

IMPLEMENTASI IOT PADA *SOLAR DRYER DOME* DWI ENERGI UNTUK *MONITORING* SUHU DAN KELEMBAPAN DI BUMDES CIPUTRI GEMILANG

Sri Erina Damayanti¹, Abdul Fatah², Dewi Shintya Pratiwi³, Rosad Ma'ali El Hadi⁴, Aridwan⁵, Syukrillah⁶
Teknik Informatika¹, Teknik Industri², Desain Komunikasi Visual³, Teknik Industri⁴, Teknik Informatika⁵, Teknik Informatika⁶
Universitas Teknologi Bandung¹, Universitas Teknologi Bandung², Universitas Teknologi Bandung³, Sekolah Tinggi Teknologi
Wastukencana⁴, Universitas Teknologi Bandung⁵, Universitas Teknologi Bandung⁶
erina.damayantie@gmail.com¹, abdufatah@utb.univ.ac.id², dewishintyapратиwi@utb-univ.ac.id³, rosadmeh3014@gmail.com⁴,
aridwansaja@gmail.com⁵, syukrillah0108@gmail.com⁶

Abstrak

BUMDes Ciputri Gemilang di Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, menghadapi tantangan signifikan dalam meningkatkan produktivitas pertanian, terutama dalam proses pengeringan hasil pertanian yang masih bergantung pada metode manual. Pengeringan tradisional yang mengandalkan sinar matahari seringkali terganggu oleh cuaca yang tidak menentu dan hanya bisa dilakukan di siang hari, mengakibatkan penurunan hasil dan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *Solar Dryer Dome* Dwi Energi yang dapat mengatasi masalah ini dengan memanfaatkan dua sumber energi, yaitu tenaga surya pada siang hari saat cuaca cerah dan gas LPG untuk menjaga stabilitas suhu pengeringan saat cuaca tidak mendukung ataupun saat malam hari. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan suhu dan kelembapan secara *real-time*. Dengan menggunakan sensor DHT21 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta mikrokontroler ESP32 untuk menghubungkan perangkat ke jaringan, data yang diperoleh dikirimkan melalui protokol komunikasi MQTT dan diproses di *platform* Node-RED. Hasil pengolahan data kemudian divisualisasikan di *website*, memungkinkan pemantauan kondisi pengeringan dari jarak jauh. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas pengeringan produk seperti nori pakcoy, daun mint, dan akar alang-alang, yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas pertanian di desa tersebut, serta membuka peluang pasar yang lebih luas dan berkelanjutan.

Kata kunci: IOT, *Internet of things*, Sistem *monitoring* berbasis IOT, *Solar Dryer Dome*

Abstract

BUMDes Ciputri Gemilang in Ciputri Village, Pacet District, Cianjur Regency, faces significant challenges in improving agricultural productivity, especially in the drying process of agricultural products that still relies on manual methods. Traditional drying, which depends on sunlight, is often disrupted by unpredictable weather and can only be done during the day, leading to a decline in product yield and quality. This research aims to develop a Dual Energy Solar Dryer Dome system that can address these issues by utilizing two energy sources: solar power during sunny days and LPG gas to maintain drying temperature stability when weather conditions are unfavorable or at night. Additionally, the system is equipped with Internet of Things (IoT) technology for real-time monitoring of temperature and humidity. Using the DHT21 sensor to measure temperature and humidity, and the ESP32 microcontroller to connect devices to the network, the collected data is transmitted via the MQTT communication protocol and processed on the Node-RED platform. The processed data is then visualized on a website, allowing remote monitoring of the drying conditions. This system is expected to enhance the efficiency and quality of drying products such as pakcoy nori, mint leaves, and alang-alang roots, which in turn will improve agricultural productivity in the village and open up broader, more sustainable market opportunities.

Keywords: IOT, Internet of things, Monitoring system with IOT, Solar Dryer Dome.

I. PENDAHULUAN

BUMDes Ciputri Gemilang adalah organisasi masyarakat di Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, yang aktif dalam mengolah dan memasarkan hasil pertanian lokal. Meskipun telah dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan nilai produk lokal, produktivitasnya belum maksimal karena sebagian besar proses, terutama pengeringan hasil pertanian, masih dilakukan secara manual. Metode pengeringan tradisional ini memiliki keterbatasan karena sangat bergantung pada kondisi cuaca, yang dapat memperlambat proses pengeringan ketika cuaca tidak mendukung [1]. Saat ini, produk seperti daun mint, akar alang-alang, daun stevia, dan nori masih dikeringkan secara konvensional menggunakan sinar matahari, sehingga produksi sering terhambat ketika cuaca tidak menentu, mengakibatkan rendahnya jumlah produk dan kesulitan memenuhi permintaan pasar.

Menurut referensi [1],[2], penggunaan *Solar Dryer Dome* (SDD) dapat menjadi solusi untuk masalah ini. SDD mampu mempertahankan suhu lebih tinggi dan kelembapan lebih rendah di dalam kubah, terlepas dari kondisi cuaca eksternal. Teknologi SDD Dwi Energi merupakan pengembangan lebih lanjut yang memanfaatkan tenaga surya pada siang hari dan gas LPG untuk menjaga stabilitas proses pengeringan.

Selain itu, kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan perangkat dan alat komunikasi terhubung secara jarak jauh melalui web atau aplikasi *smartphone* [3]. Teknologi ini terus berkembang, dan kini difokuskan untuk membantu manusia meningkatkan efisiensi berbagai aktivitas. Dalam proyek ini, sistem IoT ditambahkan untuk

memantau suhu dan kelembapan di dalam *Solar Dryer Dome*, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya telah meneliti penerapan *Solar Dryer Dome* dalam pengeringan hasil pertanian. Dalam studi oleh [1], *Solar Dryer Dome* tipe pengering biji kopi dipilih untuk mengurangi dampak buruk dari kondisi lingkungan terhadap bahan yang dikeringkan. Tipe dome ini menjaga suhu dan kelembapan di dalam ruangan pengering, yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan kadar air dalam produk pertanian atau perkebunan. Sementara itu, penelitian lainnya [4] bertujuan menciptakan sistem energi mandiri yang efisien dan terjangkau untuk proses pengeringan pertanian. Studi ini memanfaatkan pengalaman desain industri dari PT Impack Pratama Industri serta prinsip-prinsip termodinamika untuk memperkirakan kebutuhan energi kritis dari sistem pengering pintar berbasis kubah yang dapat memenuhi kebutuhan sektor pertanian di Indonesia.

Terkait pemantauan suhu dan kelembapan, terdapat studi yang memanfaatkan teknologi IoT untuk memonitor dan mengontrol perangkat rumah tangga, serta mengawasi suhu dan kelembapan ruangan secara *real-time* guna menjaga kualitas udara dalam ruangan [3]. Kelembapan ideal untuk kesehatan berkisar antara 40-60% dengan suhu 20-29°C, karena kelembapan rendah dapat meningkatkan risiko penyakit pernapasan, sementara kelembapan tinggi meningkatkan risiko infeksi. Penelitian lainnya [5] menggunakan IoT untuk memonitor parameter suhu, kelembapan, dan konsumsi energi selama proses pengeringan ikan. Dengan IoT, pengguna dapat memantau kondisi pengeringan dari jarak jauh melalui *platform* seperti Blynk yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini mengolah dan menampilkan data *monitoring* dalam bentuk grafik pada aplikasi, memungkinkan pemantauan efektif serta menjaga kualitas ikan kering dari kerusakan akibat suhu berlebihan. Penelitian yang lain [6] memanfaatkan IoT untuk memantau suhu dan kelembapan pada ruang server.

Penelitian terkait *monitoring* menggunakan Node-RED dan MQTT juga pernah dilakukan pada [7] ini bertujuan merancang sistem *monitoring* rumah dengan antarmuka visual yang sederhana menggunakan Node-RED dan MQTT. Node-RED, yang berbasis antarmuka grafis, memungkinkan pengguna mengatur parameter lingkungan secara mandiri, menyesuaikan antarmuka pengguna dengan lebih mudah. Sistem ini memanfaatkan Node-RED pada komputer dan protokol MQTT untuk menghubungkan perangkat rumah dalam mode *publish/subscribe*, memastikan transmisi data stabil dan efisien.

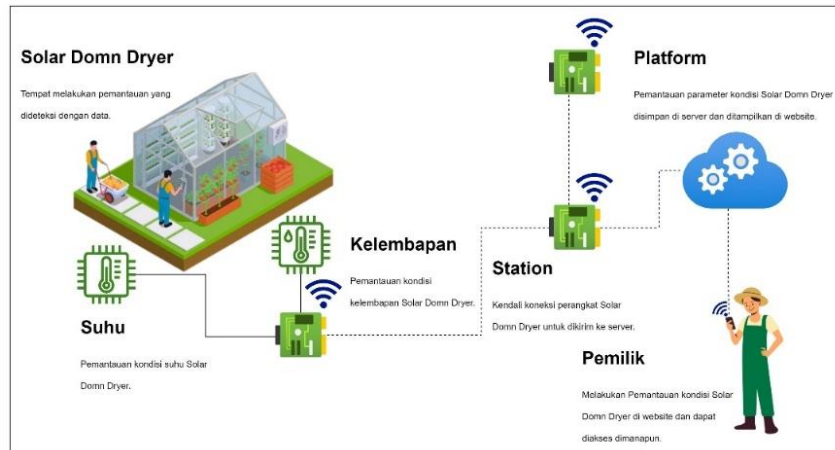
Penelitian ini menawarkan keunikan melalui pengembangan *Solar Dryer Dome* Dwi Energi, yang menggabungkan dua sumber energi, yaitu tenaga matahari di siang hari dan gas LPG untuk menjaga stabilitas suhu saat matahari tidak mencukupi. Penggunaan dual sumber energi ini memungkinkan proses pengeringan lebih konsisten tanpa tergantung pada kondisi cuaca. Selain itu, sistem dilengkapi teknologi *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan sensor untuk mengukur suhu dan kelembapan dalam dome. Data dari sensor ini dikirim melalui *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) ke *platform* Node-RED, yang memungkinkan pemantauan secara *real-time* melalui antarmuka berbasis web. Inovasi ini tidak hanya mendukung pengeringan nori pakcoy tetapi juga berbagai produk lainnya yang dihasilkan oleh masyarakat Desa Ciputri, memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengelolaan proses pengeringan.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Sistem

Metodologi pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode *agile* dengan tahapan seperti berikut:

1. *Plan* (Rencana), pada tahap rencana / perencanaan ini peneliti menentukan beberapa keputusan yaitu :
 - a. Menentukan *tools* untuk membuat web *monitoring* yaitu Node-RED.
 - b. Menentukan tipe sensor dan perangkat IOT yang dibutuhkan.
 - c. Menentukan bahasa pemrograman untuk IOT yaitu C++
 - d. Menentukan *tools* untuk komunikasi IOT dan web *monitoring* yaitu MQTT broker
 - e. Menentukan skema notifikasi menggunakan Bot Telegram.
2. *Design* (Desain), mendesain skema IOT dan tampilan *website monitoring*.



Gambar 2. Skema Perancangan IOT

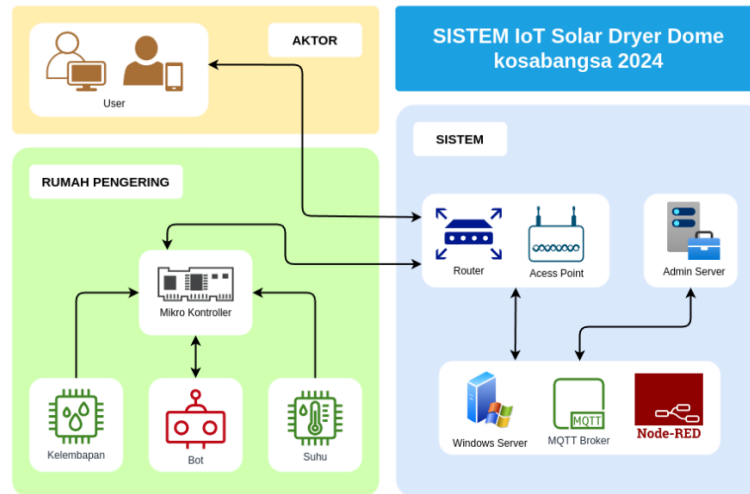
3. *Develop* (Pengembangan), pada tahap ini, dilakukanlah proses pengembangan / pengerjaan dengan urutan tahap sebagai berikut :
 - a. Merakit IOT.
 - b. Membuat program untuk IOT.
 - c. *Setup* MQTT broker.
 - d. Membuat *website monitoring* dengan Node-RED.
 - e. Mengintegrasikan *website monitoring* dengan IOT.
 - f. Menambahkan Bot Telegram untuk menerima notifikasi.
4. *Test* (Pengujian), pada tahapan ini, dilakukan pengujian fungsi keseluruhan, mencari *bug/error* yang mungkin terlewatkan saat tahap ke-3.
5. *Deploy* (Penyebaran), setelah proses pengujian selesai dan tidak ditemukan *bug/error* maka dimulailah proses implementasi ke Desa Ciputri.
6. *Review* (Ulasan), menunjukan hasil kepada pihak terkait untuk mengetahui respon hasil akhir. Jika beberapa fitur dianggap kurang efisien maka bisa kembali ke tahap 3 untuk memberikan solusi dari saran yang diberikan oleh pihak terkait. [8]

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada sistem ini, *Internet of Things* (IoT) diterapkan untuk memantau suhu dan kelembapan di dalam dua ruangan berbeda yang terdapat pada sebuah *solar dryer dome*. *Solar dryer dome* ini dirancang untuk mengoptimalkan proses pengeringan menggunakan energi matahari, sehingga efisiensi dan kualitas produk yang dihasilkan dapat terjaga. Dua ruangan dalam sistem ini memiliki fungsi yang berbeda, yaitu satu ruangan untuk pengeringan umum dan satu lagi khusus untuk pengeringan nori. Setiap ruangan dilengkapi dengan sensor DHT21 yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan secara akurat. Data dari sensor ini dikumpulkan dan kemudian dikirimkan ke *platform* Node-RED menggunakan protokol komunikasi MQTT. Protokol ini memungkinkan komunikasi yang andal antara perangkat keras, dalam hal ini sensor yang terhubung dengan ESP32, dan sistem *monitoring*. Data yang diterima akan diproses dan ditampilkan di antarmuka *website*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kedua ruangan secara *real-time* dengan mudah dan efisien. Data juga akan ditransmisikan ke *Bot Telegram* agar pengguna dapat menerima notifikasi jika suhu melebihi batas aman dan dapat segera melakukan tindakan lanjutan untuk menurunkan suhunya.

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Agile*, yang merupakan pendekatan pengembangan sistem yang adaptif dan fleksibel. *Agile* memungkinkan pengembangan sistem IoT ini dilakukan secara iteratif dan bertahap, sehingga setiap bagian dari sistem dapat disesuaikan dan diperbaiki berdasarkan kebutuhan yang berkembang. Pendekatan ini memberikan keuntungan besar dalam pengembangan teknologi seperti IoT, karena memungkinkan tim untuk merespons perubahan kebutuhan secara cepat dan efektif. Selain itu, *Agile* juga memfasilitasi integrasi umpan balik yang diperoleh dari pengujian lapangan, sehingga sistem dapat terus diperbaiki untuk mencapai performa optimal. Dalam konteks *solar dryer dome*, perubahan parameter lingkungan seperti fluktuasi suhu dan kelembapan yang terpantau memerlukan penyesuaian sistem secara tepat waktu agar hasil pengeringan tetap maksimal. Dengan *Agile*, proses pengujian dapat dilakukan pada setiap tahap pengembangan untuk memastikan bahwa semua komponen, termasuk sensor, protokol komunikasi, dan antarmuka *monitoring*, bekerja dengan optimal sebelum diintegrasikan ke dalam sistem secara keseluruhan. Hal ini tidak hanya meningkatkan keandalan sistem tetapi juga membantu meminimalkan potensi kesalahan atau kerusakan di tahap akhir.

Berikut adalah rancangan sistem yang diterapkan:



Gambar 3. Skema Penerapan IoT pada Solar Dome Dryer

1. Arsitektur Sistem:

Arsitektur sistem IoT *Solar Dryer Dome* terdiri dari beberapa komponen yang bekerja secara terintegrasi untuk memantau suhu dan kelembapan di dalam dua ruangan pengeringan. Setiap ruangan dilengkapi dengan satu sensor DHT21 yang berfungsi untuk mengukur parameter suhu dan kelembapan secara *real-time*. Sensor DHT21 ini terhubung ke mikrokontroler ESP32, yang bertindak sebagai pengumpul data dari kedua sensor. Setelah data suhu dan kelembapan terkumpul, ESP32 akan mengirimkan data tersebut ke MQTT broker, yang berperan sebagai penghubung antara perangkat keras dan perangkat lunak.

Selanjutnya, data yang dikirim melalui MQTT akan diteruskan ke *platform* Node-RED, yang berfungsi sebagai sistem *monitoring* dan pengolahan data. Di Node-RED, data yang diterima dari broker MQTT akan diproses, ditampilkan, dan dipresentasikan dalam bentuk grafik atau nilai numerik yang mudah dipahami. Visualisasi ini kemudian diakses oleh pengguna melalui antarmuka *website* yang terhubung ke sistem *monitoring*.

Sistem ini juga dilengkapi dengan *Bot Telegram* sebagai solusi komunikasi tambahan. Bot ini menerima data yang sama dari mikrokontroler ESP32 dan memberikan notifikasi langsung kepada pengguna ketika suhu di dalam ruangan pengeringan melebihi batas aman, misalnya di atas 70 derajat Celsius. Notifikasi ini memungkinkan pengguna untuk segera mengambil tindakan pencegahan, seperti menurunkan suhu agar proses pengeringan tetap optimal dan produk tidak mengalami kerusakan.

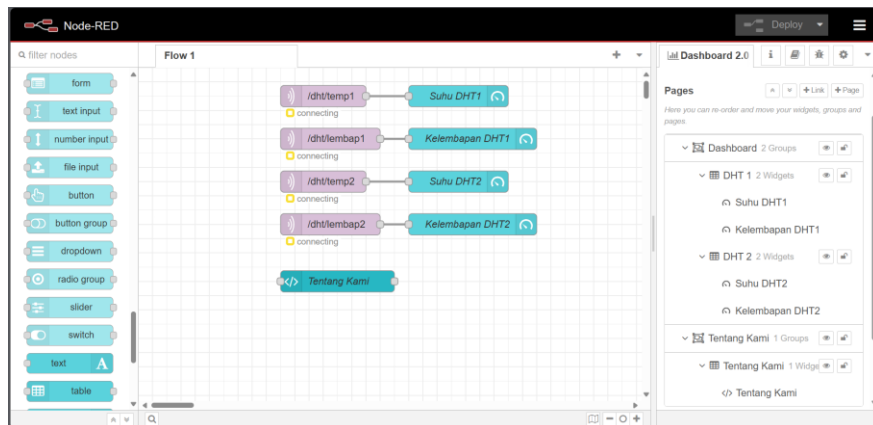
Selain itu, sistem ini memanfaatkan *router* dan *akses point* untuk memastikan koneksi data antara perangkat keras, server, dan antarmuka pengguna berjalan lancar dan stabil. Admin Server bertindak sebagai pusat kendali untuk memantau aktivitas dan integrasi seluruh sistem IoT ini.

2. Protokol Komunikasi:

Protokol komunikasi yang digunakan dalam sistem ini adalah MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), yang dipilih karena keandalannya dalam mengirimkan data secara *real-time* dengan latensi yang rendah. MQTT dirancang khusus untuk perangkat IoT dan lingkungan dengan keterbatasan *bandwidth*, sehingga sangat cocok untuk aplikasi *monitoring* suhu dan kelembapan di *solar dryer dome*. Protokol ini bekerja dengan model *publish-subscribe*, di mana mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai *publisher* yang mengirimkan data ke MQTT broker, sedangkan Node-RED bertindak sebagai *subscriber* yang menerima dan memproses data tersebut.

Keunggulan MQTT dalam transmisi data dengan konsumsi *bandwidth* yang minimal menjadikannya ideal untuk sistem yang memerlukan pengiriman data terus-menerus dalam jangka waktu panjang. Selain itu, kemampuan MQTT untuk menangani koneksi yang tidak stabil sangat penting, terutama jika sistem ini beroperasi di lokasi dengan jaringan internet yang terbatas.

3. Visualisasi Data di Website:



Gambar 4. Rancangan Website Monitoring Dengan Node-Red



Gambar 5. Desain dari Website Monitoring Dengan Node-Red

Gambar 4 dan 5 menunjukkan desain dan rancangan *website monitoring* yang dikembangkan menggunakan Node-RED. *Website* ini dirancang untuk menampilkan dua tampilan terpisah yang mewakili dua ruangan pengeringan di dalam *solar dryer dome*. Masing-masing tampilan akan menampilkan parameter suhu dan kelembapan yang diukur oleh sensor DHT21 secara *real-time*.

Antarmuka *website* ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kedua ruangan pengeringan secara terperinci. Dengan tampilan grafik dan nilai numerik, pengguna dapat dengan mudah membandingkan kondisi suhu dan kelembapan di kedua ruangan. Informasi ini berguna untuk memastikan bahwa proses pengeringan berjalan sesuai parameter yang diinginkan, baik untuk pengeringan umum maupun pengeringan produk khusus seperti nori.

Website ini diakses melalui jaringan lokal atau *internet*, yang terhubung ke Admin Server melalui *router* dan akses point. Dengan adanya *website* ini, proses *monitoring* menjadi lebih praktis, akurat, dan dapat diakses dari berbagai perangkat seperti laptop atau ponsel pintar.

4. Pengaturan Sistem Kelistrikan:

Stabilitas daya merupakan elemen krusial dalam sistem IoT *Solar Dryer Dome*. *Power supply* yang memadai digunakan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem, seperti mikrokontroler ESP32, sensor DHT21, router, dan server, mendapatkan daya yang cukup untuk beroperasi secara stabil.

Mendukung kelancaran transmisi data, digunakan kabel NYM 2x1,5mm sebagai kabel utama dalam instalasi kelistrikan. Kabel NYM dipilih karena memiliki isolasi yang tebal, sehingga lebih tahan terhadap panas dan gangguan lingkungan. Sementara itu, kabel STP (*Shielded Twisted Pair*) digunakan untuk wiring sensor karena kemampuannya dalam meminimalkan gangguan elektromagnetik (EMI) dan menjaga stabilitas transmisi data dari sensor ke mikrokontroler.

Pengaturan kelistrikan yang baik sangat penting untuk menghindari gangguan seperti kehilangan daya atau *noise* yang dapat mempengaruhi akurasi pembacaan sensor. Dengan sistem kelistrikan yang stabil dan terencana, perangkat dapat berfungsi dengan optimal selama proses pengeringan berlangsung.

5. Notifikasi Pengguna

Sistem ini juga dilengkapi dengan *Bot Telegram* sebagai mekanisme pemberitahuan yang responsif. Bot ini menerima data suhu dan kelembapan langsung dari mikrokontroler ESP32 melalui MQTT dan Node-RED. Jika suhu di salah satu ruangan pengeringan melebihi ambang batas yang telah ditentukan, seperti 70 derajat Celsius, *Bot Telegram* akan segera mengirimkan notifikasi ke perangkat pengguna.

Notifikasi ini memberikan peringatan dini yang memungkinkan pengguna untuk segera mengambil tindakan pencegahan, seperti menurunkan suhu atau melakukan penyesuaian lainnya agar proses pengeringan tetap dalam kondisi optimal. Dengan adanya notifikasi *real-time* ini, pengguna dapat memantau sistem kapan saja dan dari mana saja tanpa harus selalu membuka antarmuka *website*.

Integrasi *Bot Telegram* ke dalam sistem *IoT Solar Dryer Dome* memberikan keuntungan tambahan berupa kemudahan akses informasi dan peningkatan efisiensi dalam pengelolaan proses pengeringan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan sistem *Solar Dryer Dome* Dwi Energi ini terbukti sangat efektif dalam menjaga stabilitas suhu selama proses pengeringan dengan memanfaatkan kombinasi dua sumber energi, yakni energi matahari sebagai sumber energi utama dan gas LPG sebagai sumber energi cadangan. Pemanfaatan dua sumber energi ini memberikan fleksibilitas yang signifikan, terutama dalam menghadapi kondisi cuaca yang sering tidak menentu. Ketika sinar matahari berkurang atau tertutup oleh awan, gas LPG akan otomatis digunakan sebagai alternatif untuk menjaga suhu pengeringan tetap stabil dan optimal. Hal ini memastikan proses pengeringan dapat berjalan secara berkelanjutan tanpa terhambat oleh perubahan cuaca, yang sering menjadi tantangan utama dalam metode pengeringan konvensional.

Selain itu, integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem ini turut menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi pengeringan. Sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu dan kelembapan yang ditempatkan di kedua ruangan pengeringan, yakni ruang untuk pengeringan umum dan ruang khusus untuk pengeringan produk seperti nori. Sensor-sensor ini secara *real-time* mengukur parameter suhu dan kelembapan di dalam ruang pengeringan, kemudian data yang dikumpulkan akan dikirimkan melalui protokol MQTT ke *platform* Node-RED untuk diolah dan ditampilkan dalam bentuk visualisasi yang mudah dipahami. Visualisasi ini dapat diakses melalui antarmuka *website* yang memungkinkan pengguna memantau kondisi pengeringan secara jarak jauh dan *real-time*, baik menggunakan komputer maupun perangkat seluler. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat memastikan bahwa suhu dan kelembapan di kedua ruangan tetap sesuai dengan kebutuhan produk yang sedang dikeringkan, tanpa harus selalu berada di lokasi pengeringan.

Implementasi sistem ini di Desa Ciputri menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam produktivitas dan kualitas hasil pengeringan produk pertanian. Dengan pemantauan suhu yang lebih akurat dan terkontrol, produk-produk yang dikeringkan dapat mempertahankan kualitasnya, baik dari segi warna, tekstur, maupun kandungan nutrisi. Hal ini menjadi keunggulan yang tidak dimiliki oleh metode pengeringan konvensional yang bergantung sepenuhnya pada sinar matahari, sehingga hasilnya cenderung tidak konsisten dan rentan mengalami penurunan kualitas akibat perubahan suhu yang tidak stabil.

Lebih jauh lagi, sistem ini tidak hanya memberikan manfaat dari segi efisiensi energi dan kualitas hasil produksi, tetapi juga membantu mengurangi kerugian akibat gagal panen atau kerusakan produk yang disebabkan oleh cuaca ekstrem. Dengan adanya teknologi IoT dan *monitoring* berbasis web, para petani atau pengguna dapat segera mengambil tindakan preventif ketika suhu atau kelembapan melebihi batas yang telah ditentukan. Sebagai contoh, jika suhu dalam ruang pengeringan naik terlalu tinggi, sistem akan memberikan notifikasi melalui *Bot Telegram*, yang memudahkan pengguna untuk merespons kondisi tersebut secara cepat dan tepat.

Semua keunggulan yang ditawarkan, sistem *Solar Dryer Dome* Dwi Energi ini menjadi solusi yang lebih efisien, efektif, dan ramah lingkungan bagi masyarakat, terutama bagi petani di Desa Ciputri yang mengandalkan proses pengeringan sebagai bagian penting dari kegiatan pertanian mereka. Sistem ini juga menunjukkan potensi besar dalam mendukung inovasi teknologi pertanian berbasis digital yang dapat diadopsi oleh daerah-daerah lain untuk meningkatkan kesejahteraan petani, mengurangi ketergantungan pada cuaca, serta mendorong pertumbuhan ekonomi lokal. Dengan adanya pengembangan berkelanjutan, sistem ini dapat menjadi salah satu model teknologi pengeringan masa depan yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] Santoso RR. EXPERIMENTAL STUDY OF THE POTENTIAL FOR ENERGY ABSORPTION AND DRYING TIME OF COFFEE BEANS USING A DOME DRYER TYPE DRYER IN THE SUKMAILANG AREA OF PESAWARAN REGENCY. *Journal Renewable Energy & Mechanics* [Internet]. 2023;6(02). Available from: <http://journal.uir.ac.id/index.php/>
- [2] Tazakka Ma'arij D, Yudhana A, Ma'arij DT, Yudhana A. Temperature and Humidity *Monitoring* System in Internet of Things-based *Solar Dryer Dome*. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*. 2023;5(3):323–35.
- [3] Satria B. IoT *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266. *sudo Jurnal Teknik Informatika*. 2022 Aug 2;1(3):136–44.
- [4] Gunawan FE, Budiman AS, Pardamean B, Djuana E, Romeli S, Hananda N, et al. Design and energy assessment of a new hybrid solar drying dome - Enabling Low-Cost, Independent and Smart Solar Dryer for Indonesia Agriculture 4.0. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd; 2022.

- [5] Al-Fajri S, Hamka J, UNP Air Tawar Padang K. MSI Transaction on Education Rancang Bangun Alat Pengereng Ikan dengan *Monitoring* Suhu dan Kelembapan Berbasis Internet of Things (IoT).
- [6] Maulana RF, Ramadhan MA, Maharani W, Maulana MI. Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT Studi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya. Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology. 2023 Jun 14;1(3):224–31.
- [7] Lu CY, Chen FH, Hsu WC, Yang YQ, Su TJ. Constructing home *monitoring* system with node-red. Sensors and Materials. 2020;32(5):1701–10.
- [8] Sallam R, Setia Budi E. RESOLUSI : Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi Sistem Informasi Penerimaan Peserta Didik Baru Berbasis *Website* dengan Menggunakan Metode *Agile*. Media Online [Internet]. 2023;4(1). Available from: <https://djournals.com/resolusi>