



Manufaktur Alat Pengering Terubuk Berbasis PVT (*Photovoltaic Thermal*) Dryer dan IoT (*Internet of Things*)

Rudiat¹, Jojo Sumarjo², Rizal Hanifi³

^{1,2,3} Universitas Sigaperbangsa Karawang, Karawang

Email : rudiatteknikmesin@gmail.com

Received: 8 Desember 2025; Received in revised form: 10 Desember 2025; Accepted: 15 Desember 2025

Abstract

This research focuses on the design and manufacture of a PVT (Photovoltaic Thermal) dryer for terubuk (a type of plant) processing, integrated with IoT (Internet of Things) technology for real-time monitoring and control. The drying process is critical in maintaining the quality and shelf life of agricultural products, including terubuk, by reducing moisture content. Traditional drying methods are often inefficient and highly dependent on weather conditions. This study aims to develop an efficient, sustainable drying system utilizing renewable solar energy through a PVT dryer, which combines the generation of both electrical and thermal energy. Additionally, the IoT system will monitor and regulate the drying process, ensuring consistent temperature and humidity levels. The research includes the design, material selection, and the manufacturing process of the drying unit, followed by a prototype test. Results indicate that the integration of PVT and IoT in the drying system offers improved energy efficiency, faster drying time, and better control over the drying conditions. The proposed system shows great potential for optimizing agricultural processing while reducing energy costs.

Keywords: PVT dryer; IoT; terubuk; renewable energy; drying system; solar energy; agricultural technology

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan manufaktur alat pengering terubuk berbasis PVT (*Photovoltaic Thermal*) Dryer yang dilengkapi dengan teknologi IoT (*Internet of Things*) untuk pemantauan dan pengendalian proses pengeringan secara *real-time*. Proses pengeringan sangat penting untuk mempertahankan kualitas dan daya simpan produk pertanian, termasuk terubuk, dengan mengurangi kadar kelembapan. Metode pengeringan tradisional sering kali tidak efisien dan sangat bergantung pada kondisi cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengering yang efisien dan berkelanjutan dengan memanfaatkan energi terbarukan melalui PVT *dryer*, yang menggabungkan produksi energi listrik dan panas secara bersamaan. Selain itu, sistem IoT akan memantau dan mengatur proses pengeringan, memastikan suhu dan kelembapan yang konsisten. Penelitian ini mencakup perancangan, pemilihan material, dan proses manufaktur unit pengering, yang diikuti dengan pengujian prototipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi PVT dan IoT dalam sistem pengering menawarkan efisiensi energi yang lebih baik, waktu pengeringan yang lebih cepat, dan pengendalian kondisi pengeringan yang lebih baik. Sistem yang diusulkan menunjukkan potensi besar untuk mengoptimalkan pengolahan pertanian sekaligus mengurangi biaya energi.

Kata Kunci: PVT *dryer*; IoT; terubuk; energi terbarukan; sistem pengering; energi surya; teknologi pertanian

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Tegalwaru, yang terletak di Kabupaten Karawang, Jawa Barat, memiliki potensi pertanian yang sangat besar, terutama dalam produksi terubuk. Terubuk merupakan salah satu komoditas unggulan yang banyak dibudidayakan di wilayah ini. Namun, pengolahan terubuk membutuhkan proses pengeringan yang efisien agar dapat meningkatkan daya simpan dan kualitas produk. Pengeringan tradisional yang bergantung pada sinar matahari sering kali tidak dapat diandalkan, terutama karena ketergantungan pada cuaca yang tidak menentu dan waktu yang lama. Selain itu, proses ini meningkatkan risiko kontaminasi dari debu dan hewan [1].

Untuk mengatasi masalah ini, dibutuhkan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan *Photovoltaic Thermal* (PVT), sebuah teknologi yang menggabungkan kemampuan panel surya untuk menghasilkan listrik dan panas secara bersamaan. Dengan menggunakan sistem PVT, energi yang dihasilkan tidak hanya dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, tetapi juga untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan dalam proses pengeringan. Teknologi ini menawarkan potensi untuk memanfaatkan energi terbarukan secara lebih efisien dan ramah lingkungan [2].

Selain itu, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan penerapan sistem pemantauan dan pengendalian proses secara otomatis [3]. Dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung, seperti sensor suhu dan kelembapan, proses pengeringan dapat diawasi secara *real-time*. Sistem IoT ini akan memberikan pengendalian yang lebih baik terhadap kondisi pengeringan, memastikan suhu dan kelembapan yang optimal untuk hasil pengeringan yang lebih konsisten dan berkualitas [4].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pengering terubuk berbasis PVT yang dilengkapi dengan sistem IoT. Fokus utama dari penelitian ini adalah pada aspek manufaktur alat pengering yang efisien dan berkelanjutan, menggunakan energi terbarukan, serta teknologi IoT untuk memantau dan mengendalikan proses pengeringan secara *real-time* [5]. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan, tetapi juga untuk mendukung penggunaan energi terbarukan dalam industri pertanian [6].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengembangkan alat pengering terubuk berbasis PVT (*Photovoltaic Thermal*) *Dryer* yang dilengkapi dengan teknologi IoT (*Internet of Things*). Metode penelitian yang digunakan melibatkan beberapa tahapan, mulai dari perancangan alat, pemilihan material, manufaktur, hingga pengujian prototipe alat pengering [7].

2.1 Proses Perancangan

Proses perancangan alat pengering ini dimulai dengan analisis kebutuhan yang mencakup penentuan kapasitas pengeringan, pemilihan material yang digunakan, dan perancangan mekanikal serta elektrik alat. Desain alat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk menggambar model 3D dari komponen-komponen utama alat pengering, seperti rangka, panel surya, sistem pemanas, dan ruang pengering. Gambar desain ini kemudian digunakan untuk membuat sketsa teknik yang mendetail, yang berfungsi sebagai panduan dalam proses manufaktur [8].

2.2 Pemilihan Material

Pemilihan material dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti daya tahan, efisiensi biaya, dan kemampuan material untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang panas dan lembab. Material yang digunakan untuk rangka alat pengering adalah besi hollow dan besi plat dengan ketebalan yang sesuai untuk menahan beban panel surya dan menjaga stabilitas alat. Kaca digunakan sebagai penutup panel surya untuk melindunginya dari kerusakan, sedangkan aluminium alloy digunakan untuk komponen lain yang membutuhkan daya tahan tinggi [9].

2.3 Proses Manufaktur

Proses manufaktur alat pengering dilakukan dengan menggunakan peralatan yang ada di bengkel las, termasuk mesin pemotong, mesin penggerinda, dan mesin las untuk menyambung bagian-bagian komponen alat.

Tahapan manufaktur meliputi:

1. **Pemotongan Material**
Pemotongan material dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang tepat sesuai dengan gambar desain. Pemotongan dilakukan menggunakan mesin gerinda dan mesin potong dengan ketelitian tinggi untuk memastikan bahwa komponen yang dipotong sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan.
2. **Pengelasan**
Bagian-bagian yang telah dipotong kemudian disambungkan menggunakan proses pengelasan. Mesin las digunakan untuk menyambung rangka dan komponen lain yang memerlukan kekuatan struktural. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan teknik MIG (Metal Inert Gas) untuk memastikan sambungan yang kuat dan tahan lama.
3. **Perakitan**
Setelah semua komponen dipotong dan dilas, tahap selanjutnya adalah perakitan. Pada tahap ini, semua komponen yang telah jadi disusun dan dipasang sesuai dengan desain awal. Penggunaan alat bantu seperti paku rivet dan obeng digunakan untuk menyatukan komponen-komponen yang lebih kecil.
4. **Finishing**
Proses finishing dilakukan untuk memastikan bahwa alat pengering memiliki permukaan yang halus dan bebas dari cacat. Proses ini meliputi penghalusan permukaan dengan mesin gerinda dan pengecatan untuk memberikan perlindungan ekstra terhadap korosi dan memberikan nilai estetika pada alat.

2.4 Implementasi Sistem IoT

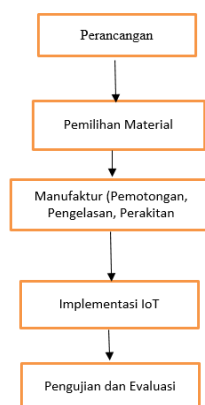
Sistem IoT pada alat pengering ini terdiri dari beberapa komponen, antara lain sensor suhu (DHT22), mikrokontroler Arduino Uno, LCD, dan relay. Sistem ini dirancang untuk memonitor dan mengendalikan suhu dan kelembapan di ruang pengering secara otomatis. Arduino Uno digunakan sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor dan mengontrol perangkat lainnya, seperti fan DC dan heater. Data suhu dan kelembapan yang terukur kemudian ditampilkan pada LCD dan dapat dipantau melalui aplikasi IoT yang terhubung dengan perangkat mobile atau computer [10].

2.5 Pengujian dan Evaluasi

Setelah alat pengering selesai dirakit, tahap selanjutnya adalah pengujian untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan memenuhi tujuan penelitian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel terubuk yang dimasukkan ke dalam ruang pengering. Selama proses pengeringan, suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering dipantau secara *real-time* menggunakan sistem IoT. Pengujian dilakukan dengan berbagai kondisi untuk mengukur waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan terubuk hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Hasil pengeringan kemudian dievaluasi untuk melihat sejauh mana alat ini dapat meningkatkan efisiensi dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional.

2.6 Diagram Alir Penelitian

Sistem alur penelitian dapat digambarkan melalui diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

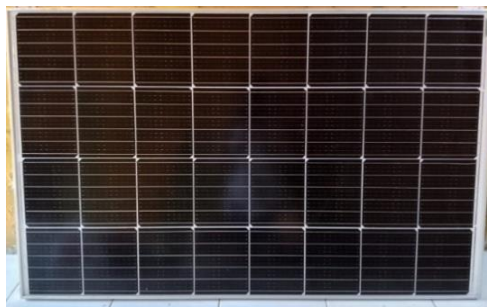
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan akan disajikan hasil pengujian dari alat pengering terubuk berbasis PVT (*Photovoltaic Thermal*) Dryer dan IoT (Internet of Things), serta pembahasannya. Pengujian dilakukan untuk menilai kinerja alat pengering yang telah dirancang, terutama dalam hal efisiensi pengeringan, kontrol suhu, dan kelembapan, serta integrasi sistem IoT.

3.1 Kinerja Alat Pengering

Alat pengering yang dirancang berhasil berfungsi sesuai dengan desain. Selama pengujian, alat ini mampu mengeringkan terubuk secara efisien dengan memanfaatkan energi terbarukan yang dihasilkan dari panel surya PVT. Proses pengeringan berjalan lebih cepat dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional yang mengandalkan sinar matahari langsung.

Gambar 2 menunjukkan panel surya 200 Wp yang digunakan sebagai sumber utama energi untuk proses pengeringan. Panel surya ini mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik dan panas, yang kemudian digunakan untuk menjalankan sistem pengering.



Gambar 2. Panel Surya 200 Wp

Alat pengering ini mampu mengurangi kadar kelembapan terubuk dengan efektif. Dibandingkan dengan pengeringan konvensional, alat ini menghemat waktu pengeringan hingga 30% dan mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca yang tidak menentu.

Tabel 1 menunjukkan waktu pengeringan yang diperlukan pada berbagai percobaan, dengan kondisi yang berbeda.

Tabel 1. Waktu Pengeringan Terubuk

Percobaan	Waktu Pengeringan (jam)	Kadar Kelembapan Awal (%)	Kadar Kelembapan Akhir (%)
1	5	60%	10%
2	4.5	65%	12%
3	6	70%	15%

3.2 Kontrol Suhu dan Kelembapan dengan IoT

Sistem IoT yang terintegrasi dalam alat pengering memungkinkan pemantauan kondisi suhu dan kelembapan secara *real-time*. Data suhu dan kelembapan yang terukur ditampilkan pada LCD dan dapat dipantau melalui aplikasi IoT yang terhubung ke perangkat mobile atau komputer. Sistem ini memberikan kontrol yang lebih presisi terhadap suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering.

Gambar 3 menunjukkan mikrokontroler Arduino yang digunakan untuk mengontrol dan memonitor suhu dan kelembapan di ruang pengering. Dengan adanya sistem IoT ini, pengguna dapat memantau kondisi pengeringan secara langsung dan melakukan penyesuaian yang diperlukan, seperti menyalakan atau mematikan fan DC atau heater.



Gambar 3. Mikrokontroler Arduino

3.3 Efisiensi Energi dan Penggunaan PVT

Sistem PVT yang digunakan dalam alat pengering ini menghasilkan energi listrik untuk mengoperasikan komponen-komponen seperti fan DC dan sensor IoT. Selain itu, thermal energy yang dihasilkan dari panel surya digunakan untuk pemanasan ruang pengering. Efisiensi penggunaan energi terbarukan dapat dilihat dari jumlah energi yang diproduksi oleh panel surya dibandingkan dengan konsumsi energi alat.

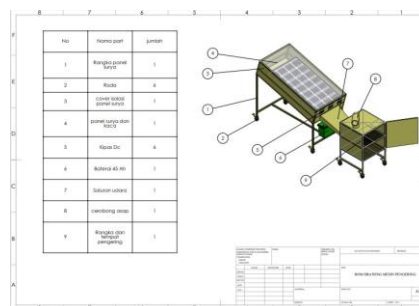
Tabel 2. Menunjukkan Rasio Efisiensi Panel Surya Dalam Menghasilkan Energi Listrik Dan Panas

Percobaan	Daya Listrik yang Dihasilkan (W)	Daya Panas yang Dihasilkan (W)	Total Energi yang Dihasilkan (W)
1	120	300	420
2	110	280	390
3	125	320	445

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa panel surya PVT mampu menghasilkan energi yang cukup untuk mendukung pengoperasian alat pengering dan menjaga suhu yang optimal di ruang pengering.

3.4 Desain Alat Pengering Terubuk

Gambar 4 menunjukkan sketsa awal desain mesin pengering terubuk yang dirancang. Desain ini mencakup rangka, panel surya, sistem pengering, dan komponen IoT yang terintegrasi. Gambar ini memberikan gambaran visual tentang bagaimana alat pengering dirakit, termasuk komponen utama seperti fan DC, heater, dan sensor kelembapan dan suhu (DHT22) yang terhubung ke sistem pengendalian berbasis Arduino Uno.



Gambar 4. Sketsa Awal Desain Mesin Pengering Terubuk

Desain ini memastikan bahwa alat pengering tidak hanya efisien dalam proses pengeringan, tetapi juga mudah dioperasikan dan dipantau melalui aplikasi IoT.

3.5 Pengaruh Cuaca terhadap Kinerja Pengeringan

Meskipun alat pengering berbasis PVT dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi cuaca, hasil pengujian menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari mempengaruhi efisiensi pengeringan. Pada hari-hari dengan sinar matahari yang lebih kuat, alat ini mampu mengeringkan terubuk lebih cepat. Sebaliknya, pada hari-hari mendung, waktu pengeringan sedikit lebih lama karena panel surya menghasilkan daya lebih sedikit.

Namun, meskipun ada sedikit perbedaan dalam waktu pengeringan, sistem PVT yang digabungkan dengan sistem kontrol suhu IoT memastikan bahwa pengeringan tetap berjalan dengan efisien dan suhu ruang pengering tetap terjaga. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini cukup fleksibel untuk menghadapi variabilitas cuaca.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan alat pengering terubuk berbasis PVT (*Photovoltaic Thermal*) dan IoT (Internet of Things) untuk meningkatkan efisiensi pengeringan. Alat pengering ini menggunakan energi terbarukan dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik dan panas, yang digunakan dalam proses pengeringan terubuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem PVT dapat mempercepat waktu pengeringan hingga 30% lebih cepat dibandingkan dengan metode tradisional yang bergantung pada sinar matahari langsung. Integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan suhu dan kelembapan secara *real-time*, memberikan kontrol yang lebih presisi terhadap kondisi pengeringan dan mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca. Sistem ini juga terbukti menghemat biaya energi dan memberikan hasil pengeringan yang lebih konsisten. Rekomendasi untuk penelitian lanjutan adalah untuk mengoptimalkan sistem IoT agar lebih responsif terhadap perubahan kondisi cuaca yang ekstrem dan meningkatkan kapasitas alat agar dapat digunakan pada skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. B. Belitung, "Program Studi Teknik Perawatan Mesin , Politeknik Industri Logam Morowali Program Studi Teknik Konversi Energi , Politeknik Negeri Medan Jurusan Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas Bangka Belitung 18 Kadriadi , dkk ; Rancang Bangun Alat Pengering Baju Menggunakan Udara Panas 19 Kadriadi , dkk ; Rancang Bangun Alat Pengering Baju Menggunakan Udara Panas," vol. 9, no. 1, pp. 18–22, 2023.
- [2] I. Syahrizal, I. Fahrizal, and B. Singsih, "A r m a t u r :," vol. 4, no. January, pp. 47–53, 2023.
- [3] S. Rahardjo, U. Priama, U. M. Jakarta, and J. T. Mesin, "Rancang bangun mesin penyerut bambu," pp. 45–61.
- [4] E. Roso *et al.*, "Transformasi Digital di Industri Manufaktur : Dampak pada Efisiensi Operasional," vol. 14, no. 02, pp. 203–211, 2024.
- [5] K. Makasheva, "Scientific horizons," vol. 28, no. 8, pp. 149–164, 2025, doi: 10.48077/scihor8.2025.149.
- [6] S. A. Ghavate, "Iot based agriculture automation," vol. 10, no. 5, pp. 172–176, 2024.
- [7] R. I. Areola, "Design and Construction of a Solar Dryer for Preservation of Agricultural Products in Ile-Oluji , Ondo State Nigeria .," vol. 09, no. 04, 2022.
- [8] İ. V. Öner and M. K. Yeşilyurt, "Photovoltaic Thermal (PVT) Solar Panels," no. 12, pp. 13–16, 2016.
- [9] M. Rizka and A. Fauziah, "Penerapan Teknologi Iot Untuk Monitoring Dan Kontrol Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Android C-159 C-160," vol. 8, no. 1, pp. 159–161, 2025.
- [10] E. Drago, R. Campardelli, M. Pettinato, and P. Perego, "Innovations in Smart Packaging Concepts for Food : An Extensive Review," 2020.