

KINERJA MESIN PENGERING MIKRO BERTENAGA KOMBINASI SURYA DAN LISTRIK DALAM PENGERINGAN KAYU JATI

(*The Performance of a Micro Dryer Machine Powered by a Combination of Solar and Electricity in Drying Teak Wood*)

Galit Gatut Prakosa & Ramli Ramadhan

Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144, Telp. (0341) 464318

E-mail : galitgatut@umm.ac.id

Diterima 2 Maret 2019, direvisi 1 Juli 2021, disetujui 8 September 2021

ABSTRACT

*Indonesia is one of the exporting countries for wood crafts to 193 countries, but in the process, it often suffers losses due to product returns by the buyer due to cracked defects when the goods arrive at the ordering country. One of the efforts to improve the quality of wood crafts is to dry the wood according to the destination country so that the dimensions and humidity are relatively stable. The industrial-scale wood drying process requires a high investment, so developing a small-scale dryer for artisans is necessary. This study aims to design and test the performance of a simple wood dryer with a capacity of 1.5 m³ at an affordable cost, easy to operate and use by the public. The test samples used were stems and branches of teak (*Tectona grandis L.f.*). The heater used is a combination of solar heat and electricity, namely the heat of the sun is maintained and flowed into the wood drying chamber through a fan that sucks hot air from the combustion chamber into the drying chamber. Hot air is circulated to the inlet again continuously to be redistributed to the drying chamber. The test results show that the daily average temperature of solar heat received by the drying chamber is between 40–50°C, while the temperature for drying teak wood is between 45–70°C. From the evaluation that has been done, the heating plate is less effective in heating the space, so it is necessary to replace it with a modification of the installation of the heating element on battery powered devices.*

Keywords: Drying, micro drying machine, teak, solar energy, modification

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor kerajinan kayu ke 193 negara, namun dalam prosesnya sering mengalami kerugian akibat pengembalian produk oleh pihak pemesan karena mengalami cacat retak pada saat barang tiba di negara pemesan. Salah satu upaya meningkatkan kualitas kerajinan kayu adalah dengan mengeringkan kayu sesuai negara tujuan agar dimensi dan kelembapannya relatif stabil. Proses pengeringan kayu skala industri membutuhkan investasi yang tinggi, sehingga perlu dikembangkan pengering skala kecil untuk pengrajin. Penelitian ini bertujuan membuat desain dan pengujian kinerja pengering kayu sederhana dengan kapasitas 1,5 m³, dengan biaya terjangkau, mudah dioperasikan dan digunakan oleh masyarakat. Contoh uji yang digunakan berupa batang dan cabang kayu jati (*Tectona grandis L.f.*). Pemanas yang digunakan adalah kombinasi panas matahari dan listrik, yaitu panas cahaya matahari dipertahankan dan dialirkan ke dalam ruang pengering kayu melalui kipas yang menghisap udara panas dari ruang bakar ke dalam ruang pengering. Udara panas disirkulasikan ke saluran hisap lagi secara terus menerus untuk didistribusikan kembali ke ruang pengering. Hasil uji coba menunjukkan suhu rerata harian dari panas surya yang diterima ruang pengering berkisar antara 40–50°C, sementara suhu untuk pengeringan kayu jati berkisar antara 45–70°C. Dari evaluasi yang telah dilakukan, plat pemanas kurang efektif dalam pemanasan ruang sehingga perlu dilakukan penggantian dengan modifikasi pemasangan elemen pemanas di dinding oven bersumber baterai.

Kata kunci: Pengeringan, mesin pengering mikro, jati, tenaga surya, modifikasi

I. PENDAHULUAN

Kayu berasal dari berbagai jenis pohon memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda, bahkan kayu yang berasal dari satu pohon memiliki sifat yang berbeda, jika dibandingkan dengan bagian ujung dan pangkalnya. Kayu merupakan suatu bahan yang bersifat higroskopik, yaitu dapat kehilangan atau

dapat bertambah kelembapannya akibat perubahan kelembapan dan suhu udara disekitarnya (Dumanauw, 1982). Sifat tersebut mempengaruhi stabilitas dimensi kayu yang apabila tidak diantisipasi dengan baik akan menimbulkan masalah dalam proses pengolahan dan pemakaian kayu. Pengeringan kayu secara sederhana maupun modern merupakan

suatu keharusan sebelum kayu digunakan. Harapannya kayu tidak akan lagi mengalami perubahan bentuk dan retak akibat perubahan lingkungan (Basri & Hidayat, 1993).

Sebagai salah satu negara eksportir kerajinan kayu dunia, Indonesia telah mengekspor kerajinan kayu ke 193 negara dimana 28 diantaranya adalah negara-negara anggota UE (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Selama ini banyak kerugian yang dialami pihak eksportir karena produk kerajinan kayu dikembalikan oleh pihak pemesan. Hal ini dikarenakan barang kerajinan mengalami cacat keretakan setelah berada di negara pemesan. Penyebab utama cacat retak kerajinan kayu adalah perbedaan kadar air seimbang antara Indonesia dengan negara tujuan ekspor. Berkurangnya pasar kerajinan kayu Indonesia di UE disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor yang terkait dengan isu *Export Quality Infrastructure* (EQI) seperti kadar air kayu, standar produk, dan kualitas produk akhir (Salim & Munadi, 2017). Perubahan kelembapan udara dan temperatur yang ekstrim di negara tujuan, yang umumnya memiliki empat musim dengan kadar air seimbang mencapai 10%, menyebabkan terjadinya penyesuaian kadar air kayu, sehingga mengakibatkan barang kerajinan tersebut mengalami penyusutan dan pengembangan, sehingga menjadi retak. Kandungan air pada kayu dipengaruhi oleh persentase kayu gubal dan teras, Kandungan air kayu gubal biasanya jauh lebih tinggi daripada kayu teras (Hartley & Hamza, 2016). Alat pengering yang saat ini banyak digunakan pelaku usaha kerajinan kayu furnitur kebanyakan pada skala besar yaitu pengeringan konvensional yang membutuhkan investasi besar dan volume pengeringan kayu $>25 \text{ m}^3$.

Penggunaan sistem pengering makro membutuhkan investasi besar dan membutuhkan tenaga ahli untuk operasional dan perawatannya, sehingga dirasakan berat untuk pengusaha kecil dan menengah (Figueiró et al., 2020). Penelitian tentang investasi pendirian unit pengeringan oleh Basri dan Supriadi (2006) menyatakan bahwa pembuatan unit pengeringan kayu memerlukan biaya sebesar Rp 74.635.000,-. Untuk itu perlu digunakan pengering kayu sederhana skala mikro dengan biaya yang mudah dijangkau, mudah dalam mengoperasikan dan

diaplikasi oleh masyarakat, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk kerajinan kayu dengan umur pakai yang relatif lama.

Modal besar menjadi permasalahan bagi pengrajin kecil dan menengah (UMKM), karena pengrajin hanya membutuhkan pengeringan kayu ukuran kecil. Saat ini, industri kerajinan kayu skala rumah tangga hanya mampu mengeringkan kayu secara alami dengan bantuan sinar matahari serta angin. Penelitian ini bertujuan membuat desain dan pengujian kinerja pengering kayu dengan kapasitas $1,5 \text{ m}^3$. Pemilihan kayu jati (*Tectona grandis* L.f.) sebagai contoh uji dikarenakan jenis ini banyak digunakan sebagai alternatif sebagian besar pengrajin kayu (Susanti & Winiarti, 2013). Untuk itu, perlu alternatif pengering kayu sederhana skala mikro dengan biaya yang mudah dijangkau.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2020 sampai dengan bulan Agustus 2020. Pembuatan dan perakitan purwarupa alat pengering mikro dilaksanakan di Bengkel FPP, sedangkan uji efektivitas kinerja alat pengering skala kecil dilakukan di Laboratorium Kehutanan Universitas Muhammadiyah Malang.

Kayu yang diujicobakan adalah batang dan cabang kayu jati (*Tectona grandis*) yang merupakan simulasi dari bahan baku utama sebagian pengrajin kayu skala mikro di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengrajin yang dimaksud adalah pengrajin topeng kayu yang merupakan pendukung kesenian khas Malang, yaitu Tari Topeng khas Malang. Purwarupa alat pengering mikro berupa bangunan pengering tenaga surya kapasitas $1,5 \text{ m}^3$, panjang 1 m; lebar 1 m; tinggi bangunan depan 1,5 m. Alat pengering kayu skala mikro bertujuan agar mudah dibawa dan dipindahkan sesuai arah datangnya cahaya matahari.

Material yang digunakan untuk bangunan purwarupa pengering kayu skala mikro antara lain Aluminium dengan ketebalan 0,15 cm untuk dinding pengering; *glass wool* dengan ketebalan 3 cm sebagai bahan isolasi panas; dan galvalum dengan tebal 0,1 cm sebagai kerangka. Atap kaca digunakan *tempered glass* setebal 0,8 cm.

Tabel 1. Bahan dinding
Table 1. Wall Materials

Bahan (Materials)	Tebal (Thick, cm)	Konduktivitas termal (Thermal Conductivity, W/m°K)
Aluminium	0,15	237
Glass Wool	3	0,058
Galvalume	0,1	166

Untuk menghitung panas yang masuk ke pengering didapatkan dengan formula:

$$Q_{in} = Q_{evap} + Q_{sensible} + Q_{loss \ total} \dots\dots\dots(1)$$

Setelah mengetahui total panas yang masuk ke dalam pengering, perlu dihitung efektivitas pengering. Perhitungan efektivitas pengering diperoleh dengan formula:

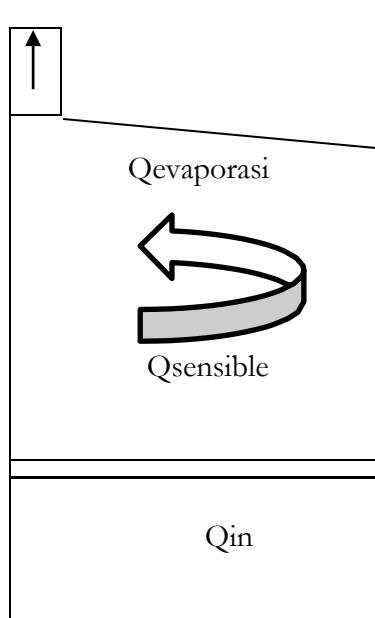
$$\eta_{Pengering} = (Q_{evap} + Q_{Sensible}) / Q_{in} \dots\dots\dots(2)$$

Sumber panas pada siang hari memanfaatkan energi surya dan pada malam hari atau tergantung kebutuhan, berasal dari elemen pemanas dengan bahan bakar aki kering. Dengan bantuan 1 buah *blower* pendorong yang berkekuatan motor 0,5 HP (tenaga kuda), udara panas dari elemen pemanas langsung dialirkan ke dalam ruang pengering. Aliran panas, baik yang datang dari matahari maupun dari elemen pemanas akan didistribusikan secara merata oleh 3 buah kipas (*fan*), masing-masing berdaya 1 HP ke setiap bagian permukaan kayu. Suhu dalam pengering dapat diketahui dengan menggunakan sensor pengukur suhu digital yang dipasang pada bagian

belakang oven. Peralatan penunjang yang digunakan antara lain, timbangan digital, *dial calliper*, penggaris, alat pengukur kadar air (*moisture meter*) dan gergaji mesin. Adapun neraca kalor dari pengering digambarkan pada Gambar 1.

Penelitian diawali dengan membuat desain teknis dan spesifikasi teknis dari oven mikro yang dibuat. Pemilihan model memanfaatkan sifat gelombang panjang *ultraviolet* dari cahaya matahari yang dikumpulkan dalam pengering. Adapun langkah-langkah yang ditempuh mulai dari merancang oven kayu dengan kapasitas 1,5 m³, merealisasikan desain; mengukur kinerja oven kayu; dan menganalisis aspek ekonomi alat pengering kayu skala mikro.

Tahapan pertama dilakukan dengan perancangan bangun dari pengering dengan skala mikro dan memiliki sifat *portable*. Maksud dari sifat *portable* adalah pengering mampu beradaptasi dengan arah dimana sinar matahari berasal. Oleh karena itu, dalam mendesain pengering kayu, atap dari pengering dirancang membentuk sudut 45° terhadap dinding vertikal dari bangunan.



Gambar 1. Neraca kalor pengering kayu
Figure 1. wood dryer heat balance

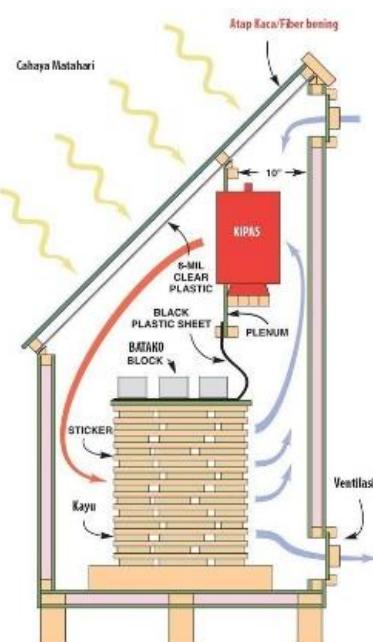
Desain oven pengering dirakit sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Bahan yang dipilih adalah bahan yang mampu menahan panas. Pada lapisan luar, dipilih bahan yang mampu menjadi isolator panas, agar aman bagi operator. Untuk meratakan panas, dipasang kipas dan kontrol suhu yang otomatis akan menyalakan elemen pemanas ketika suhu mulai turun. Bagian dalam dari dinding pengering dilapisi plat aluminium dengan tujuan untuk memantulkan gelombang panas agar tetap bertahan di dalam pengering.

Kinerja pengering diuji dengan melakukan pengujian sifat pengeringan. Penyusunan bagan pengeringan diawali dengan penetapan kadar air awal dan pengujian sifat pengeringan. Contoh uji sebanyak 18 buah dibuat dengan ukuran 2,5 cm (tebal) x 10 cm (lebar) x 20 cm (panjang) dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C (konstan) sampai mencapai kadar air 1%. Klasifikasi mutu ditetapkan berdasarkan kuantitas dan jenis cacat yang terjadi pada contoh uji (Terazawa, 1965). Penetapan berat jenis (BJ) dan pengujian nilai penyusutan kayu pada arah radial (R) dan tangensial (T) juga dilakukan, sesuai standar ASTM D 143-94 (ASTM, 2014). Dari data klasifikasi mutu serta data BJ dan rasio penyusutan tangensial (T) terhadap radial (R) atau T/R, kemudian ditetapkan bagan pengering untuk kayu tersebut.

Evaluasi dilakukan apabila dalam ujicoba pengovenan diperoleh hasil yang kurang efektif baik dari segi waktu maupun pengoperasian pengering. Data aspek teknis dan ekonomis, terutama adalah hasil uji coba pengeringan dengan oven pengering mikro dianalisis menggunakan bagan dari percobaan laboratorium, antara lain mutu kayu kering, lama/waktu pengeringan, dan efisiensi kebutuhan listrik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain dan spesifikasi teknis diaplikasikan menjadi bentuk bangun pengering kayu dengan memaksimalkan cahaya matahari. Kekurangan panas diperoleh dari pemasangan plat pemanas yang dioperasikan dengan sumber energi dari aki kering. Adapun rancang bangun dapat sesuai dengan Gambar 2 berikut. Sumber panas pada siang hari memanfaatkan energi surya yang masuk melewati atap dari bahan transparan dan dihembuskan dengan bantuan kipas. Menurut Howe (1977) dan Armstrong dan Hall (2005), panas radiasi yang tinggi dari matahari hanya bisa terjadi bila melewati bidang dari bahan yang transparan, seperti kaca, fiberglass atau plastik. Namun menurut Williams (1977), dari semua bahan transparan, kaca lebih efektif mengurangi kehilangan panas yang dipantulkan kembali oleh pengumpul panas (*solar collector*).



Gambar 2. Rancang bangun pengering mikro
Figure 2. Micro dyer design



Gambar 3. Pengering kayu skala mikro dengan energi cahaya matahari
Figure 3. Micro dryer with solar energy

Hasil uji coba menunjukkan suhu rata-rata harian dari panas surya yang diterima ruang pengering berkisar antara 40–50°C, sementara suhu untuk pengeringan kayu jati berkisar antara 45–70°C. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Listyanto et al. (2016), bahwa papan jati dengan ketebalan 20 mm dapat dikeringkan secara optimal pada suhu 70°C. Dari evaluasi yang telah dilakukan, plat pemanas kurang efektif dalam pemanasan ruang, dilakukan penggantian dengan pemasangan elemen pemanas di dinding oven. Gambar pengering yang telah jadi dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam bangunan pengering yang telah dibangun, dilengkapi beberapa komponen pelengkap yang fungsinya adalah untuk mempertahankan suhu hingga menambah suhu apabila ada penurunan suhu dalam ruang pengering. *Body* bagian dalam terbuat dari lembaran aluminium. Aluminium dipilih karena

materi tersebut mampu mempertahankan suhu panas hingga kurang lebih 3 jam (Bailey & Elban, 2008). Sebagai isolator agar mudah dalam mobilitas peralatan, lapisan luar dari pengering dibuat dari papan kayu lapis *multiplex*.

Beberapa komponen pelengkap yang dipasang dalam pengering mikro antara lain: kipas kecil; elemen pemanas, ventilasi, indikator suhu dan aki kering sebagai sumber energi. Kipas (*fan*) dipasang sebanyak tiga buah. Fungsi pemasangan kipas adalah untuk mendorong panas agar merata ke seluruh *body* pengering. Elemen pemanas dipasang di keliling bagian dalam *body* pengering. Ventilasi dibuat di bagian bawah *body*, tujuannya adalah agar uap air dapat turun akibat ditiup oleh kipas dan pengaruh gravitasi. Material yang digunakan ialah plat *galvalume* dan *cellular glass* sebagai isolatornya. Data pengukuran *surface* dalam dan luar pengering disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran surface dalam dan luar oven
Table 2. Measuring the inside and outside of the oven

Bagian (Section)	Tsurface (°C)		T∞ (°C)		RH (%)	T ruang bakar (°C)		
	Luar	Dalam	Luar	Dalam		Luar	Dalam	T∞
Depan	32	47				34	60	
Belakang	34	44				38	63	
Kiri	31	47	31	43	73			58
Kanan	31	46				37	61	
Rata-rata	32°C 305°K	46°C 319°K	31°C 304°K	43°C 316°K	73%	36°C 309°K	59,5°C 332,5°K	58°C 331°K

Tabel 3. Hasil perhitungan neraca kalor proses pengeringan
 Table 3. Calculation results of the drying process heat balance

	Q _{Evaporator}	Q _{Loss dinding}	Q _{Loss ruang bakar}	Q _{Sensible}
Neraca Kalor (<i>Heat balance, W</i>)	17,4071	12,3159	26,4789	49,37

Temperatur rata-rata antara temperatur ruangan oven dan temperatur *surface plate* bagian kanan, depan, dan belakang lapisan dalam. $T_f = (T_s + T_\infty) / 2 = 319,5 \text{ K}$. Suhu udara yang mengalir, rata-ratanya sebesar $42^\circ\text{C} + 273 = 315^\circ \text{ K}$, maka didapatkan $\rho = 1,1115 \text{ kg/m}^3$. Kecepatan udara diketahui dengan formula $V = (2n^2 + 1) / ((n + 1)(2n + 1))$. Dari perhitungan, diperoleh kecepatan uap air sebesar $0,7510 \text{ m/s}$.

Perhitungan neraca kalor proses pengeringan sebagai berikut:

$$Q_{\text{in}} = Q_{\text{out}}$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh data pada Tabel 3.

$$Q_{in} = Q_{evap} + Q_{loss\ wall} + Q_{loss\ room\ heater} \\ + Q_{sensible}$$

$$\text{O in} = 17,4071 + 12,3159 + 26,4789 + 49,37$$

Q in = 105,57 W

Sehingga dapat diperoleh, nilai Qin dari rancangan bangun oven ini sebesar 105,57 W.

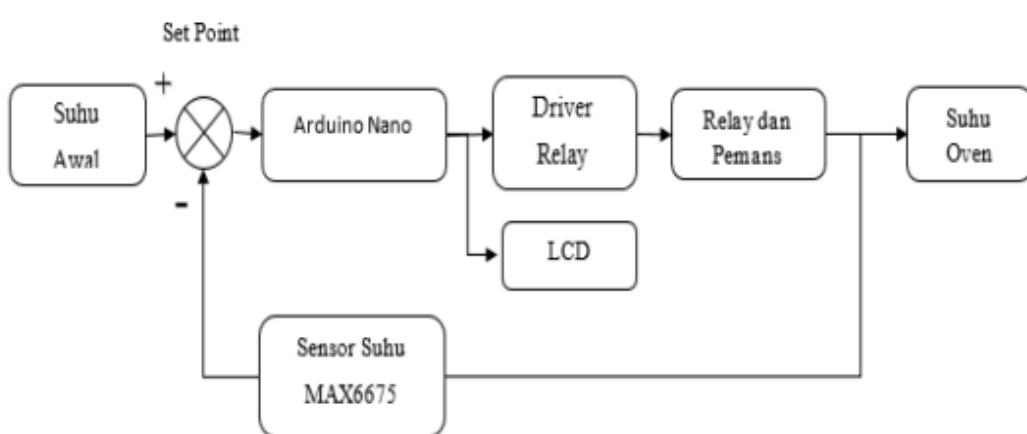
Setelah mendapat harga Qevap dan Qin maka didapat efisiensi sebesar:

$$\eta_{\text{Oven}} = \frac{Q_{\text{evaporasi}} + Q_{\text{sensible}}}{Q_{\text{in}}} \times 100\%$$

$$\eta \text{ Oven} = \frac{17,4071 + 49,37}{105,57} \times 100\%$$

η Oven = 63,25%

Indikator suhu dipasang pada bagian luar dari *body* pengering. Dari sensor yang terpasang di dalam *body* pengering, akan muncul angka yang menunjukkan suhu di dalam *chamber*. Ketika terjadi penurunan suhu, elemen pemanas otomatis akan menyala untuk meningkatkan suhu di *body chamber*. Penelitian ini menggunakan kerja kendali *on-off* dengan memanfaatkan *adjustable dead band* yang ada pada *temperature switch* dan *pressure switch*. Nilai *setpoint* ditentukan pada suhu tertentu kemudian dilakukan kendali *on-off*. Suhu akan berada di dalam *dead band* karena ketika suhu melewati *setpoint* maka relay akan on dan mematikan pemanas. Selanjutnya ketika suhu dibawah *setpoint* maka relay akan off dan pemanas akan kembali bekerja. Diagram blok sistem kendali *on-off* pada pengering ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian sistem blok sensor pemanas
Figure 4. Heating sensor block system circuit



Keterangan (Remarks): A. Elemen pemanasan; B. Indikator suhu dan sensor suhu; C. Kipas; D. Lapisan aluminium; E. Aki Kering; F. Ventilasi

Gambar 5. Komponen penyusun *chamber pengering mikro*
Figure 5. Micro dryer chamber composition components

Seluruh komponen pelengkap tersebut memiliki sumber energi dari aki kering yang dipasang di luar body. Adapun bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Hasil pengujian diperoleh berat jenis kayu jati yang diujicoba memiliki variasi antara 0,49–0,68, sedangkan nilai penyusutan rata-rata sampai kering oven 3,0 % pada arah radial (R) dan 5,6 % (T) arah tangensial (rasio T/R < 2). Ini menunjukkan kayu tersebut cukup stabil. Berdasarkan hasil pengujian sifat pengeringan dan kualitas bahan baku, maka diperoleh 2 bagian pengeringan untuk kayu jati. Bagian keras (Tabel 1) untuk kayu berkualitas prima (masak tebang) yang diambil dari bagian pangkal dan tengah cabang, sedangkan bagian lunak (Tabel 2) untuk kayu kualitas campuran, termasuk kayu berukuran kecil. Karena bahan baku kayu jati yang tersedia di industri dari berbagai kualitas, maka bagian pengeringan yang digunakan adalah bagian lunak.

Dari hasil pengujian, pengering mulai bekerja secara efektif ketika kadar air kayu sudah mencapai 25%. Pada awal pengeringan, pemanasan terhadap kayu lebih banyak mengandalkan panas surya, yang rata-rata suhu harinya berkisar antara 40–50°C. Nilai yang diperoleh lebih rendah dari nilai yang terukur pada *chamber* pengeringan tenaga surya

Tabel 4. Bagan pengeringan kayu teras jati
Table 4. Teak terrace wood drying chart

Kadar air (Moisture content)	Suhu (Temperature, °C)	Kelembaban (Relative humidity, %)
Basah –40	50	78
40 – 30	60	73
30 – 25	65	60
25 - 20	70	52
20 – 15	75	43
< 15	80	33

Tabel 5. Bagan pengeringan kayu gubal jati
Table 5. Teak sapwood drying chart

Kadar air (Moisture content)	Suhu (Temperature, °C)	Kelembaban (Relative humidity, %)
Basah – 50	45	78
50 – 40	50	73
40 – 30	50	63
30 – 20	60	56
20 – 15	65	45
< 15	70	37

menghasilkan suhu yang lebih rendah dibanding dengan bantuan tungku pemanas. Pemilihan kaca sebagai tutup dikarenakan kaca bisa mempertahankan suhu karena sulit di tembus gelombang panas. Menurut Williams (1977), materi kaca mampu menahan panas dalam apabila digunakan sebagai atap *chamber* pengering. Ukuran chamber dibuat kecil agar sampel yang dikeringkan bisa dipadatkan, sehingga tidak banyak suhu yang terbuang akibat adanya rongga dalam ruangan terlalu besar. Hal ini mengacu pada penelitian Duffie dan Beckman (1980) dalam Candra (1996 dan Abdullah (2003), bahwa besarnya suhu yang datang dari pengumpul panas selain ditentukan oleh intensitas radiasi surya juga oleh jarak yang ditempuh panas ke permukaan bahan yang dipanaskan. Oleh karena itu semakin besar pengering, terutama dari tinggi ruangannya, semakin sedikit panas yang diterima.

Pemakaian aki kering untuk elemen pemanas setiap periode pengeringan rata-rata dibutuhkan waktu 3 jam/hari, dengan kapasitas yang dikeluarkan sebesar 3,5 Kwh. Dengan harga listrik saat ini sebesar Rp 1.450,-/Kwh, maka dalam satu hari dikeluarkan biaya sebesar Rp. 5.075,-. Hasil yang diperoleh dari percobaan ini adalah kadar air awal berkisar antara 45-55% (rata-rata 50%). Lamanya pengeringan untuk mendapatkan kadar air 10% berkisar antara 12 sampai 14 hari (rata-rata 13 hari), sehingga untuk mengeringkan selama 14 hari, dibutuhkan biaya Rp. 71.050,-. Nilai ini lebih ekonomis dibanding pengering kayu pada penelitian Basri dan Supriadi (2006) dengan harga pokok pengeringan kayu skala mikro untuk kayu jati sebesar Rp 10.695.884,- /m³. Dengan harga tersebut, untuk mengeringkan sortimen kayu jati basah dengan rata-rata kadar air 50% hingga mencapai 10% dibutuhkan waktu 13 hari.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Hasil uji coba menunjukkan suhu rata-rata harian dari panas surya yang diterima ruang pengering berkisar antara 40–50°C, sementara suhu untuk pengeringan kayu jati berkisar antara 45–70°C. Kekurangan panas diperoleh dari elemen pemanas. Untuk mengeringkan sortimen kayu dengan kadar air 50% sampai mencapai kadar air 10% memerlukan waktu rata-rata 13 hari.

B. Saran

Perlu dilakukan ujicoba pengeringan untuk kayu dari jenis lain, sehingga dapat dibuat skedul pengeringan dengan oven pengering skala mikro pada berbagai jenis kayu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Universitas Muhammadiyah Malang atas pembiayaan yang diberikan untuk mendesain dan merancang oven pengering hingga selesai dibuat.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain, dan rancangan percobaan dilakukan oleh GGP; percobaan dan perlakuan pengujian dilakukan oleh GGP; pengumpulan data dan analisis data dilakukan oleh RR; penulisan manuskrip oleh GGP dan RR; perbaikan dan finalisasi mansukrip dilakukan oleh RR.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K. (2003). Fish drying using solar energy: The combination of solar and biomass energy in wood drying. *Proceeding of Regional Workshop on Drying Technology: The Third Seminar and Workshop*, 122–140.
- Armstrong, J. P., & Hall, C. S. (2005). Wood Industry Fact Sheet. *Solar basic drying*.
- American society for Testing and Materials (ASTM). (2014). ASTM D143 Small clear wooden specimens. *The American Society of Testing and Materials*, 1–14. <https://doi.org/10.1520/D0143-14.2>.
- Bailey, R. T., & Elban, W. L. (2008). Thermal performance of aluminum and glass beer bottles. *Heat Transfer Engineering*, 29(7) <https://doi.org/10.1080/01457630801922535>.
- Basri, E., & Hidayat, S. (1993). Pengeringan alami dan buatan sepuluh jenis kayu nusa tenggara barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 11(3), 122–127.
- Basri, E., & Supriadi, A. (2006). Trial on wood-drying machine powered by the combined solar energy and type-i heating-stove. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(5), 437–448.
- Candra, S. A. (1996). *Pengeringan kayu bayur dengan alat pengering greenhouse berpenyerap panas plat hitam dan menggunakan batu bara sebagai suplemen energi*. Institut Pertanian Bogor.
- Dumanauw, J. (1982). *Mengenal Kayu*. Bogor: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Figueiró, C. G., de Cássia Oliveira Carneiro, A., de Freitas Fialho, L., de Magalhães, M. A., de Deus Ribeiro, G. B., & Ferreira, F. B. (2020). Wood dryers: A sustainable alternative for increased charcoal production. *Floresta*, 50(1), 943–952. <https://doi.org/10.5380/rf.v50i1.59355>.
- Hartley, I., & Hamza, M. F. (2016). Wood: moisture content, hygroscopicity, and sorption. In Saleem Hashmi (Ed.), *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. (p.

- 2016). Elsevier.
- Howe, J. . (1977). Response to Al Noor Kassum report about the utilization of solar energy radiation in Tanzania. *Workshop on Solar Energy for the Villages of Tanzania*, 68–72.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Laporan kinerja 2018*.
- Listyanto, T., Darmawan, Y. S., Pujiarti, R., Hidayati, F., Lukamndaru, G., & Sulistyo, J. (2016). Development of drying schedule of superior and conventional teak wood of ten years-old planted in Blora, Central Java. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 10(1), 65–73.
- Salim, Z., & Munadi, E. (2017). Produksi furnitur Indonesia. *Info Komoditi Furnitur*, 7–36.
- Susanti, N., & Sri Winiarti. (2013). Sistem pendukung keputusan penentuan kualitas kayu untuk kerajinan meubel. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 1(1), 327–337. <https://doi.org/10.12928/jstie.v1i1.2548>
- Terazawa, S. (1965). *An Easy Method for the Determination of Wood Drying Schedule*. Wood Industry Japan.
- Williams, J. R. (1977). Present status of technology for solar-thermal applications. *Workshop on Solar Energy for the Villages of Tanzania*, 92–118.