

Perbandingan Kinerja Mesin Pengering Tanpa dan dengan Menggunakan Desiccant Pada Pengujian Tanpa Beban

Safri Gunawan^{1*}, Hanapi Hasan², Henry Iskandar³,
Sapitri Januariyansah⁴ & Supriadi⁵

^{1,2,3}) Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Medan

⁴) Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Medan

⁵) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tjut Nyak Dhien,

*Email: safri_gunawan@unimed.ac.id

ABSTRACT

This study discusses drying process with and without using a desiccant. Conventionally, drying can be done directly (open drying). The weakness of open drying is the risk of exposing the dried material to dust and bacteria. This problem can be overcome by drying indirectly by paying attention to the temperature and humidity factors in the drying machine. Humidity during the drying process is a factor that influences how quickly the drying process occurs. What can be used to reduce the humidity level in the air is to provide a desiccant to reduce the water vapor level during the drying process. The aim of this study is to test the drying cabinet with and without using desiccant to determine the performance of the drying cabinet during the drying process. The method used in this research was to carry out experimental testing. The result saw that there was effect of using desiccant. It reduced the humidity of drying room and improve the performance of drying rate.

Keywords: Desiccant, humidity, drying cabinet, drying machine, water vapor

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan aplikasi yang bekerja dengan cara mengurangi kelembapan udara menggunakan energi panas [1][2]. Proses pengeringan juga merupakan proses pelepasan nilai kelembapan yang membutuhkan energi panas untuk mempercepat prosesnya [3]. Secara konvensional, pengeringan dapat dilakukan secara langsung (terbuka). Kelemahan pengeringan terbuka sangat beresiko terpaparnya bahan yang dikeringkan dengan debu dan bakteri. Hal ini dimungkinkan semakin meningkatnya ekonomi masyarakat membuat kendaraan bermotor semakin meningkat sehingga menyebabkan polusi udara juga yang meningkat [4]. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pengeringan secara tidak langsung dengan memperhatikan faktor temperatur dan kelembapan yang ada pada mesin pengering. Kelembapan saat proses pengeringan merupakan faktor yang mempengaruhi cepat lambatnya proses pengeringan terjadi. Hal yang dapat digunakan untuk menurunkan tingkat kelembapan udara adalah dengan memberikan desiccant untuk menurunkan kadar uap air pada proses pengeringan.

Pemanas adalah sebuah objek yang memancarkan panas atau menyebabkan objek lain mencapai suhu yang lebih tinggi. Pemanas dapat terjadi pada semua materi, seperti pada material padatan, cairan dan gas. Elemen pemanas merupakan elemen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses konversi energi listrik menjadi energi panas. Prinsip kerja elemen panas adalah dengan cara mengkonversi arus listrik yang mengalir pada elemen pemanas, sehingga menghasilkan panas pada elemen. Persyaratan elemen pemanas antara lain; (1) Harus tahan lama pada suhu yang dikehendaki, (2) Sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki, (3) Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar, (4) Tahanan jenisnya harus tinggi, (5) Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan [5]. Hal yang dipertimbangkan dalam pemilihan elemen pemanas antara lain Maximum element surface temperature (MET) dan Maximum Power/Surface Loading. MET adalah suhu yang dicapai saat bahan elemen mulai mengalami perubahan bentuk atau saat masa hidup bahan elemen menjadi singkat yang mengakibatkan elemen menjadi putus atau terjadi hubungan singkat. Semakin tinggi MET maka

akan semakin tinggi pula Maximum Power Loading.

Tiga jenis elemen pemanas yang umum digunakan adalah metallic, silicon carbide (SiC), dan molybdenum disilicide (MoSi₂). Pada tipe metallic, bahan yang digunakan untuk elemen pemanas antara lain adalah nichrome/nickel-chromium (NiCr): wire and strip, kanthal/iron-chromium-aluminum (FeCrAl): wires, Cupronickel (CuNi): alloys for low temperature heating. Pada tipe metallic, sebagian besar elemen pemanas menggunakan bahan nichrome 80/20 (80% nikel, 20% kromium) dalam bentuk kawat, pita, atau strip. 80/20 nichrome merupakan bahan yang baik, karena memiliki ketahanan yang relatif tinggi dan membentuk lapisan kromium oksida ketika dipanaskan untuk pertama kalinya, sehingga bahan di bawah kawat tidak akan teroksidasi, mencegah kawat terputus atau terbakar.

Michael, dkk. [6] mengatakan radiasi surya dan modul photovoltaic surya adalah faktor yang sangat penting dalam menghasilkan efisiensi kelistrikan dan lemari pengering. Morfi, dkk. [7] menyatakan bahwa laju pengeringan pakaian yang dilakukan pada lemari pengering dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$\dot{m}_d = \frac{m_b - m_k}{t} \quad (1)$$

Dimana \dot{m}_d adalah laju pengeringan (kg/jam), m_b dan m_k merupakan massa pakaian basah dan kering (kg), dan t adalah waktu pengeringan (jam). Selain itu, Amiebenomo, dkk. [8] menyatakan bahwa persentasi uap yang terjadi pada saat pengeringan dapat dinyatakan dengan persamaan (3). Dimana pengeringan pakaian yang terjadi sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaman lemari pengering.

Indikator kinerja lemari pengering adalah *specific moisture extraction rate* (SMER). SMER adalah perbandingan jumlah air yang dapat diuapkan dari pakaian \dot{m}_d dengan energi listrik yang digunakan tiap jam, atau dengan kata lain energi yang dibutuhkan untuk menguapkan 1 kg air dalam satuan kg/kWh [7]. Perhitungan SMER dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (4).

$$SMER = \frac{\dot{m}_d}{W_{in}} \quad (2)$$

Dimana W_{in} adalah daya listrik yang diperoleh dari energi photovoltaic surya dan dapat dihitung dengan persamaan (5).

$$W_{in} = P \times t \quad (3)$$

Dimana P adalah daya listrik (watt) dan t adalah waktu yang digunakan untuk mengeringkan pakaian pada lemari pengering (jam). Parameter kinerja yang lain dikenal sebagai *specific energy consumption* (SEC) yang merupakan kebalikan dari SMER. Parameter SEC (kWh/kg) dihitung dengan persamaan (6).

$$SEC = \frac{1}{SMER} \quad (4)$$

Penurunan konsumsi energi dan konsisten dalam proses pengeringan merupakan hal yang dapat dilakukan oleh desiccant. Material desiccant dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kelembapan sehingga dapat mengurangi konsumsi energi [9]. Pemanfaatan desiccant sudah dilakukan dengan membuat beragam bentuk dari desiccant yang telah diuji, seperti berbentuk sarang lebah, plat [10] dan roda [11]. Bentuk sarang lebah sangat baik digunakan karena bentuk ini memiliki perpindahan panas yang sangat baik [12] dan dapat meningkatkan bilangan Nusselt yang dapat meningkatkan suhu rata-rata fluida [13]. Selain bentuk desiccant yang beragam, desiccant juga berfasa cair [14] [15], padat, dan hybrid [16]. Desiccant digunakan untuk mengurangi tingkat kelembapan pada saat proses pengeringan [17]. Penurunan kelembapan udara juga dapat digunakan untuk mencegah berkembangnya mikroorganisme pada makanan dan ruangan tertentu [18].

Berdasarkan jenis dan pemanfaatan desiccant, tujuan dari penelitian ini adalah menguji lemari pengering menggunakan dan tanpa menggunakan desiccant untuk mengetahui kinerja lemari pengering saat proses pengeringan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengujian secara eksperimental.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Sinar Husni. Bahan penelitian yang digunakan untuk membuat lemari pengering adalah sebagai berikut:

a. Alumunium Composite Panel (ACP)

ACP seperti terlihat pada Gambar 1. digunakan sebagai dinding lemari pengering dengan ketebalan 3mm dan berwarna hijau. Pemilihan ACP dilakukan karena ACP merupakan lembaran yang kaku, kuat, ringan, estetik dan mudah dibersihkan.



Gambar 1. Alumunium Composite Panel (ACP)

b. Pemanas dan kipas

Alat ini seperti pada Gambar 2. digunakan untuk mengkonversi energi listrik menjadi energi panas dan mensirkulkannya ke dalam ruangan lemari pengering.



Gambar 2. Pemanas dan kipas

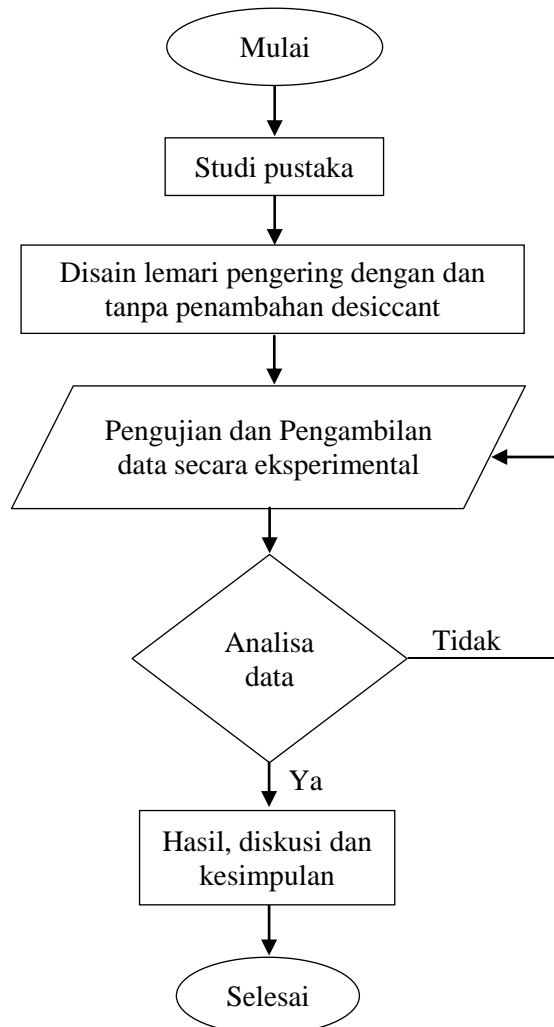
c. Desiccant (Celica Gel)

Desiccant yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 3. Desiccant sering disebut dengan silica gel atau silikon dioksida dengan rumus molekul $mSiO_2.nH_2O$. Desiccant memiliki variasi ukuran, mulai dari 0,5-1,5mm, 1-2mm, 1-3mm, 2-4mm, 3-5mm, dan 4-8mm. Panas spesifik desiccant adalah 0,92KJ/kg. $^{\circ}C$ dan konduktivitas thermal nya adalah 0,63KJ/m.Hr. $^{\circ}C$ [19].



Gambar 3. Desiccant (Celica Gel)

Bagan alir pada penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 4. dimana penelitian akan dimulai dengan menguji kinerja lemari pengering dengan dan tanpa menggunakan desiccant saat proses pengeringan tanpa beban pengeringan.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

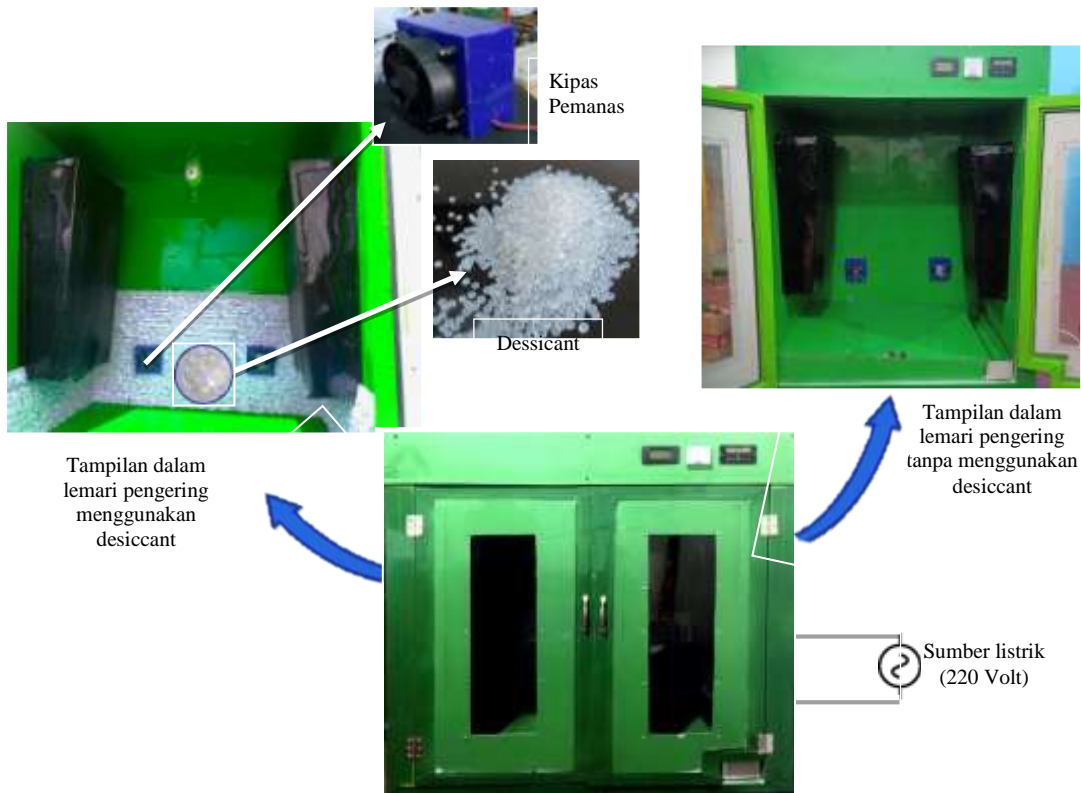
Variabel yang diamati dan diukur pada penelitian ini akan digunakan untuk menganalisis hasil yang akan dicapai guna mendapatkan tujuan yang diharapkan. Adapun variabel penelitian ini seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel yang diamati pada penelitian

No.	Variabel	Indikator	Deskriptor	Instrumen
1	Temperatur termostat	Suhu	°C	Termokopel
2	Temperatur lemari pengering	Suhu	°C	Termokopel
3	Kelembapan ruang pengering	Kelembapan	%	Higrometer

Teknik pengukuran data pada penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 5. setelah selesai menguji lemari pengering tanpa menggunakan desiccant dengan pengujian tanpa beban pengering, selanjutnya dilakukan kembali pengukuran lemari pengering dengan menggunakan desiccant. Pengukuran dilakukan dengan kondisi yang sama (*uniform*). Kipas pemanas yang digunakan pada pengujian ini berjumlah 6 buah, dimana 2 buah diletakkan di sisi samping sebelah kanan, 2 buah diletakkan pada sisi kiri yang berhadapan dengan sisi kanan, dan 2 buah diletakkan pada sisi depan yang berhadapan dengan pintu lemari pengering. Lemari pengering ini juga di disain menggunakan talang pada sisi kanan dan kiri yang menutupi kipas pemanas untuk mengatur arah udara panas dari

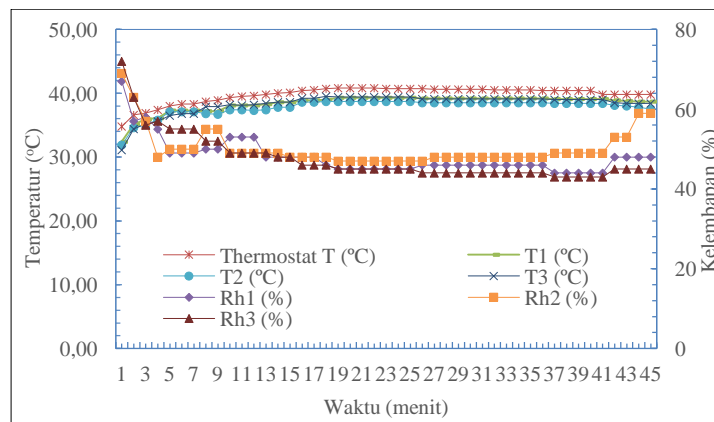
bawah ke atas. Pada lemari pengering menggunakan desiccant, desiccant diletakkan pada bagian bawah lemari pengering seperti terlihat pada gambar teknik pengukuran, dimana hal ini dilakukan untuk dapat menyerap uap air pada bagian bawah lemari pengering.



Gambar 5. Teknik Pengukuran dan Pengambilan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

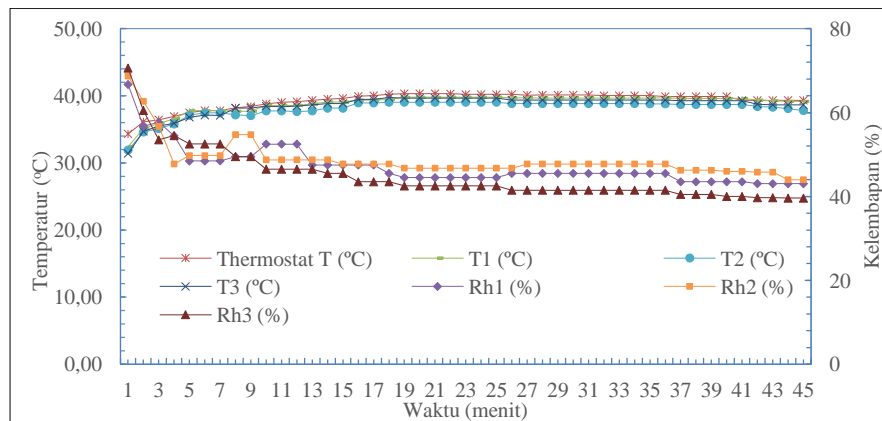
Data hasil pengujian tanpa menggunakan desiccant (TD) pada penelitian ini terlihat pada Gambar 6. Hasil penelitian dilakukan hingga 45 menit waktu pengujian. Pengujian dilakukan pada temperature awal yang sama. Temperature thermostat digunakan untuk mengontrol temperature kerja lemari pengering. Temperatur T_1 - T_3 dan Rh_1 - Rh_2 merupakan temperature dan kelembapan yang terdapat pada lemari pengering.



Gambar 6. Data pengujian mesin pengering tanpa menggunakan desiccant

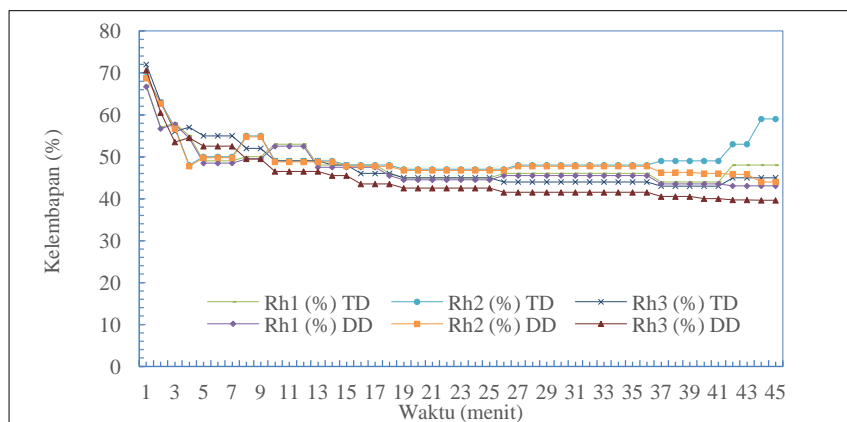
Temperatur kerja lemari pengering meningkat selama proses pengujian. Hal ini terjadi karena kipas pemanas yang terus bekerja selama proses pengujian. Hal ini berbanding terbalik dengan

nilai kelembapan yang terjadi pada lemari pengering. Kelembapan pada lemari pengering menurun selama proses pengeringan. Hal ini terjadi seiring dengan meningkatnya temperature lemari pengering yang terjadi pada lemari pengering. Menurunnya kelembapan pada lemari pengering dapat ditingkatkan dengan menambahkan desiccant pada lemari pengering. Hasil pengujian dengan menggunakan desiccant (DD) terlihat pada Gambar 7. dimana terlihat pada pengujian dengan menggunakan desiccant mengalami perbedaan penurunan nilai kelembapan yang terjadi pada lemari pengering.



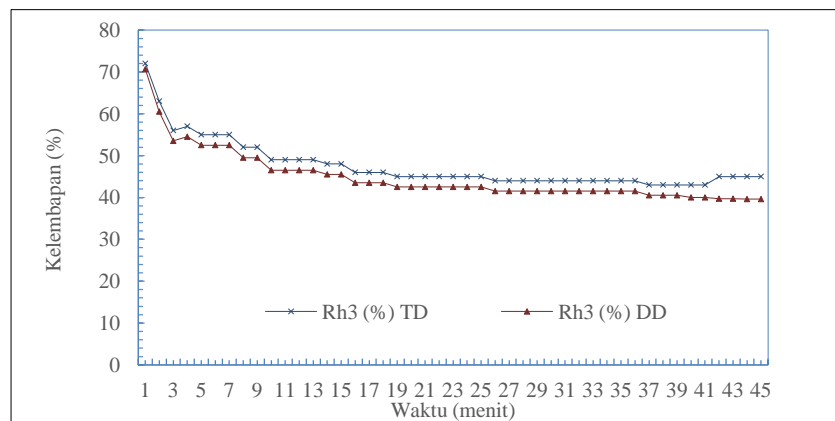
Gambar 7. Data pengujian mesin pengering dengan menggunakan desiccant

Nilai kelembapan pada lemari pengering tanpa dan dengan menggunakan desiccant pada saat proses pengujian terlihat seperti pada Gambar 8. Nilai kelembapan turun secara linear selama proses pengujian yang berlangsung dalam waktu 45 menit. Nilai kelembapan tertinggi dan terendah adalah 72% dan 39,6, secara berurut.



Gambar 8. Nilai kelembapan mesin pengering tanpa dan dengan menggunakan desiccant

Perbandingan nilai kelembapan yang terjadi pada saat pengujian secara jelas terlihat pada Gambar 9. dimana pada gambar tersebut menunjukkan celah nilai kelembapan yang cukup significant. Nilai kelembapan dapat menurun lebih baik dengan bantuan desiccant. Pernyataan tersebut telah disampaikan oleh Ramli, dkk. bahwasanya desiccant mampu menyerap uap air pada kelembapan udara sehingga mampu meningkatkan kinerja mesin pengering [9]. Ghadamian, dkk. [20] menyatakan bahwasanya desiccant merupakan material yang memiliki sifat daya serap air yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk mengurangi kelembapan di udara. Selain itu, Singh, dkk. [21] juga telah melakukan penelitian mengenai desiccant dan menyatakan bahwa desiccant merupakan sebuah material yang dapat menghasilkan panas sehingga dapat merubah udara yang lembab menjadi udara kering yang dapat digunakan untuk mengurangi beban panas laten. Hasil pengujian pada penelitian ini juga menyatakan bahwa penggunaan desiccant meningkatkan kinerja lemari pengering karena dengan adanya desiccant, kelembapan pada lemari pengering menurun yang akhirnya dapat membuat proses pengeringan lebih cepat.



Gambar 9. Data perbandingan penurunan nilai kelembapan mesin pengering tanpa dan dengan menggunakan desiccant

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa lemari pengering dapat didisain tanpa dan dengan menggunakan desiccant. Penggunaan desiccant dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan kinerja lemari pengering. Dalam penelitian ini digunakan desiccant untuk mengetahui kinerja lemari pengering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lemari pengering dengan menggunakan desiccant memiliki tingkat kelembapan yang lebih rendah dibandingkan dengan lemari pengering tanpa menggunakan desiccant. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pengeringan yang akan terjadi dengan menggunakan desiccant akan lebih cepat keringnya bila dibandingkan dengan lemari pengering tanpa menggunakan desiccant.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Medan yang telah memberikan dana dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Divyangkumar, S. Jain, and N. L. : Panwar, "Influences of latent heat storage heat sink integrated with solar dryer to enhance drying period," *Energy Nexus*, vol. 8, no. September, p. 100160, 2022, doi: 10.1016/j.nexus.2022.100160.
- [2] Q. Tu, Z. Ma, and Haigang. : Wang, "Investigation of wet particle drying process in a fluidized bed dryer by CFD simulation and experimental measurement," *Chemical Engineering Journal*, vol. 452, no. P2, p. 139200, 2023, doi: 10.1016/j.cej.2022.139200.
- [3] S. Gunawan, B. M. T. Pakpahan, D. M. Yulanto, L. Atika, and Sapitri. : Januariyansah, "Performance Analysis of Indirect Clothes Dryer Using Solar Photovoltaic Energy," 2022, doi: 10.4108/eai.11-10-2022.2325470.
- [4] S. Gunawan, H. Hasan, and R. D. W. Lubis, "Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 3, no. 1, pp. 38–47, 2020, doi: 10.30596/rmme.v3i1.4527.
- [5] Abdul Kodir, *Acara 3 ELEMEN PEMANAS*. scribd, 2014.
- [6] J. J. Michael, I. S, and R. Goic, "Flat plate solar photovoltaic-thermal (PV/T) systems: A reference guide," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 51, pp. 62–88, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.06.022.
- [7] D. Morfi, H. Ambarita, and F. H. Napitupulu, "Optimasi Pengering Pakaian Sistem Pompa Kalor dengan Penambahan Alat Penukar Kalor TALENTA Conference Series Optimasi Pengering Pakaian Sistem Pompa Kalor dengan Penambahan Alat Penukar Kalor," vol. 1, no. 1, 2018.

- [8] S. O. Amiebenomo, I. I. Omorodion, and J. O. Igbinoba, "Prototype Design and Performance Analysis of Solar Clothes Dryer," vol. 2, no. 1, pp. 35–43, 2013.
- [9] M. S. A. Ramli *et al.*, "Review of desiccant in the drying and air-conditioning application," *International Journal of Heat and Technology*, vol. 39, no. 5, pp. 1475–1482, 2021, doi: 10.18280/ijht.390509.
- [10] S. Wang, R. Tu, and Qiaoxin. : Zhang, "Dynamic performance analyses and optimization studies on air dehumidifiers using multi-stage desiccant plates," *Applied Thermal Engineering*, vol. 212, no. November 2021, p. 118546, 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.118546.
- [11] R. P. Singh, R. K. Das, and N. Upadhyay, "Effectiveness approach for predicting desiccant wheel performance: correlation utilizing experimental results," *International Journal of Refrigeration*, vol. 156, pp. 84–91, 2023, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2022.11.016.
- [12] D. Sudirman Lubis, "FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU," *Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU*, vol. 4, no. 1, pp. 64–72, 2021.
- [13] D. Khairul Umurani, "FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU," *Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU*, vol. 6, no. 1, pp. 89–98, 2023.
- [14] M. Bhowmik, S. Rath, R. Jayson Varela, P. Muthukumar, R. Anandalakshmi, and K. Saito, "Performance assessment of integrated liquid desiccant dehumidification with vapor-compression system for energy-efficient air conditioning applications," *Applied Thermal Engineering*, vol. 216, no. July, p. 119118, 2022, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.119118.
- [15] P. K. S. Tejes, G. Priyadarshi, and B. Kiran Naik, "Performance characteristics assessment of hollow fiber membrane-based liquid desiccant dehumidifier for drying application," *Applied Thermal Engineering*, vol. 218, no. September 2022, 2023, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.119311.
- [16] M. Bhowmik, K. Gohain, P. Muthukumar, and K. Saito, "Steady-state performance assessment and geometrical optimization of packed-bed liquid desiccant air dehumidification systems," *Thermal Science and Engineering Progress*, vol. 38, no. September 2022, 2023, doi: 10.1016/j.tsep.2022.101626.
- [17] M. Dorouzi, H. Mortezapour, H. R. Akhavan, and A. G. Moghaddam, "Tomato slices drying in a liquid desiccant-assisted solar dryer coupled with a photovoltaic-thermal regeneration system," *Solar Energy*, vol. 162, no. January, pp. 364–371, 2018, doi: 10.1016/j.solener.2018.01.025.
- [18] V. R. Mugi, M. C. Gilago, and V. P. : Chandramohan, "Energy and exergy investigation of indirect solar dryer under natural and forced convection while drying muskmelon slices," *Energy Nexus*, vol. 8, no. October, p. 100153, 2022, doi: 10.1016/j.nexus.2022.100153.
- [19] Ltd. Qingdao Bozewon International Trade Co., "Desiccant Putih Silica Gel dengan Ukuran 3-5Mm," Alibaba.com. [Online]. Available: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/desiccant-white-silica-gel-With-Size-60665601237.html>
- [20] H. Ghadamian and H. Salarian, "Application of Desiccant in Modern Air Conditioning Systems Application of Desiccant in Modern Air Conditioning Systems," no. October 2014, 2009.
- [21] R. P. Singha and R. K. Das , V K Mishra, "Desiccant materials for air conditioning applications - A review w Desiccant materials for air conditioning applications - A revie," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/404/1/012005.