

RANCANG BANGUN PROTOTYPE DRYER HOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS

Aryo Ade Saputra, Bambang Irawan, Habibullah Akbar, Muhamad Hadi Arfian

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul

Jl. Arjuna Utara No.9, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11510

ariyoadesaputra1@student.esaunggul.ac.id

ABSTRAK

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan solusi inovatif dalam sektor pertanian, khususnya dalam proses pengeringan hasil panen. Pengeringan secara tradisional dengan sinar matahari masih banyak digunakan, namun memiliki kelemahan seperti ketergantungan pada cuaca, kebutuhan lahan luas, serta risiko kontaminasi dan kerusakan produk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *dryer house* berbasis IoT yang mampu mengeringkan produk pertanian secara efisien dan dapat dipantau serta dikendalikan jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor DHT11 untuk membaca suhu, LCD 16x2 I2C sebagai tampilan, relay, elemen pemanas kompor gas, kipas DC, serta kontroler PID dengan parameter $K_p = 15$, $K_i = 10$, dan $K_d = 2$. Penelitian ini menggunakan metode *prototype* dalam proses perancangan dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *prototype dryer house* berukuran $70 \times 30 \times 30$ cm mampu menurunkan berat bahan dari 660 gram menjadi 195 gram dalam waktu 210 menit (3,5 jam) pada suhu 55°C . Sistem ini terbukti berfungsi dengan baik dan berpotensi menjadi solusi efektif untuk meningkatkan kualitas serta efisiensi pengeringan produk pertanian.

Kata kunci : *Internet of Things, Pengeringan, Kontroler PID, Blynk*

1. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang dirancang untuk meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang selalu aktif. IoT mengintegrasikan berbagai perangkat, termasuk mesin, alat, dan objek fisik lainnya, dengan memanfaatkan sensor dan aktuator jaringan untuk mengumpulkan data serta mengelola kinerja secara otomatis tanpa perlu intervensi manusia [1]. IoT akan terus berkembang karena kemajuan teknologi dan internet. Menurut laporan Forum Ekonomi Dunia, *The Future of Jobs Report 2020*, tidak ada keraguan bahwa pada tahun 2025 sekitar 9% perusahaan di seluruh dunia akan menggunakan teknologi IoT. Selain itu, menurut Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo), akan ada sekitar 400 juta perangkat IoT pada tahun 2022, dan diperkirakan akan terus meningkat menjadi 678 juta pada tahun 2025. IoT memiliki potensi untuk menciptakan konektivitas yang lebih cerdas, efisien, dan otomatis antara berbagai objek fisik, yang pada gilirannya dapat menghasilkan data berharga, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik, dan mengoptimalkan berbagai aspek kehidupan serta industri.

Salah satu bidang yang dapat memperoleh manfaat dari IoT adalah pertanian, khususnya dalam proses pengeringan produk pertanian. Pengeringan produk pertanian merupakan proses penting yang berpengaruh terhadap kualitas, kuantitas, dan nilai tambah produk seperti kunyit, jahe, temulawak, dan cengkeh. Namun, pengeringan dengan cara menjemur langsung di bawah sinar matahari secara terbuka masih menjadi metode tradisional yang banyak digunakan oleh petani di Indonesia. Metode ini memiliki berbagai kendala, seperti cuaca yang tidak menentu, risiko kontaminasi pada produk, masalah kebersihan, serta

faktor lain yang dapat memengaruhi kualitas dan menurunkan kuantitas hasil produk pertanian [2].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, *dryer house* merupakan solusi yang menjanjikan. *Dryer house* adalah sistem pengeringan terintegrasi yang dapat mengontrol suhu sehingga proses pengeringan berlangsung lebih cepat, merata, dan higienis dibandingkan metode tradisional. Pemanfaatan teknologi IoT pada *dryer house* memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol proses pengeringan secara real-time melalui jaringan internet, sehingga dapat meningkatkan efisiensi serta kualitas hasil pengeringan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *dryer house* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengeringkan produk pertanian secara efektif dan efisien. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat diintegrasikan dengan *platform* berbasis *web* atau *mobile* agar pengguna dapat memantau dan mengendalikan proses pengeringan dari jarak jauh. Dalam perancangannya, digunakan metode *prototype* yang memungkinkan pengguna memperoleh gambaran langsung mengenai sistem *dryer house* yang akan diterapkan di masa mendatang. Hasil dari penelitian ini akan dituangkan dalam tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun *Prototype Dryer House* Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

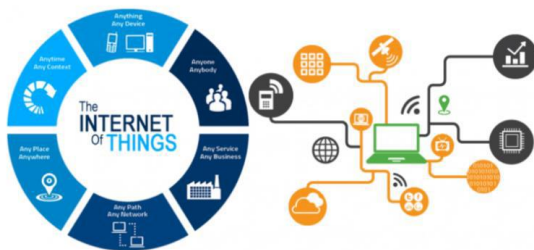
2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu terkait pengembangan sistem pengering berbasis *Internet of Things* (IoT) telah banyak dilakukan untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan hasil pertanian dan perikanan. Salah satunya dilakukan oleh Sahrul Alam et al. dalam penelitian berjudul “Penerapan Teknologi Solar Dryer

Berbasis *Hybrid* Energi Gas LPG Tipe Dome Dengan Sistem Kontrol IoT Pada Petani Rumput Laut”. Penelitian ini mengembangkan sistem pengering tipe dome yang memanfaatkan energi *hybrid*, yaitu kombinasi antara energi matahari dan gas LPG, yang dikontrol menggunakan teknologi IoT. Sistem ini dirancang agar suhu di dalam ruang pengering dapat dikendalikan secara otomatis melalui sensor dan mikrokontroler yang terhubung ke aplikasi monitoring berbasis web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT pada sistem pengering *hybrid* mampu mempercepat proses pengeringan rumput laut, menjaga kualitas produk, serta meningkatkan efisiensi energi dibandingkan metode pengeringan tradisional [3].

2.1. Internet of Things

Internet of Things merupakan teknologi canggih yang melibatkan banyak perangkat dan sistem di seluruh dunia yang terhubung satu sama lain menggunakan *Internet* dan dapat berbagi data, teknologi ini mencakup sensor dan komputer yang bertujuan untuk berkomunikasi, mengontrol, menghubungkan dan mentransfer data melalui perangkat lain selama terhubung ke *Internet* dan mendukung pengoperasian tanpa menggunakan kabel, dan *Internet of Things* nirkabel terkait erat dengan konsep *machine-to-machine*, atau M2M [4]. Dasar dari konsep atau prinsip kerja perangkat IoT adalah memberikan identifikasi unik kepada objek dari dunia fisik atau nyata, sehingga objek tersebut dapat dikenali oleh sistem komputer [5].



Gambar 1. Keistimewaan internet of things
Sumber: <https://digitalbisa.id>

Pada gambar 1, menjelaskan *Internet of Things* (IoT) memiliki keistimewaan yang memungkinkannya

dapat diakses dari manapun, melalui perangkat apa saja, oleh siapa saja, dan untuk berbagai tujuan [6].

2.2. Pengeringan

Pengeringan merupakan penghilangan kandungan air dari suatu bahan. Proses pengeringan terjadi ketika bahan yang dikeringkan kehilangan kelembabannya. Proses utama yang terlibat dalam pengeringan adalah penguapan, ketika air dalam suatu bahan menguap. efisien, dan juga mengurangi *volume* bahan, serta membuat proses distribusi dan pengemasan menjadi lebih efisien. Secara fisik dan kimia, air masih terdapat pada bahan yang dikeringkan, namun dalam jumlah yang sangat sedikit, sehingga mikroba dan enzim yang ada di dalamnya tidak aktif karena kekurangan air [7]. Berikut adalah beberapa metode pengeringan [8]:

- a. Pengeringan secara alami memanfaatkan kondisi cuaca dan energi matahari sebagai sumber panas. Metode ini dapat dilakukan dengan cara pengeringan langsung menggunakan sinar matahari atau menggunakan peralatan bertenaga surya yang memanfaatkan panas, kelembaban, dan aliran udara untuk mempercepat proses pengeringan. Selain itu, terdapat metode pengeringan bertenaga udara yang dilakukan di dalam ruangan untuk mempercepat sirkulasi udara, sehingga ideal digunakan untuk mengeringkan produk yang mengandung minyak atsiri dan menjaga warna produk, terutama tanaman obat berupa bunga dan buah.
- b. Pengeringan buatan tidak bergantung pada cuaca, iklim, atau sinar matahari, sehingga dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun sesuai kebutuhan. Proses ini menggunakan berbagai sumber energi seperti panas listrik dan api. Keunggulan pengeringan buatan antara lain tidak tergantung pada keadaan cuaca, memiliki kecepatan, ketepatan, serta kualitas pengeringan yang sesuai dengan harapan, dan mampu menekan kerusakan bahan seminimal mungkin.

Pengeringan ini bisa dilakukan secara alami menggunakan sinar matahari, atau dengan menggunakan alat-alat pengering buatan seperti *oven*, *freeze dryer*, atau *microwave dryer*, tergantung pada jenis komoditas dan metode yang digunakan. Berikut 5 tanaman yang dikeringkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Pengeringan pertanian

No	Bahan	Bentuk Sempel	Alat Pengering	Suhu °C	Waktu	Referensi
1	Jahe	Irisan : 3 mm	Oven cabinet drying	67	270 min	[9]
2	Kunyit	Irisan : 5 mm	Oven cabinet drying	55	210 min	[10]
3	Temulawak	Irisan : 3 mm	Oven dan Oven cabinet drying	60	240 min	[10]
4	Buah Naga	Irisan : 1 cm	Oven	60	1200 min	[11]
5	Cengkeh	Utuh	Oven	50	480 min	[12]

Pada tabel 1, menunjukkan beberapa jenis bahan hasil pertanian beserta parameter pengeringan yang meliputi bentuk sampel, alat pengering, suhu, waktu, dan referensi penelitian terkait. Berdasarkan tabel

tersebut, setiap bahan memiliki karakteristik dan kondisi optimal pengeringan yang berbeda. Jahe dengan bentuk irisan setebal 3 mm dikeringkan menggunakan oven cabinet drying pada suhu 67°C

selama 270 menit. Kunyit yang diiris setebal 5 mm memiliki suhu optimal 55°C dengan waktu pengeringan 210 menit. Temulawak diiris 3 mm dan dikeringkan menggunakan oven serta oven cabinet drying pada suhu 60°C selama 240 menit. Sementara itu, buah naga dengan irisan 1 cm memerlukan waktu pengeringan paling lama, yaitu 1200 menit pada suhu 60°C. Adapun cengkeh dalam bentuk utuh dikeringkan pada suhu 50°C selama 480 menit. Variasi suhu dan waktu pengeringan ini menunjukkan bahwa karakteristik fisik dan kadar air awal bahan sangat memengaruhi lama serta efisiensi proses pengeringan. Informasi ini menjadi acuan penting dalam menentukan parameter kerja dryer house berbasis IoT agar dapat menyesuaikan pengaturan suhu dan waktu pengeringan sesuai jenis bahan yang diolah.

2.3. Kontroler PID

Kontroler *Proportional Integral Derivative* (PID) adalah mekanisme umpan balik yang umum digunakan dalam sistem kontrol industri [13]. Kontroler PID secara terus-menerus menghitung nilai kesalahan, yaitu selisih antara *setpoint* yang diinginkan dan variabel proses yang terukur. Kontroler ini berupaya meminimalkan kesalahan setiap saat dengan menyesuaikan variabel kontrol, seperti posisi katup kontrol, damper, atau daya pada elemen pemanas, berdasarkan hasil perhitungan. Sistem kendali PID merupakan *sistem loop* tertutup yang sederhana namun mampu memberikan performa yang baik. Namun demikian, kontroler PID kurang efektif jika sistem mengalami ketidakpastian atau memiliki sifat nonlinier. [14].

2.4. Blynk

Blynk adalah *platform* data terbuka dan *Application Programming Interface* (API) untuk Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan mengambil tindakan berdasarkan data dari sensor dan aktuator. Platform ini mendukung berbagai perangkat, seperti Arduino, ESP8266, dan lainnya. Dengan fitur *digital dashboard*, Blynk memungkinkan pengguna untuk membuat antarmuka setiap proyek dengan mudah. Selain itu, Blynk tidak terbatas pada jenis papan tertentu dan dapat digunakan pada berbagai perangkat keras. [15].

3. METODE PENELITIAN

Prototype merupakan suatu metode yang diterapkan oleh pengembang perangkat keras maupun perangkat lunak untuk membuat model awal atau simulasi sebelum perangkat tersebut diimplementasikan [16]. Metode ini bekerja dengan membuat model atau *prototype* awal, yang ditinjau pengguna untuk memberikan umpan balik. Komponen metode ini adalah pengumpulan persyaratan, desain cepat, pembuatan *Prototype*, evaluasi dan perbaikan model berdasarkan masukan hingga pengguna puas.

Keuntungan dari metode ini adalah pengguna dapat berperan aktif dalam proses pengembangan sehingga produk akhir lebih sesuai dengan kebutuhannya [17].

3.1. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahap ini melibatkan pengumpulan data yang diperlukan untuk pengembangan prototipe sistem, termasuk kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Data dikumpulkan melalui studi literatur yang mencakup buku, jurnal, dan artikel dengan topik yang relevan dengan penelitian.

a. Kebutuhan Perangkat Lunak

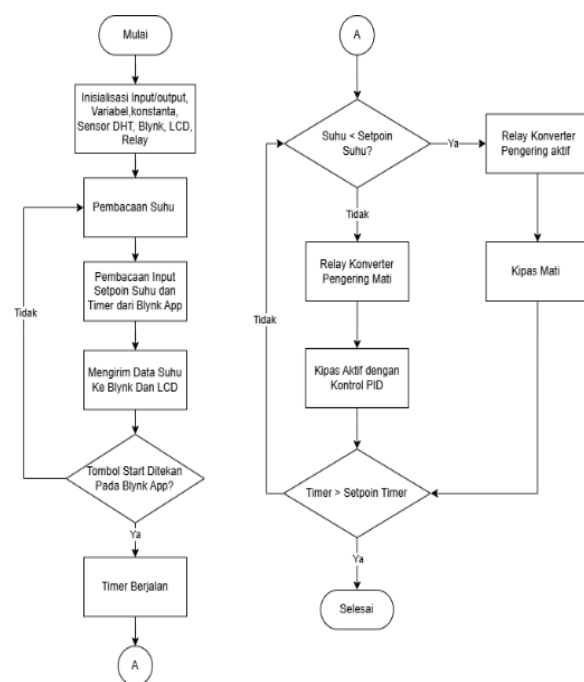
Perangkat lunak (*Software*) yang digunakan dalam pembuatan *dryer house* berbasis *Internet of Things* (IoT) diantaranya:

- Arduino IDE
- Fritzing
- Blynk
- Kebutuhan Perangkat Keras

b. Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan dalam pembuatan *dryer house* berbasis *Internet of Things* (IoT) diantaranya:

- NodeMCU ESP8266
- Sensor DHT22
- LCD 16x2 I2C
- Relay
- Modul Driver motor L298N
- Elemen Pemanas Gas LPG
- kipas DC
- Power 5v DC
- Power 12v DC
- Power 220v AC

3.2. Tahapan Perancangan Cepat

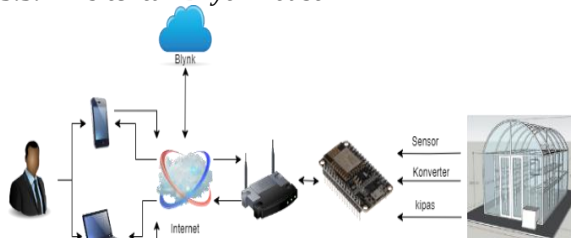


Gambar 2. Flowchart

Pada tahapan ini melakukan perencanaan terhadap *dryer house* yang akan dibangun. Dalam melakukan perencanaan akan menggunakan *flowchart* dan Arsitektur alat untuk memberikan gambaran awal mengenai cara kerja *dryer house* mulai dari awal hingga akhir. *Flowchart* dari *dryer house* berbasis IoT dapat dilihat pada gambar berikut.

Pada gambar 2, terlihat *flowchart* yang menggambarkan alur kerja dari *dryer house*. Proses dimulai dengan inisialisasi *input/output*, variabel, konstanta, serta komponen seperti sensor DHT22, Blynk, LCD, dan relay. Setelah itu, sensor DHT22 akan membaca data suhu di dalam *dryer house*. Selanjutnya, sistem akan membaca *input setpoint* suhu dan *timer* yang diberikan melalui aplikasi Blynk. Setelah data suhu dibaca, sistem akan mengirimkan informasi suhu ke aplikasi Blynk dan LCD untuk ditampilkan. Jika tombol *start* pada Blynk tidak ditekan, sistem akan terus memantau suhu tanpa melakukan tindakan lebih lanjut. Namun, jika tombol *start* ditekan, *dryer house* akan mulai beroperasi dan *timer* akan berjalan. Jika suhu di dalam *dryer house* lebih rendah dari *setpoint* yang telah ditentukan, elemen pemanas akan menyala sementara kipas tetap mati. Sebaliknya, jika suhu melebihi *setpoint*, elemen pemanas akan mati dan kipas akan aktif. Kecepatan kipas ini diatur menggunakan kontrol PID untuk menyesuaikan suhu secara lebih akurat. Setelah *timer* selesai, sistem akan otomatis mematikan elemen pemanas dan kipas, menyelesaikan siklus pengeringan.

3.3. Arsitektur Dryer House

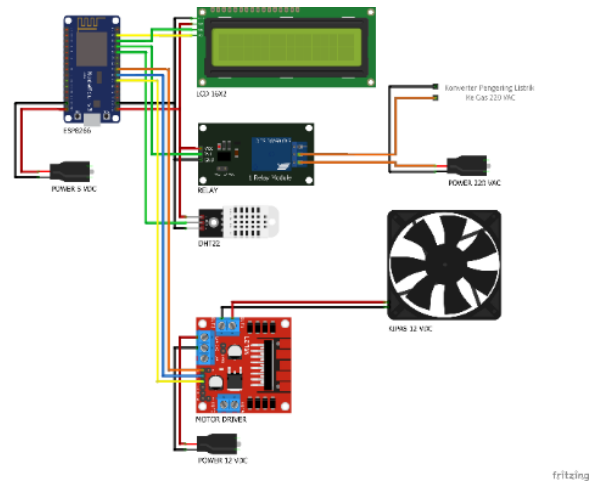


Gambar 3. Arsitektur *dryer house*

Pada gambar 3, terlihat arsitektur sistem *dryer house* yang terhubung melalui perangkat *handphone* atau laptop. Perangkat ini terhubung dengan *internet* dan membuka aplikasi atau web Blynk yang telah terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266. Dengan konfigurasi ini, pengguna dapat mengontrol dan memonitoring *dryer house* secara jarak jauh, baik untuk memonitor suhu, mengatur *setpoint*, *timer*, maupun menghidupkan atau mematikan perangkat seperti pemanas dan kipas melalui aplikasi Blynk.

3.4. Desain Rangkaian

Desain rangkaian berbasis IoT yang telah dibuat dengan menggunakan aplikasi fritzing, seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 4. Desain rangkaian *dryer house*

Pada gambar 4, merupakan desain rangkaian *dryer house* yang terdiri dari beberapa komponen – komponen elektronika yang digunakan seperti yang telah di jelaskan diatas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahapan Perancangan

Pada tahapan ini, merancang *prototype dryer house* yang dibuat dengan menggunakan bahan kayu lapis dengan ketebalan 6mm, dimensi yang dibentuk ialah berukuran 70 x 30 x 30 cm dapat menampung hingga 660 gram. Tahapan perancangan *dryer house* ini terdiri dari pembuatan *dryer house* hingga menyatukan komponen-komponen ke dalam *dryer house*. Berikut hasil dari perancangan *dryer house* yang telah dibuat.

4.2. Tampilan Dryer House

Berikut tampilan dari *dryer house* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Tampilan dalam

Pada gambar 5, tampak bagian dalam *prototype dryer house* yang dilengkapi dengan dua rak sebagai tempat untuk meletakkan tanaman atau rempah-rempah yang akan dikeringkan. Di dalamnya juga terdapat sensor DHT22 yang berfungsi untuk memantau suhu di dalam *dryer house* secara *real-time*.

Pada bagian belakang, terdapat elemen pemanas yang berfungsi sebagai sumber panas utama dalam proses pengeringan. Pemanas ini merupakan komponen vital yang memastikan suhu dalam *dryer house* tetap sesuai dengan *setpoint* yang telah ditentukan untuk mencapai hasil pengeringan yang optimal.



Gambar 6. Tampilan depan

Pada gambar 6, terlihat tampilan depan dari *prototype dryer house*. *Prototype* ini dilengkapi dengan kipas DC yang berfungsi sebagai pendingin untuk menurunkan suhu apabila suhu di dalam *dryer house* melebihi batas yang telah ditentukan. Selain itu, terdapat sebuah kotak (*box*) yang berisi komponen utama sistem, seperti NodeMCU ESP8266 untuk pengontrolan berbasis IoT, modul relay, driver modul untuk mengendalikan kipas dan pemanas, LCD 16x2 I2C untuk menampilkan informasi, serta komponen pendukung lainnya seperti dioda dan kapasitor untuk stabilisasi arus dan tegangan. Desain ini memastikan sistem berfungsi secara efisien dan terintegrasi dengan baik.



Gambar 7. Tampilan belakang

Pada gambar 7, tampak tampilan belakang dari *prototype dryer house*, yang juga menunjukkan adanya sambungan gas LPG. Gas LPG ini digunakan sebagai sumber energi untuk pemanas, yang berfungsi untuk menghasilkan panas yang diperlukan dalam proses pengeringan. Sambungan ini memastikan bahwa

pemanas dapat beroperasi secara efisien untuk menjaga suhu yang dibutuhkan di dalam *dryer house*.

4.3. Pengujian DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan suhu dari sensor DHT22 dengan termometer digital. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan pembacaan sensor terhadap nilai yang ditunjukkan oleh termometer digital. Hasil dari pengujian disajikan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengujian sensor DHT22 dan termometer digital

No	Suhu		Selisih °C
	DHT22 °C	Termometer digital °C	
1	32,4	33,2	0,8
2	32,4	33,2	0,8
3	32,4	33,2	0,8
4	32,5	33,2	0,7
5	32,5	33,2	0,7

Pada tabel 2, menunjukkan hasil pengujian akurasi sensor DHT22 dengan membandingkannya terhadap termometer digital sebagai alat pembanding. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk memastikan konsistensi pembacaan suhu. Berdasarkan hasil pengujian, suhu yang terdeteksi oleh sensor DHT22 berkisar antara 32,4°C hingga 32,5°C, sedangkan pembacaan pada termometer digital menunjukkan nilai konstan sebesar 33,2°C. Selisih antara kedua alat pengukur tersebut berkisar antara 0,7°C hingga 0,8°C.

4.4. Pengujian Kipas DC

Pengujian kipas dilakukan untuk memastikan bahwa kipas berfungsi dengan baik. Kipas dianggap bekerja optimal jika program kontroler PID mampu mengatur kecepatan kipas sesuai dengan perubahan suhu, terutama ketika suhu mendekati atau menjauh dari *setpoint* yang telah ditentukan, serta saat kipas menyala ketika pemanas tidak beroperasi. Berdasarkan hasil pengujian, kipas berhasil mengatur suhu di dalam *dryer house*. Ketika suhu melebihi *setpoint* secara signifikan, kipas berputar dengan kecepatan tinggi. Namun, saat suhu mendekati *setpoint*, kipas secara bertahap mengurangi kecepatan.

4.5. Pengujian LCD

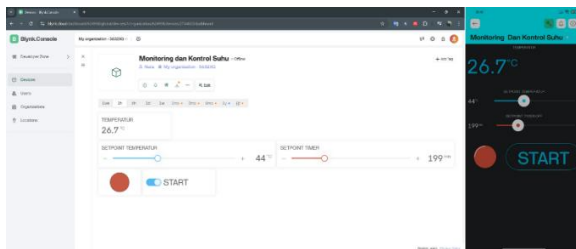
Pengujian LCD dilakukan untuk memastikan bahwa LCD mampu menampilkan setiap teks dan data yang telah diprogram. LCD dianggap berfungsi dengan baik jika berhasil menampilkan seluruh informasi sesuai dengan yang dirancang dalam program. Berdasarkan hasil pengujian, LCD berhasil menampilkan semua teks dan data dengan akurat sesuai dengan yang telah diprogram.

4.6. Pengujian Pemanas

Pengujian pemanas dilakukan untuk memastikan bahwa pemanas dapat menyala dan mati sesuai dengan perintah yang telah diprogram. Pemanas dinyatakan berfungsi dengan baik apabila dapat beroperasi sesuai instruksi program. Berdasarkan hasil pengujian, pemanas berhasil menyala dan mati sesuai dengan perintah yang diprogram, menunjukkan bahwa pemanas berfungsi dengan optimal.

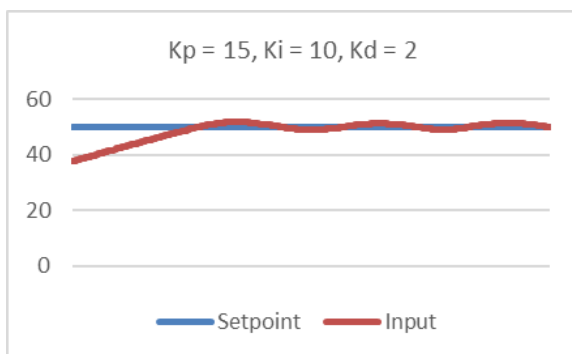
4.7. Pengujian Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi Blynk dapat menjalankan fungsinya dengan baik, yaitu menampilkan data suhu pada *dryer house*, menetapkan *setpoint* suhu yang diinginkan, mengatur *timer* atau durasi pengeringan, serta menghidupkan dan mematikan alat melalui aplikasi. Blynk dianggap berfungsi dengan baik apabila mampu menjalankan semua fungsi tersebut sesuai program yang telah dibuat. Berdasarkan hasil pengujian, Blynk berhasil menampilkan data suhu, menetapkan *setpoint* suhu dan *timer*, serta mengontrol pengoperasian alat dengan menekan tombol *start* atau *stop* pada blynk. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8



Gambar. 8 Tampilan pada Web dan Apk Blynk

4.8. Pengujian Penalaan PID



Gambar 9. Grafik respon sistem pada setpoin 50 °C

Pada pengujian ini, parameter PID berupa K_p , K_i , dan K_d diberikan ke dalam sistem. Penentuan parameter gain dilakukan menggunakan metode *trial and error*, yaitu dengan mengatur parameter gain secara acak untuk mendapatkan respons sistem yang optimal. Dari parameter yang diberikan, diharapkan sistem dapat menunjukkan respons yang lebih baik dengan mempertimbangkan kestabilan sistem sebagai tolok ukur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai parameter terbaik adalah $K_p = 15$, $K_i = 10$, dan $K_d =$

2, dengan suhu *setpoint* sebesar 50 °C. Respons sistem menunjukkan sedikit *overshoot* dengan *error* sebesar $\pm 9\%$. Namun, *error* tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima karena tidak melebihi 2 °C.

Pada gambar 9, menunjukkan grafik respon sistem pengendalian suhu *dryer house* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan pengaturan parameter PID $K_p = 15$, $K_i = 10$, dan $K_d = 2$ pada *setpoint* suhu 50°C. Berdasarkan grafik, sistem menunjukkan adanya kenaikan suhu secara bertahap hingga mendekati nilai setpoint. Terlihat bahwa sinyal keluaran (*input*) sempat sedikit melebihi nilai *setpoint* atau mengalami *overshoot* sebelum akhirnya stabil di sekitar suhu 50°C. Nilai *overshoot* yang terjadi masih tergolong kecil, dengan *error steady state* sekitar $\pm 9\%$, sehingga dapat dikatakan sistem mampu merespons perubahan dengan baik dan mencapai kestabilan dalam waktu yang relatif singkat.

4.9. Pengujian Pengeringan Kunyit

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kapasitas maksimal bahan yang dapat ditampung dalam prototipe *dryer house* berukuran 70 x 30 x 30 cm serta mengevaluasi efektivitas proses pengeringan menggunakan *dryer house* dibandingkan dengan metode pengeringan tradisional. Pengujian meliputi pengukuran volume penyimpanan efektif, durasi pengeringan, serta kualitas akhir bahan yang dikeringkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *dryer house* mampu mengeringkan bahan dengan berat awal 660 gram hingga menjadi 195 gram setelah proses pengeringan selama 210 menit (3,5 jam) dengan suhu 55 °C. *Dryer house* ini terbukti lebih unggul dalam hal efisiensi waktu, konsistensi pengeringan, dan kualitas produk yang lebih higienis dibandingkan metode pengeringan tradisional. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Sebelum dikeringkan

Pada gambar 10, memperlihatkan kondisi awal kunyit sebelum proses pengeringan menggunakan sistem *dryer house* berbasis *Internet of Things* (IoT).



Gambar 11. Sesudah dikeringkan

Pada gambar 11, memperlihatkan kondisi akhir kunyit sesudah proses pengeringan menggunakan sistem dryer house berbasis Internet of Things (IoT).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *dryer house* berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi inovatif untuk mengatasi kelemahan metode pengeringan tradisional. Sistem *dryer house* berbasis IoT yang dilengkapi dengan kontroler PID menggunakan parameter $K_p = 15$, $K_i = 10$, dan $K_d = 2$, dengan hasil sedikit melebihi setpoint dan memiliki error sekitar $\pm 9\%$, namun masih dalam batas toleransi yang ditetapkan yaitu tidak melebihi 2°C . *Prototipe dryer house* berukuran $70 \times 30 \times 30$ cm memiliki kapasitas pengeringan yang baik, mampu menurunkan berat bahan dari 660 gram menjadi 195 gram setelah proses pengeringan selama 210 menit (3,5 jam) pada suhu 55°C . Proses pengeringan menggunakan alat ini terbukti lebih efisien, konsisten, dan higienis dibandingkan metode tradisional. Aplikasi Blynk juga berhasil menjalankan seluruh fungsinya, termasuk menampilkan data suhu, menetapkan setpoint suhu dan timer, serta mengontrol alat melalui fitur start dan stop. Secara keseluruhan, sistem ini telah memenuhi kriteria fungsi dan performa yang diharapkan, memberikan kemudahan pengendalian serta efisiensi pengeringan. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar sistem dilengkapi dengan sensor tambahan seperti sensor berat untuk memantau tingkat pengeringan produk secara lebih presisi, serta melibatkan pengguna akhir seperti petani dalam tahap pengujian guna memastikan desain dan fitur sistem sesuai dengan kebutuhan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Irawan, Y. Yulhendri, K. Kartini, N. Anwar, B. Tjahjojo, and A. Sundari Meganingrum, "Design And Development Of A Baby Sleep Monitoring System Based On Internet Of Things (Iot)," *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 3, no. 4, pp. 835–844, 2022, doi: 10.46729/ijstm.v3i4.541.
- [2] E. Tarigan, "Pengering Tenaga Surya dengan Sistem Bekap Tenaga Biomassa untuk Pengeringan Hasil Pertanian," *J. Teknotan*, vol. 14, no. 1, p. 31, 2020, doi: 10.24198/jt.vol14n1.5.
- [3] S. Alam, M. Taufiq, J. M. Maha, P. A. Maulana, F. Amir, and M. M. S. Ahsan, "Penerapan Teknologi Solar Dryer Berbasis Hybrid Energi Gas LPG Tipe Dome Dengan Sistem Kontrol IoT Pada Petani Rumput Laut," *PENGABDI J. Has. Pengabdi. Masy.*, vol. 4, no. 2, pp. 110–120, 2023.
- [4] A. Selay *et al.*, "Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X," *Karimah Tauhid*, vol. 1, no. 2963–590X, pp. 861–862, 2022.
- [5] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER J. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 33–40, 2021, doi: 10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423.
- [6] E. Erwin *et al.*, *PENGANTAR & PENERAPAN INTERNET OF THINGS: Konsep dasar & Penerapan IoT di berbagai Sektor*. 2023. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=93_QEAA_AQBAJ
- [7] S. Syamsuri and A. W. Firmansyah, "Pengaruh Jenis Kain Terhadap Lama Waktu Pengeringan Dari Mesin Pengering Portable," *Pros. SENASTITAN Semin. ...*, pp. 513–516, 2022, [Online]. Available: <http://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/2785>
- [8] D. A. Valentino, P. Studi, T. Elektro, J. Teknik, and E. Dan, "Rancang Bangun Sistem Pengering Kunyit (Curcuma Longa) Dengan Menggunakan Kolektor Surya. Universitas Jambi," *UNIVERSITAS JAMBI*, 2023.
- [9] M. K. Evania and Fransiska, "Kajian Pustaka Metode Optimasi Respons Surface Methods dan Thin Layer Equation pada Produk Pengeringan Rempah Rimpang (Jahe, Kunyit, Temulawak)," *BIOFOODTECH J. Bioenergy Food Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2024, doi: 10.55180/biofoodtech.v3i1.1209.
- [10] M. K. Evania, V. K. Ananingsih, and B. Soedarini, "Kajian Pustaka Optimasi Kondisi Proses Berbagai Metode Pengeringan," *J Soc. Sci. Res. Vol.*, vol. 4, pp. 5483–5496, 2024.
- [11] I. Novia Santi, I. M. Supartha Utama, and I. A. G. Bintang Madrini, "Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimia Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose) Kering," *J. Hortik. Indones.*, vol. 12, no. 1, pp. 69–80, 2021, doi: 10.29244/jhi.12.1.69-80.
- [12] A. Molote and U. Budiyo, "Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Menggunakan Websocket Server Berbasis Iot," vol. 3, no.

- September, pp. 901–908, 2024.
- [13] F. ISDARYANI, M. F. V. HESYA, and F. FERIYONIKA, “Sintesis Kendali PID Digital dengan Diskritisasi Langsung dan Backward Difference,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 467, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.467.
- [14] V. Ikawati, H. Siskandar, and M. Baehaqi, “Rancang Bangun Alat Pengereng Jangkrik Menggunakan Kontrol PID,” vol. 4, no. 01, pp. 7–13, 2022.
- [15] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, “Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk,” vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [16] Y. Tambing, “Prototype Sistem Kontrol Lampu Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3702.
- [17] S. Sauda and E. P. Agustini, “Implementasi Prototype Model dalam Pengembangan Aplikasi Smart Cleaning Sebagai Pendukung Aplikasi Smart City,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 1, pp. 73–84, 2020, doi: 10.30812/matrik.v20i1.673.