung.
2. Kunii, D. and Levenspiel, O., 1977, Fluidization Engineering, Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York.
3. Wiley, John, & Sons, Inc., 1976, Thermal Design and Optimization, New York.
4. Stoecker, W.F., Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
5. <http://www.google.com> “ Teknologi Pengerian dengan Sistem Bahan Bakar Gas” diakses pada tanggal 4 Pebruari 2013
6. <http://www.goole.com> “ Proses Teknik pengeringan” diakses pada tanggal 18 Pebruari 2013



Gambar 2. Rancangan Saluran Udara Dari Outdoor ke Ruang Pengerian

## Lampiran Gambar



Gambar 1. Rancangan Ruang Pengerian dengan kapasitas 24 potong pakaian