

Penerapan Kontrol Ruang Pemanas Kayu Hemat Energi dan Biaya di Industri Kerajinan Kayu CV AAG

Dian Artanto, Ignatius Deradjad Pranowo, Martinus Bagus Wicaksono
Universitas Sanata Dharma, Kampus 3 Paingan Maguwoharjo Yogyakarta
Email: dian.artanto@usd.ac.id

Received 09 Mei 2023; Revised 15 Mei 2023; Accepted for Publication 23 Mei 2023; Published 08 Juni 2023

Abstract — Wooden handicraft products are vulnerable to fungus. Fungi grow rapidly when the humidity or moisture content of wood exceeds 20% [1]. Heating the wood can dry it and reduce its moisture content. Drying with sunlight takes a long time. To obtain a fast-drying process, a wood heating room is required that can adjust the temperature and humidity of the room. In the community service activities for the application of technology at CV AAG, a wood heating room with a size of 3 x 6 x 2.5 cubic meters has been produced, which can effectively monitor and control the temperature and humidity of the room through a touch screen display. Energy savings are achieved because the wood heating room control is assembled with low power consumption tools and can work automatically to produce a target humidity level of 10-15% with heating duration following the type and volume of wood. Cost savings are obtained by using a waste wood powder fuel stove that is produced in large quantities during the woodworking process.

Keywords — wooden handicraft products, wood moisture content, wood heating room, energy savings, cost savings.

Abstrak—Produk kerajinan kayu rentan terhadap jamur. Jamur akan tumbuh dengan cepat ketika kelembaban atau kadar air kayu melebihi 20% [1]. Pemanasan kayu dapat mengeringkan dan mengurangi kadar air pada kayu. Pengeringan dengan panas sinar matahari memakan waktu lama. Untuk mendapatkan proses pengeringan yang cepat diperlukan ruang pemanas kayu yang dapat diatur suhu dan kelembaban ruangnya. Dalam kegiatan pengabdian penerapan teknologi di CV AAG, telah dihasilkan ruang pemanas kayu dengan ukuran 3 x 6 x 2,5 meter kubik, yang suhu dan kelembaban ruangnya dapat dimonitor dan dikontrol secara efektif melalui tampilan layar sentuh. Penghematan energi dihasilkan karena kontrol ruang pemanas kayu dirakit dengan alat-alat yang konsumsi daya listriknya rendah, dan dapat bekerja secara otomatis menghasilkan target kelembaban 10 – 15% dengan durasi waktu pemanasan mengikuti jenis dan volume kayu. Penghematan biaya diperoleh karena menggunakan tungku berbahan bakar limbah serbuk kayu yang banyak dihasilkan saat proses pengerjaan kayu.

Kata Kunci—produk kerajinan kayu, kadar air kayu, ruang pemanas kayu, hemat energi, hemat biaya.

PENDAHULUAN

Industri kerajinan kayu di Indonesia merupakan bagian dari ekonomi kreatif yang pertumbuhannya sangat cepat, berkembang hampir di seluruh pelosok tanah air, mulai dari skala kecil hingga menengah. Di samping karena bahan baku yang tersedia melimpah, pertumbuhan yang cepat tersebut juga dikarenakan permintaan pasar yang besar, ditambah lagi kemudahan dalam memasarkan produk ke pasar internasional yang dapat dilakukan cukup dengan Internet.

Namun demikian, permasalahan umum yang sering terjadi pada produk kerajinan kayu adalah munculnya jamur saat dikirimkan, terutama ketika barang diekspor ke luar negeri, di mana produk ditempatkan dalam kontainer tertutup dalam waktu yang lama.

Pemanasan kayu dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi risiko jamur pada kayu. Pemanasan pada kayu dapat mengeringkan dan mengurangi kelembaban pada kayu, sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur. Tingkat kadar air pada kayu yang kurang dari 15% akan membuat jamur tidak dapat tumbuh. Hanya saja, tingkat kadar air yang lebih rendah dari 10% dapat membuat kayu mengalami masalah deformasi atau retak [2]. Untuk itu, pemanasan kayu yang baik harusnya dapat menghasilkan tingkat kadar air kayu antara 10 – 15%. Pemanasan dapat dilakukan secara alami menggunakan sinar matahari secara langsung, hanya saja cara ini memerlukan waktu yang lama, dengan hasil yang kurang mencapai target [3],[4].

Untuk membuat proses pengeringan kayu yang cepat dan bisa mencapai target kadar air 10-15%, diperlukan sebuah ruang pemanas kayu dengan suhu dan kelembaban ruangan yang dapat diatur. Dengan dasar kebutuhan ruang pemanas kayu agar produk kerajinan kayu dapat diterima di pasar internasional inilah, maka pengabdian penerapan teknologi ini dilakukan [5], [6].

METODE PENELITIAN

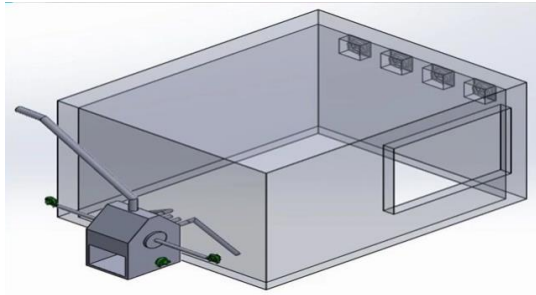
Dari beberapa penelitian tentang ruang pemanas kayu, diketahui beberapa sumber energi panas yang dapat digunakan untuk membuat ruang pemanas kayu antara lain:

1. Listrik: menggunakan pemanas listrik seperti elemen pemanas atau pemanas inframerah
2. Gas alam atau LPG: menggunakan gas alam atau LPG sebagai bahan bakar tungku pemanas
3. Kayu bakar: menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar pada tungku pemanas kayu
4. Energi surya: menggunakan energi matahari sebagai sumber energi untuk pengeringan kayu dengan cara memanaskan ruangan atau menggunakan panel surya untuk menghasilkan listrik untuk keperluan pemanasan kayu.

Setelah dilakukan studi kelayakan dengan melihat kondisi riil di lokasi mitra (CV. AAG) dan pertimbangan penghematan biaya, maka diputuskan untuk membuat tungku pemanas kayu, dengan bahan bakar dari limbah serbuk kayu. Penggunaan bahan bakar dari limbah serbuk kayu ini sekaligus merupakan solusi penghematan energi dan ramah

lingkungan karena memanfaatkan limbah kayu yang banyak tersedia.

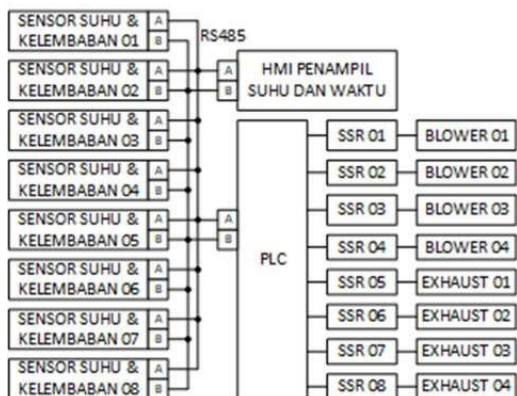
Desain ruang pemanas kayu dengan tungku pemanasnya dapat dilihat di Gambar 1. Agar udara panas di dalam tungku dapat dialirkan ke dalam ruang pemanas, digunakan bantuan 3 buah pipa dan 3 buah blower. Masing-masing pipa, ujung yang satu terhubung ke blower, sedangkan ujung yang lain dimasukkan ke dalam ruang pemanas. Sebelum masuk ke ruang pemanas, bagian tengah pipa dilewatkan ke dalam tungku. Ketika tungku pemanas memanaskan pipa, udara panas di dalam pipa akan didorong oleh Blower masuk ke dalam ruang pemanas.



Gambar 1. Desain ruang pemanas kayu dengan tungkunya

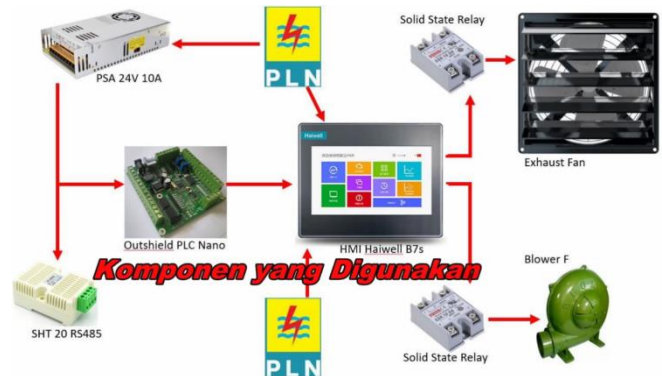
Agar suhu dan kelembaban ruang pemanas kayu dapat diatur, ditambahkan 4 buah Exhaust Fan, dengan rincian: 1 Exhaust Fan digunakan untuk mensirkulasikan udara panas di dalam ruang pemanas, dan 3 Exhaust Fan digunakan untuk membuang udara panas dari dalam ke luar ruang pemanas [7]. Agar suhu dan kelembaban di dalam ruang pemanas dapat diketahui, 8 buah sensor suhu dan kelembaban dipasang dan ditempatkan di titik-titik tertentu secara merata.

Gambar 2 berikut ini menunjukkan diagram sistem kontrol dan monitor dari ruang pemanas kayu, yang melibatkan 8 buah sensor suhu dan kelembaban, sebuah PLC, 8 buah Solid State Relay, 4 buah Blower, 4 buah Exhaust Fan, dan sebuah panel HMI (HMI Haiwell) untuk kontrol dan monitor ruang pemanas, yang terhubung dengan sambungan RS-485 dan komunikasi protokol Modbus. PLC di sini digunakan untuk meneruskan perintah dari panel HMI ke Blower dan Exhaust, di mana SSR diperlukan sebagai jembatan penghubung antara sinyal pwm DC di PLC dengan listrik AC yang diteruskan ke Blower dan Exhaust.



Gambar 2. Diagram sistem kontrol dan monitor ruang pemanas

Gambar 3 berikut ini menunjukkan diagram hubungan rangkaian kontrol dan monitor ruang pemanas kayu:



Gambar 3. Diagram hubungan rangkaian kontrol dan monitor ruang pemanas kayu

Rancangan sistem kontrol dan monitor menggunakan layar sentuh HMI dipilih karena pertimbangan sulitnya mengetahui perlakuan panas yang tepat untuk jenis kayu yang berbeda, berapa tingkat suhunya dan durasinya agar kayu tidak retak, tetapi bisa menghasilkan kelembaban antara 10 - 15% [8], [9].

Dengan memanfaatkan layar sentuh HMI ini, selain suhu dan kelembaban dapat terlihat dengan jelas, juga dapat dilakukan perekaman data (datalogger) dari waktu ke waktu atas berbagai kombinasi perlakuan menggunakan fasilitas Recipe yang disediakan. Jadi dengan fasilitas Recipe dan kemampuan perekaman data, nantinya, akan dapat dihasilkan perlakuan yang tepat, berapa besar suhu dan durasi pemanasan yang tepat, untuk berbagai jenis kayu dan ukurannya [10], [11], [12].

Di samping itu, karena mendukung komunikasi Modbus, maka kontrol dan monitor dengan HMI ini dapat menghubungkan banyak sekali sensor dan aktuator, yang membuat pengaturan suhu dan kelembaban ruang pemanas menjadi lebih memadai [13], [14], [15].

Gambar 4 berikut ini menunjukkan pertemuan dan diskusi yang dilakukan di CV AAG agar mendapat masukan untuk perbaikan rancangan sistem.



Gambar 4. Diskusi rancangan sistem dan simulasinya

Gambar 5 berikut ini menunjukkan pemasangan aktuator Blower untuk menghembuskan udara panas dari dalam tungku ke ruang pemanas melalui pipa.



Gambar 5. Pemasangan dan pengawatan Blower untuk menghembuskan udara panas ke ruang pemanas

Gambar 6 berikut ini menunjukkan pemasangan aktuator Exhaust Fan untuk membuang udara panas ke luar ruang pemanas apabila suhu ruang pemanas terlalu panas.



Gambar 6. Pemasangan Exhaust Fan untuk membuang udara panas ke luar ruang pemanas

Gambar 7 berikut ini menunjukkan pemasangan panel kontrol layar sentuh HMI untuk memonitor dan mengontrol suhu dan kelembaban di ruang pemanas.



Gambar 7. Pemasangan dan pengawatan rangkaian kontrol HMI di kotak panel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pekerjaan implementasi rancangan sistem untuk ruang pemanas dengan ukuran 3 x 6 x 2,5 meter kubik, menggunakan kontrol dan monitor dari layar sentuh HMI, telah dihasilkan sistem pengering kayu yang efektif dan dapat bekerja dengan memadai. Setiap perlakuan dapat dimonitor dan direkam hasilnya, untuk keperluan analisa faktor-faktor apa yang membuat target belum tercapai, sehingga dapat diantisipasi untuk perlakuan berikutnya.

Selain sistem dapat bekerja dengan baik, hasil dari implementasi sistem ini juga menunjukkan adanya penghematan energi dan biaya. Penghematan energi diperoleh dari peralatan listrik yang digunakan. Dengan 3 buah Blower berdaya 75 watt dan 4 buah Exhaust Fan berdaya 80 watt, serta sebuah HMI, PLC dan SSR, yang totalnya hanya membutuhkan daya 50 Watt, maka secara keseluruhan peralatan listrik yang digunakan tidak lebih dari 600 watt. Di samping itu dengan membuat sistem pemanasan berhenti secara otomatis ketika target tercapai, akan dapat menghemat energi listrik yang digunakan serta penyediaan bahan bakar yang diperlukan. Penghematan biaya diperoleh dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu yang dihasilkan dari proses pengerjaan kayu yang banyak tersedia. Selain menghemat juga ramah lingkungan.

Gambar 8 berikut ini menunjukkan bagaimana sistem kontrol dan monitor suhu dan kelembaban ruang pemanas yang hemat energi dan biaya telah dapat diterapkan dan berjalan dengan baik.



Gambar 8. Kontrol dan monitor ruang pemanas kayu sudah berjalan dengan baik

KESIMPULAN

Dari hasil pengabdian penerapan teknologi untuk UMKM atau industri kerajinan kayu di CV AAG ini, rancangan sistem pemanas kayu telah dapat diimplementasikan dan dapat memenuhi kebutuhan, menghasilkan produk kayu yang berkualitas dengan tingkat kadar air pada kayu sesuai target. Manfaat pengabdian penerapan teknologi dengan dana subsidi dari pemerintah ini kiranya dapat terus berlanjut sehingga dapat membantu industri kerajinan kayu lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai kegiatan ini melalui Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dengan skema Kegiatan Kemandirian Masyarakat (KKM) tahun pendanaan 2022, Ketua dan Staf LPPM Universitas Sanata Dharma atas segala dukungannya sehingga pelaksanaan PKM dapat berjalan lancar dan CV AAG atas kerjasamanya yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Tudor, S.C. Robinson, and P.A. Cooper, "The influence of moisture content variation on fungal pigment formation in spalted wood," 2012. [Online]. Available: <http://www.amb-express.com/content/2/1/69>.
- [2] S. Avramidis, C. Lazarescu, and S. Rahimi, "Basics of Wood Drying," in Springer Handbooks, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 679–706.
- [3] L. B. López-Sosa et al., "A new methodology for the development of appropriate technology: A case study for the development of a wood solar dryer," *Sustain.*, vol. 11, no. 20, Oct. 2019, doi: 10.3390/su11205620.
- [4] M. Adedipe and S. Ayeni, "Design, Fabrication and Performance Test of an Active Solar Kiln Dryer for Drying Pulp Lap," 2018. [Online]. Available: www.sgpicanada.com
- [5] O. Adiyanto, M. Faishal, and U. Ahmad Dahlan Yogyakarta, "Transfer Teknologi Melalui Program Kemitraan Masyarakat untuk UKM Kayu Tunas Karya Gumawang," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 11, no. 4, pp. 455–459, [Online]. Available: <http://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas>.
- [6] P. Kanisius Purwadi, Y. B. Lukiyanto, and S. Mungkasi, "Peningkatan Pemahaman Proses Pengeringan Kayu Di Smk Pangudi Luhur Muntilan," *Abdimas Dewantara*, vol. 3, no. 2, pp. 16–29, 2020.
- [7] W. Kusbandono and P. Kanisius Purwadi, "Effects of the Existence of Fan in the Wood Drying Room and the Performance of the Electric Energy Wood Dryer," *Int. J. Appl. Sci. Smart Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 83–92.
- [8] P. K. Purwadi and A. Prasetyadi, "Characteristics of Wooden Furniture Drying Machine," *Int. J. Appl. Sci. Smart Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 75–88, Jun. 2022, doi: 10.24071/ijasst.v4i1.4755.
- [9] S. Rahimi, V. Nasir, S. Avramidis, and F. Sassani, "The Role of Drying Schedule and Conditioning in Moisture Uniformity in Wood: A Machine Learning Approach," *Polymers (Basel)*, vol. 15, no. 4, Feb. 2023, doi: 10.3390/polym15040792.
- [10] X. George Wang, W. Lid, L. Gu, C. Jim Sun, C. Elton Gu, and Clarence W. de Silva, "Development Of An Intelligent Control System For Wood Drying Processes," 2001.
- [11] R. A. Ananias, M. Mena, D. M. Elustondo, J. E. Diaz-Vaz, L. Valenzuela, and C. Salinas, "Testing New In-Kiln Meter for Monitoring Lumber Moisture Content during Drying," *Dry. Technol.*, vol. 31, no. 3, pp. 277–281, Feb. 2013, doi: 10.1080/07373937.2012.725234.
- [12] Z. Situmorang, R. Wardoyo, S. Hartati, and J. E. Istiyanto, "Fuzzy rule Suram for control system of a solar energy wood drying chamber," in *AIP Conference Proceedings*, 2009, vol. 1159, pp. 103–110, doi: 10.1063/1.3223912.
- [13] K. Svoboda, J. Martinec, M. Pohořelý, and D. Baxter, "Integration of biomass drying with combustion/gasification technologies and minimization of emissions of organic compounds," *Chemical Papers*, vol. 63, no. 1, pp. 15–25, Feb. 2009, doi: 10.2478/s11696-008-0080-5.
- [14] M. Dulău and I. Madaras, "Development of a Monitoring and Control System for Timber's Drying Process," in *Procedia Manufacturing*, 2019, vol. 32, pp. 545–552, doi: 10.1016/j.promfg.2019.02.251.
- [15] A. J. V. Zanoncio, A. G. Carvalho, C. A. Araújo Júnior, M. R. de Assis, and L. F. da Silva, "Neuro-fuzzy hybrid system for monitoring wood moisture content during drying," *Floresta e Ambient.*, vol. 26, no. 2, 2019, doi: 10.1590/2179-8087.050417.

PENULIS



Dian Artanto, prodi Mekatronika, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.



Ignatius Deradjad Pranowo, prodi Mekatronika, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.



Martinus Bagus Wicaksono, prodi Mekatronika, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.