

RANCANG BANGUN PENERING BIJI KAKAO OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Edykin Kahulta Tarigan¹, Frans Hibur Damai D. Zalukhu², Samaria Chrisna HS³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
edykintarigan@students.polmed.ac.id¹, franszalukhu93@gmail.com²,
samariachrisna@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan bertujuan memperoleh alat yang dapat melakukan fungsi pengeringan biji kakao secara otomatis tanpa melalui proses penjemuran di sinar matahari. Fungsi otomatis dari pengering ini nantinya dikontrol oleh Arduino Uno dengan menggunakan *heater* sebagai pengganti panas dari sinar matahari dan sensor untuk mengetahui kadar kelembaban dan suhu pada biji kakao yang akan dikeringkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah merancang alat dan menguji alat pengering yang telah dibuat berupa *hardware* yang dirancang dengan bagian-bagian seperti pengontrol utama dengan Arduino uno dengan ATmega328, *driver* motor L298N dengan motor 12 volt untuk menggerakkan wadah pengering saat melakukan proses pengeringan, pembaca suhu dan kelembaban dengan menggunakan DHT22, modul relay yang mengendali tegangan yang masuk ke *heater*, serta penampil nilai suhu dan kelembaban dengan LCD 2x16 I2C. *Software* yang dibangun untuk masing-masing bagian menggunakan program Arduino IDE. Penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil yang diinginkan yaitu pengeringan biji kakao dengan kelembaban/ kadar 12% dalam Waktu 6 jam dimana suhu yang terukur pada proses pengeringan ini mencapai 63°C. Tercapainya kelembaban 12% maka sistem akan berhenti/ stop sesuai pengaturan dan selanjutnya buzzer akan berbunyi sebagai penanda proses pengeringan telah selesai.

Kata Kunci : Pengering, Biji Kakao, Arduino Uno

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya menyediakan lapangan kerja. Namun sejauh ini, pengendalian proses pengolahan biji kakao masih menggunakan cara tradisional (Ariyanti, 2017). Hal ini menyebabkan mutu biji kakao tidak seragam, sehingga berdampak pada harga penjualan. Tanaman kakao menjadi salah satu komoditas tanaman di daerah tanah karo provinsi sumatera utara (Karo, 2022). Proses pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki kelebihan dimana diperoleh warna biji kakao coklat kemerahan dan tampak lebih cemerlang namun proses ini memerlukan waktu beberapa hari. Waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan sangat tergantung pada intensitas sinar matahari yang menyinari (Senna, 2020).

Kendala dalam proses ini tergantung pada kondisi cuaca, sehingga jika cuaca tidak cerah menjadi semakin lama dan berefek pada menurunnya kualitas dari biji kakao (BUTAR BUTAR, 2018). Musim penghujan jika sedang terajadi dan waktu panen sudah tiba maka petani akan mengalami kerugian karena buah kakao tidak bisa dikeringkan karena proses pengeringan masih mengandalkan sinar matahari. Penulis memperhatikan hal tersebut dan tertarik melakukan inovasi dengan menggunakan teknologi untuk membuat alat yang dapat beroperasi mengeringkan biji kakao meski dalam musim penghujan dengan memanfaatkan pemanas buatan. Judul yang diambil dalam penelitian ini adalah Rancang Bangun Pengering Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait pengering biji kakao yang memanfaatkan teknologi Arduino uno.

Rumusan Masalah

Masalah yang ada dalam rangkaian ini perlu di rumuskan permasalahannya sehingga dapat ditemukan solusi permasalahannya. Adapun perumusan masalahnya, sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang bangun alat pengering biji kakao otomatis berbasis Arduino uno.

- b. Bagaimana memproses biji kakao yang semula masih basah sehingga menjadi kering.
- c. Bagaimana cara menganalisa alat pengering biji kakao otomatis berbasis Arduino.

Batasan Penelitian

Batasan penelitian pada penelitian Rancang Bangun Pengering Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno adalah:

- a. Sistem ini dibuat hanya untuk pengering biji kakao.
- b. Proses pengolahan kakao cara kering (*dry process*).
- c. Perancangan dan analisis yang dilakukan hanya pada proses pengeringan yaitu pada saat biji kakao masih basah hingga biji kakao kering.

Tujuan Penelitian

Penelitian Rancang Bangun Pengering Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno bertujuan untuk memperoleh rancangan alat yang dapat mengeringkan biji kakao secara otomatis yang dapat memproses biji kakao dari basah menjadi kering dan melakukan analisa terhadap alat pengering yang telah dibuat.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Kakao

Kakao seperti diperlihatkan gambar 1 merupakan tanaman perkebunan/industri berupa pohon yang dikenal di Indonesia sejak tahun 1560 silam, namun baru tahun 1961 menjadi komoditi penting di Indonesia. Pemerintah Indonesia pada saat itu baru mulai menaruh perhatian dan mendukung industri kakao pada tahun 1975, setelah PTP IV telah berhasil menaikkan produksi biji kakao per hektarnya melalui penggunaan bibit unggul Upper Amazon Interclonal Hibryd, yang didapat melalui hasil persilangan antar klon dan sabah. Tanaman tahunan tropis ini awalnya berasal dari wilayah Amerika Selatan. Penduduk suku Maya dan suku Astec di Amerika Selatan diyakini sebagai perintis pengolahan biji kakao dalam makanan dan minuman. Sampai pada pertengahan abad ke XVI, selain negara di Amerika Selatan, bangsa Spanyol menjadi salah satu negara yang mengenal tanaman kakao. Dari Amerika Selatan tanaman ini menyebar sampai ke daerah Amerika Utara, Afrika, dan Asia. (BUTAR BUTAR, 2018).

Tanaman Kakao merupakan salah satu komoditis perkebunan yang diusahakan di Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara baik di perkebunan maupun pada pertanian masyarakat. Tanaman kakao dapat tumbuh baik di kabupaten karo karena daerah ini berada di daerah tropis dengan batas koordinat 200 LU–200 LS, ketinggian 0-500 m diatas permukaan laut, temperatur udara rata-rata 250–270 C, curah hujan antara 1500-2000 mm/tahun, kelembaban 80 %, Ph tanah 6-7, tekstur tanah liat 30%-40%, pasir 50% dan debu 10%-20%. Tanaman Kakao di Kabupaten Karo sangat berkembang dengan pesat terutama di Kecamatan Munte, Juhar, Tigabinanga, Payung dan Kutabuluh. Luas lahan tanaman Kakao di Kabupaten Karo seluas 1.137 ha dengan hasil produksi 1.436,40 ton/tahun (Karo, 2022).



Gambar 1. Tanaman Kakao

Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu jenis papan mikrokontroler berbasis ATmega328, dan Uno adalah istilah bahasa Italia yang artinya satu. Arduino Uno dinamai untuk menandai peluncuran papan mikrokontroler yang akan datang yaitu Arduino Uno Board 1.0. Papan ini mencakup pin-14 I / O digital, colokan listrik, i / ps-6 analog, resonator keramik-A16 MHz, koneksi USB, tombol RST, dan header ICSP. Semua ini dapat mendukung mikrokontroler untuk operasi lebih lanjut dengan menghubungkan papan ini ke komputer. Catu daya papan ini dapat dilakukan dengan bantuan adaptor AC ke DC, kabel USB, atau baterai. Artikel ini membahas tentang apa itu mikrokontroler Arduino Uno, konfigurasi pin, spesifikasi atau fitur Arduino Uno, dan aplikasi (Hafidhin, Saputra, Rahmanto, & Samsugi, 2020).

Arduino dapat digunakan untuk mengontrol sebuah alat dengan menggunakan data input dari sensor dan program yang dibuat. Program Arduino dibuat dengan menggunakan sebuah aplikasi yang bernama Arduino IDE. Arduino Uno telah memiliki perlindungan pada papan Arduino Uno memiliki sekering poli yang dapat diatur ulang yang melindungi port USB PC dari tegangan berlebih. Papan sirkuit tercetak dengan panjang dan lebar Arduino Uno 2,7 x 2,1 inci, tetapi colokan listrik dan konektor USB akan melampaui pengukuran sebelumnya. Adapun bentuk fisik dari Arduino Uno diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Bentuk Fisik Arduino Uno

Penelitian Terdahulu

Pengeringan biji kakao pada umumnya dilakukan secara manual oleh petani. Proses pembersihan dengan cara manual memakan waktu yang lama serta pengurangan lendir yang tidak maksimal. Sedangkan proses pengeringan menggunakan cahaya matahari memakan waktu yang lama apabila dilakukan di musim penghujan. Hal tersebut menyebabkan biji kakao rentan berjamur serta memiliki nilai jual yang rendah.

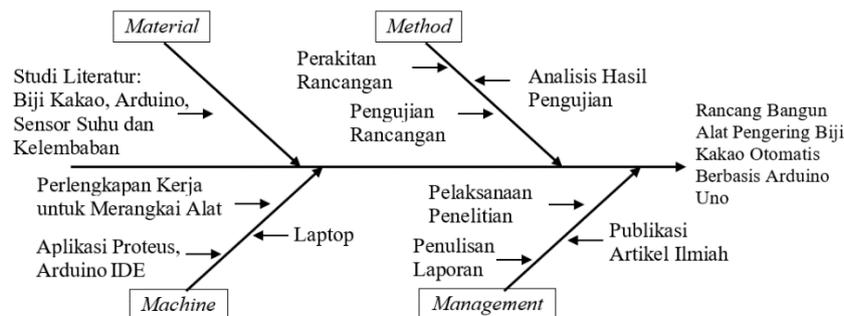
Pada alat yang dibuat oleh pabrik mesin memiliki harga yang cukup tinggi untuk dijangkau oleh petani. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancanglah sebuah alat pengering biji kakao berbasis Arduino dengan penggunaan satu wadah yang sama sehingga proses dapat dikerjakan menggunakan mesin saja.

Proses pengeringan dilakukan dengan memanfaatkan heater sebagai sumber panas, sensor DHT 11 untuk mendeteksi kadar air biji kakao dan untuk mendeteksi suhu di dalam wadah pengeringan serta wadah silinder yang diputar menggunakan motor DC. Berdasarkan hasil percobaan, proses pengeringan diperlukan waktu 5 jam 10 menit dan 5 jam 40 menit untuk mengeringkan biji kakao hingga nilai kadar air maksimal 12 % (Nasution, Edidas, & Almasri, 2019). Penelitian terdahulu menggunakan mikrokontroler 328 P, sehingga penulis mencoba menggunakan teknologi terbaru yaitu menggunakan Arduino Uno dan sensor DHT 22 yang lebih sensitif dalam membaca suhu dan kelembaban. Penulis diharapkan alat bekerja lebih baik dari penelitian terdahulu. Sehingga nantinya alat ini bisa digunakan oleh petani kakao dalam menunjang kegiatan pertaniannya, sehingga kualitas dan jumlah hasil pertanian kakaonya dapat meningkat.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan kegiatan pada penelitian Rancang Bangun Pengereng Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 3 *fishbone* diagram.

Secara keseluruhan penelitian yang dilakukan berdasarkan diagram Fishbone pada Gambar 3, disesuaikan kebutuhan dalam melaksanakan penelitian. Diagram fishbone dirancang untuk mempermudah pembaca sekaligus peneliti dalam mengerjakan setiap bagian, penelitian dilakukan dengan merakit rangkaian sesuai perancangan pada aplikasi proteus, menguji rancangan yang telah dirakit, melaksanakan Analisa dari pengujian yang dilakukan. Pelaksanaan ini dilaksanakan dengan memperhatikan kalender kerja sehingga penelitian dapat diselesaikan dan dituliskan laporannya serta mempublikasi hasil penelitian sebagai luaran wajib dari penelitian ini.



Gambar 3. *Fishbone* Diagram

Lokasi Penelitian

Penelitian Rancang Bangun Pengereng Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno dilakukan di Laboratorium Program Studi Elektronika Politeknik Negeri Medan

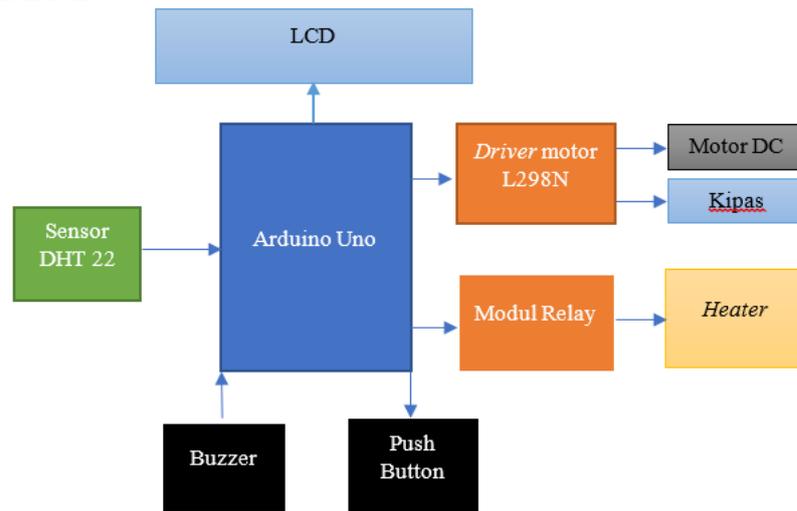
Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran dan pengamatan pada penelitian ini dilakukan dengan merancang rangkaian menggunakan aplikasi proteus, memprogram Bahasa program dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE, selanjutnya merangkai rancangan dan melakukan pengujian pada rangkaian untuk memperoleh alat yang bekerja sebagai pengereng biji kakao secara otomatis dengan Arduino Uno.

Model Penelitian

Model penelitian ini bersifat eksperimental yang dapat dilakukan dengan merencanakan, merangkai, menguji selanjutnya mengamati dan menganalisa data yang diperoleh berdasarkan rancangan. Data yang dianalisis berupa tingkat pengeringan biji kakao dari hasil pembacaan sensor suhu atau kelembaban DHT22 yang nantinya ditampilkan pada LCD 2x16 I2C dengan perintah dari Arduino Uno, pengeringannya menggunakan wadah yang diberi *heater* dan diputar dengan menggunakan motor.

Rancangan Penelitian



Gambar 4. Blok Diagram Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Eksperimen ini dilakukan untuk memperoleh alat pengering biji kakao secara otomatis dengan menggunakan Arduino uno yang dirancang per blok. Blok diagram penelitian yang akan dilaksanakan diperlihatkan pada gambar 4.

Penjelasan blok diagram:

1. Sensor DHT 22, Berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan dari buah kakao yang sedang dikeringkan.
2. Arduino Uno, Berfungsi untuk mengontrol sistem kerja dari semua komponen yang ada didalam rangkaian mulai dari sensor, LCD, driver motor, dan modul relay.
3. LCD, Berfungsi untuk menampilkan data suhu dan kelembapan yang dibaca oleh sensor.
4. Driver motor L298N, Berfungsi untuk mengendalikan Motor DC dan kipas.
5. Modul relay, Berfungsi menjadi saklar pemutus arus ke heater dengan besar tegangan output 220 V dan input 5V yang nantinya arus akan diputus oleh Arduino sesuai dengan program. Atau lebih tepatnya modul relay sebagai saklar otomatis.
6. Push Button, Berfungsi untuk start dan stop program rangkaian dari alat tersebut.
7. Buzzer, Buzzer akan hidup pada saat akan memulai proses pengeringan biji kakao dan pada saat kelembapan yang ingin dicapai sudah sampai.
8. Motor DC, Berfungsi sebagai penggerak pengaduk biji kakao di dalam tabung silinder agar suhunya merata.
9. Kipas, Berfungsi untuk menyebarkan panas yang di hasilkan heater ke seluruh tabung silinder agar panasnya merata.
10. Heater, Berfungsi untuk menghasilkan panas yang nantinya akan digunakan untuk pengeringan biji kakao.

Berdasarkan blok diagram maka pelaksanaan penelitian dilakukan menurut diagram alir seperti diperlihatkan gambar 5.

Gambar 5. *Flowchart* Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan dari pembuatan studi literatur, perancangan skema rangkaian dengan menggunakan aplikasi proteus, selanjutnya melakukan perangkaian berdasarkan blok-blok rangkaian yang telah ditetapkan. Rangkaian yang telah dibentuk dilakukan pengujian untuk mengetahui kerja alat dan dilakukan analisa terkait kinerja alat yang telah dirangkai. Setelah diperoleh data pengujian maka dilakukan penulisan artikel untuk publikasi dan tahapan akhir melakukan penulisan laporan akhir penelitian.

Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pembuatan alat Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Observasi, Mengumpulkan data-data dengan cara pengamatan langsung dan memahami ruang lingkup permasalahan dari alat yang akan dibuat dengan mengamati cara kerja dari bahan-bahan yang akan diigunakan.
- Studi Pustaka, Mengumpulkan data-data tentang bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat alat tersebut, dilakukan dengan cara mencari refrensi dari jurnal dan buku yang dapat menunjang pengumpulan data tersebut.
- Wawancara, Mengumpulkan data tentang alat dan permasalahan dari alat tersebut dengan cara melakukan wawancara terhadap orang yang dianggap kompeten dan mampu menjelaskan permasalahan yang dihadapi kepada penulis.

Metode Pengujian Alat

Pengujian dilakukan setelah program selesai dan pada setiap blok diagram dilakukan pengujian secara langsung untuk memastikan tidak adanya lagi kesalahan pada setiap blok. Selanjutnya blok tersebut dihubungkann secara keseluruhan dan diamati secara langsung kinerja dari alat pengering biji kakao tersebut. Dengan langsung menggunakan biji kakao dalam proses pengujian agar bisa dilihat secara langsung perubahan biji kakao selama masa pengeringan. Dimana nantinya perubahan suhu dan kelembapan biji kakao dapat diamati melalui layar LCD.

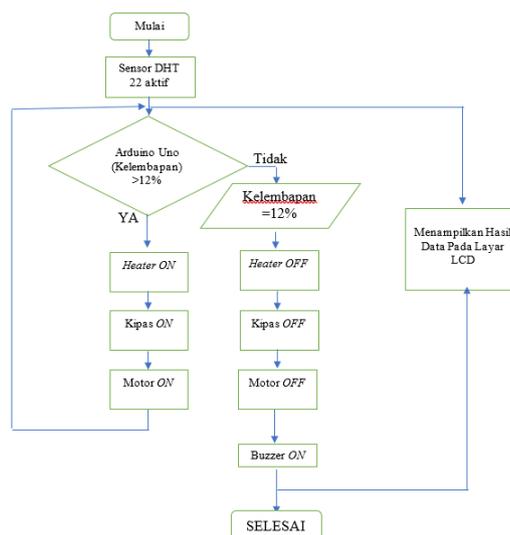
Metode Pengolahan/ Analisa Alat

Prinsip kerja sistem pengering biji kakao adalah sensor DHT22 akan membaca dan mendeteksi suhu dan kelembapan dari biji kakao yang ada di ruang pengering, kemudian data berupa suhu dan

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

kelembaban akan di olah oleh Arduino Uno, kemudian Arduino Uno akan menginstruksikan data itu ditampilkan ke LCD. Jika suhu dan kelembapannya belum mencapai data yang diprogram ke Arduino Uno, maka Arduino Uno akan menghidupkan *heater*, kipas, dan motor DC. Sebaliknya jika data suhu dan kelembaban yang dideteksi oleh sensor DHT 22 telah mencapai data yang diinginkan maka Arduino Uno akan mematikan *heater*, kipas, dan motor DC.

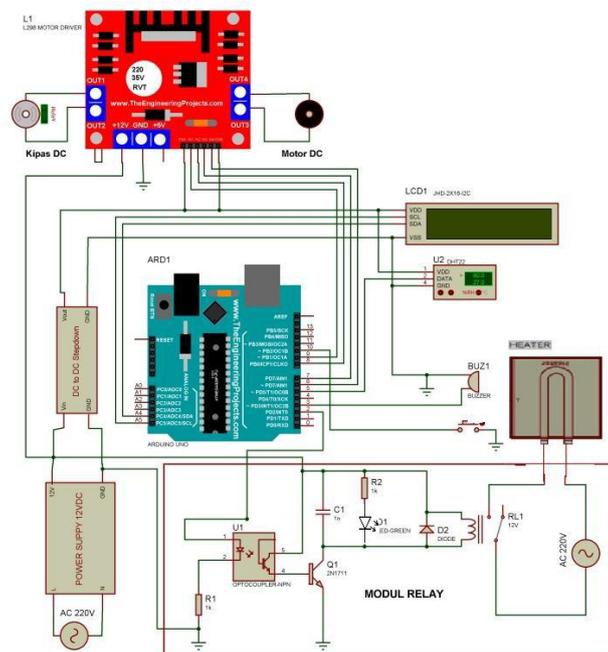
Dengan rincian saat data menunjukkan kelembaban sebesar 12% maka modul *relay* akan memutuskan arus listrik ke *heater* pemanas serta motor *driver* L298N akan meng *OFF* kan kipas dan motor DC. Setelah Arduino Uno mematikan rangkaian maka *buzzer* akan bunyi sebagai penanda bahwa biji kakao telah kering dan sudah bisa dikeluarkan dari alat pengering. Sistem kerja dari alat pengering biji kakao ini bisa dilihat seperti pada *flowchart* yang terlihat seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Kerja Sistem

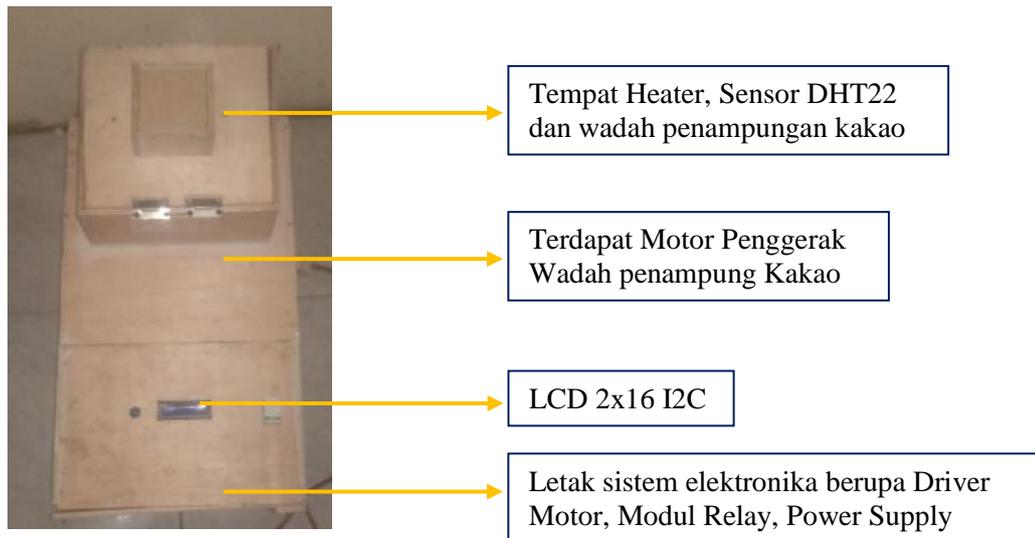
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan penelitian berupa skema rangkaian pada masing-masing blok seperti yang diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rancangan Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian yang diperlihatkan pada gambar 7, selanjutnya direalisasikan dan diperoleh hasil penelitian berupa Alat Pengereng Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno.



Gambar 8. Realisasi Rancangan

Alat ini tidak akan dapat bekerja tanpa adanya sebuah program yang dibuat untuk mendukungnya, program Arduinonya dibuat menggunakan sebuah aplikasi yaitu aplikasi Arduino IDE. Setelah program selesai dibuat di aplikasi Arduino IDE dan tidak ada lagi kesalahan/error, maka program tersebut akan di upload ke modul Arduino uno. Setelah program selesai di upload, maka sistem sudah bisa untuk dijalankan. Pengujian program pada Arduino IDE diperlihatkan pada gambar 9.

```

TA
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 4
#define heater 2
#define buzzer 3
#define motorA 6
#define motorB 7
#define kipasA 8
#define kipasB 9
#define pushButton 10
#define DHTTYPE DHT11

float h ;
float t ;

unsigned long waktuLama;
unsigned long setPoint = 5000;

boolean start = false;
boolean putar = false;
boolean buzz = false;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup()
{
}

Done compiling.
Sketch uses 8086 bytes (35%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 664 bytes (32%) of dynamic memory, leaving 1384 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
Arduino Uno on COM2

```

Gambar 9. Pengujian Software

Hasil Uji Coba Pengeringan

Data hasil uji coba alat pengering otomatis ini dengan langsung menggunakan biji kakao. Uji coba dilakukan dengan mengeringkan biji kakao sampai mencapai kadar 12 %. Data dari perubahan suhu dan kelembapan dari uji coba alat ini dapat dilihat seperti pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pengeringan

No	Waktu Pengeringan	Suhu	Kelembapan (%)
1	1 Jam	28	74
2	2 Jam	32	67
3	3 Jam	37	52
4	4 Jam	48	35
5	5 Jam	54	20
6	6 Jam	60	12

Pembahasan

Pengujian sistem secara keseluruhan ditujukan untuk mengetahui bahwa suatu peralatan atau program dapat berjalan dengan baik atau tidak sesuai dengan fungsi kerja dari alat tersebut. Evaluasi adalah tujuan utama dari diadakannya pengujian untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik dengan melakukan perbaikan terhadap rangkaian yang mengalami kekurangan saat dilakukan pengujian. Pengujian mekanik bertujuan untuk membandingkan hasil perancangan pada bab 3 dengan hasil jadi pada pembuatan. Perancangan mekanik wadah pengering biji kakao yang berukuran panjang 65 cm, lebar 35 cm dan tinggi 35 cm yang terbuat dari tripleks.

Selama proses pengeringan motor DC akan memutar mekanik pengaduk dengan menggunakan rantai secara bolak – balik sehingga mekanik dapat mengaduk biji – biji kakao yang terletak pada wadah pengering kakao secara merata. Selama proses pengeringan ini berlangsung, maka sensor DHT 22 akan membaca data suhu dan kelembapan yang terjadi dalam ruang pengering biji kakao. Kemudian nilainya tersebut akan di tampilkan pada layar LCD.

Pada proses pengeringan ini memakan waktu selama 6 jam untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pada jam pertama suhu didalam ruang pengering adalah 28 °C dan kelembapan biji kakao sebesar 74 %, setelah jam kedua dalam pada proses pengeringan suhunya menjadi sebesar 32 °C dan juga kelembapannya menjadi sebesar 67 %. Setelah tiga jam, suhu didalam ruangan menjadi 37 °C dan kelembapannya menjadi 52%. Kemudian setelah 4 jam pengeringan suhunya mencapai 48 °C dengan kelembapan telah mencapai 35 %. Lima jam pengeringan biji kakao suhunya menjadi 54 °C dengan kelembapan 20 %. Pada saat jam keenam pengeringan biji kakao suhu didalam ruangan mencapai 63 °C dengan kelembapan 12 %. Pada saat suhu 60 °C dan kelembapan mencapai 12% maka semua sistem berhenti/stop, dan buzzer akan berbunyi sebagai penanda proses pengeringan telah selesai. Kesimpulannya alat ini membutuhkan waktu selama 6 jam untuk mengeringkan biji kakao sampai mendapatkan kelembapan/kadar 12%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa pada *hardware*, *software*, dan mekanik pada pembuatan alat” Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno”, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat sebuah alat pengeringan biji kakao dapat dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan sumber energi dari listrik PLN, tanpa harus menggunakan panas dari sinar matahari.
2. Alat ini memanfaatkan panas yang dihasilkan oleh heater untuk mengeringkan biji kakao sehingga tidak dibutuhkan lagi sinar matahari dalam proses pengeringan biji kakao.
3. Proses pengeringan biji kakao hanya memerlukan waktu kurang lebih selama 6 jam untuk mencapai kelembapan 12%, sedangkan dengan memanfaatkan sinar matahari diperlukan waktu kurang lebih 1 minggu untuk mencapai kelembapan 12%.
4. Arduino uno dapat digunakan untuk mengontrol sebuah alat dengan memberi perintah dalam bentuk program.

5. Motor DC dapat digunakan untuk memutar pengaduk pada tabung pengering biji kakao sehingga kering biji kakao dapat merata.
6. Sensor DHT 22 dapat digunakan dalam mendeteksi suhu dan kelembapan dalam proses pengeringan biji kakao secara otomatis ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, M. (2017). KARAKTERISTIK MUTU BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L) DENGAN PERLAKUAN WAKTU FERMENTASI BERDASAR SNI 2323-2008. (Quality Characteristics Of CocoaBeans (*Theobroma cacao* L) WithTime FermentationTreatment Based on ISO 2323-2008). *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 12(1), 34-42.
- BUTAR BUTAR, B. (2018). ANALISIS TINGKAT PENDAPATAN DAN PENGEMBANGAN USAHATANI KAKAO DI KECAMATAN MARDINGDING KABUPATEN KARO.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Rahmanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 59-66.
- Karo, D. K. d. I. K. (2022). Potensi Perkebunan Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara.
- Nasution, M., Edidas, E., & Almasri, A. (2019). RANCANG BANGUN LEMARI PENDINGIN BIJI KAKAO BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO 328P. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 7(2), 156-161.
- Senna, A. B. (2020). Pengolahan Pascapanen pada Tanaman Kakao untuk Meningkatkan Mutu Biji Kakao. *Jurnal Triton*, 11(2), 51-57.