

KARAKTERISTIK LAJU PENGERINGAN KAIN JEANS DENGAN MENGGUNAKAN OVEN PEMANAS YANG MEMANFAATKAN BUANGAN UDARA PANAS AC

Novi Caroko, Kuncoro Diharjo

Laboratorium Teknik Mesin UMY
Jln. Lingkar Barat Tamantirta Kasihan Bantul Yogyakarta 55183
Telp. 0274-387656 (Hunting) Fax. 0274-387646

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh tebal kain terhadap karakteristik pengeringan pada daerah laju pengeringan konstan dan merancang serta menguji alat pengering pakaian sistem konvensional dengan memanfaatkan panas keluaran dari kondensor AC rumah tangga.

Variabel penelitian yang digunakan adalah tebal kain dengan jenis jeans. Variasi tebal kain pada penelitian ini menggunakan tiga macam tingkat ketebalan kain jeans, yaitu 0,42 mm, 0,73, dan 0,86 mm. Temperatur ruang pengering sekitar 50⁰C dengan kecepatan aliran udara masuk sekitar 2 m/s. Udara panas hasil keluaran kondensor AC masih mengandung kalor sebesar 7,84 kJ/s. Pengujian dilakukan sampai didapatkan data yang cukup.

Rata-rata waktu untuk mengeringkan kain jeans dengan tebal 0,42 mm dari berat 32,38 gr sampai 18,04 gr adalah 20 menit, untuk kain jeans dengan tebal 0,73 mm dari berat 56,96 gr sampai 33,62 gr adalah 27 menit, dan untuk kain jeans dengan tebal 0,86 mm dari berat 62,46 gr sampai 41,79 gr adalah 28 menit. Lamanya waktu pengeringan dipengaruhi oleh laju pengurangan massa dan massa awal dari suatu padatan (kain) tersebut. Semakin tebal suatu padatan (kain), maka waktu pengeringannya akan semakin lama. Hal ini dikarenakan semakin tebal suatu kain, berarti waktu pergerakan air menuju permukaan kain akan semakin lama.

Nilai rata-rata laju pengurangan massa kain jeans sampai kondisi kritis dengan tebal 0,42 mm adalah 0,71 gr/mnt, kain jeans dengan tebal 0,73 mm adalah 0,87 gr/mnt, sedangkan kain jeans dengan tebal 0,86 mm adalah 0,73 gr/mnt. Kandungan air kritik kain jeans dengan tebal 0,42 mm terjadi pada saat pengujian menit ke 20, pada kain jeans dengan tebal 0,73 mm terjadi pada saat pengujian menit ke 27, sedangkan pada kain jeans dengan tebal 0,86 mm terjadi pada saat pengujian menit ke 28. Semakin tebal suatu jenis kain, maka waktu pengeringannya akan semakin lama.

Kata kunci : ketebalan, titik kritik, laju pengeringan

1. PENDAHULUAN

Hampir semua pengusaha *laundry* melakukan proses pengeringan akhir pakaian dengan cara dijemur di bawah terik matahari (Gambar. 1). Hal ini harus dilakukan karena hasil keluaran cucian dan pengeringan dari mesin cuci belum kering secara sempurna. Permasalahan utama yang muncul dari permasalahan ini adalah para pengusaha *laundry* memerlukan lahan yang cukup luas untuk menjemur pakaian yang sudah dicuci. Di sisi lain, para pengusaha *laundry* memiliki lahan jemuran yang sangat terbatas. Selain itu ada dua hal lagi yang menjadi kelemahan dari pengeringan pakaian dengan dijemur, yaitu prosesnya lama, tergantung pada cuaca (panas atau hujan) dan tidak terkontrol temperaturnya. Hal ini akan mempercepat pakaian menjadi cepat rusak, seperti warna mudah pudar dan mudah sobek.

Permasalahan yang muncul di musim penghujan adalah lamanya proses pengeringan alami karena cuaca mendung atau hujan. Para pengusaha *laundry* merasa kesulitan untuk mengeringkan pakaian, dan biasanya akan membatasi penerimaan order atau tidak menerima order tambahan. Hal ini menurunkan kapasitas pelayanannya atau dapat dikatakan unit usaha *laundry* ini terhenti oleh cuaca. Pada tahun 2003 pernah dilakukan penelitian dan pembuatan mesin pengering kayu (Novi Caroko, 2003). Alat ini sangat bermanfaat untuk membantu pengrajin dalam mengeringkan kayu olahannya.

Untuk dapat digunakan dalam usaha *laundry* hanya diperlukan sedikit modifikasi dan penyesuaian dengan karakteristik pengeringan pakaian.



Gambar 1: Pengeringan pakaian secara natural.

Pembuatan alat pengering pakaian merupakan hal yang penting untuk segera dilaksanakan. Dengan adanya alat ini, proses pengeringan pakaian akan menjadi optimal dan tidak tergantung oleh faktor cuaca. Karakteristik laju pengeringan kain dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan lamanya waktu pengeringan yang dibutuhkan. Selain itu, rakayasa ruang pengering ini juga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan rumah tangga dengan biaya murah.

Berhasilnya program ini akan mendukung kampanye mengoptimalkan pemanfaatan energi karena ruang pengering pakaian ini didesain dengan menggunakan sumber panas buangan kondensator AC rumah tangga atau kantor. Panas ini biasanya langsung dibuang ke lingkungan, sehingga dapat mempengaruhi lingkungan sekitar. Padahal nilai kalor yang dimiliki oleh udara buangan ini masih tinggi dan cukup untuk mempercepat pengeringan pakaian.

2. METODOLOGI

2.1 Material Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan spesimen yang sama dan jenis yang sama dengan variasi tebal kain, pada masing-masing jenis dibuat 4 buah. Spesimen uji tersebut mempunyai ukuran panjang 350 mm, lebar 250 mm dan tebal yang berbeda yaitu 0,86 mm, 0,73 mm, dan 0,42 mm. Metode pengujian yang di gunakan adalah mengeringkannya pada temperatur dan kecepatan sirkulasi udara yang diusahakan konstan.

Benda uji di peroleh dengan membeli pada industri tekstil dalam keadaan baru kemudian di potong dengan ukuran seperti tersebut di atas, kemudian direndam hingga air masuk kedalam pori-pori. Ketika spesimen akan di uji di tiriskan dengan cara di gantung selama 10 menit sehingga berat jenis spesifik dengan ketebalan yang sama tidak banyak perbedaan.

2.2 Peralatan

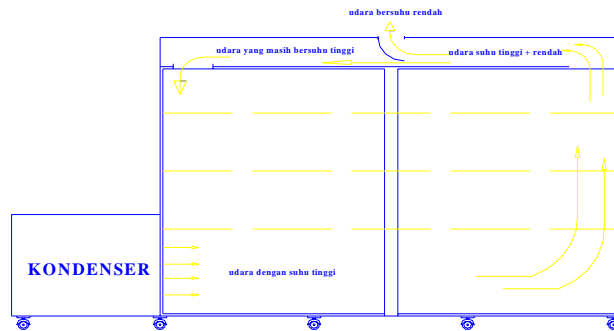
Peralatan yang di gunakan selama pengambilan data adalah sebagai berikut :

- a. 1 unit AC window
- b. *Anemometer*
- c. *Thermocouple Reader*
- d. *Stop watch*
- e. Kipas / *fan*
- f. Ruang pengering dengan ukuran panjang 1500mm, lebar 900mm, tinggi 1000mm, serta bagian dalamnya di beri lapisan *Aluminium foil* dengan ketebalan 0,25mm, pada lapisan tengahnya lapisan *styrofoam* dengan ketebalan 20mm, pada bagian luarnya deberi lapisan *triplek* dengan ketebalan 3mm.
- g. Neraca Ohaus

2.3 Materi penelitian

Penelitian yang dilakukan meliputi penurunan kadar air ketiga benda uji dengan interval waktu tertentu. Penentuan prosentase kadar air ditentukan berdasarkan berat kering tanur.

2.4 Komponen alat pengering pakaian konvensional (*Convensional Kiln Drying*)



Gambar 2: Gambar Skema Alat Uji

Gambar di atas menunjukkan proses kerja yang terjadi dari alat pengering pakaian yang dibuat dalam penelitian ini. Secara sederhana dapat diterangkan sebagai berikut. AC dihidupkan, udara panas keluaran dari kondensator dihembuskan oleh kipas ke dalam ruang pengering, setelah udara panas menjadi jenuh akan uap air maka akan berhembus keluar melalui plafon antara (*Sub Ceiling*) dan digantikan udara yang masih segar.

2.5 Prosedur pengujian

Setelah temperatur ruang pengering mencapai nilai yang diinginkan, kemudian diukur temperatur udara masuk dan keluar dari kondensator AC serta laju aliran udaranya untuk menentukan daya pengeringannya. Temperatur dinding dalam dan dinding luar diukur untuk menentukan kehilangan kalor melalui dinding. Benda uji ditimbang dengan interval waktu tertentu. Setelah semua data didapatkan, maka dapat ditentukan karakteristik laju pengeringannya.

3. DATA DAN ANALISA

3.1. Data perancangan

Data perancangan ini meliputi hal-hal yang harus diperhatikan dalam merancang sistem pengering pakaian jenis konvensional. Data-data yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

3.1.1. Alat penukar panas

Untuk perancangan ini sumber panas yang di gunakan dengan memanfaatkan panas keluaran dari kondensator AC rumah tangga. Data-data dari AC rumah tangga adalah :

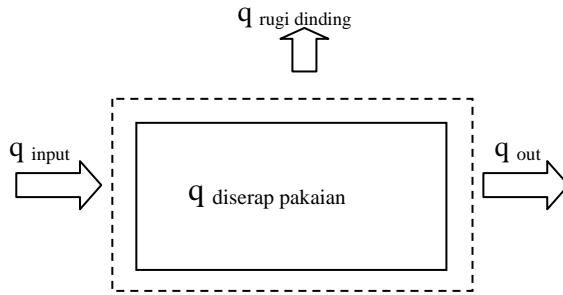
1. AC jenis = *windows*
2. T udara masuk = 27°C
3. T udara keluar = 50°C
4. Kecepatan aliran udara = 2m/s
4. *Refrigerant* = R 22

a. Perhitungan kapasitas ruang pengering

Dari data di atas dapat dihitung nilai kalor yang dikandung oleh aliran udara panas sebesar $7,84\text{ kJ/s}$. Jika diasumsikan 50% energi panas dari kondensator digunakan untuk mengeringkan kain sejumlah 140 potong, maka dibutuhkan waktu pengeringan selama 30 menit.

Dimensi ruang pengering dapat ditentukan berdasarkan kapasitas kain yang dikeringkan dan faktor penyusunan (*stacking factor*).

b. Kestimbangan Energi



Gambar 3: Diagram Kestimbangan Energi

4.1.1. Ruang pengering

Untuk mencegah kehilangan kalor yang tinggi, maka dibuat sistem isolasi termal dengan menggunakan *Alumunium foil* dengan tebal 0,001 m. bagian tengah menggunakan *styrofoam* dengan tebal 0,02 m. Dan bagian luar digunakan triplek dengan tebal 0,003 m. Mengenai perhitungan dinyatakan sebagai berikut :

Temperatur dinding luar (diambil sampel pada sisi pintu).

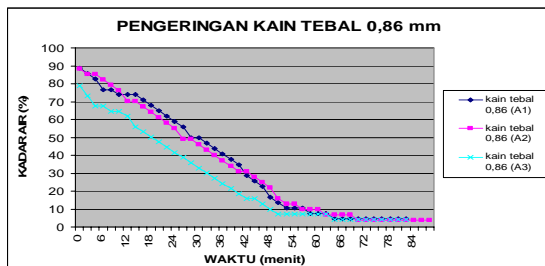
Material 1 (*Alumunium*) $k = 159 \text{ W/m.K}$, $x_1 = 0.001 \text{ m}$, $h \text{ udara} = 20 \text{ W/m}^2.\text{C}$

Material 2 (*styrofoam*) $k = 0,045 \text{ W/m.K}$, $x_2 = 0.02 \text{ m}$, $A = 0,36\text{m}^2$

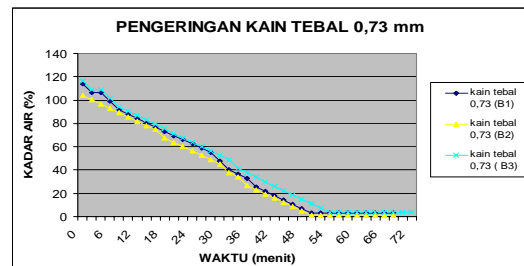
Material 3 (*triplek*) $k = 0,059 \text{ W/m.K}$, $x_3 = 0.003 \text{ m}$, $A = 0,36\text{m}^2$

Dengan diketahui nilai temperatur dinding dalam 50°C dan dinding luar $27,5^\circ\text{C}$, dapat ditentukan nilai kerugian kalor lewat dinding sebesar 40,98 W.

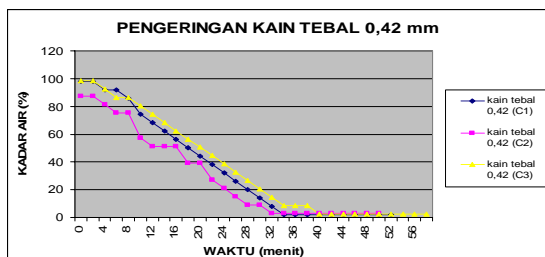
4.2. Data pengujian



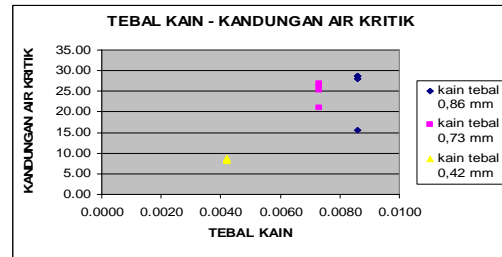
Gambar 4: Grafik waktu pengeringan – kadar air kain dengan tebal 0,86mm.



Gambar 5: Grafik waktu pengeringan - kadar air kain dengan tebal 0,73mm.



Gambar 6: Grafik waktu pengeringan - kadar air dengan tebal 0,42mm.



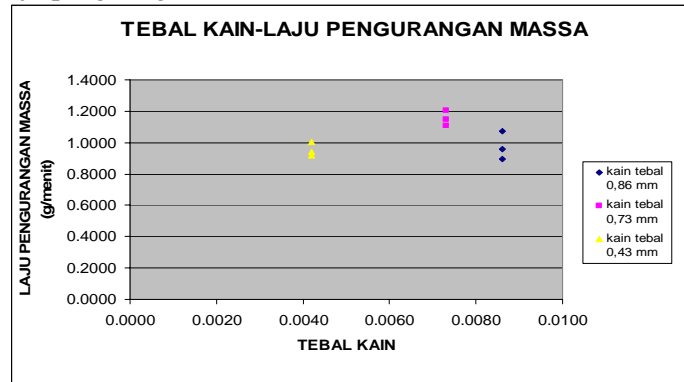
Gambar 7: Karakteristik tebal kain - kandungan air kritis.

Dari gambar 4-6 dapat diketahui kandungan air kritis rata-rata kain *jeans* (A) (*jeans* dengan tebal rata-rata 0,86 mm) terjadi pada kadar air **24,12%**, kain *jeans* (B) (*jeans* dengan tebal rata-rata 0,73 mm) terjadi pada kadar air **23,14%**, sedangkan kain *jeans* (C) (*jeans* dengan tebal rata-rata 0,42 mm) terjadi pada kadar air **8,48%**. Selama laju pengeringan konstan, air yang menguap adalah air

bebas. Gambar 4.7. menunjukkan bahwa dengan jenis yang sama, semakin tebal suatu padatan (kain) kandungan air (MC) kritisnya akan semakin besar.

4.3.1.3. Laju Pengeringan Pada Daerah Pengeringan Konstan

Laju pengurangan massa kain terjadi karena adanya sejumlah kandungan air dalam kain yang menguap (perpindahan massa). Nilai tersebut dapat diketahui dengan mencari gradien kemiringan dari grafik antara perubahan massa kain terhadap waktu. Dalam hal ini hanya dicari laju pengurangan massa selama proses laju pengeringan konstan.



Gambar 8. Karakteristik laju pengurangan massa-tebal kain

Dari rata-rata pengurangan massa kain dengan tebal 0,86mm ($m = 0,73$ gram/menit), massa pada titik kritis ($y = 41,79$ gram) dan massa awalnya ($c = 62,46$ gram), dengan bentuk umum persamaan garis linier dapat ditentukan waktu pengeringan yang diperlukan untuk mengeringkan kain dengan tebal 0,86 mm sampai dengan titik kritisnya sebesar 28menit.

$$y = m \cdot x + c \dots\dots\dots(1)$$

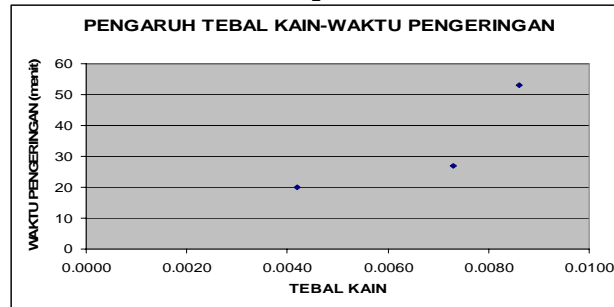
di mana y = Massa Pakaian
 m = Laju Pengurangan Massa
 x = Waktu Pengeringan
 c = Massa Awal

Tabel 1. Perhitungan waktu pengeringan

No	Jenis kain	Massa awal (gram)	Massa pada titik kritis (gram)	Kandungan air Awal (%)	Kandungan air kritis (%)	Massa pada kering tanur (gram)	Laju pengeringan (gram/menit)	Waktu pengeringan (menit)
1.	Kain tebal 0,86 mm	62.46	41.79	88.83	24.12	33.22	0.73	28
2.	Kain tebal 0,73 mm	56.96	33.62	88.33	23.14	27.04	0.87	27
3.	Kain tebal 0,42 mm	32.38	18.04	79.04	8.48	16.66	0.71	20

Tabel 1. memperlihatkan bahwa nilai rata-rata laju pengurangan massa kain dengan tebal 0,86mm sebesar 0,73gram/menit, kain dengan tebal 0,73mm sebesar 0,87gram/menit, sedangkan kain dengan tebal 0,42 mm sebesar 0,71gram/menit. Ini berarti laju pengurangan massa kain dengan tebal 0,73 mm lebih besar dari kain dengan tebal 0,86 mm dan kain dengan tebal 0,42 mm. Jika hanya dilihat dari laju pengurangan massanya saja, maka waktu pengeringan untuk kain dengan tebal 0,73mm adalah yang paling cepat, diikuti oleh kain dengan tebal 0,86mm, kemudian kain dengan tebal 0,43mm. Namun persamaan 1 dan tabel 1 menyatakan waktu pengeringan memperhitungkan laju pengurangan massa, massa awal dan masa akhir. Sehingga waktu pengeringan kain dengan tebal 0,42mm (20menit) lebih singkat dibandingkan kain dengan tebal 0,73mm (27menit) dan kain dengan tebal 0,86mm (28,7menit), demikian pula untuk kain dengan tebal 0,73mm (27menit) lebih singkat dari pada kain dengan tebal 0,86mm (28,7menit). Waktu pengeringan ini sesuai dengan fakta yang di

dapatkan di lapangan. Sehingga bisa disimpulkan bahwa **waktu pengeringan dipengaruhi oleh laju pengurangan massa dan massa awal dari suatu padatan (kain) tersebut.**



Gambar 9. Pengaruh massa jenis spesifik ketiga jenis kain terhadap waktu pengeringan

Pada gambar 9. dapat di ketahui bahwa **semakin tebal suatu padatan (kain), maka waktu pengeringannya akan semakin lama. Ini dikarenakan semakin besar massa jenis kain berarti akan semakin sedikit pula pori-porinya, sehingga air akan lebih sulit bergerak keluar ke permukaan kain.**

4. PENUTUP

Dari semua hal yang telah dibahas dapat diambil kesimpulan :

1. Dari hasil perancangan dan pengujian alat pengering pakaian sistem konvensional diketahui bahwa panas buangan dari AC rumah tangga masih memiliki kandungan kalor yang cukup tinggi untuk melakukan proses pengeringan pakaian.
2. Dari grafik laju pengeringan dapat di ketahui nilai kandungan air kritik dan karakteristiknya untuk tiap-tiap spesimen uji sebagai berikut :
 - a. Kandungan air kritik rata-rata untuk kain *jeans* (A) (*jeans* tebal rata-rata 0,86mm) terjadi pada kadar air 24,12 %.
 - b. Kandungan air kritik rata-rata untuk kain *jeans* (B) (*jeans* tebal rata-rata 0,73mm) terjadi pada kadar air 23,14 %.
 - c. Kandungan air kritik rata-rata untuk kain *jeans* (C) (*jeans* tebal rata-rata 0,42mm) terjadi pada kadar air 8,56 %.
3. Lamanya waktu pengeringan yang diperlukan adalah :
 - a. Waktu pengeringan kain dengan tebal 0,42 mm hingga titik kritik (rata-rata 20 menit) lebih singkat dibandingkan kain dengan tebal 0,86 mm (rata-rata 28menit) dan kain dengan tebal 0,73mm (rata-rata 27menit). Demikian pula untuk kain dengan tebal 0,73 mm (rata-rata 27menit) lebih singkat dari pada kain dengan tebal 0,86 mm (rata-rata 28menit).
 - b. Rata-rata waktu untuk mengeringkan kain *jeans* dengan tebal 0,86mm dari kadar air 89 % sampai 0 % adalah 87 menit, untuk kain *jeans* dengan tebal 0,73mm dari kadar air 110 % sampai kadar air 0,75% adalah 57 menit sedangkan untuk kain dengan tebal 0,42mm dari kadar air 102% sampai kadar air 0,68% adalah 49,75menit.
 - c. Semakin tebal suatu padatan (kain) maka pori-pori akan semakin kecil, hal ini menyebabkan air akan sulit keluar ke permukaan kain sehingga waktu pengeringannya akan semakin lama.
4. Pengaruh tebal kain terhadap karakteristik pengeringan selama laju pengeringan konstan adalah laju pengurangan massa suatu kain tidak dipengaruhi secara khusus oleh tebal kain tersebut. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata laju pengurangan massa kain *jeans* (A) (tebal rata 0.86mm) sebesar 0,7299 gram/menit, kain *jeans* (B) (tebal rata 0.73 mm) sebesar 0,8656 gram/menit, sedangkan kain *jeans* (A) (tebal rata 0.42 mm) sebesar 0,7145 gram/menit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Incropera, F.P, 1996, *Fundamental of Heat And Mass Transfer*, 4th ed, JHON WILEY & SONS, USA.
2. Mujumdar, A.S, 1995, *Basic Process Calculation in Drying*, Dalam Mujumdar, A.S (ed), *Hand Book of Industrial Drying*, 2nd ed, vol.1,Marcel Dekker, InC, USA.
3. Holman, J.P, 1994, *Perpindahan Kalor*, Edisi ke 6, Erlangga, Jakarta, Indonesia.
4. Caroko, N, (2003), “Kaji Eksperimental Pengaruh Secific Gravity Kayu Terhadap Karakteristik Laju Pengeringannya”, Skripsi, Teknik Mesin UNS.