



## Pengaruh Variasi Kecepatan Sirkulasi Udara Terhadap Laju Pengeringan Kayu Pada Dapur Pengering Kayu

Karnowo<sup>1</sup>, Dony Hidayat Al Janan<sup>1</sup>, Widi Widayat<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima 04 10 2021

Disetujui 11 10 2021

Dipublikasikan 21 10 2021

#### Keywords:

kecepatan, pengeringan, dapur, kayu

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh variasi kecepatan sirkulasi udara di dalam oven pengering terhadap laju pengeringan kayu pada dapur pengering kayu. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan memasang sebuah exhaust fan pada ujung cerobong keluar oven. Kecepatan dari exhaust fan tersebut dapat divariasikan. Variasi kecepatan sirkulasi diseting mulai 1 m/s sampai 8 m/s. Temperatur dan RH di dalam oven pada setiap tahap pengeringan dipertahankan stabil. Hasil yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut. Laju pengeringan dengan sampel kayu empat buah kayu mahoni didapat rata-rata 16,6% per jam dari semua variasi. Pada variasi kecepatan yang paling besar  $V_{\text{sirkulasi}} = 8 \text{ m/s}$ , target kadar air terakhir mencapai 4,17%, dan pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 1 \text{ m/s}$  (terendah), kadar air terakhir 7,67%. Jadi semakin tinggi kecepatan sirkulasi, laju pengeringan semakin besar. Namun, pada kecepatan sirkulasi yang besar akan terjadi kerusakan pada fisik kayu yaitu retak pada muka dan ujung kayu.

### Abstract

The aim of this research is to investigate the effect of air circulation speed variations on the rate of wood drying in the wood drying kiln. The research was carried out by installing an exhaust fan at the end of the chimney exiting the oven. The speed of the exhaust fan can be varied. Variations in circulation speed are set from 1 m/s to 8 m/s. The temperature and RH in the oven at each drying stage are maintained stable. The results obtained from the research are as follows. The sample drying rate with four pieces of mahogany wood was found to be an average of 16.6% per hour for all variations. At the greatest speed variation  $V_{\text{circulation}} = 8 \text{ m/s}$ , the target final moisture content (MC) reaches 4.17%, and at  $V_{\text{circulation}} = 1 \text{ m/s}$  (lowest), the final MC is 7.67%. So the higher the circulation speed, the greater the drying rate. However, at high circulation speeds, physical damage to the wood will occur, namely cracks on the face and ends of the wood.

## PENDAHULUAN

Pengeringan secara umum dibedakan menjadi dua jenis, pertama pengeringan alamiah dan kedua pengeringan paksa. Pengeringan alamiah adalah jenis pengeringan konvensional yang sudah umum ada sejak dahulu, tanpa teknologi dan tanpa biaya tambahan. Masyarakat sudah terbiasa menggunakan pengeringan alamiah, sebagai contoh: petani padi mengeringkan padi di halaman depan rumah dengan memanfaatkan panas matahari, pengusaha krupuk mengeringkan krupuk basah dengan memanaskan di luar dengan panas matahari dan banyak contoh lain. Namun, dengan semakin berkembangnya teknologi, pengeringan alamiah sudah banyak dimodifikasi untuk meningkatkan kinerja pengeringan (Karnowo dkk., 2008). Perkembangan selanjutnya pengering dengan sentuhan teknologi sudah beralih jenis dari alamiah ke pengeringan paksa. Dengan pengeringan paksa, kinerja pengering ditingkatkan untuk mencapai laju pengeringan yang cepat. Pengeringan paksa sudah umum dipakai oleh para pengusaha pada industri industri yang berhubungan dengan produk yang harus awet seperti makanan dan juga kayu.

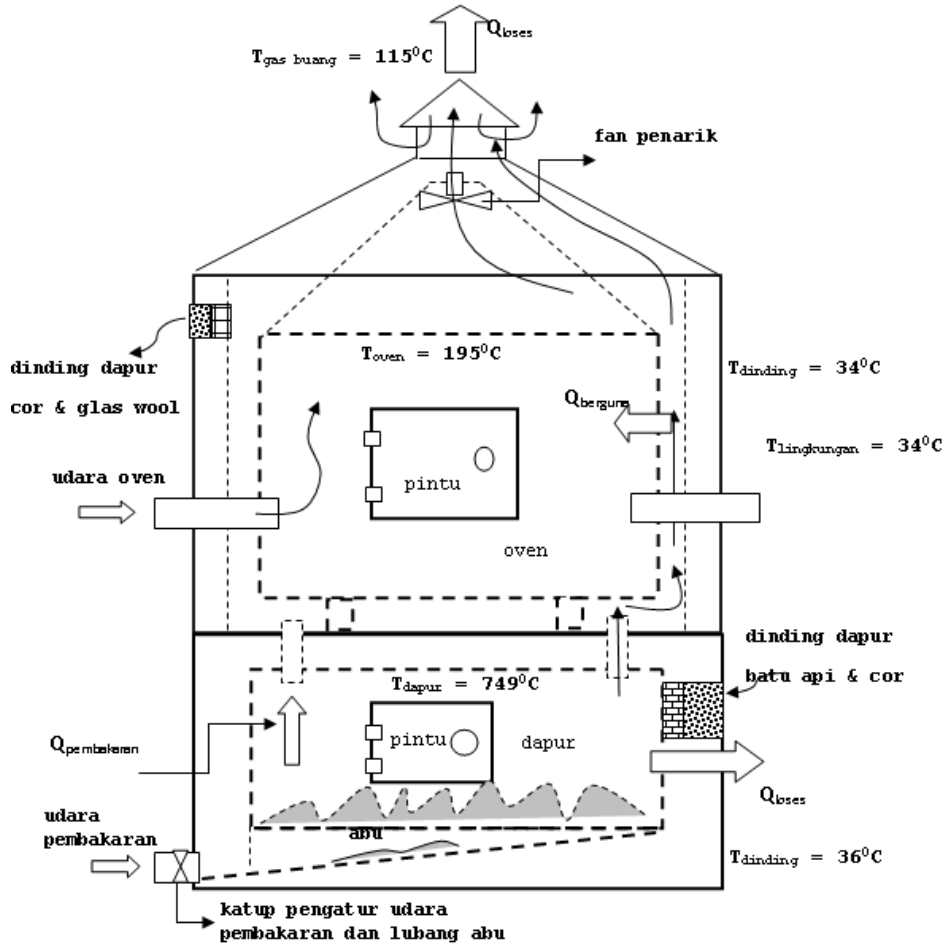
Di era sekarang, era yang serba cepat, menuntut para pengusaha untuk memproduksi produk olahan dalam jumlah besar dan harus cepat. Seperti para pengusaha kerajinan meubel kayu di Jepara. Pada mulanya mereka mengeringkan kayu hanya dengan meletakkan di tempat yang terkena panas matahari saja. Tetapi karena tuntutan produksi yang tinggi, mereka mulai menggunakan alat pengering modern sehingga target produksi mebel tercapai. Mutu kayu bisa diperbaiki dan proses pengeringan kayu menjadi cepat. Proses pengeringan kayu baik alami maupun buatan merupakan proses evaporasi kandungan air dalam kayu dengan waktu tertentu sesuai dengan kondisi udara di sekitarnya (MicCurdy dkk., 2015; Terehovics dkk., 2017). Diagram kurva pengeringan kayu secara teoritis menunjukkan lima tahapan proses yang digunakan dalam pengeringan kayu, yaitu (Zhang dkk., 217; Sun dkk., 2000):

1. Tahap pemanasan awal (*preheating*).
2. Tahap pengeringan kayu sampai titik jenuh serat (*drying down to fibre saturation point*).
3. Tahap pengeringan dari titik jenuh serat sampai kadar air akhir (*drying down from FSP to final moisture content*).
4. Pengkondisian pada kadar air akhir (*conditioning at FMC*). dan
5. Pendinginan dan pembongkaran kayu (*cooling down and discharge of timber stack*) (Dodong dan Budianto, 1996)

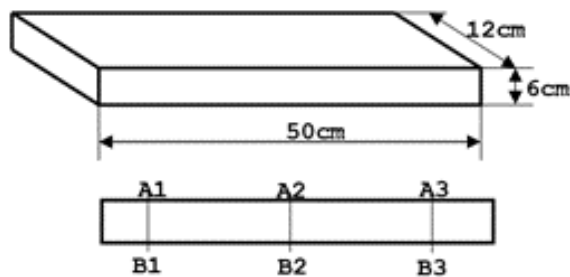
Waktu pengeringan tidak dapat dipersingkat dengan hanya menaikkan temperatur ruang. Pemaksaan ini tidak akan membawa hasil yang memuaskan melainkan akan menimbulkan cacat kayu (retak atau pecah), bahkan terjadi kayu yang tidak dapat dipakai sama sekali. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilaksanakan penelitian dengan menggunakan dapur pengering dimana udara di dalam tempat pengeringan (oven) disirkulasi dengan variasi kecepatan tertentu diharapkan bisa menaikkan laju pengeringan tanpa merusak fisik kayu

## METODE PENELITIAN

Eksperimen dimulai dengan melakukan pengukuran kayu basah (mahoni) dari penggergajian dengan metode dry oven (Gamb.1). Dapur Oven Pengering kemudian dinyalakan. Untuk proses preheating dan evaporating kecepatan sirkulasi dianggap masih alamiah ( $V_{\text{sirkulasi}} = 0,5 - 0,7 \text{ m/s}$ ) karena exhaust fan tidak dinyalakan.  $T_{\text{oven}}$  dipertahankan pada temperatur sekitar  $800^{\circ}\text{C}$  sampai  $1000^{\circ}\text{C}$  dengan RH di dalam oven antara 15% - 25% selama satu jam dengan cara mengendalikan proses pembakaran di dapur. Pengendaliannya yaitu dengan mengatur jumlah udara pembakaran yang melewati katup pencekik saluran udara pembakaran. Setelah selesai tahap tersebut, katup udara pembakaran dibuka semua sehingga pembakaran menjadi cepat untuk menaikkan temperatur oven menjadi sekitar  $1200 - 1400^{\circ}\text{C}$  dengan RH di dalam oven antara 4% - 6%. Kecepatan sirkulasi udara pengering di variasi mulai  $V_{\text{sirkulasi}} = 1 \text{ m/s}$  sampai  $8 \text{ m/s}$  dengan menyalakan exhaust fan. Proses ini dipertahankan selama 80 menit, kemudian pembakaran dihentikan dengan menutup rapat katup udara. Selanjutnya, apabila MC kayu setelah diukur menunjukkan angka di bawah 8% proses pengeringan selesai.



Gambar 1. Dapur pengering dan skema instalasi penelitian



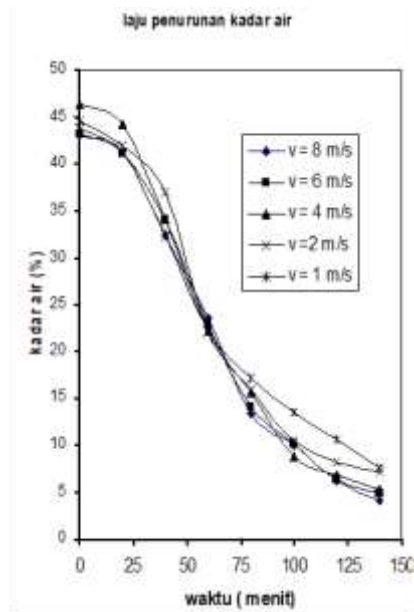
Gambar 2. Spesimen Uji

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berikut tabel data-data eksperimen pengeringan kayu, dan grafik dari data-data yang ada ditabel tersebut :

**Tabel 1.** Data pengukuran

V udara	T pengeringan	KADAR AIR % (WMC)							Pengukuran	
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	Rata2		
0 m/s	0 menit							43,6	<i>dry oven</i>	
	20							41,3		
	40							32,4		
	60	23	24	25	26	22	23	23,60		
	80	14	13	15	15	11	12	13,33		
8 m/s	100	10	8	11	10	10	11	10,00	WMC tester	
	120	6	6	6	7	6	6	6,17		
	140	4	4	4	5	5	3	4,17		
	0 menit							43,40		
0 m/s	20							41,20	<i>dry oven</i>	
	40							34,15		
	60	23	25	20	24	24	21	22,83		
	80	15	15	18	11	16	10	14,17		
	100	11	10	12	11	9	8	10,17		WMC tester
120	6	6	6	6	8	6	6,33			
140	5	5	4	4	7	4	4,83			
0 m/s	0 menit							46,70	<i>dry oven</i>	
	20							44,30		
	40							34,10		
	60	24	21	21	22	23	22	22,17		
	80	17	16	15	16	16	14	15,67		
	100	9	10	8	9	9	8	8,83		WMC tester
	120	7	8	6	7	7	6	6,83		
4 m/s	140	6	7	4	5	5	5	5,33		
	0 menit							44,50	<i>dry oven</i>	
	20							42,30		
	40							37,40		
	60	23	23	22	21	23	20	22,00		
	80	18	19	15	14	17	13	16,00		
100	12	12	10	9	12	8	10,50	WMC tester		
120	10	8	8	7	9	7	8,17			
140	9	7	7	6	8	6	7,17			
0 m/s	0 menit							43,80	<i>dry oven</i>	
	20							41,20		
	40							32,40		
	60	19	22	21	22	24	25	22,17		
	80	16	18	15	17	19	18	17,17		
	100	14	14	13	14	13	13	13,50		WMC tester
	120	12	11	7	12	12	10	10,67		
140	7	8	8	7	9	7	7,67			

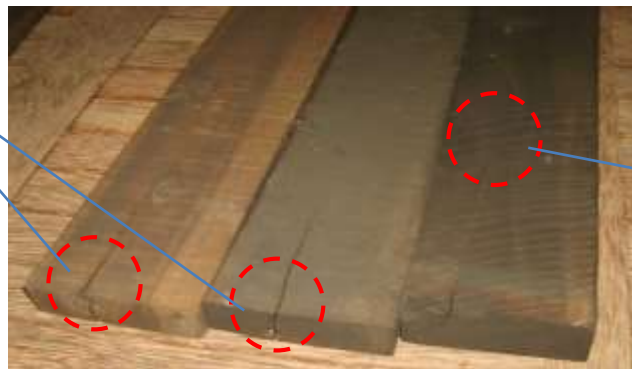


**Gambar 3.** Grafik laju penurunan kadar air kayu

Dari grafik di atas terlihat tren dari laju proses pengeringan dengan variasi kecepatan sirkulasi di dalam oven. Dari tren tersebut, jelas terlihat pengaruh dari kecepatan sirkulasi yaitu semakin besar kecepatan sirkulasi, laju pengeringan semakin naik. Hal ini bisa diamati juga dengan membandingkan gradien kurva, pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 8 \text{ m/s}$  mempunyai gradien paling curam jika dibandingkan dengan kurva lainnya, artinya laju pengeringannya paling cepat. Disamping itu, dengan semakin besar kecepatan sirkulasi, kadar air terakhir dari pengeringan akan semakin rendah. Pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 8 \text{ m/s}$ ,  $MC_{\text{akhir}} = 4,17\%$  sedangkan pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 2 \text{ m/s}$   $MC_{\text{akhir}} = 7,17\%$ .

Kondisi-kondisi tersebut disebabkan oleh beberapa hal yaitu : pertama dengan kecepatan sirkulasi yang besar akan membantu pemerataan distribusi suhu di dalam oven demikian juga distribusi RH, kedua dengan kecepatan sirkulasi yang besar akan menaikkan transfer kalor pada plat oven ke ruang di dalam oven dan dengan kecepatan sirkulasi yang besar akan menaikkan koefisien perpindahan massa (Incropera dkk., 1985; Jasfi dkk., 1994; Moran dkk., 1995 ). Tetapi, dengan semakin besar kecepatan sirkulasi akan berpengaruh terhadap kualitas dari kayu yang dikeringkan. Seperti pada gambar 4 adalah kondisi fisik dari kayu setelah pengeringan. Pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 8 \text{ m/s}$ , kondisi fisik kayu terlihat ada kerusakan yaitu retak pada ujung dan pada muka kayu. Demikian juga pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 6 \text{ m/s}$ , sedangkan pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 4 \text{ m/s}$  hanya terdapat keretakan pada ujung itupun hanya sedikit. Pada  $V_{\text{sirkulasi}} = 2$  dan  $1 \text{ m/s}$  tidak terdapat keretakan pada kayu.

retak pada ujung kayu karena over heat; pemanasan yang tidak merata



warna kayu menghitang karena perubahan kimia serat kayu-terkena panas berlebih pada permukaan

**Gambar 4.** Kondisi fisik kayu hasil pengeringan

Salah satu penyebab terjadinya kerusakan seperti keretakan pada muka dan ujung kayu pada kecepatan sirkulasi besar yaitu laju penurunan kadar air yang cepat, keadaan ini mengakibatkan kontraksi di permukaan kayu dan di dalam kayu (Sun dkk., 2000; Yan dkk., 2017). Pada permukaan kayu kadar air berkurang cepat, sedangkan di dalam kayu masih butuh waktu untuk menguap sehingga terjadi perbedaan kadar air yang cukup besar kemudian terjadilah kontraksi cepat atau kayu seperti "kram".

## SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan mengacu pada tujuan, kesimpulan yang bisa ditarik dari penelitian ini adalah Laju pengeringan dengan sampel kayu empat buah kayu mahoni didapat rata-rata 16,6% per jam dari semua variasi. Pada variasi kecepatan yang paling besar  $V_{sirkulasi} = 8 \text{ m/s}$ , target kadar air terakhir mencapai 4,17%, dan pada  $V_{sirkulasi} = 1 \text{ m/s}$  (terendah), kadar air terakhir 7,67%. Jadi semakin tinggi kecepatan sirkulasi, laju pengeringan semakin besar. Namun, pada kecepatan sirkulasi yang besar akan terjadi kerusakan pada fisik kayu yaitu retak pada muka dan ujung kayu. Untuk lebih memaksimalkan proses pengeringan dengan pengaturan sirkulasi udara di dalam oven diperlukan exhaust fan yang responsif terhadap temperatur dan RH di dalam oven.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budianto A., Dodong, 1996, *Mengenal Kayu*, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Incropera, Frank P., De Witt., David, 1985, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill, New York.
- Jasfi E (terjemahan)., 1994, *Perpindahan Kalor*, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta.
- Jiali Zhang; Lijie Qu; Zhenyu Wang; Zijian Zhao; Zhengbin He; Songlin Yi, 2017, Simulation And Validation Of Heat Transfer During Wood Heat Treatment Process. Results in Physics. Vol. 7 pp 3806-3812
- Karnowo, Anis, S., Basyirun. (2008). Rekayasa Dapur Pengering Oven Kayu. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Kjell Suadicani; Niels Hedding. 1992. Wood preparation, storage, and drying. Biomass and Bioenergy. Vol.2 pp. 149-156
- Moran, Michael J., Howard N., Saphiro, 1995, *Fundamental Of Engineering Thermodynamics*, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons. Inc, Canada.
- McCurdy, M.; Pang, S.; Keey, R..2015. Experimental Determination Of The Effect Of Temperature And Humidity On The Development Of Colour In Pinus Radiata. Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol 22 pp 323-367
- Necati, Ozisik M., 1981, *Basic Heat Transfer*, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill, New York.
- Sun, Z.F.; Carrington, C.G.; Bannister, P. 2000. Dynamic Modelling of the Wood Stack in a Wood Drying Kiln. Chemical Engineering Research and Design. Vol.78, pp 107-117
- Terehovics, E; Veidenbergs, I; Blumberga, D. 2017. Energy and exergy balance methodology. Wood chip dryer. Energy Procedia. Vol. 128 Pages 551-557
- Yan Qing; Ming Liu; Yiqiang Wu; Shanshan Jia; Shuang Wang; Xin gong., 2017. Investigation On Stability And Moisture Absorption Of Superhydrophobic Wood Under Alternating Humidity and Temperature Conditions. R. in Physics. Vol 7, pp 1705-1711