

Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kopi Otomatis Menggunakan Sinar Ultraviolet Berbasis ESP 32

Design of an Automatic Coffee Bean Dryer Machine Using Ultraviolet Light Based on ESP 32

Oleh :

Syauqi Mar'I, M

Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

syauqimari@student.polmed.ac.id

Abstract

The purpose of making this tool is to facilitate or assist the community in drying coffee beans in unfavorable weather conditions. Drying coffee beans are generally dried under the hot sun. This of course will take a long time. Based on that problem, a tool is made that can help dry coffee beans without dependence on sunlight, namely the "Automatic Coffee Bean Dryer Machine Based on ESP 32" This tool will work automatically in drying the beans. coffee and can be controlled by a smartphone, where every process will be displayed via a smartphone. This coffee bean dryer test is carried out consistently by using a Heater and Ultra Violet – B lamps, using only Heaters, using only Ultraviolet-B lamps, and comparing with drying in the sun exposure. violet-B and managed to get more efficient results compared to the previous test, which only used a Heater and only used Ultra Violet-B light. The results of this test indicate that this tool can be recommended as an alternative for development, learning, as an effort to improve final results that are efficient and can be applied in the midst of society.

Keywords: ESP 32, UV Lamp (UltraViolet - B), IoT, Coffe Beans, Heater

Abstrak

Tujuan pembuatan alat ini adalah untuk memudahkan atau membantu masyarakat dalam pengeringan biji kopi dalam kondisi cuaca yang kurang baik. Pengeringan biji kopi umumnya dijemur dibawah terik matahari. Hal ini tentu akan membutuhkan waktu yang cukup lama, Berdasarkan permasalahan itu, dibuatlah sebuah alat yang dapat membantu mengeringkan biji kopi tanpa adanya ketergantungan dengan sinar matahari, yaitu “Mesin Pengering Biji Kopi Otomatis Berbasis ESP 32” Alat ini akan bekerja secara otomatis dalam mengeringkan biji kopi dan dapat di kendalikan oleh smartphone, dimana setiap prosesnya akan ditampilkan melalui smartphone. Pengujian pengering biji kopi ini dilakukan secara konsisten dengan menggunakan 3 metode yaitu Heater dan Sinar lampu Ultra Violet – B, hanya menggunakan Heater, hanya menggunakan Sinar lampu Ultraviolet- B, dan membandingkan dengan menjemur di paparan sinar matahari.Pada metode ini mengkombinasikan antara heater dan lampu sinar ultra violet-B dan berhasil mendapatkan hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan pengujian sebelumnya yakni hanya menggunakan Heater dan hanya menggunakan sinar lampu ultra Violet-B. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa alat ini dapat direkomendasikan sebagai alternatif pengembangan, pembelajaran, sebagai upaya untuk meningkatkan hasil akhir yang efisien dan dapat diterapkan ditengah-tengah masyarakat.

Kata Kunci: ESP 32, Lampu UV (UltraViolet - B), IoT, Biji Kopi, Heater

1. PENDAHULUAN

1.2 Rumusan Masalah

Mayoritas penduduk Indonesia menyukai minuman kopi, namun pembuatan minuman kopi umumnya dilakukan secara manual. Hal ini tentu akan membutuhkan waktu yang cukup lama, terkhusus dibagian mengeringkan biji kopi. Itu terjadi karena cuaca yang tidak menentu, terkadang matahari terik dan terkadang hujan. Apabila hujan turun, tentu pembuatan kopi secara manual akan membutuhkan waktu yang semakin lama.

Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi, manusia tidak perlu lagi menjemur biji kopi dan mengangkatnya ketika hujan turun. Berdasarkan permasalahan itu, dibuatlah sebuah alat yang dapat membantu mengeringkan biji kopi tanpa adanya ketergantungan dengan sinar matahari, yaitu “Mesin Pengereng Biji Kopi Otomatis Berbasis ESP 32.”

Alat ini akan bekerja secara otomatis dalam mengeringkan biji kopi dan dapat di kendalikan oleh *smartphone*, dimana setiap prosesnya akan ditampilkan melalui *smartphone*. Di dalam alat ini terdapat sensor yang akan mendeteksi suhu dan kelembapan biji kopi. Jika sensor mendeteksi biji kopi tersebut dalam keadaan basah atau lembap, maka alat pengereng akan bekerja secara otomatis hingga biji kopinya kering.

2. TINJAUAN TEORITIS

2.2 Landasan Teori

2.2.1 IoT (*Internet of Things*)

Koneksi jaringan juga menjadi komponen pendukung sistem *IoT* untuk bisa berkomunikasi secara lancar. Konektivitas yang *Internet of Things* selama beberapa tahun terakhir telah menjadi jargon spesial di ranah teknologi. Pada kenyataannya, teknologi yang juga sering disebut dengan singkatan “IoT”. Tidak hanya sekadar dianggap sebagai istilah keren saja. Lebih dari itu, keberadaan IoT di era transformasi digital seperti sekarang begitu diperlukan bisnis di berbagai sektor industri. Berkat IoT, akhirnya banyak bisnis bisa berevolusi dengan sukses, menciptakan inovasi dan layanan canggih dengan teknologi pintar dan terintegrasi. Bentuk komunikasi pintar ini adalah *Machine-to-Machine* (M2M) ke manusia sebagai penggunaannya. Jadi singkatnya, IoT akan menjadi teknologi yang memungkinkan segala hal terkoneksi dengan internet, misalnya mengontrol perangkat rumah seperti AC, kulkas, atau TV kini bisa dilakukan secara remote dari satu perangkat saja.

Dilansir *Wired*, IoT adalah teknologi yang memungkinkan satu objek untuk mampu berkiriman data lewat koneksi tanpa bantuan komputer dan manusia. Jika menilik sejarahnya, istilah IoT pertama kali disebut ahli teknologi asal Inggris Kevin Ashton, yang mana dia deskripsikan teknologi ini sebagai “mata” dan “telinga” dari komputer. Menariknya, jauh sebelum istilah IoT dicetuskan Kevin, ahli teknologi lulusan *Massachusetts Institute of Technology* John Romkey telah menciptakan perangkat pintar IoT pertama di dunia pada 1990. Perangkat IoT tersebut adalah alat pemanggang roti yang dikendalikan lewat komputer milik Romkey.

Technology John Romkey telah menciptakan perangkat pintar IoT pertama di dunia pada 1990. Perangkat IoT tersebut adalah alat pemanggang roti yang dikendalikan lewat komputer milik Romkey.

Secara teknis, IoT memiliki sejumlah komponen teknologi pendukung yang memungkinkannya bekerja secara maksimal, yaitu :

1. *Sensor*

Sensor mampu mengubah perangkat IoT tepatnya pada segi jaringan dari yang sistemnya pasif berubah menjadi aktif dan terintegrasi dengan lingkungan sekitar.

2. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) menjadi salah satu benang merah yang “menghidupkan” IoT. Dengan AI, perangkat bisa berkomunikasi secara pintar. Lebih dari itu, perangkat IoT yang dibekali AI akan bisa melakukan kemampuan analisis yang lebih kompleks, seperti koleksi data, mengatur jaringan, bahkan mengembangkan algoritma. Dengan demikian, kehadiran AI pada perangkat IoT juga memungkinkan mereka dapat melakukan aktivitas sendiri tanpa harus menerima instruksi dari si pengguna.

3. Koneksi Jaringan

Koneksi jaringan juga menjadi komponen pendukung sistem IoT untuk bisa berkomunikasi secara lancar. Konektivitas yang diperlukan sejatinya harus berjalan stabil, tetapi tidak perlu hadir dalam load ukuran besar.

4. Perangkat Mikro

Kehadiran perangkat mikro atau berukuran kecil dapat meningkatkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas performa IoT. Semakin kecil perangkatnya juga akan memiliki nilai biaya yang semakin sedikit.

2.2.2 DHT 22

DHT22 adalah sensor digital kelembaban dan suhu relatif. sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. Sensor DHT merupakan paket sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara sekaligus yang di dalamnya terdapat thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban dengan karakteristik resistif terhadap perubahan kadar air di udara serta terdapat chip yang di dalamnya melakukan beberapa konversi analog ke digital dan mengeluarkan output dengan format single-wire bi-directional. (kabel tunggal dua arah).

2.2.3 Limit Switch (Saklar Pembatas)

Limit switch (saklar pembatas) yang di tunjukkan oleh gambar 2.2 dibawah adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari *Normally Open/ NO* ke *Close* atau sebaliknya dari *Normally Close/NC* ke *Open*). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, *limit switch* juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi *ON* atau *Off*. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Namun sistem kerja *limit switch* berbeda dengan saklar pada umumnya, jika pada saklar umumnya sistem kerjanya akan diatur/ dikontrol secara manual oleh manusia (baik diputar atau ditekan). Sedangkan *limit switch* dibuat dengan sistem kerja yang berbeda, *limit switch* dibuat dengan sistem kerja yang dikontrol oleh dorongan atau tekanan (kontak fisik) dari gerakan suatu objek pada aktuator, sistem kerja ini bertujuan untuk membatasi gerakan ataupun mengendalikan suatu objek/mesin tersebut, dengan cara memutuskan atau menghubungkan aliran listrik yang melalui terminal kontaknya.

2.2.4 ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang hemat energi dengan *wifi* dan *dual-mode bluetooth* terintegrasi. Generasi ESP32 menggunakan *mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6* sebagai inti. Baik dalam mode *single-core* maupun *dual-core*. Mikrokontroler adalah sebuah chip sebagai pengendali pada suatu rangkaian elektronik. ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul *WiFi* dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. terlihat pada gambar di atas merupakan *pin out* dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC. ESP32 memiliki tegangan operasi 3.3V. Selain itu terlihat ESP32 memiliki GPIO sebanyak 36 pin, GPIO sendiri merupakan *general purpose input output* yang berfungsi sebagai *pin input* dan *output* analog maupun digital. Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Pembuatan Rancangan / Alat

3.1.1 Alat yang digunakan

Dalam pembuatan Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kopi Otomatis Menggunakan Heater Dilengkapi Display LCD Berbasis ESP 32, terlebih dahulu dipersiapkan bahan bahan dan alat yang akan digunakan untuk menghindari kendala dalam menyelesaikan tugas akhir, karena tersediannya alat dan bahan merupakan awal dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Untuk mempermudah pengerjaan Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kopi Otomatis Menggunakan Heater Dilengkapi Display LCD Berbasis IoT ini, maka haruslah tersedia alat – alat untuk mempermudah proses pengerjaan dan waktu juga dapat terlaksana dengan seefisien mungkin. Alat – alat yang digunakan dalam pengerjaan dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1. Alat yang Digunakan

No	Alat	Satuan	Jumlah
1	Gergaji	Buah	1
2	Tang Kombinasi	Buah	1
3	Solder	Buah	1
4	Pensil	Buah	1
5	Gluegun	Buah	1
6	Obeng	Set	1

3.1.2 Bahan yang digunakan

Dalam pembuatan Rancang Bangun, Untuk mempermudah pengerjaan, maka haruslah tersedia alat – alat untuk mempermudah proses pengerjaan dapat terlaksana dengan seefisien mungkin. Berikut Bahan – bahan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2. Bahan yang digunakan

No	Bahan	Spesifikasi	Satuan	Jumlah
1	Triplek	-	Centimeter	
2	Kabel	Pelangi	Meter	1
3	Timah	-	Set	1

Komponen yang dibutuhkan dalam pengawatan sistem :

Tabel 3.3 Komponen Pengawatan Sistem

No	Nama Komponen	Satuan	Jumlah
1	DHT 22	Buah	1
2	ESP 32	Buah	1
3	Display LCD 16 x 2	Buah	1
4	Limit Switch	Buah	1
5	Relay	Buah	1
6	Heater	Buah	1
7	Lampu UV – B	Buah	1

8	Buzzer	Buah	1
9	Router	Buah	1

Tabel 3.3 di atas menunjukkan komponen yang di butuhkan dalam sistem pengawatan pada mesin pengering biji kopi otomatis.

3.2 Metode Pengujian Rancangan / Alat

Pada pengujian pengering biji kopi ini diuji menggunakan alat pengering biji kopi dan dibawah terik matahari, tujuannya adalah untuk mengetahui apakah alat ini dapat bekerja secara maksimal ketika dipakai ditengah masyarakat . Pada tiap pengujian dilakukan secara konsisten dari tiap biji kopi dengan menggunakan Heater dan Sinar lampu *Ultra Violet – B*, hanya menggunakan *Heater*, hanya menggunakan Sinar lampu *Ultraviolet- B*, dan membandingkan dengan menjemur di paparan sinar matahari

3.2.1. Pengujian menggunakan *Heater*

Pada pengujian ini penulis melakukan pengujian mengeringkan kopi hanya dengan menggunakan *heater* pada oven yang di gunakan sebagai media untuk mengeringkan kopi, pada metode ini penulis mendapatkan beberapa data dari pengujian yang di lakukan dari metode pengujian tersebut yang dapat dilihat dari tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 Pengujian menggunakan *Heater*

Metode pengujian	Durasi pengeringan	kelembapan	Suhu
Menggunakan <i>heater</i>	14,6 menit	50%	60 oC

3.2.2. Pengujian Menggunakan Sinar Lampu *Ultra Violet-B*

Pada pengujian ini, penulis hanya menggunakan pengeringan menggunakan sinar lampu *Ultra Violet-B* tanpa menggunakan *heater*, pada pengujian ini penulis mendapatkan beberapa data dari hasil pengujian yang dilakukan yang dapat di lihat pada tabel 3.4 berikut ini :

Tabel 3.4 Pengujian menggunakan Sinar Lampu *Ultra Violet-B*

Metode Pengujian	Durasi Pengeringan	Kelembapan	Suhu
Menggunakan sinar lampu <i>Ultra Violet-B</i>	8,2 menit	45%	57o C

3.2.3. Metode menggunakan *Heater* dan Sinar Lampu *Ultra Violet-B*

Pada metode ini penulis mengkombinasikan antara *heater* dan lampus sinar *ultraviolet - B* dan berhasil mendapatkan hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan pengujian sebelumnya yakni hanya menggunakan *Heater* dan hanya menggunakan sinar lampu *ultraviolet-B*, tingkat efisiensinya dapat dilihat dari tabel 3.5 berikut ini :

Tabel 3.5 menggunakan *Heater* dan Sinar Lampu *Ultra Violet-B*

Metode Pengujian	Durasi pengeringan	kelembapan	Suhu
Menggunakan <i>Heater</i> dan Sinar lampu <i>Ultra Violet-b</i>	5,7 menit	35%	79oC

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Tujuan pengujian

Pengujian sistem ini bertujuan untuk menguji kinerja sistem, dengan pengujian ini dapat diketahui apakah sistem mesin pengering biji kopi otomatis ini telah berjalan dengan baik dan benar sesuai dengan program yang telah di buat, maka dilakukan pengujian sistem pengering biji kopi otomatis berbasis ESP32 ini.

4.1.2. Pengujian program

Pengujian program ini bertujuan untuk menghubungkan fungsi-fungsi dari program aplikasi ini secara nirkabel pada perangkat keras yang digunakan dan mengecek fungsi dari aplikasi apakah sudah berfungsi dengan baik atau tidak.

Hasil dari pengujian

Setelah melakukan pada pengujian pada sistem yang sudah di rancang maka beberapa pengukuran yang telah dilakukan untuk menguji hasil rancangan apakah sudah sesuai dengan perancangannya.

Berikut beberapa hasil pengukuran yang di dapat dari hasil rancangan :

Tabel 4.1 Hasil dari Pengujian

Material	Sampe l	Kelembapa n	Suhu	Waktu	Berat kopi	
					Sebelum	Sesudah
<i>UV</i>	Kopi	45%	57 o C	8,23 menit	64 g	55 g
Heater	Kopi	50%	60 o C	14,6 menit	64 g	57 g
<i>UV & Heater</i>	Kopi	35%	79,8 o C	5,7 menit	64 g	52 g
Matahari	Kopi	30%	38 o C	1 jam 43 menit	64 g	51 g

Sesuai dengan tabel di atas dapat di lihat bahwa banyak perbandingan hasil dari empat percobaan yang dilakukan antara *UV*,heater dan mengkombinasikan heater dan uv, dan Matahari.Dari tabel 4.1 di atas terlihat sangat jelas jika mengombinasikan *UV* dengan heater sangat efektif untuk mengeringkan kopi. Sedangkan jika hanya menggunakan heater hasilnya jauh lebih lama dan tingkat kekeringannya tidak sempurna. Jika hanya menggunakan *UV* hasilnya jauh lebih baik daripada hanya menggunakan heater, karena radiasi uv juga menghasilkan panas, terlihat dari data hasil percobaan yang dilakukan penulis suhu yang di berikan sinar *ultraviolet* menghasilkan suhu 57oC dan pengeringan kopi dengan Matahari lebih lama dari penggunaan alat pengering biji kopi ini. Menurut penelitian Yusianto pada tahun 2017 mengungkapkan bahwa kopi yang bagus membutuhkan tingkat kelembaban 50% - 70% dan intensitas suhu antara 20°C - 27°C o pada biji kopi.Sedangkan pada pengujian diatas didapat dengan mengukur kelembapan dan suhu pada dalam box.

4.2Pembahasan

4.2.1. Cara kerja mesin pengering biji kopi otomatis berbasis ESP32

Pada pintu oven terdapat limit switch. Ketika pintu oven di tutup, sistem langsung mendeteksi dan menjalankan sistem yang telah di program pada hardware mesin pengering biji kopi, Heater langsung bekerja. Pada saat pintu dibuka, sistem berhenti bekerja karena sinar UV tidak boleh terkena radiasi mata. Limit switch yang berada di pintu menjadi sistem pengamannya ketika pintu terbuka.Saat proses pemanasan, sensor mendeteksi. Sensor DHT itu dapat membaca dua kondisi, yaitu suhu dan kelembapan. Di dalam box dibaca suhu dan kelembabannya. Apabila kelembapannya masih tinggi, heather dan relay akan hidup untuk membuat air menguap, lalu Heater memanaskan dari bawah yg

meningkatkan suhu pada box oven dengan tujuan membuat biji kopi kering. Ketika limit switch terbuka, maka alarm/buzzer akan menyala yang berarti proses sedang berlangsung, sehingga pintu harus segera ditutup. Data suhu dan kelembapan akan dibaca dan ditampilkan di LCD. Selanjutnya, data akan dikirimkan ke router dan kemudian akan diteruskan ke server (jaringan internet) dan sampailah ke smartphone, lalu bisa dimonitoring dari jarak jauh.

Apabila biji kopi terdeteksi sudah kering oleh DHT 22 dan kelembapannya sudah normal, lalu heater dan UV-B nya akan dimatikan dan diteruskan pada alarm bahwa proses pengeringan telah selesai. Kemudian pada LCD juga akan ditampilkan bahwa proses telah selesai dan akan dikirimkan ke router yang kemudian akan diteruskan ke server dan sampailah ke smartphone bahwa proses pengeringan telah selesai.

4.2.2. Cara kerja sinar Ultraviolet pada mesin pengering biji kopi

Sinar ultraviolet adalah radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari matahari. Sinar ini tidak dapat dilihat oleh mata. Maka dari itu di depan pintu oven terdapat *limit switch* sebagai pengaman agar tidak langsung dilihat oleh mata. Apabila terkena oleh mata khususnya bagi orang yang memiliki pupil mata berwarna terang akan menyebabkan mata terbakar oleh radiasi *ultraviolet-b*, di mana sebuah kondisi yang dinamakan sebagai *fotokeratitis*, pada saat mengalami *fotokeratitis* kornea mata akan terasa seperti terbakar dan meradang, efek radiasi *ultraviolet-b* akumulatif dalam jangka panjang terhadap mata dapat mengakibatkan katarak, kerusakan retina dan degenerasi macular. Degenerasi macular dapat menyebabkan kebutaan pada mata. Cara kerja sinar *ultraviolet* pada mesin adalah di dalam mesin ini terdapat DHT22 di mana sensor ini dapat membaca dua kondisi, yaitu suhu dan kelembapan sehingga pemilihan DHT22 sangat dibutuhkan pada mesin pengering biji kopi otomatis. Apabila kelembapannya masih tinggi, heater akan hidup dan membuat air menguap lalu lampu *ultraviolet-b* memberikan radiasinya. Tujuan dari lampu *ultraviolet-b* di sini untuk membuat kopi kering secara merata. Apabila biji kopi sudah kering DHT 22 akan membaca suhu dan kelembapan bahwasannya sudah normal, lalu heater dan lampu *ultraviolet-b* akan dimatikan.

4.2.3. Pemrograman mesin pengering biji kopi otomatis

Dalam program pengering biji kopi otomatis kami menggunakan bahasa program C++ yang memiliki arti bahasa pemrograman komputer yang bisa dipakai untuk membuat berbagai aplikasi (*general-purpose programming language*), dan merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman C. Bahasa pemrograman C++ bisa dipakai untuk membuat aplikasi desktop seperti antivirus, software pengolahan gambar (*image processing*), aplikasi pengolahan kata (*word processing*), hingga untuk membuat compiler bahasa pemrograman lain.

5. PENUTUP

Setelah melakukan tahapan perancangan yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian alat dan analisa data hasil perancangan, maka dapat diambil kesimpulan Rancang bangun ini telah berhasil mengeringkan biji kopi dengan otomatis berbasis ESP 32. Dalam Pembuatan alat ini sangat membantu penerapan ilmu listrik dan elektronika di perkuliahan dan menambah wawasan penulis. Alat pengering biji kopi ini dapat disalurkan atau diberikan ditengah masyarakat yang sangat membutuhkan pengeringan biji kopi. Kebutuhan operasional dalam pengeringan biji kopi dapat disesuaikan dengan kapasitas (Daya Tampung).

Berdasarkan hasil rancang bangun miniatur dan pengujian tugas akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan yang membutuhkan banyak pengembangan baik dari segi penggunaan dan sistem kerja. Demi kemajuan dan pengembangan alat ini, maka penulis mempunyai saran Hasil penelitian menunjukkan

bahwa penelitian ini memang kurang akurat dan masih banyak kekurangan dari tingkat waktu pengeringan, daya listrik yang dipakai alat tersebut dan tingkat kelembapan yg harus diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

Chegini, H., Naha, R. K., Mahanti, A., & Thulasiraman, P. (2021). Process automation in an IoT-fog-cloud ecosystem: A survey and taxonomy. *IoT*, 2(1), 92-118.

Farhaty, N., & Muchtaridi, M. (2016). Kelembapan dan suhu pada biji kopi. *Farmaka*, 14(1), 214-227.

Setyawan, N. R. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGERING TEMBAKAU MENGGUNAKAN ESP-32 CAM* (Doctoral dissertation, University of Technology Yogyakarta).

Windyasari, V. S., & Candra, M. A. (2021). PROTOTIPE SISTEM OTOMATIS LAMPU ULTRAVIOLET-B DENGAN SENSOR SUHU BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO. *Jurnal Algoritma, Logika dan Komputasi*, 3(2).

Kondoh, J., Lu, N., & Hammerstrom, D. J. (2011, July). An evaluation of the water heater load potential for providing regulation service. In *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting* (pp. 1-8). IEEE.

Puspaningrum, S. A., Suraatmadja, M. S., & Saputri, D. M. (2016). Desain Dan Implementasi Switching Regulator Pada Nanosatelit. *eProceedings of Engineering*, 3(1).

Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan penegering biji cabai menggunakan esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73-79.