BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan salah satu penghasil cengkeh terbesar di dunia. Salah satu kabupaten penghasil cengkeh adalah Kolaka Utara. Desa Latali, yang terletak di Kecamatan Pakue Tengah, Kabupaten Kolaka Utara, mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani cengkeh. Dalam mengolah hasil panen cengkeh, para petani di Desa Latali masih menggunakan metode tradisional, terutama dalam proses penjemuran. Hingga saat ini, penjemuran cengkeh masih dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari dan bergantung pada kondisi cuaca, yang berpengaruh terhadap kualitas cengkeh. Padahal, kualitas cengkeh sangat menentukan harga jualnya di pasaran.

Banyak kendala yang dihadapi petani dalam menghasilkan cengkeh dengan kualitas tinggi sesuai standar harga nasional. Salah satu penyebabnya adalah cuaca yang sulit diprediksi serta gangguan dari hewan seperti ayam dan burung yang sering menghamburkan atau memakan cengkeh saat proses penjemuran. Selain itu, proses penjemuran secara tradisional membutuhkan waktu yang lama, terutama saat cuaca tidak mendukung.

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai inovasi diciptakan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam dunia pertanian. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah penggunaan Arduino sebagai sistem kendali untuk alat pengering cengkeh, guna mengurangi ketergantungan petani terhadap

cuaca yang tidak menentu. Dengan sistem ini, pengeringan dapat dilakukan secara lebih cepat dan stabil, sehingga petani tidak mengalami kerugian akibat cengkeh yang tidak kering sempurna.

Pada penelitian ini, dirancang alat pengering cengkeh yang menggunakan sensor termokopel untuk mengukur suhu dalam ruang pengering secara akurat. *Heater* digunakan sebagai sumber panas utama dalam proses pengeringan, sedangkan timbangan digital digunakan untuk menentukan tingkat kekeringan cengkeh berdasarkan beratnya. Untuk memastikan distribusi panas merata di dalam ruang pengering, digunakan *fan* yang berfungsi untuk menyebarkan udara panas secara optimal, sehingga proses pengeringan lebih efisien dan seragam. Hasil pengukuran suhu, kelembaban, dan berat cengkeh akan ditampilkan melalui LCD, sehingga petani dapat memantau kondisi cengkeh secara langsung dan memastikan kualitasnya tetap optimal.

Menurut Isma (2008), waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan cengkeh hingga benar-benar kering adalah 4–5 hari jika cuaca panas terik, sedangkan dalam kondisi cuaca buruk bisa mencapai 7–10 hari. Selain itu, terdapat perbandingan antara cengkeh basah dan cengkeh kering, yaitu 3:1. Artinya, 3 kg cengkeh basah setelah dikeringkan akan menjadi 1 kg.

Dengan adanya alat pengering berbasis Arduino ini, diharapkan petani cengkeh dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil panen mereka, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan, serta meningkatkan nilai jual cengkeh di pasaran.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana cara memonitoring suhu menggunakan sensor termokopel dalam proses pengeringan cengkeh menggunakan Arduino?
2. Bagaimana cara menentukan kekeringan cengkeh menggunakan sensor *loadcell* dalam proses pengeringan cengkeh menggunakan Arduino?

C. Batasan Masalah

Pada Skripsi ini, pembahasan dibatasi pada :

1. Prototipe tidak memiliki fungsi memonitoring kadar air dari cengkeh.
2. Pada prototipe ini tidak dapat dikontrol menggunakan *smartphone*.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana cara memonitoring suhu menggunkan sensor Termokopel dalam proses pengeringan cengkeh menggunakan Arduino.
2. Untuk mengetahui bagaimana cara menentukan kekeringan cengkeh menggunakan sensor *loadcell* dalam proses pengeringan cengkeh menggunakan Arduino.

E. Manfaat Penelitian

Setiap hasil penelitian pada prinsipnya harus berguna baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan, objek yang diteliti dan manfaat bagi peneliti sendiri serta menghasilkan inovasi bagi peningkatan peradaban dan kesejahteraan manusia. Manfaat dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut yaitu:

1. Manfaat bagi penulis

Adapun manfaat bagi penulis adalah dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan selama kuliah di Prodi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

2. Manfaat bagi masyarakat

Adapun manfaat bagi masyarakat adalah untuk membantu petani dalam proses penjemuran cengkeh dengan cepat.

3. Manfaat bagi dunia akademik

Adapun manfaat bagi dunia akademik adalah dapat menjadi refrensi bagi peneliti selanjutnya dalam penerapan *Arduino* ataupun bidang lainnya.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang uraian latar belakang pemilihan judul Prototipe alat pengering cengkeh berbasis nodemcu, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisi beberapa teori-teori yang mendukung dalam pembahasan penyusunan tugas akhir ini serta bahasa pemrograman yang digunakan sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikan masalah.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai tahapan - tahapan yang dilalui dalam penyelesaian tugas akhir ini, yaitu tempat penelitian dan waktu penelitian, metode

pengumpulan data, alat dan bahan penelitian, tahap penelitian, metode pengujian serta gambaran desain sistem yang akan dirancang atau dibuat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai analisis sistem yang berjalan, analisis sistem yang diusulkan, rancangan sistem dan metode pengujian serta teknik pengujian.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran guna menjadi referensi bagi para peneliti lain yang akan melanjutkan atau mengembangkan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pengertian Cengkeh

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) adalah kuncup bunga kering beraroma dari keluarga pohon Myrtaceae. Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia, banyak digunakan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, dan sebagai bahan utama rokok kretek khas Indonesia. Cengkih ditanam terutama di Indonesia dan Madagaskar; selain itu juga dibudidayakan di Zanzibar, India, dan Sri Lanka. Cengkih umumnya memiliki musim panen yang bervariasi di negara-negara penghasilnya. Tumbuhan ini adalah flora identitas Provinsi Maluku Utara.

Menurut (Sutriyono & Ali, 2017) Cengkeh adalah tanaman rempah-rempah purbakala yang telah di kenal dan digunakan ribuan tahun sebelum masehi.Pohonnya sendiri merupakan tanaman asli kepulauan Maluku (Ternate dan Tidore),yang dahulu di kenal oleh para penjelajah sebagai spice island.Tanaman cengkeh (Syzigium aromaticum) ini merupakan tanaman perkebunan tropis dengan famili Myrtaceae.Karena iklim tropislah yang menjadi kebutuhan tanaman cengkeh,maka dari itu Indonesia dari dulu hingga sekarang merupakan negara penghasil cengkeh terbesar di dunia dan negara-negara eropa mengimpor cengkeh dari Indonesia.

Pohon cengkeh adalah tumbuhan hijau abadi yang tumbuh rata-rata setinggi 8–12 meter (26–39 ft), dengan daun besar dan bunga berwarna merah yang tumbuh dalam kelompok terminal. Kuncup bunga awalnya memiliki rona pucat, secara bertahap berubah menjadi hijau, kemudian beralih ke merah cerah saat siap dipanen. Kuncup bunga cengkih biasanya dipanen dengan panjang 15–2 sentimeter (5,91–0,79 in), dan terdiri dari kelopak bunga panjang yang memiliki empat sepal yang menyebar, dan empat kelopak yang belum dibuka yang membentuk bola tengah kecil.

Proses pemetikan cengkeh dilakukan pada saat tanaman masih dalam tahap pembungaan matang yang berarti dapat mengeluarkan minyak atsiri dalam jumlah tinggi dan mempunyai aroma yang harum. Namun jika proses pemanenan cengkeh tertunda, yakni pada saat bunga sudah mekar, maka kualitas minyak atsiri yang dihasilkan akan menurun dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Cengkih yang baik bila dipanen mempunyai kadar air 70-80% dan setelah dikeringkan akan menurun hingga ±30% [1]. Bunga cengkeh bisa awet hingga 2-3 bulan dengan kandungan air tersebut. Penanganan bunga cengkeh yang benar akan menghasilkan bunga cengkeh yang berkualitas baik, bercirikan warna coklat tua, mengkilat, tidak berbau apek atau berjamur, dan utuh.Secara umum ciri buah cengkeh uang baik yaitu:

1. Ukuran kecil dan merata
2. Ganggang maksimum 1,0 - 5,0 %
3. Maksimum kadar air 13 %
4. Kadar aksiri maksimum 16 - 20 %

5. Nilai maksimal bahan asing 0,5 - 1,0 %
6. Nilai maksimun Cengkeh inferior 2 – 5 %



Gambar 2. 1 Buah Cengkeh

Cengkeh (Eugenia Spiceum) akan berbunga pada saat tanaman berumur 4,5 sampai 8 tahun, hal ini ditentukan oleh jenis dan lingkungannya. Bunga cengkeh berbentuk bunga tunggal, kecil, panjang 1 sampai 2 cm, tumbuh berkelompok tumbuh dari ujung dahan, tiap tandan terdiri dari 2 sampai 3 cabang. Kuncup bunga biasanya muncul setelah pasangan daun kelima dari rangkaian daun termuda matang atau mencapai ukuran normal. Tahap ini disebut tahap pertumbuhan tua, kuncup bunga kadang muncul setelah daun pertama dan kedua dan bukannya membentuk daun, malah membentuk kuncup bunga. Setelah panen dilakukan grading basah, pemeraman, pengeringan, grading kering dan pengemasan. Pada metode penyortiran basah, bunga dan batang dipisahkan dan ditempatkan pada lokasi yang berbeda. Perlakuan yang digunakan adalah mengubah warna cengkeh menjadi coklat mengkilat dalam waktu 24 jam. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air, karena cengkeh dengan kadar air diatas 13% akan mudah terserang jamur sehingga tidak dapat bertahan lama dalam penyimpanan. Namun kadar air di bawah 11% akan menyebabkan cengkeh

mudah pecah dan kualitasnya buruk. Penyortiran akhir dilakukan untuk memisahkan kotoran dan mengantongkannya ke dalam kantong dan menjahitnya.

2. Pengeringan

Pengeringan adalah proses perpindahan massa air atau pelarut lainnya dari suatu zat padat atau semi padat dengan menggunakan penguapan.

Menurut (Lady Yunita Handoyo & Pranoto, 2020) Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif sedikit dari bahan dengan bantuan energi panas bertujuan mengurangi kandungan air di dalam bahan dan bahan tidak mudah rusak, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Proses pengkeh dapat dikeringkan dengan dua cara, yaitu cara tradisional dengan menjemurnya langsung di bawah terik matahari dan cara kedua dengan menggunakan alat pengering (pengering buatan). Masing-masing cara mempunyai kelebihan dan kekurangan, namun cara yang kedua mengurangi ketergantungan terhadap cuaca, sehingga jika cuaca Jika cuaca kurang bagus maka waktu penjemuran akan sangat lama. Pengeringan cengkeh yang terlalu lama akan menghasilkan cengkeh yang kualitasnya buruk, tampilannya tidak menarik, dan kandungan minyaknya rendah. Pengeringan dengan alat pengering buatan bertujuan menghindari kerusakan bunga akibat pengeringan lama dan mengurangikadar air ± 30%. Dengan kandungan air Bunga cengkeh dapat awet selama 2-3 bulan.Bunga cengkeh yang diolah dengan baikakan menghasilkan bunga cengkeh kering yang berkualitas,dengan ciri-ciri berbentuk lengkap, berwarna coklat >hitam, mengkilat dan tidak berbau apek atau berjamur. Menjadi

kering beratnya akan menjadi 1 Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan cengkeh sampai benar – benar kering adalah antara 4 – 5 hari hal itu terjadi jika cuacanya panas terik, akan tetapi jika cuacanya tidak baus, maka waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan cengkeh adalah antara 7 – 10 hari. Adapun perbandingan antara cengkeh basah dengan cengkeh kering adalah 3 : 1 artinya bahwa 3 kg cengkeh basah jika dikeringkan akan menyusut dan setelah kg (Isma, 2008).

3. Prototipe

Prototipe merupakan versi awal dari perangkat lunak yang dipakai untukmendemonstrasikan konsep, mencoba pilihan desain, umumnya lebih banyak menemukan masalah-masalah dan solusinya. Tujuan pembuatan prototipe harus dibuat eksplisit sejak awal proses**.** (Produksi & Perlindungan, 2013)

Tujuan utama pembuatan prototipe:

a. Menguji konsep: Apakah ide produk tersebut layak dan dapat diimplementasikan?
b. Mendapatkan umpan balik: Bagaimana pendapat pengguna tentang produk tersebut? Apa yang mereka sukai dan tidak sukai?
c. Menemukan dan memperbaiki masalah: Apakah ada masalah dengan desain atau fungsionalitas produk?
d. Memvalidasi asumsi: Apakah asumsi yang dibuat tentang produk tersebut benar?
e. Meningkatkan komunikasi: Membantu tim untuk lebih memahami produk dan bekerja sama dengan lebih efektif.

4. Sistem Monitoring

Sistem adalah sekumpulan elemen yang terintegrasi dengan maksud yang sama untuk mencapai suatu tujuan dan merupakan sekumpulan komponen yang saling bekerja sama untuk mencapai tujuan guna memperbaiki organisasi ke arah yang lebih baik Aryaningrat, S. (2024).

Menurut Mulyani (2016), Sistem adalah sekumpulan subsistem, komponen ataupun element yang saling bekerja sama dengan tujuan yang sama untuk menghasilkan output yang sudah ditentukan sebelumnya.

Monitoring adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk melakukan pengawasan melalui pengambilan data dan analisis informasi berkala yang sistematis dan dilakukan secara terus-menerus terhadap suatu program, kegiatan, atau pekerjaan lainnya untuk memastikan bahwa semua telah berjalan sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya.

Menurut Para Ahli Oxfam 1995 Monitoring adalah mekanisme yang sudah menyatu untuk memeriksa yang sudah untuk memeriksan bahwa semua berjalan untuk direncanakan dan memberi kesempatan agar penyesuaian dapat dilakukan secara metodologis.

Menurut Para Ahli Cassely dan Kumar 1987 Monitoring merupakan program yang terintegrasi, bagian penting dipraktek manajemen yang baik dan arena itu merupakan bagian integral di manajemen sehari-hari.

Menurut Para Ahli Calyton dan Petry 1983 Monitoring sebagai suatu proses mengukur, mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen program/proyek.

Sistem monitoring adalah suatu upaya yang sistemetik untuk menetapkan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi, untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk menetapkan apakah telah terjadi suatu penyimpangan.

5. *Arduino Uno*

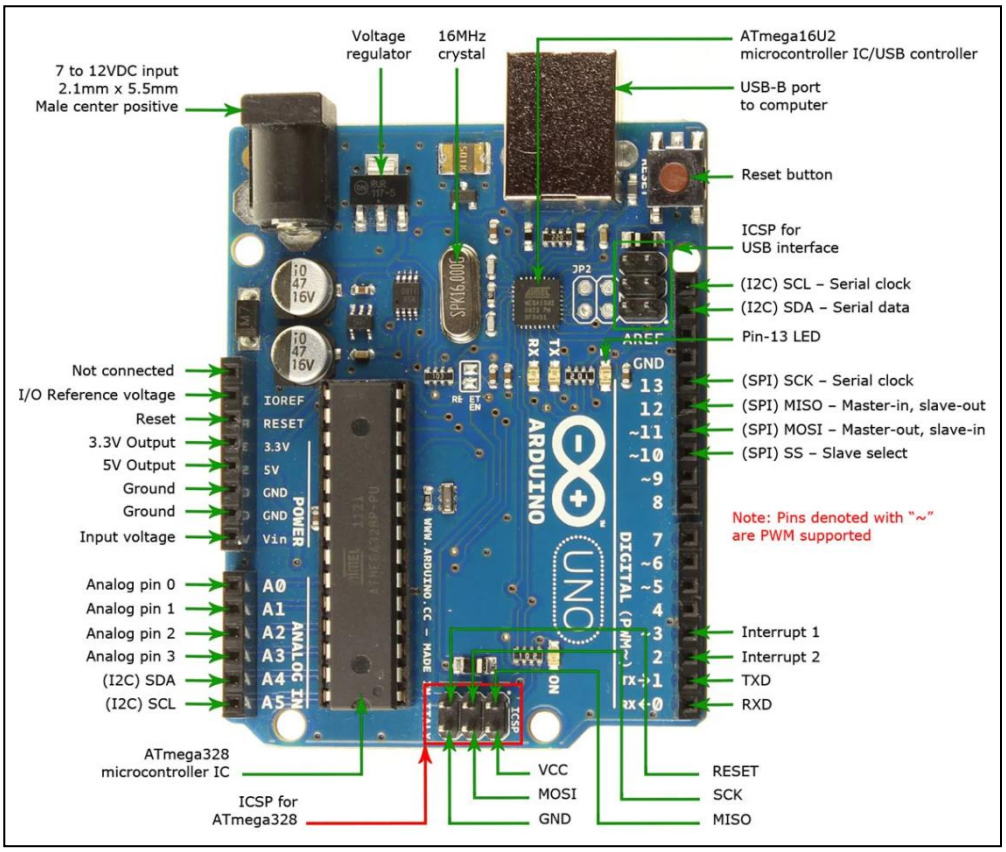
Arduino Uno adalah rangkaian mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (di mana pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16 MHZ, koneksi USB, power supply, header ICSP, dan tornbol reset. Board mikrokontroller ini menggunakan sumber daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai. Arduino UNO merupakan papan Board yang banyak digunakan untuk belajar pemrograman mikrokontroller di kalangan pelajar ataupun para hobi robotika, selain harganya terjangkau arduino jenis ini juga sangat mudah kita jumpai di pasaran dan juga banyak library program yang mendukung (Nahnu Afrianto, 2019)

Arduino merupakan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan memberikan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Mikrokontroler bertugas sebagai „otak“ yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Bahasa yang dipakai

dalam Arduino bukan bahasa assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang cenderung lebih mudah dipahami. Pada mikrokontroler yang lain, ada yang masih membutuhkan rangkaian loader yang terpisah untuk memasukkan program ke mikrokontroler. Selain itu dalam module arduino UNO pada gambar 2.1 sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB, sehingga memudahkan dalam membuat program mikrokontroler didalam arduino. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya

Tabel 2. 1 Sfesifikasi dari *Arduino uno***:**

Kategori	Spesifikasi
Mikrokontroler	ATmega328P
Kecepatan Clock	16 MHz
Memori Flash	32 KB (0.5 KB untuk bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
TeganganOperasi	5V
Input Tegangan	7V–12V (Via Vin/Jack DC), 5V (Via USB)
Pin Digital I/O	14 (6 pin mendukung PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11)
Pin Analog Input	6 (A0–A5, resolusi ADC 10-bit)
Arus Maks I/O Pin	40 mA per pin
Arus Maks 3.3V Pin	50 mA
Komunikasi	UART (1), SPI (1), I2C (1)
Dimensi PCB	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25 gram
Port USB	Type-B untuk daya dan pemrograman
Fitur Tambahan	ICSP Header, Built-in LED (pin 13), Reset Button



Gambar 2. 2 Arduino
(Sumber : *Google.com*)

6. Kabel *Jumper*

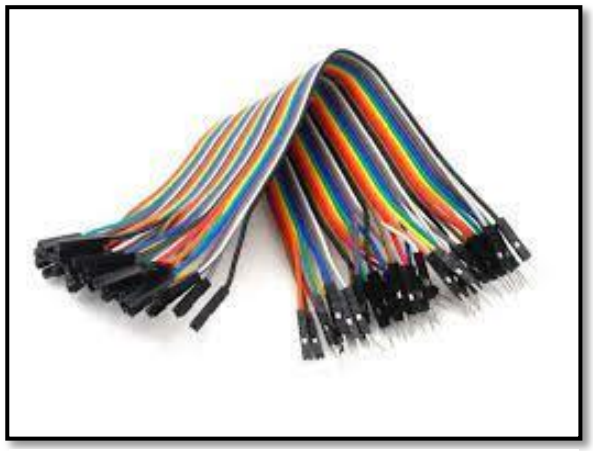
Kabel *jumper* merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Esp8266 tanpa memerlukan solder. Intinya, kegunaan kabel jumper ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

Kabel jumper biasanya digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya supaya lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. Konektor yang terdapat pada ujung kabel terdiri dari konektor jantan (male connector) dan konektor betina (female connector). Konektor female berfungsi untuk menusuk

dan konektor male berfungsi untuk ditusuk.Sederhananya, *kabel jumper* bekerja untuk menghantarkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lainnya yang dihubungkan. Hal ini terjadi karena di ujung dan di dalam kabel terdapat konduktor listrik kecil yang memang fungsinya untuk menghantarkan listrik.

Kabel jumper terdiri dari beberapa jenis dengan fungsi yang berbeda.

a. Kabel jumper Male to Male (M-M) memiliki pin logam di kedua ujungnya dan digunakan untuk menghubungkan jalur listrik atau sinyal pada breadboard.
b. Kabel jumper Male to Female (M-F) memiliki satu ujung dengan pin logam dan ujung lainnya dengan soket, sehingga cocok untuk menghubungkan Arduino dengan sensor atau modul elektronik.
c. Kabel jumper Female to Female (F-F) memiliki soket di kedua ujungnya dan digunakan untuk menyambungkan modul elektronik yang memiliki pin male.



Gambar 2. 2 Kabel jumper
(Sumber : *Google.com*)

Kabel jumper Male to Male (M-M) memiliki pin logam di kedua ujungnya, dengan panjang 10–30 cm, diameter 26–28 AWG, isolasi PVC atau silikon, dan tegangan kerja 3.3V–5V, cocok untuk koneksi antar breadboard. Kabel jumper Male to Female (M-F) memiliki satu ujung pin (male) dan satu ujung soket (female), digunakan untuk menghubungkan Arduino ke sensor atau modul, dengan spesifikasi serupa. Sementara itu, kabel jumper Female to Female (F-F) memiliki soket di kedua ujungnya, ideal untuk menyambungkan modul elektronik dengan pin male, dengan panjang dan spesifikasi teknis yang sama.

7. *Load Cell*

Load cell adalah sebuah transduser elektronik yang mengonversi gaya atau beban yang diterapkan padanya menjadi sinyal listrik yang dapat diukur. *Load cell* sangat umum digunakan dalam berbagai aplikasi pengukuran berat dan gaya, seperti dalam skala industri, sistem pengukuran berat kendaraan, pengujian material, dan banyak lagi.

Penjelasan dan fungsi *load cell* dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Prinsip Kerja: *Load cell* bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi listrik ketika diberi beban. *Load cell* biasanya terbuat dari bahan elastis, seperti logam, yang mengalami deformasi ketika beban diterapkan padanya. Perubahan deformasi ini mengakibatkan perubahan dalam sirkuit elektrik di dalam *load cell*, yang kemudian diukur dan dikonversi menjadi nilai berat atau gaya yang dapat dibaca.
b. Berbagai Jenis: Ada beberapa jenis *load cell*, termasuk *load cell* tegas (*strain gauge load cell*), *load cell piezoelektrik*, dan *load cell hidrolik*.

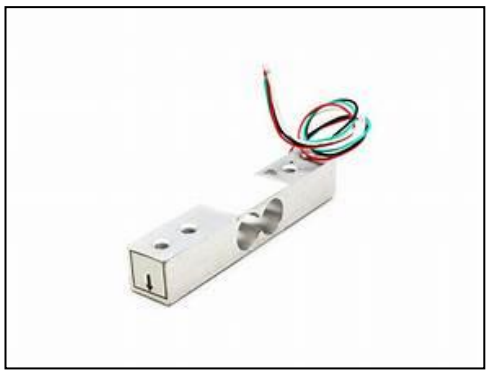
Masing-masing jenis memiliki prinsip kerja dan aplikasi yang sedikit berbeda.

c. Aplikasi: *Loadcell* digunakan dalam berbagai aplikasi di mana pengukuran berat atau gaya diperlukan. Contohnya termasuk:
    1) Industri: Pemantauan berat dalam proses produksi, pengukuran berat bahan mentah, kontrol kualitas, dll.
    2) Transportasi: Pengukuran berat kendaraan di jalan tol atau stasiun timbangan truk.
    3) Pengujian Material: Pengukuran gaya dalam pengujian material untuk menentukan kekuatan dan elastisitasnya.
    4) Medis: Penggunaan dalam peralatan medis untuk pengukuran berat pasien atau beban lainnya.
d. Keuntungan: *Load cell* memiliki beberapa keuntungan, termasuk akurasi tinggi, respons cepat, dan kemampuan untuk mengukur berbagai tingkat beban dengan presisi yang tinggi. Mereka juga cenderung tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras, seperti suhu ekstrim atau kelembaban.
e. Kalibrasi: Penting untuk secara teratur mengkalibrasi *load cell* agar memastikan akurasi pengukuran yang tepat. Ini melibatkan membandingkan hasil pengukuran *load cell* dengan standar referensi yang diketahui.

Jadi, secara keseluruhan, *load cell* adalah perangkat penting dalam berbagai aplikasi pengukuran berat dan gaya yang memungkinkan konversi beban fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diukur dengan akurat.

Tabel 2. 2 Sfesifikasi dari *Load cell* :

Spesifikasi	**Load Cell**
Kapasitas	10 kg
Tipe	Cell dorong
Ouput	mV/V (millivolt per volt)



Gambar 2. 3 *loadcell*
(Sumber : *Google.com*)

8. HX711

HX711 adalah sebuah chip pengubah antarmuka analog ke digital (ADC) yang sangat akurat dan mudah digunakan. Chip ini umumnya digunakan untuk mengukur berat dalam berbagai aplikasi, terutama pada timbangan digital. Berikut adalah penjelasan singkat tentang fungsi dan cara kerja HX711:

a. Fungsi Utama:

1) Mengonversi sinyal analog dari sensor berat menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler atau perangkat digital lainnya.
2) Meningkatkan resolusi pembacaan berat dengan menggunakan teknik penguatan (gain) yang dapat diatur.

b. Cara Kerja:

1) HX711 menerima sinyal analog dari sensor berat, seperti sensor strain gauge, load cell, atau jenis sensor berat lainnya.
2) Sinyal analog ini diperkuat dan diubah menjadi sinyal digital dengan resolusi yang tinggi.
3) Nilai digital yang dihasilkan kemudian dapat dibaca oleh mikrokontroler, seperti Arduino, Raspberry Pi, atau perangkat lainnya, melalui antarmuka serial, seperti SPI atau I2C.

c. Fitur Utama:

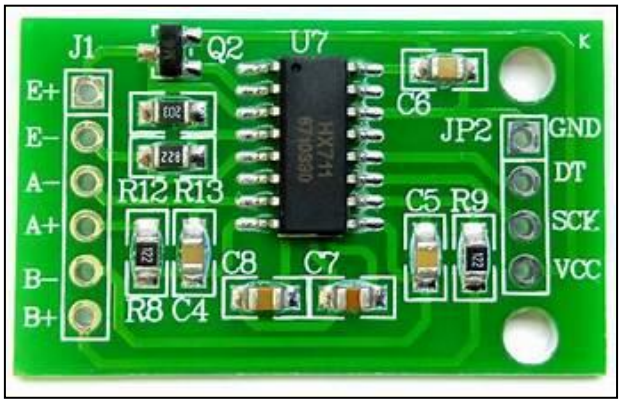
1) Penguatan (Gain): HX711 memiliki pilihan penguatan yang dapat diatur, biasanya 32x atau 64x, yang memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan rentang pembacaan sesuai dengan kebutuhan aplikasi.
2) Interfacing yang Mudah: Chip ini dapat berinteraksi dengan mikrokontroler atau perangkat digital lainnya melalui protokol komunikasi serial yang umum digunakan, seperti SPI atau I2C.
3) Resolusi Tinggi: HX711 memiliki resolusi yang tinggi, yang memungkinkan pengukuran berat dengan akurasi yang baik.
4) Kemampuan Pengukuran Dual Channel: Beberapa varian HX711 mendukung pengukuran dari dua sumber sensor berat secara bersamaan.

d. Aplikasi:

1) Timbangan digital: HX711 sering digunakan dalam pembuatan timbangan digital untuk aplikasi rumah tangga, industri, atau laboratorium.
2) Pengukuran berat dalam sistem kontrol otomatis: Chip ini juga dapat digunakan untuk mengukur berat dalam sistem kontrol otomatis, seperti dalam proses produksi atau pengendalian inventaris.
3) Pengukuran berat pada alat medis: HX711 dapat digunakan dalam aplikasi medis, seperti alat-alat bantu perawatan kesehatan yang memerlukan pengukuran berat yang akurat.

Tabel 2. 3 Sfesifikasi dari *HX711*:

Spesifikasi	**HX711**
Resolusi ADC	24 bit
Penguatan	64x
Tegangan Operasi	2.6V hingga 5.5V



Gambar 2.5 *HX711*
(Sumber : *Google.com*)

Dengan kombinasi kemampuan akurasi tinggi, penguatan yang dapat diatur, dan antarmuka yang mudah digunakan, HX711 merupakan pilihan yang populer untuk aplikasi pengukuran berat digital.

9. Ardiuno IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sketsa pemrograman, atau dengan kata lain Arduino IDE merupakan pendukung pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini sangat berguna untuk mengedit, membuat, mengunggah board tertentu dan mengkode beberapa program. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, dilengkapi dengan pustaka C/C++ (koneksi kabel) yang memudahkan pengoperasian input/ouput.

a. Fungsi Arduino IDE

(Integrated Development Environment) dapat menulis sketch. Sketch ditulis dalam suato editor sebuah teks dan disimpan dengan ekstensi .ino. Teks editor yang ada pada Arduino IDE yang memiliki fitur untuk cut and paste dan search and replace sehingga programmer dapat lebih mudah dalam melakukan penulisan kode program. Tidak hanya itu saja software Arduino IDE juga mempunyai fitur message box, yang mempunyai warna hitam guna menampilkan sebuah status seperti pesan error, compile, dan melakukan program. Di bagian paling kanan dari software ini juga menunjukkan sebuah board yang terkonfigurasi sekaligus COM Ports yang mau digunakan

Menu-menu yang ada pada software Arduino IDE

1) *Verifiy*

Verifiy yang tersedia pada Arduino IDE digunakan sebagai pemeriksaan kode program yang telah kami buat. Apakah sudah benar atau belum, jika belum nanti akan muncul sebuah message box yang memberitahukannya**.**

2) *Menu*

Menu upload idgunakan sebagai untuk untuk mengupload sketch yang telah selesai ke board Arduino. Jika menggunakan menu upload maka akan otomatis Arduino IDE akan melakukan sebuah verify lebih dulu sebelum melakukan proses upload.

3) *New*

Menu new berfungsi sebagai membuat halaman sketch baru.

4) *Open*

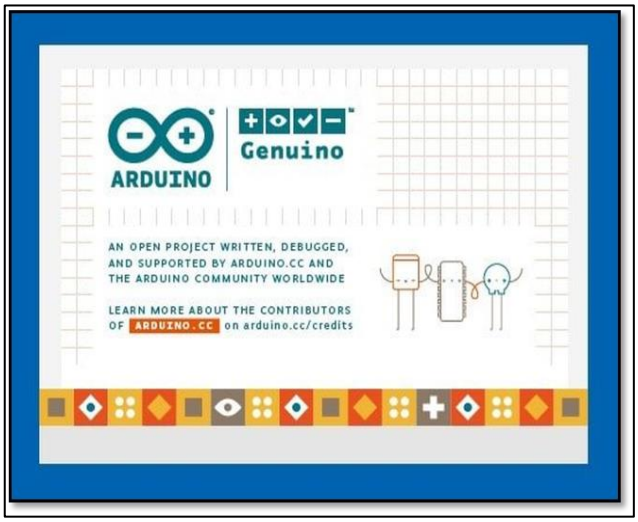
Menu open fungsinya digunakan untuk membuat proyek sketch yang sudah tersimpan di dalam folder sebelumnya.

5) *Save*

Menu save berguna untuk melakukan penyimpanan sketch yang sudah dibuat.

6) *Serial Monitor*

Menu *serial monitor* digunakan untuk membuka *serial monitor* untuk menampilkan sebuah jendela yang dikirimkan atau dipertukarkan antara skecth dan Arduino pada port serialnya.



Gambar 2. 4 *Arduino* IDE
(Sumber : *Google.com*)

10. Termokopel

Termokopel (*Thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "Thermo-electric". Efek Thermo-electric pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann Seebeck pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek "Seeback".

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (*Temperature*). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahaan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu

berkisar diantara -200˚C hingga 2000˚C. Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap goncangan/getaran dan mudah digunakan.

Tabel 2. 4 Sfesifikasi dari *Sensor DHT 22*

Mikrokontroller	**DHT 22**
Suhu Operasional	-200^{o}C - 1260^{o}C
Akurasi Pengukuran suhu	±1.5°C atau ±0.4% ±2.5°C atau ±0.75%.
Ouput Tegangan	0 hinggSekitar 54.9 mV pada 0°C hingga 1372°C.
Respon Waktu	1-2 detik
Jenis Konektor	Miniature (flat pin) atau standar (bulat)



Gambar 2. 5 Termokopel
(Sumber : *Google.com*)

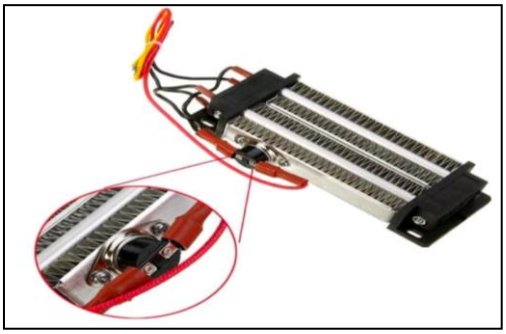
11. Heater

Heater merupakan sebuah elemen panas dari energi listrik yang dirubah menjadi energi panas. Ada 2 jenis *heater*, yang pertama *heater* dc dimana heater ini menggunakan tegangan searah yang dirubah menjadi energy panas,yang kedua heater ac dimana heater ini menggunakan tegangan bolak-balik yang dirubah menjadi energi panas. (Kusumawardani et al., 2023)

Pemanasan adalah proses penting di berbagai industri, yang memengaruhi produktivitas, efisiensi, dan kualitas produk. Salah satu komponen utama dalam sistem pemanas adalah elemen pemanas. Elemen pemanas berperan penting dalam mengubah energi listrik menjadi panas yang dibutuhkan untuk berbagai proses, mulai dari pemanasan udara, pemanasan cairan, hingga pemanasan permukaan.

Tabel 2. 5 Sfesifikasi dari *Heater* :

Spesifikasi	**Heater**
Material	Alumina
Suhu operasi	100°C
Daya	500W
Tegangan	220V



Gambar 2. 6 Ceramic heating element
(Sumber : *Google.com*)

12. Fan

Fan adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara. Perangkat ini bekerja dengan cara memutar bilah-bilah (baling-baling) yang dirancang untuk menggerakkan udara atau gas di sekitarnya.

Fan 220V merupakan perangkat yang menggunakan listrik dengan tegangan 220 volt sebagai sumber energinya. Tegangan 220V ini adalah standar listrik yang umum digunakan di banyak negara, termasuk Indonesia.

Tabel 2. 6 Sfesifikasi dari :

Spesifikasi	**Fan**
Material	Alumina
Tegangan	AC 220V/240V
Current	0.14A
Size	120X120X38mm



Gambar 2. 7 *Fan* 220v
(Sumber : *Google.com*)

13. Relay

Relay adalah sebuah komponen elektronika yang memungkinkan untuk mengendalikan arus listrik besar dengan menggunakan arus listrik yang lebih

kecil. Prinsip kerja *relay* didasarkan pada prinsip elektromagnetisme. Ketika arus listrik kecil mengalir melalui gulungan kawat (coil) pada inti besi yang lunak, inti besi tersebut menjadi magnet. Ini mengakibatkan inti besi menarik kontak saklar sehingga terjadi penyambungan arus listrik besar. Sebaliknya, ketika arus lemah pada gulungan kawat diputuskan, maka saklar akan terputus dan arus listrik besar tidak dapat mengalir.(Atmaja & Sembiring, n.d.)

Tabel 2. 7 Sfesifikasi dari *Relay 2 channel* :

Spesifikasi	***Relay* 2 *Channel***
Tengantgamn suplay	-3.75V to 6V
Arus diam	2mA
Arus saat *relay* aktif	~70mA
Relay tengangan kontak maksimum	-250VAC or 30VAC
Relay arus maksimum	-10A



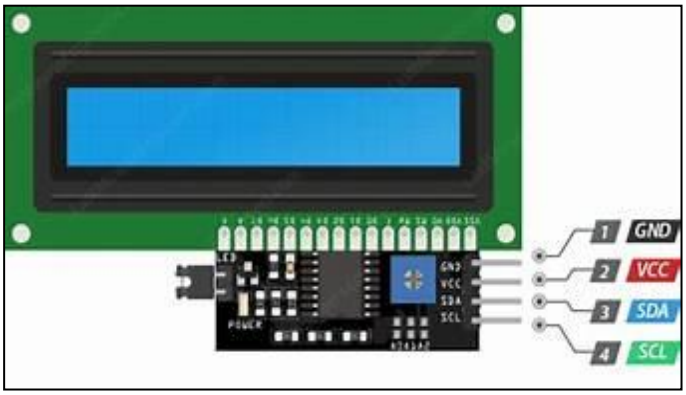
Gambar 2. 8 Relay 2 channel
(Sumber : *Google.com*)

14. LCD 16X2 I2C (Liquid Crystal Display)

LCD I2C adalah modul tampilan Liquid Crystal Display (LCD) yang menggunakan antarmuka I2C (Inter-Integrated Circuit) untuk komunikasi dengan mikrokontroler seperti Arduino. Modul ini biasanya digunakan pada LCD 16x2 atau 20x4 untuk mengurangi jumlah pin yang diperlukan, sehingga hanya membutuhkan dua pin data (SDA dan SCL) untuk berkomunikasi. LCD I2C bekerja pada tegangan 5V, dilengkapi dengan potensiometer untuk mengatur kontras tampilan, serta memiliki backlight yang dapat dinyalakan atau dimatikan sesuai kebutuhan. Modul ini sangat cocok digunakan dalam proyek mikrokontroler karena lebih efisien dalam penggunaan pin dibandingkan LCD paralel biasa.

Tabel 2. 8 Sfesifikasi Lcd I2C

Parameter	Detail
Ukuran Tampilan	16 kolom x 2 baris
Tegangan Operasi	5V DC
Protokol Komunikasi	I2C (Alamat default: 0x27 atau 0x3F)
Pin I2C	SDA (data), SCL (clock)
Konsumsi Daya	~30mA (backlight aktif), ~1mA (backlight nonaktif)
Pengaturan Kontras	Potensiometer pada modul I2C
Backlight	LED hijau atau biru (dapat dikontrol)
Dimensi	80 mm x 36 mm x ~12 mm
IC Modul I2C	PCF8574
Suhu Operasional	-20°C hingga 70°C



Gambar 2. 9 LCD I2C
(Sumber : *Google.com*)

15. Bahasa Pemrograman berbasis bahasa C

Program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. Walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level language) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari para programer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya

a. Bahasa C merupakan bahasa

Telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.

b. Bahasa C merupakan bahasa yang portabel

Dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.

c. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat popular

Banyak digunakan oleh programer berpengalaman sehingga kemungkinan besar library pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.

d. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular

Tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi *(function)* dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.

e. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah

Bahasa tingkat menengah sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras. Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama main. Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa prosedural yang menerapkan konsep runtutan (program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan), maka apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut dibawah fungsi utama, maka kita harus menuliskan bagian prototipe (*prototype*), hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada kompiler daftar fungsi yang akan digunakan di dalam program. Namun apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian prototipe diatas.

16. Dasar Pemograman

Dasar pemrograman adalah konsep dan prinsip fundamental yang perlu dipahami oleh seseorang yang ingin belajar atau bekerja dalam bidang pemrograman. Berikut hal yang perlu dipahami dalam pada dasar pemrograman:

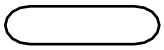
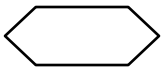
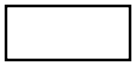
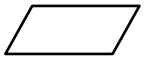
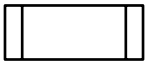
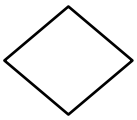
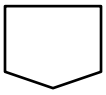
a. *Algoritma*

Algoritma ialah susunan secara berurut langkah-langkah logis penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis. Artinya algoritma akan memberikan keluaran yang dikehendaki dari sejumlah masukan yang diberikan (Ade Hastuty Hasyim, 2021).

b. *Flowchart*

Flowchart dalam bahasa indonesia diterjemahkan sebagai *diagram* alir. Dari dua kata ini, maka dapat kita bayangkan bahwa *flowchart* ini berbentuk *diagram* yang bentuknya dapat mengalirkan sesuatu. *Flowchart* adalah refresentasi grafik dari langkah-langkah yang harus diikuti dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang terdiri atas sekumpulan simbol, dimana masing-masing simbol mempersentasikan suatu kegiatan tertentu(Ade Hastuty Hasyim, 2021).

Tabel 2. 9 *Flowchart*

No.	Simbol	Nama	Fungsi
1		*Terminator*	Permulaan/akhir program
2		Garis Alir (*Flow Line*)	Arah aliran program
3		*Preparation*	Proses inisialisasi program/pemberian nilai awal
4		Proses	Proses perhitungan/proses pengolahan data
5		Input/Output Data	Proses input/output data, parameter, informasi
6		*Predefined process (sub program)*	Permulaan sub program/proses menjalankan sub program
7		*Decision*	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk data langkah selanjutnya
8		*On Page Connector*	Penghubung bagian-bagian *Flowchart* yang berada pada halaman berbeda
9		*Off Page Connector*	Penghubung bagian-bagian *Flowchart* yang pada halaman berbeda

17. Rumus Mencari Eror

a. Rumus eror absolut

Eror Absolut = |X eksperimen-X referensi|…….(1)

Keterangan :

1) Xeksperimen = Nilai hasil eksperimen (nilai yang diperoleh dari pengukuran atau percobaan).

2) nXreferensiX_{\text{referensi}}Xreferensi = Nilai referensi atau nilai yang dianggap benar (misalnya nilai teoritis, standar, atau hasil dari literatur).
3) |...| = Simbol nilai absolut yang memastikan hasilnya selalu positif, tanpa memperhitungkan apakah XeksperimenX_{\text{eksperimen}}Xeksperimen lebih besar atau lebih kecil dari XreferensiX_{\text{referensi}}Xreferensi.

b. Rumus eror mencari relatif

$$\text{Eror relatif} = \frac{\text{Eror absolut}}{\text{Nilai Referensi}} \text{ X } 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\

Kedua, variabel bebas langsung dimanipulasi oleh peneliti. Berikut beberapa kareakteristik penting dari penelitian eksperimen.

Dalam penelitian eksperimen terdapat dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok tersebut sedapat mungkin sama (homogen) atau mendekati sama karakteristiknya. Pada kelompok eksperimen diberikan pengaruh atau treatment tertentu, sedangkan pada kelompok kontrool tidak diberikan. Selanjutnya proses penelitian berjalan dan diobservasi untuk menentukan perbedaan atau perubahan yang terjadi pada kelompok eksperimen. Tentunya perbedaan tersebut merupakan hasil bandingan keduanya.

Beberapa Bentuk Desain Penelitian Eksperimental:

a. Pre-experimental Design

   Digunakan untuk melakukan studi pendahuluan, sebelum dilakukan eksperimen sebenarnya atau kuasi eksperimen. Masih terdapat variabel luar yang ikut berpengaruh terhadap terbentuknya variable dependen. Hasil eksperimen yang merupakan variabel dependen itu akan semata-mata dipengaruhi oleh variabel independen. Hal ini dikarenakan tidak adanya variabel kontrol dan sampel tidak dipilih secara random. Dalam Pre-eksperimenta ini terdapat tiga alternatif design sebagai berikut:

   1) One-Shot case study

      Jenis one-shot case study dimaksudkan untuk menunjukan kekuatan pengukuran dan nilai ilmiah suatu design penelitian.

   2) The one group pretest-posttest design

Perbedaan dengan design pertama adalah untuk the one group pretest-posttest design terdapat pretest sebelu diberi perlakuan, hasil perlakuan dapat diketahui dengan lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan.

3) The static-group comparison

Penelitina jenis ini menggunakan satu group yang dibagi menjadi dua, yang satu memperole hstimulus eksperimen (yang diberi perlakuan) dan yang lain tidak mendapatkan stimulus apapun sebagaialat kontrol. Masalah yang akan muncu dalam design ini adalah menyangkut resiko penyeleksian terhadap subjek yang akan diteliti. Oleh karena itu, group tersebut harus dipilih secara acak.

b. True Experimental Design

Disebut sebagai true experiments karena dalam design ini peneliti dapat mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Jadi, validitas internal (kualitas pelaksanaan rancangan penelitian) menjadi tinggi. Jenis penelitian yang termasuk dalam True Expeiments adalah:

1) Pretest-postest control group design

Dalam design ini terdapat dua grup yang dipilih secara random kemudian diberi pretest untuk mengetahui perbedaan keadaan awal antara group eksperimen dan group kontrol. Hasil pretest yang baik adalah jika nilai group eksperimen tidak berbeda secara signifikan.

2) Postest-only control group design

Dalam design ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random. Jika ada perbedaan yang signifikan antar grup eksperimen dan grup kontrol maka perlakuan yang diberikam berpengaruh secara siginifikan.

c. Factorial Design

Design faktorial merupakan suatu tindakan terhadap suatu variabel atau lebih yang dimanipulasi secara simultan agar dapat mempelajari pengaruh setiap variabel terikat atau pengaruh yang diakibatkan adanya interaksi anta beberapa variabel.

d. Quasi experimental design

Quasie experiments disebut juga dengan ekspeerimen pura-pura. Bentuk design ini merupakan pengembangan true experiments yang sulit dilaksanakan. Design ini mempunyai variabel kontrol tetapi tidak digunakan sepenuhnya untuk mengontrol variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen. Design digunakan jika peneliti dapat melakukan kontrol atas berbagai variabel yang berpenaruh, tetapi tidak cukup untuk melakukan eksperimen yang sesungguhnya. Dalam eksperimen ini, jika menggunakan random tidak diperhatikan aspek kesetaraan maupun grup kontrol.

19. Metode Black Box

Metode *black box*, dalam konteks pengujian perangkat lunak, merujuk pada pendekatan di mana pengujian dilakukan tanpa memperhatikan struktur internal atau logika dari perangkat lunak yang diuji. Dalam metode ini, pengujian

dilakukan hanya berdasarkan input dan output yang dihasilkan oleh perangkat lunak, tanpa memperhatikan bagaimana perangkat lunak tersebut melakukan proses internalnya. Dalam keseluruhan, metode *black box* adalah pendekatan yang berguna dalam pengujian perangkat lunak yang fokus pada fungsionalitas eksternal dan pengalaman pengguna, tanpa memperhatikan detail internal implementasi perangkat lunak Sahidin, S. (2023).

Berikut adalah contoh pengujian *blackbox testing* study kasus Pengujian *Black Box Prototype* Absensi Mahasiswa dengan *Fingerprint* Berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem informasi cara kerja alat yang dugunakan dalam pembuatan absensi Mahasiswa dengan *Fingerprint* Berbasis *Internet of Things* (IoT) bertujuan untuk mengetahui kegunaan alat yang akan digunakan. Berikut adalah beberapa penjelasan dari tabel uji:

a. Hasil yang diharapkan adalah hasil yang ingin dicapai selama test
b. Hasil uji adalah laporan atau dokumentasi yang merangkum temuan dari proses pengujian.
c. Keterangan apakah sukses atau tidak

Tabel 2. 10 *Black Box Testing* Pengujian Alat

No	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasi uji	Ket
1	Fingerprint Sensor	Dapat melakukan scan pendaftaran sidik jari dan scan verifikasi sidik jari	Sesuai	Sukses
2	NodeMCU ESP32	Dapat terkoneksi dengan jaringan WiFi.	Sesuai	Sukses
3	*Buzzer*	Dapat berbunyi ketika sidik jari cocok dan akan bunyi jika data sidik jari di hapus dari web dan alat fingerprint sensor	Sesuai	

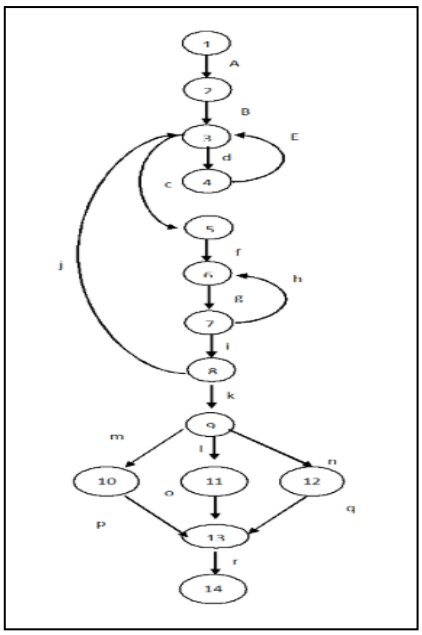


Gambar 2. 10 Contoh Black box Testing
(Sumber : *Google.com*)

20. Metode White Box

Metode *white box*, juga dikenal sebagai pengujian struktural atau pengujian berbasis kode, adalah pendekatan dalam pengujian perangkat lunak di mana pengujian dilakukan dengan memperhatikan struktur internal dan logika dari perangkat lunak yang diuji. Dalam metode ini, pengujian dilakukan dengan memeriksa kode sumber perangkat lunak untuk memastikan bahwa semua jalur kode dieksekusi dan bahwa semua kondisi pengujian terpenuhi. Dalam keseluruhan, metode *white box* adalah pendekatan yang berguna dalam pengujian perangkat lunak yang fokus pada struktur dan logika internal perangkat lunak. Ini memungkinkan pengujian yang lebih menyeluruh dan membantu mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi dalam kode sumber Fadillah, H. (2024).

Berikut adalah contoh penguujian white box pada Pengujian White Box pada Program Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Menggunakan Teknik Basis Path (Nugroho et al., 2018).



Gambar 2. 11 Contoh *White Box Testing Flow Graph*
(Sumber : *Google.com*)

Setelah flow graph dibuat, selanjutnya adalah perhitungan cyclomatic complexity untuk mendapatkan banyaknya jalur yang dapat dilalui oleh program tersebut. Berikut cara untuk menghitung *cyclomatic complexity* dari *flow graph* diatas: Diketahui jumlah node yang ada adalah 14 dan jumlah edge yang ada adalah 18. Dengan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya didapatkan:

V(G) = E – N + 2

V(G) = 18 – 14 + 2

V(G) = 6

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil V(G)=6, yang berarti jalur yang dimiliki oleh *flow graph* diatas adalah 6 (enam) jalur. Dapat diketahui jalur yang dapat dilalui program tersebut adalah sebagai berikut:

Path 1 = 1-2-3-5-6-7-8-9-10-13-14

Path 2 = 1-2-3-5-6-7-8-9-11-13-14

Path 3 = 1-2-3-5-6-7-8-9-12-13-14

Path 4 = 1-2-3-4-3-5-6-7-8-9-10-13-14

Path 5 = 1-2-3-5-6-7-6-7-8-9-11-13-14

Path 6 = 1-2-3-5-6-7-8-3-5-6-7-8-9-12-13-14

Tabel 2. 11 *Graph Matric*

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		a												
2			b											
3				d	c									
4			e											
5						f								
6							g							
7						h		i						
8			j						k					
9										m	l	n		
10													p	
11													o	
12													q	
13														r
14														

Tabel 2. 12 *Connection Matric*

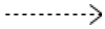
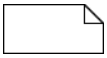
Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Koneksi
1		1													=1-1=0
2			1												=1-1=0
3				1	1										=2-1=1
4			1												=1-1=0
5						1									=1-1=0
6							1								=1-1=0
7						1		1							=2-1=1
8			1						1						=2-1=1
9										1	1	1			=3-1=2
10													1		=1-1=0
11													1		=1-1=0
12													1		=1-1=0
13														1	=1-1=0
14															

21. UML (Unified Modeling Language)

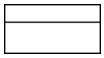
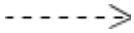
Unified Modeling Language adalah sebuah teknik pengembangan sistem yang menggunakan bahasa grafis sebagai alat untuk pendokumentasian dan melakukan spesifikasi pada sistem. *UML* adalah sebuah bahasa yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumen tasikan sistem piranti lunak.

UML merupakan metodologi untuk mengembangkan sistem OOP dan sekelompok tool untuk mendukung pengembangan sistem tersebut. *UML* mulai diperkenalkan oleh *Object Management Group*, sebuah organisasi yang telah mengembangkan model, teknologi, dan standar *OOP* sejak tahun 1980-an. Seperti bahasa - bahasa lainnya, *UML* mendefinisikan notasi dan Syntax/semantik. Setiap bentuk memiliki makna tertentu, dan *UML* Syntax mendefinisikan bagaimana bentuk – bentuk tersebut dapat dikombinasikan. Notasi *UML* terutama diturunkan dari 3 notasi yang telah ada sebelumnya : *Grady Booch OOD (Object – Oriented Design)*, *Jim Rumbaugh OMT (Object Modeling Technique)* dan Ivar Jacobson *OOSE (Object – Oriented Software Engineering). UML* memungkinkan pengguna untuk memodelkan struktur sistem perangkat lunak, termasuk kelas, objek, antarmuka, dan hubungan antara entitas-entitas tersebut. Adapun daftar simbol *UML* yaitu :

Tabel 2. 13 *Symbol Use Case Diagram*

No	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*Actor*	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan *Use Case*.
2		*Dependency*	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (*Independent*) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri.
3		*Generalization*	Hubungan dimana objek anak *(Descendent*) berbagai perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (*Ancestor*).
4		*Include*	Menspesifikasikan bahwa Use Case sumber secara Eksplisit.
5		*Extend*	Menspesifikasikan bahwa *use case* target memperluas perilaku dari *use case* sumber pada suatu titik yang diberikan.
6		*Association*	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.
7		Sistem	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
8		*Use Case*	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu *actor*.
9		*Collaboration*	Interaksi aturan-aturan dan elemen lain yang bekerja sama untuk menyediakan prilaku yang lebih besar dari jumlah dan elemen- elemennya (sinergi).
10		*Note*	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi.

Tabel 2. 14 *Symbol Class Diagram*

No.	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*Generalization*	Hubungan dimana objek anak *(descendent)* berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (*ancestor*).
2		*Nary Association*	Upaya untuk menghindari asosiasi dengan lebih dari 2 objek.
3		*Class*	Himpunan dari objek-objek yang berbagi atribut serta operasi yang sama.
4		*Collaboration*	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu *actor*
5		*Realization*	Operasi yang benar-benar dilakukan oleh suatu objek.
6		*Dependency*	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri *(independent)* akan mempegaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri
7		*Association*	Apa yang menghubungkan Antara objek satu dengan objek lainnya

Tabel 2. 15 *Symbol Squence Diagram*

No	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*LifeLine*	Objek *entity*, antarmuka yang saling berinteraksi. untuk menunjukkan kapan suatu objek atau entitas terlibat dalam proses dan kapan mereka tidak aktif.
2		*Message*	Spesifikasi dari komunikasi antar objek yang memuat informasi-informasi tentang aktifitas yang terjadi
3		*Message*	Spesifikasi dari komunikasi antar objek yang memuat informasi-informasi tentang aktifitas yang terjadi untuk menunjukkan bagaimana objek berinteraksi satu sama lain dan bertukar informasi selama jalannya proses.

Tabel 2. 16 *Symbol State Chart Diagram*

No	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*State*	Nilai atribut dan nilai link pada suatu waktu tertentu, yang dimiliki oleh suatu objek.
2		*Initial Pseudo State*	Bagaimana objek dibentuk atau diawali
3		*Final State*	Bagaimana objek dibentuk dan dihancurkan
4		*Transition*	Sebuah kejadian yang memicu sebuah state objek dengan cara memperbaharui satu atau lebih nilai Atributnya
5		*Association*	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.
6		*Node*	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi.

Tabel 2. 17 *Symbol Activity Diagram*

No.	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*Actifity*	Memperlihatkan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain
2		*Action*	State dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi
3		*Initial Node*	Bagaimana objek dibentuk atau diawali.
4		*Actifity Final Node*	Bagaimana objek dibentuk dan dihancurkan
5		*Fork Node*	Satu aliran yang pada tahap tertentu berubah menjadi beberapa aliran

B. Kajian Hasil Penelitihan Terdahulu

1. Desain sistem pengering cengkeh otomatis berbasis mikrokontroler ATMega32,Herry Setyawan,Darma Alif Wicaksono,Moh. Aan Auliq, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember pada penelitian ini akan digunakan untuk menyelesaikan dengan cara membuat alat

otomatis control suhu pada media pengeringan cengkeh berbasis Mikrokontroler ATMega32. Kegunaan alat ini adalah untuk mengurangi ketergantungan petani cengkeh terhadap cuaca yang tidak menentu saat ini, sehingga dengan kondisi cuaca apapun, para petani aman dari pembusukan cengkeh yang tidak kering sempurna.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Fredin Rimba Saputra, Fauzan Masykur, Angga Prasetyo mengenai Perancangan *Internet Of Things* (IoT) Pada Alat Pengering Biji Cengkeh Berbasis *Android*. Pada penelituan ini akan dibuat alat pengeringan cengkeh yang nantinya tidak mengandalkan sinar matahari dan dapat dilakukan malam hari dalam alat pengering menggunakan heater untuk pemanas cengkeh dalam pengeringan cengkeh alat ini berjalan dengan otomatis dengan set waktu yang ditentukan
3. Penelitihan yang dilakukan oleh Lita Asyriati Latif1 , Bambang Tjiroso mengenai Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengering Cengkeh Berbahan Bakar Biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pengering cengkeh dengan dilengkapi tungku biomasa sebagai sumber panasnya. Hasil penelitiannya adalah alat pengering surya terintergrasi dengan tungku biomassa mampu mengeringkan bahan hasil pertanian dengan cepat dan mempunyai nilai SMER dan efesiensi termal cukup tinggi serta proses pengeringan dapat dilakukan secara kontinu dengan bantuan energi biomassa
4. Penelitian yang diilakukan oleh Junaidi , Elmi Devia , Wasjud Satrio, mengenai Rancang Bangun Prototype Penjemuran Gabah Otomatis Berbasis

Internet of Things, tujuan dibuatnya alat ini untuk mempercepat proses penjemuran gabah karena adanya sistem yang dibangun untuk mengatasi kendala cuaca, hewan pengganggu dan datangnya waktu malam.

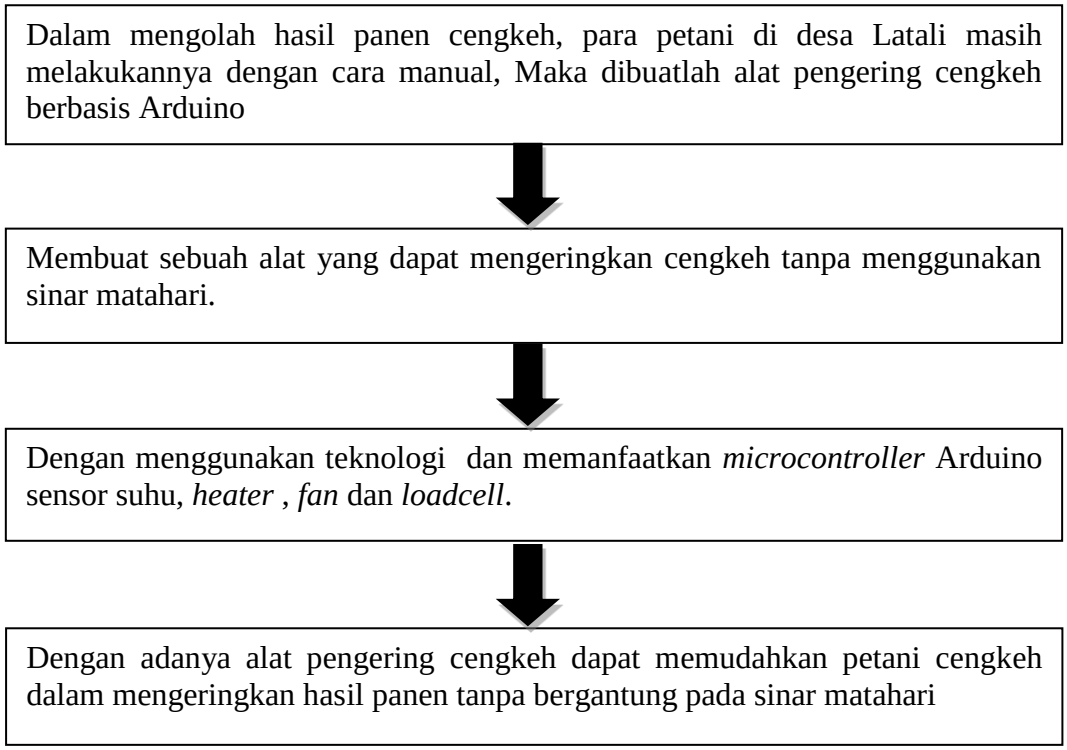
5. Penelitian yang dilakukan oleh Agustina Dwi Cahyani , Denda Dewatama , Leonardo Kamajaya mengenai Implementasi *Fuzzy Logic Control* Pada Alat Pengering Cengkeh Otomatis. Sensor suhu DS18B20 Sensor Loadcell Sensor YL-69 Mikrokontroller (Arduino Uno) Driver Heater Driver Exhaust Fan LCD 16x2 ESP 32 Internet HP (telegram) INPUT PROSES OUTPUT Gambar 1 Blok Diagram Sistem Prinsip atau cara kerja dari sistem ini adalah sensor suhu DS18B20, sensor loadcell, dan sensor kadar air sebagai input.

   Hasil dari perancangan alat ini adalah FLC Sugeno dapat mempertahankan suhu sesuai setpoint dengan baik, maka dengan itu dengan menggunakan metode FLC Sugeno dapat menghasilkan cengkeh dengan mutu tinggi.

6. Penelitihan yang dilakukan oleh Isma D (2008), mengenai Pola Distribusi Perdagangan Cengkeh Pada Desa Padarincang Kabupaten Serang Banten yang bertujuan Untuk mengetahui pola distribusi perdagangan cengkeh yang ada di Desa Padarincang. Dimana skala dengan perbandingan antara cengkeh basah dengan cengkeh kering adalah 3 : 1 artinya bahwa 3 kg cengkeh basah jika dikeringkan akan menyusut dan setelah menjadi kering beratnya akan menjadi 1 kg.

C. Kerangka Pikir

Untuk memperjelas kerangka pikir maka digambarkan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *eksperimen* Menurut Arboleda, penelitian *eksperimen* adalah penelitian di mana peneliti dengan sengaja melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih *variabel* dengan suatu cara yang dapat mempengaruhi *variabel* tersebut.

Menurut Kerlinger, penelitian eksperimen adalah penelitian di mana peneliti melakukan manipulasi dan kontrol terhadap satu atau lebih *variabel* bebas sekaligus pengamatan terhadap *variabel-variabel* lain yang terikat untuk menemukan variasi yang muncul karena adanya manipulasi tersebut.

B. Waktu Dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Kabupaten Sidenreng Rappang, Kecematan Panca Rijang, dan waktu penelitian dilakukan selama + 3 Minggu.

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian

No	Uraikan Kegiatan	Tahun 2024		
		Juni		
		Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
1	Studi Literatur			
2	Analisis Jurnal			

C. Alat dan bahan penelitian

Untuk melakukan proses penelitian dalam pembuatan aplikasi, maka diperlukan alat dan bahan guna mendukung kegiatan penelitian tersebut. Berikut

ini *alat* dan *bahan* yang digunakan dalam pembuatan Sistem Alat ini.

1. Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat prototipe alat pengering cengkeh berbasis *Arduino* dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Keras

NO	**Spesifikasi**	
1.	Merk laptop	Laptop *Asus*
2.	Processor Laptop	Intel Celeron N4000 COMPUTE CORES 2.6 GHz
3.	RAM Laptop	4,00 GB (HDD 1TB)

2. Perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat prototipe alat pengering cengkeh berbasis *Arduino* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Spesifikasi Perangkat Lunak

No	**Spesifikasi**	
1	Sistem Operasi	Windows 10
2	Tool Pemrograman	Arduino IDE
3	Bahasa Pemrograman	C

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat pengering cengkeh berbasis Arduino yaitu :

a. Alat

1) Arduino uno
2) Sensor termokopel
3) Kabel *jumper*
4) *Relay*
5) *Heater*
6) *Loadcell* 10 kg

7) HX711

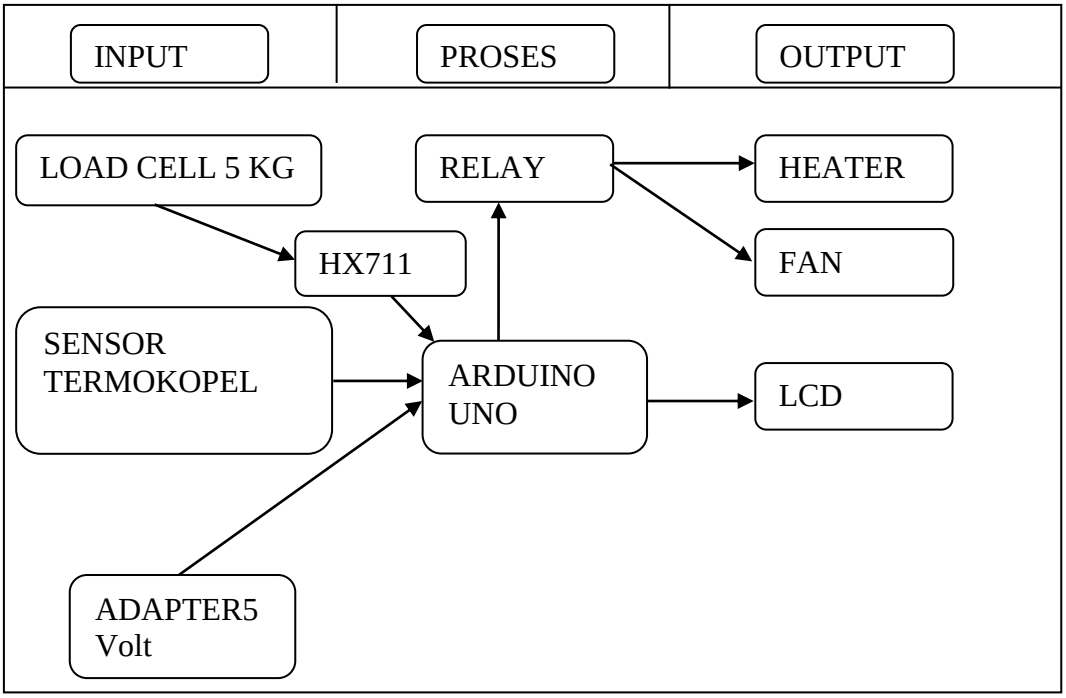
8) Fan

b. Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil upaya pengumpulan data para peneliti, yang kemudian akan dilakukan analisis tambahan untuk landasan perancangan sistem.

D. Perancangan Sistem

Perancangan alat pengering cengkeh berbasis *Arduino* dan sistem monitoring keadaan suhu dan berat pada alat pengering cengkeh serta berat dari cengkeh meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Adapun blok diagram yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Komponen-komponen pada blok diagram tersebut, antara lain:

1. Sensor Termokopel

   Berfungsi untuk mendeteksi suhu

2. *Heater*

   Berfungsi untuk meningkatkan suhu di dalam suatu ruangan atau sistem.

3. *Relay*

   Berfungsi sebagai saklar elektrik yang dapat mengontrol aliran listrik pada rangkaian tertentu.

4. *Arduino Uno*

   Berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memproses input dari sensor yang kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan.

5. *Android*

   Berfungsi sebagai media untuk memonitoring sistem ini

6. *Adaptor* 5 *volt*

   Berfungsi sebagai tegangan listrik

7. HX711

   Berfungsi sebagai penguat sinyal untuk sensor-sensor berat, seperti sensor strain gauge atau sensor beban. Sinyal dari sensor-sensor ini sangat kecil dan memerlukan penguatan sebelum dapat diolah lebih lanjut.

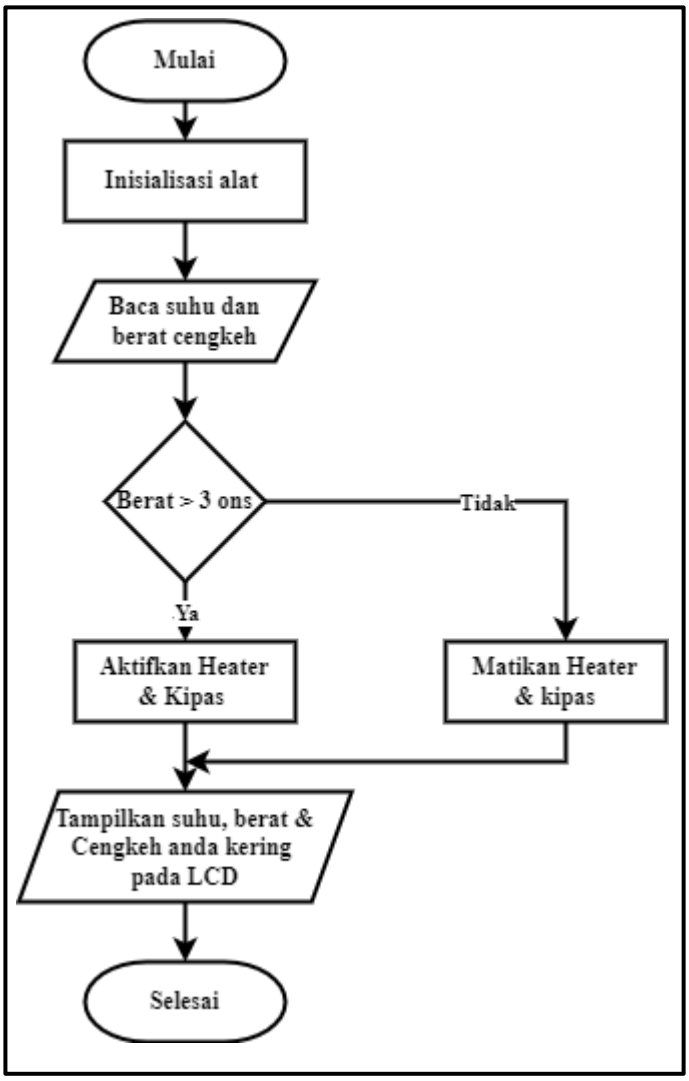
8. *Load Cell* 10 kg

   Berfungsi utama dari *loadcell* adalah mengubah gaya atau beban yang bekerja menjadi sinyal listrik yang dapat diukur.

9. *Fan*

Berfungsi untuk menghembuskan panas dari *heater*

1. *Flowchart*



Gambar 3. 2 *Flowchart* Cara Kerja Alat

Penjelasan dari gambar *flowchart* diatas adalah pertama yaitu melakukan inisialisasi alat, apabila alat telah terhubung maka alat akan membaca data sensor yang dihasilkan dari proses identifikasi suhu dan berat pada alat pengering cengkeh kemudian apabila kondisi terpenuhi yaitu > 3 ons maka *heater* dan kipas tetap aktif dan apabila kondisi tidak terpenuhi yaitu < 3 ons heater dan kipas *off* ,

apabila terpenuhi maka akan menampilkan suhu, berat dan cengkeh anda kering pada LCD.

2. Desain tampilan pada LCD

Alat ini menampilkan data pada LCD I2C berupa berat cengkeh, suhu ruang pengering, dan status pengeringan. Sensor berat mengukur perubahan massa cengkeh, sementara sensor suhu memantau kondisi pengeringan. Jika cengkeh sudah kering, layar akan menampilkan pesan **"Cengkeh Anda Kering"** sebagai notifikasi.



Gambar 3. 3 Desain Tampilan LCD

E. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang tepat yaitu dengan mempertimbangkan penggunaannya berdasarkan jenis data dan sumbernya. Data yang *objektif* dan relevan dengan pokok permasalahan penelitian merupakan indikator keberhasilan suatu penelitian. Pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Observasi

Merupakan metode pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan langsung kepada objek penelitian yaitu dengan mengunjungi dan mengamati alat pengering cengkeh atau yang sudah ada sebeleumnya.

2. Wawancara

Merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengadakan tanya jawab atau wawancara langsung kepada narasumber pada penelitian ini, peneliti melakukan wawancara langsung kepada pembuat alat pengering cengkeh.

3. Studi pustaka

Mengumpulkan data dengan mempelajari masalah yang berhubungan dengan objek yang diteliti, bersumber dari buku-buku pedoman, literatur yang disusun oleh para ahli untuk melengkapi data yang diperlukan dalam penelitian baik secara offline maupun online.

F. Metode Pengujian

Setelah perangkat yang dibutuhkan telah terpasang, selanjutnya dilakukan pengujian alat pengering cengkeh sebagai pengujian sistem secara keseluruhan. Apabila terdapat masalah pada pengujian sistem yang telah dibuat maka akan dilakukan identifikasi *erorr* dan melakukan perancangan dan perakitan ulang. Selain pengujian di atas dilakukan pula pengujian *black box* dan juga pengujian *white box.*

1. *Blackbox testing*

   Blackbox testing yaitu untuk menguji program alat yang dibuat apakah sudah berhasil atau tidak.

2. *Whitebox testing*

Whitebox testing yaitu untuk mengetahui struktur dan alur apakah prototipe alat pengering cengkeh berbasis nodemcu apakah sudah sesuai dengan ketentuan kemudian aplikasi tersebut untuk memperoleh hasil.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

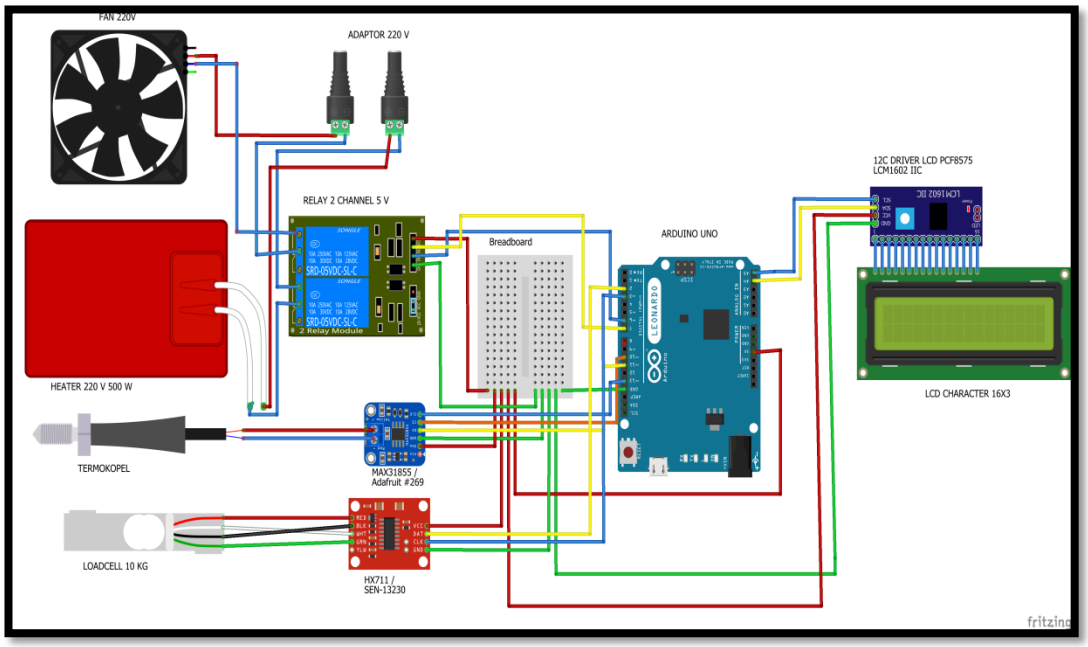
A. Perancangan Sistem

Pada penjelasan hasil dan analisis, penulis menjelaskan tentang beberapa komponen yang digunakan. Dalam hal ini penulis menjelaskan tentang prinsip kerja komponen yang digunakan, bagaimana menghubungkan komponen yang satudengan yang lain agar dapat menghasilkan suatu sistem yang dirancang sesuai apa yang menjadi rancangan penulis. Pada penulis ini membagi 2 (dua) pokok pembahasan dan menganalisa secara mendalam baik secara *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak), dimana dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pembuatan perangkat keras dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektroniknya. Rancangan ini menjelaskan beberapa rancangan komponen yang digunakan dan pengkoneksian komponen dengan searching beberapa referensi agar dapat memberikan tingkat akurasi. Hal ini dimaksudkan agar perancangan sistem alat pengering cengkeh Berbasis Arduino uno dapat berjalan sesuai dengan deskripsi awal yang telah direncanakan.

Adapun uriannya masing-masing perangkat keras yang digunakan sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Skema Keseluruhan Rangkaian Alat

Pada gambar diatas merupakan Skema menunjukkan sistem berbasis Arduino Uno yang mengontrol suhu dan berat menggunakan thermocouple untuk membaca suhu yang dikonversi melalui modul MAX31855, serta load cell dengan modul HX711 untuk mengukur berat hingga 10 kg. Data suhu dan berat ditampilkan pada LCD I2C, sementara heater dan kipas yang bertegangan 220V dikendalikan oleh relai 2 channel untuk menjaga suhu sesuai kebutuhan. Sistem ini menggunakan adaptor 220V sebagai sumber daya dan breadboard untuk menghubungkan seluruh komponen.

Tabel 4.1 Keterangan Pin LCD ke Arduino

No	Pin LCD	Pin Arduino Ke LCD
1	VCC	5V Arduino ke VCC LCD
2	GND	GND Arduino ke GND LCD
3	SCL	A5 Arduino ke SCL LCD
4	SDA	A4 Arduino ke SDA LCD

Tabel 4.2 Keterangan Pin Hx711 Ke Arduino

No	Pin HX711	Pin Arduino Ke HX711
1	VCC	Pin 5V Arduino ke VCC HX711
2	GND	Pin GND Arduino ke GND HX711
3	DT	Pin 2 Arduino ke DT HX711
4	SCK	Pin 3 Arduino ke SCK HX711

Tabel 4.3 Keterangan Pin Relay Ke Arduino

No	Pin Relay	Pin Arduino Ke Relay
1	VCC	Pin 5V Arduino ke VCC Relay
2	GND	Pin GND Arduino ke GND Relay
3	IN 1	Pin 6 Arduino ke IN 1 Relay
4	IN 2	Pin 7 Arduino ke IN 2 Relay

Tabel 4.4 Keterangan Pin Max31855 ke Arduino

No	Pin MAX31855	Pin Arduino Ke MAX31855
1	VCC	Pin 5V Arduino ke VCC MAX31855
2	GND	Pin GND Arduino ke GND MAX31855
3	CS	Pin 10 Arduino ke CS MAX31855
4	SO	Pin 11 Arduino ke SO MAX31855
5	SCK	Pin 13 Arduino ke SCK MAX31855

2. Perancangan perangkat lunak (*software*)

a. Flowchart Sistem



Gambar 4. 2 Flowchart Sistem

Pada Gambar 4.2 diatas merupakan flowchart perancanagan perangkat lunak yang dimulai dari mengktifkan power supply, semua komponen akan aktif. Pada Sensor termokopel akan membaca suhu di dalam oven dan sensor loadcell akan membaca berat pada cengkeh didalam oven dan relay akan menyala dan mematikan heater dan fan secara otomatis. Data suhu, Berat dan keringan cengkeh dapat dilihat di LCD.

b. Pembuatan software

Aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino adalah *software* yang digunakan sebagai media untuk memprogram board Arduino. Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat sketsa pemrograman atau dalam istilah lain Arduino IDE sebagai media pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE bermanfaat untuk mengedit, membuat, mengunggah ke papan terperinci, dan mengkodekan paket tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++ (wiring), yang membuat operasi enter/output lebih mudah. Didalam program Arduino terdapat *Library* dan Coding program Berikut penerapan codingnya:

1. Deklarasi library

Bagian ini mengimpor pustaka yang diperlukan untuk perangkat keras yang digunakan.

a. **Wire.h**: Digunakan untuk komunikasi I2C.

b. **LiquidCrystal_I2C.h**: Mengontrol layar LCD melalui I2C.

c. **max6675.h**: Untuk membaca data suhu dari sensor MAX6675.

d. **HX711.h**: Untuk membaca data dari load cell (sensor berat).

```
#include <Wire.h>                // Library untuk komunikasi I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h>   // Library untuk LCD I2C
#include <max6675.h>             // Library untuk MAX6675 (Thermocouple)
#include <HX711.h>               // Library untuk HX711 (Load Cell)
```

Deklarasi objek dan pin untuk perangkat keras:

a. **LCD**: Inisialisasi layar LCD.

b. **Thermocouple**: Mengatur pin komunikasi untuk sensor suhu MAX6675.

c. **HX711**: Mengatur pin komunikasi untuk sensor berat.

d. **Kontrol *Heater/Fan***: Pin untuk menghidupkan/mematikan heater dan fan.

e. **Variabel Berat**: Menyimpan nilai berat dalam kilogram atau ons.

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);  // Alamat LCD I2C, ukuran 16x2
#define SO_PIN 11
#define CS_PIN 10
#define SCK_PIN_TEMP 13
MAX6675 thermocouple(SCK_PIN_TEMP, CS_PIN, SO_PIN);

#define DT_PIN 2
#define SCK_PIN_LOADCELL 3
HX711 scale;

#define HEATER_PIN 6
#define FAN_PIN 7

float rawWeight = 0.0;
float driedWeight = 0.3;
float maxWeightInOns = 300.0;
const float gramToOns = 100.0;
```

3. Setup Sistem

Fungsi setup() untuk inisialisasi perangkat keras:

a. **Serial Monitor**: Digunakan untuk debugging.

b. **LCD**: Diinisialisasi dan diatur untuk menampilkan pesan awal.

c. **HX711**: Diatur untuk membaca data berat.

d. **Kontrol *Heater/Fan***: Disiapkan sebagai output.

e. **Tampilan Awal**: Menampilkan pesan "System Ready".

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  pinMode(HEATER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);

  scale.begin(DT_PIN, SCK_PIN_LOADCELL);
  scale.set_scale(206.94);
  scale.tare();

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("System Ready");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}
```

4. Fungsi Utama (Loop)

Fungsi loop () untuk membaca sensor dan mengontrol sistem:

a. **Membaca Berat**: Data berat dibaca dari HX711.

b. **Membaca Suhu**: Data suhu dibaca dari MAX6675.

c. **Konversi Berat**: Berat ditampilkan dalam satuan ons atau kilogram.

d. **LCD**: Menampilkan berat dan suhu.

```
void loop() {
  rawWeight = scale.get_units();
  double temperature = thermocouple.readCelsius();

  Serial.print("Berat: ");
  Serial.print(rawWeight, 2);
  Serial.print(" kg, Suhu: ");
  Serial.print(temperature, 2);
  Serial.println(" C");

  String weightUnit = " kg";
  float displayedWeight = rawWeight;

  if (rawWeight < 1000) {
    weightUnit = " ons";
    displayedWeight = rawWeight / gramToOns;
  } else {
    weightUnit = " kg";
    displayedWeight = rawWeight / 1000.0;
  }

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Berat: ");
  lcd.print(displayedWeight, 2);
  lcd.print(weightUnit);

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Suhu: ");
  lcd.print(temperature, 2);
  lcd.print(" C");
```

5. Logika Kontrol

Logika untuk mengontrol *heater*, *fan*, dan menampilkan pesan jika cengkeh sudah kering:

a. **Jika Berat > 3 ons**: *Heater dan fan* mati.

b. **Jika Berat < 3 ons**: Pesan "Cengkeh Anda Kering" muncul, *heater* dan *fan* mati.

c. **Jika Berat > Berat Kering**: *Heater* dan *fan* menyala.

d. **Delay**: Siklus loop diulang setiap 1 detik.

c. Fungsi Setiap Komponen

```
  // Logika kontrol heater dan fan berdasarkan berat
  if (rawWeight >= maxWeightInOns) {
    // Jika berat mencapai atau melebihi 3 ons (300 gram), matikan heater dan fan
    digitalWrite(HEATER_PIN, LOW);
    digitalWrite(FAN_PIN, LOW);
  } else if (rawWeight == (3.0 / gramToOns)) { // Berat pas 3 ons (0.3 kg)
    // Jika berat pas 3 ons, matikan heater dan fan, tampilkan pesan "Cengkeh Anda Kering"
    digitalWrite(HEATER_PIN, LOW);
    digitalWrite(FAN_PIN, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Cengkeh Anda");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Kering");
    delay(3000); // Tahan pesan selama 3 detik
    lcd.clear();
  } else {
    // Jika berat lebih besar dari berat kering, hidupkan heater dan fan
    if (rawWeight > driedWeight) {
      digitalWrite(HEATER_PIN, HIGH);
      digitalWrite(FAN_PIN, HIGH);
    } else {
      digitalWrite(HEATER_PIN, LOW);
      digitalWrite(FAN_PIN, LOW);
    }
  }

  delay(1000); // Delay 1 detik untuk pembaruan berikutnya
}
```

1. Lcd I2C

Menampilkan informasi seperti berat cengkeh, suhu, dan pesan status, Pesan khusus "Cengkeh Anda Kering" ditampilkan jika berat cengkeh kurang dari 3 ons.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Inisialisasi LCD I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);  // Alamat LCD I2C, ukuran 16x2

void setup() {
  lcd.init();               // Inisialisasi LCD
  lcd.backlight();          // Menghidupkan lampu latar LCD
  lcd.setCursor(0, 0);      // Atur posisi kursor ke baris pertama
  lcd.print("System Ready");
  delay(2000);
  lcd.clear();              // Hapus tampilan LCD setelah 2 detik
}

void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Berat: ");           // Menampilkan berat di baris pertama
  lcd.print(displayedWeight, 2);  // Berat dengan 2 desimal
  lcd.print(weightUnit);          // Satuan berat

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Suhu: ");            // Menampilkan suhu di baris kedua
  lcd.print(temperature, 2);      // Suhu dengan 2 desimal
  lcd.print(" C");
}
```

2. Fungsi Loadcell

Membaca berat cengkeh secara real-time, Mengembalikan data dalam kilogram, kemudian dikonversi menjadi ons atau kilogram tergantung nilainya.

```
#include <HX711.h>

// Inisialisasi HX711
#define DT_PIN 2
#define SCK_PIN_LOADCELL 3
HX711 scale;

// Variabel berat
float rawWeight = 0.0;
float maxWeightInOns = 300.0;

void setup() {
  scale.begin(DT_PIN, SCK_PIN_LOADCELL); // Menghubungkan HX711 ke pin
  scale.set_scale(206.94);               // Kalibrasi skala load cell
  scale.tare();                          // Reset nilai awal load cell ke 0
}

void loop() {
  rawWeight = scale.get_units(); // Membaca data berat dalam satuan kilogram
}
```

3. Fungsi Termokopel

Membaca suhu dari sensor MAX6675, Suhu ditampilkan di LCD untuk pemantauan.

```
#include <max6675.h>

// Inisialisasi MAX6675
#define SO_PIN 11
#define CS_PIN 10
#define SCK_PIN_TEMP 13
MAX6675 thermocouple(SCK_PIN_TEMP, CS_PIN, SO_PIN);

void loop() {
  double temperature = thermocouple.readCelsius(); // Membaca suhu dalam Celsius
}
```

4. Fungsi *Heater* dan *Fan*

   a. Heater dan fan menyala jika berat cengkeh melebihi berat kering (0.3 kg) tetapi kurang dari 3 ons (0.3 kg).

   b. Berat melebihi maksimum (3 ons/300 gram) heater hidup.

   c. Berat kurang dari 3 ons (cengkeh dianggap kering) heater mati

```
#define HEATER_PIN 6
#define FAN_PIN 7

void setup() {
  pinMode(HEATER_PIN, OUTPUT); // Inisialisasi pin sebagai output
  pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  if (rawWeight >= maxWeightInOns) {
    digitalWrite(HEATER_PIN, LOW); // Matikan heater
    digitalWrite(FAN_PIN, LOW);    // Matikan fan
  } else if (rawWeight < (3.0 / gramToOns)) {
    digitalWrite(HEATER_PIN, LOW); // Matikan heater
    digitalWrite(FAN_PIN, LOW);    // Matikan fan
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Cengkeh Anda");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Kering");
    delay(3000); // Tampilkan pesan selama 3 detik
    lcd.clear();
  } else if (rawWeight > driedWeight) {
    digitalWrite(HEATER_PIN, HIGH); // Hidupkan heater
    digitalWrite(FAN_PIN, HIGH);    // Hidupkan fan
  } else {
    digitalWrite(HEATER_PIN, LOW);  // Matikan heater
    digitalWrite(FAN_PIN, LOW);     // Matikan fan
  }
}
```

B. Perancangan Sistem dan Alat

Perancangan alat ini berisi desain rancangan dari keseluruhan komponen oven pengering cengkeh dengan sistem kerjanya dapat dilihat sebagai berikut:

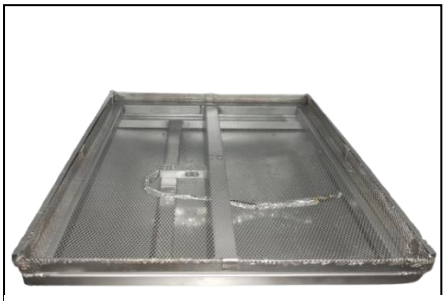
1. Rangkaian Sistem Alat Pengering Cengkeh



Gambar 4. 3 Rangkaian Sistem Alat Pengering Cengkeh

Pada gambar 4.3 diatas merupakan Sistem dirancang untuk memantau berat dan suhu secara real-time selama proses pengeringan cengkeh. Arduino bertindak sebagai pengontrol utama, menerima data dari sensor (HX711 dan MAX31855) dan mengatur aktuator (relay, heater, dan fan). Breadboard dan kabel jumper mempermudah perakitan dan pengujian rangkaian. Sistem ini efisien dan dapat diandalkan untuk mendukung pengeringan cengkeh dengan hasil yang optimal.

2. Rangkaian *Loadcell* dan wadah pengering cengkeh



Gambar 4. 4 Rangkaian *Loadcell*

Pada gambar 4.4 di atas merupakan rangkaian *loadcell* digunakan sebagai sensor untuk mengukur berat cengkeh yang ditempatkan di dalam wadah pengeringan, sehingga memungkinkan pemantauan berat secara akurat selama proses pengeringan.

3. Rangkaian keseluruhan Tampak Luar Alat Pengering Cengkeh



Tampak Depan



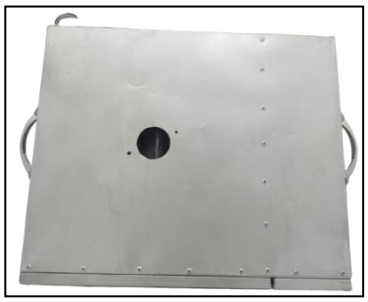
Tampak Belakang



Tampak Samping kiri



Tampak Samping kanan



Tampak bawah



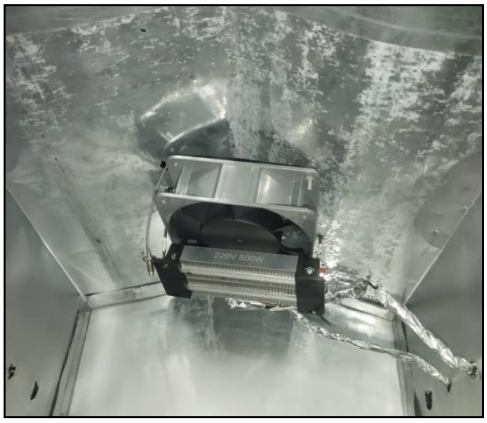
Tampak atas

Gambar 4. 5 Keseluruhan Alat Rangkaian Tampak Pengering Cengkeh

Pada Gambar 4.6 di atas merupakan tampak depan, belakang, samping kiri, samping kanan, tampak atas dan tamoak bawah oven pengering cengkeh,

yang dilengkapi dengan LCD untuk memantau suhu dan berat cengkeh secara real-time, serta tombol saklar yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan oven, tampak atas yang yang terdapat lubang penguapan kadar air cengkeh, dan pada tampak belakang terdapat kabel untuk menyambungkan kesaluran listrik untuk menyalkan alat pengering cengkeh.

4. Rangkaian Heater Fan Dan Termokopel



Gambar 4. 6 Rangkaian *Heater Fan* dan *Termokopel*

Pada gambar 4.5 di atas menunjukkan rangkaian *heater, fan*, dan *termokopel*. *Heater* berfungsi sebagai alat pemanas untuk ruangan oven, *fan* berperan sebagai penghembus udara panas dari heater agar panas merata, dan termokopel berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi suhu di dalam oven.

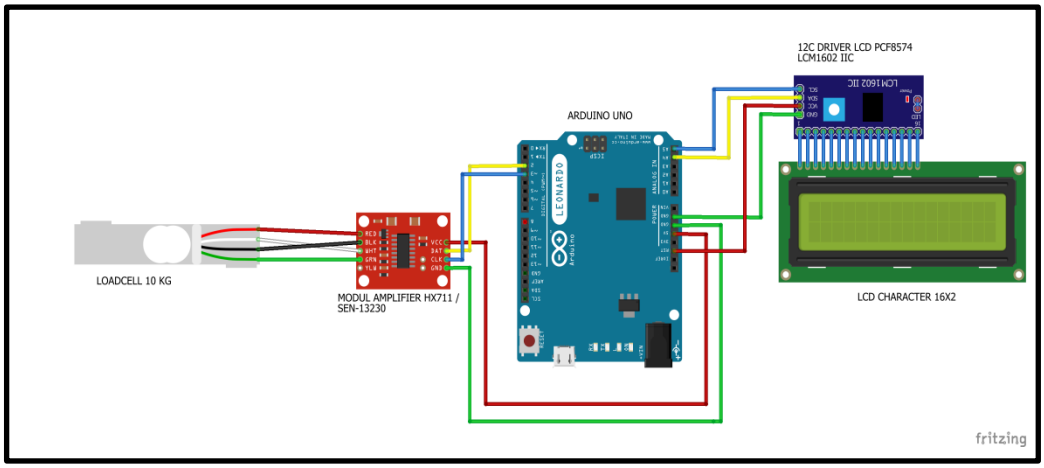
C. Pengujian Akurasi timbangan

Tujuan dari pengujian loadcell dengan timbangan digital adalah untuk mengetahui tingkat akurasi loadcell dengan membandingkan hasil pengukurannya terhadap timbangan digital standar. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan untuk menentukan nilai selisih dan tingkat kesalahan (error) yang terjadi antara kedua timbangan, serta mengevaluasi kinerja loadcell dalam sistem berbasis Arduino

guna memastikan bahwa sensor dapat memberikan hasil pengukuran yang stabil dan konsisten. Pengujian ini juga membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan pengukuran, seperti kalibrasi sensor, sensitivitas loadcell, atau faktor lingkungan, serta mendukung validasi penggunaan loadcell dalam sistem pengering cengkeh berbasis Arduino agar dapat bekerja dengan baik dan memberikan hasil yang akurat dalam aplikasi yang dirancang.

1. Gambar Rangkaian Timbangan Loadcell Dan Digital

a. Gambar rangkaian loadcell



Gambar 4.7 Gambar Rangkaian Loadcell

Penjelasan gambar 4.7 diatas :

1) Load cell menerima berat yang diberikan dan menghasilkan sinyal analog yang sangat kecil.
2) Modul HX711 memperkuat dan mengubah sinyal analog dari load cell menjadi data digital.
3) Arduino membaca data digital dari HX711 melalui komunikasi serial (DAT & CLK).

4) Arduino memproses data untuk mengonversi nilai tegangan menjadi satuan berat (kg atau gram).
5) Hasil perhitungan berat ditampilkan di LCD 16x2 menggunakan komunikasi I2C.

Keterangan Loadcell ke Modul HX711 sebagai berikut :

Rangkaian ini menghubungkan loadcell ke HX711 untuk membaca berat, kemudian data dikirim ke Arduino Uno untuk diproses. Hasil pengukuran ditampilkan di LCD 16x2 menggunakan komunikasi I2C.

b. Gambar rangkaian timbangan digital



Gambar 4.8 Gambar rangkaian timbagan digital

Spesifikasi :

1) Type EB9362
2) Stainless Steel
3) kuat sampai 150kg (pengaturan di dekat baterai)
4) division: 100 g/ 0.2lb
5) dengan 4 sensors technology strain gauge

6) layar LCD: 74×35.6 mm

7) sumber daya: Lithium Cell CR2032

8) dilengkapi indikator Low Battery/Error

2. Gambar Hasil Pengujian Timbangan Digital Dan Loadcell

a. Gambar hasil pengujian timbangan digital



Gambar 4.9 Gambar hasil pengujian timbangan digital

Keterangan prosedur penimbangan batu menggunakan timbangan digital:

1) Timbangan disiapkan dan dipastikan berfungsi dengan baik.

2) Timbangan dikalibrasi hingga menunjukkan nol (0.00 ons).

3) Batu dimasukkan ke dalam kantongan.

4) Kantongan yang berisi batu diletakkan pada timbangan secara hati-hati.

5) Hasil berat yang ditampilkan pada LCD dibaca dan difoto sebagai dokumentasi

b. Gambar hasil pengujian loadcell



Gambar 4.10 Gambar hasil pengujian loadcell

Keterangan prosedur penimbangan batu menggunakan timbangan diloadcell:

1) Loadcell dipastikan berfungsi dengan baik dan dalam kondisi siap digunakan.
2) Timbangan dikalibrasi hingga menunjukkan nol (0.00 ons).
3) Kantongan yang berisi batu dimasukkan ke dalam wadah loadcell dengan hati-hati.
4) Hasil berat yang ditampilkan pada LCD dibaca dan difoto sebagai dokumentasi.

3. Tabel Hasil Pengujian

Tabel 4.5 Hasil pengujian

No	Timbangan loadcell (kg)	Timbangan digital (kg)	Eror %
1	2.45	2.45	0.00%
2	2.58	2.60	0.77%
3	2.73	2.80	2.50%
4	3.08	3.15	2.22%
5	3.17	3.25	2.46%
6	3.54	3.60	1.67%
7	4.06	4.15	2.17%
8	4.44	4.45	0.22%
9	4.52	4.60	1.74%
10	4.88	4.95	1.41%

4. Analisis Dari Pengujian Eror

Percobaan :

Rumus mencari nilai Eror

a. Eror Absolut

Eror Absolut = |X Loadcell-X digital|……(1)

Diketahui :

Nilai timbagan loadcell = 2,73 kg

Nilai timbagan digital = 2,80 kg

Penyelesaian :

Eror absolut = |2,73 – 2,80| = |-0,07| = 0.07 kg

Jadi Nilai absolutnya yaitu 0,07 kg

b. Eror Relatif

$$\text{Eror relatif} = \frac{\text{Eror absolut}}{\text{Nilai digital}} \text{ X } 100\% \text{ ……..…..(2)}$$

Diketahui :

Eror absolut = 0.07 kg

Nilai timbangan digital = 2,80

Penyelesaian :

$$\text{Eror relatif} = \frac{0,07}{2,80} \times 100\% = 2,50\%$$

Jadi antara timbangan loadcell dengan timbangan digital erornya yaitu : 2,50 %

D. Pengujian Alat

1. Rangkaian Pengujian Suhu Dan Berat Oven Pengering Cengkeh

a. Percobaan pertama

Tabel 4.6 Percobaan Pertama

Keterangan	Berat	Suhu	Tampilan LCD
Berat awal dan suhu awal	1,00 kg	34,75°C	
Berat akhir dan suhu akhir	3,00 ons	67,50 °C	

Pada tabel 4.6 di atas menunjukkan hasil percobaan pertama dari alat pengering cengkeh berbasis Arduino. Tabel tersebut mencantumkan data mengenai berat dan suhu cengkeh sebelum dan sesudah proses pengeringan, serta tampilan layar LCD pada alat.pada layar LCD dengan tulisan **"Berat: 1.00 kgs"** dan **"Suhu: 34.75 C"**. Setelah Pada awal percobaan, berat cengkeh tercatat **1,00 kg** dengan suhu **34,75°C**, yang ditampilkan proses pengeringan, berat cengkeh berkurang menjadi **3,00 ons** sementara suhunya meningkat menjadi **67,50°C**.

LCD kemudian menampilkan pesan **"Cengkeh Anda Kering"**, menandakan bahwa proses pengeringan telah selesai. Ini menunjukkan bahwa alat berhasil mengurangi kadar air cengkeh melalui peningkatan suhu, yang ditunjukkan oleh penurunan beratnya.

b. Percobaan Kedua

Tabel 4.7 Percobaan Kedua

Keterangan	Berat	Suhu	Tampilan LCD
Berat awal dan suhu awal	1,00 kg	36,25 °C	
Berat akhir dan suhu akhir	3,00 ons	66,37 °C	

Pada tabel 4.7 di atas menunjukkan hasil percobaan pertama dari alat pengering cengkeh berbasis Arduino. Tabel tersebut mencantumkan data mengenai berat dan suhu cengkeh sebelum dan sesudah proses pengeringan, serta tampilan layar LCD pada alat.Pada awal percobaan, berat cengkeh tercatat **1,00 kg** dengan suhu **36,25°C**, yang ditampilkan pada layar LCD dengan tulisan **"Berat: 1.00 kgs"** dan **"Suhu: 36.25 C"**. Setelah proses pengeringan, berat cengkeh berkurang menjadi **3,00 ons** sementara suhunya meningkat menjadi **66,37°C**. LCD kemudian menampilkan pesan **"Cengkeh Anda Kering"**, menandakan bahwa proses pengeringan telah selesai. Data ini menunjukkan bahwa alat berhasil mengurangi kadar air cengkeh melalui peningkatan suhu, yang ditunjukkan oleh penurunan beratnya.

c. Percobaan Ketiga

Tabel 4.8 Percobaan Ketiga

Keterangan	Berat	Suhu	Tampilan LCD
Berat awal dan suhu	1,00 kg	34,50 °C	
Berat akhir dan suhu akhir	3,00 ons	64,25 °C	

Pada tabel 4.8 di atas menunjukkan hasil percobaan pertama dari alat pengering cengkeh berbasis Arduino. Tabel tersebut mencantumkan data mengenai berat dan suhu cengkeh sebelum dan sesudah proses pengeringan, serta tampilan layar LCD pada alat. Pada awal percobaan, berat cengkeh tercatat **1,00 kg** dengan suhu **34,50°C**, yang ditampilkan pada layar LCD dengan tulisan **"Berat: 1.00 kgs"** dan **"Suhu: 34.50 C"**. Setelah proses pengeringan, berat cengkeh berkurang menjadi **3,00 ons** sementara suhunya meningkat menjadi **64,25°C**. LCD kemudian menampilkan pesan **"Cengkeh Anda Kering"**, menandakan bahwa proses pengeringan telah selesai. Data ini menunjukkan bahwa alat berhasil mengurangi kadar air cengkeh melalui peningkatan suhu, yang ditunjukkan oleh penurunan beratnya.

Kesimpulan dari ketiga percobaan diatas :

Berdasarkan hasil percobaan yang ditampilkan pada Tabel 4.6, 4.7, dan 4.8, dapat disimpulkan bahwa alat pengering cengkeh berbasis Arduino mampu mengurangi kadar air melalui proses pemanasan. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan berat cengkeh dari **1,00 kg** menjadi **3,00 ons** setelah proses pengeringan pada berbagai suhu akhir, yaitu **67,50°C**, **66,37°C**, dan **64,25°C**.

Selain itu, tampilan LCD pada alat berfungsi dengan baik dalam memberikan informasi mengenai berat dan suhu selama proses pengeringan serta menampilkan pesan **"Cengkeh Anda Kering"** setelah pengeringan selesai. Dengan demikian, alat ini dapat digunakan sebagai solusi otomatis untuk membantu proses pengeringan cengkeh secara lebih efisien.

2. Tampilan Cengkeh Saat Basah Dan Kering Didalam Oven

Tampilan Saat Basah	Tampilan Saat Kering
	

Gambar 4. 7 Tampilan Cengkeh Basah Dan Kering

Pada Gambar di atas menunjukkan perbandingan tampilan cengkeh dalam kondisi basah dan setelah dikeringkan menggunakan oven.

3. Pengujian Black Box Alat

Tabel 4.9 Black box testing loadcell

No	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil uji	Keterangan
1	Loadcell	Dapat mendeteksi berat cengkeh sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.	Sesuai	Sukses
	Foto / Screenshot			
				

Tabel 4.10 Black box texting termokopel

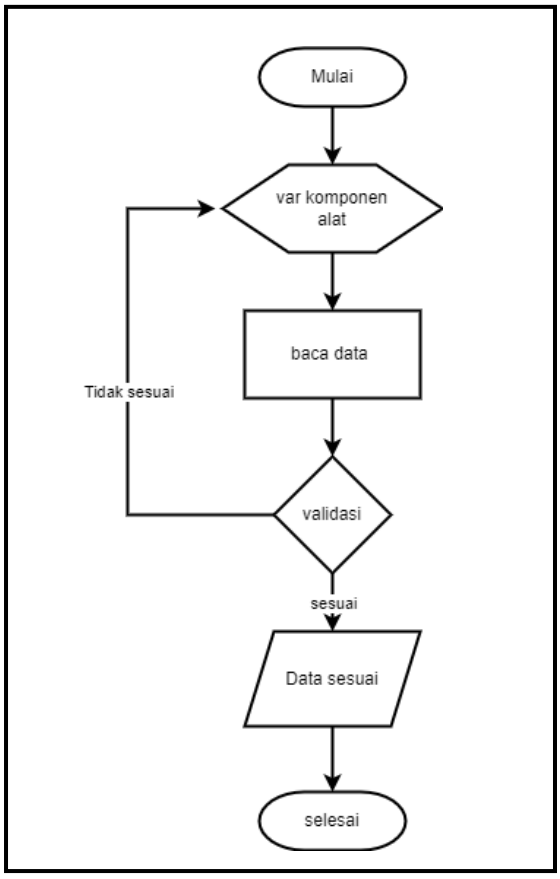
No	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil uji	Keterangan
1	Termokopel	Dapat mendeteksi suhu didalam oven	Sesuai	Sukses
	Foto / Screenshot			
				

Tabel 4.11 Black box testing LCD

No	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil uji	Keterangan
1	LCD	Dapat menampilkan nilai suhu,berat dan informasi cengkeh kering	Sesuai	Sukses
	Foto / Screenshot			
				
				

4. Pengujian White Box

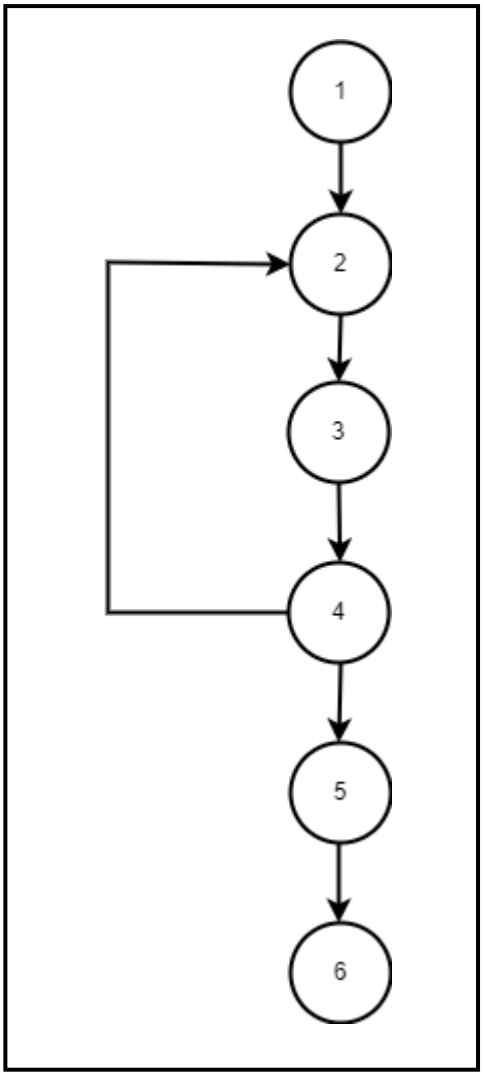
a. Flowchart



Gambar 4. 11 Flowchart Sistem Kerja Alat

Berdasarkan gambar 4.7 diatas flowchart sistem kerja alat dimulai dengan sistem yang akan melakukan inisiasi kemudian sistem akan membaca data

b. Flowgraph



Gambar 4. 12 Flowgraph Sistem Kerja Alat

Berdasar gambar 4.8 Yang disajikan diatas maka dapat dilakuan proses perhitungan sebagai berikut :

1) Menghitung *Cyclomatic Complexcit* dari *Edge* dan *Node*

Dengan rumus V(G) = E – N + 2

Dengan *Edge* = 6

Dengan *Node* = 6

Dengan Predikat *Node* = 1

Penyelesaian:

V(G) = E – N + 2

= 6 – 6 + 2

= 2

Predikat *Node* = P + 1

= 1 + 1

= 2

2) Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexcity* dari *flowgrah* di atas memiliki region = 2

3) *Independent* path pada *flowgraph* diatas adalah:

Path 1 = 1 – 2 – 3 – 4 – 2

Path 2 = 1– 2 – 3 – 5 – 6

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil pengujian yang telah dilakukan, alat ini dirancang dan dibuat menggunakan *loadcell* 10 kg, *heater*, *fan*, termokopel, Lcd I2C serta mikrokontroler Arduino sebagai komponen utama dalam sistem pengeringan cengkeh. Oleh karena itu, dari pembahasan dan pengujian diatas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Sensor termokopel yang dipasang pada ruang pengering dapat membaca suhu secara akurat dan ditampilkan melalui LCD. Dengan pengendalian otomatis berbasis Arduino, suhu dapat dijaga stabil sehingga proses pengeringan lebih terkontrol dan efisien.
2. Sensor loadcell 10 kg mampu memantau penurunan berat cengkeh secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan berat dari 1,00 kg menjadi ±3,00 ons setelah proses pengeringan. Hal ini membuktikan bahwa loadcell dapat dijadikan indikator keberhasilan proses pengeringan dan tingkat kekeringan cengkeh.
3. Alat pengering cengkeh berbasis Arduino terbukti efektif dalam mengurangi kadar air cengkeh, dengan hasil pengeringan dari 1,00 kg menjadi 3,00 ons, menunjukkan penurunan berat sekitar 70%.

4. Pengeringan cengkeh berlangsung optimal pada suhu 67,50°C, 66,37°C, dan 64,25°C, yang membantu menjaga kualitas hasil pengeringan tetap baik dan merata.
5. Pengujian menunjukkan bahwa loadcell 10 kg, heater 500W, fan 220V, termokopel, dan LCD I2C bekerja dengan baik, dengan tingkat error minimal dalam pemantauan berat dan suhu, memastikan sistem berjalan sesuai harapan.

B. Saran

Pada penelitian ini penulis menyadari bahwa ada beberapa kekurangan yang sangat diperlukan perbaikan dan pemgembangan dipenelitian selanjutnya. Oleh karena itu, penulis memiliki beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya, sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan 2 sensor suhu agar dapat membaca suhu secara optimal.
2. Buat desain alat yang modular sehingga dapat diperbesar kapasitasnya sesuai kebutuhan petani.

DAFTAR PUSTAKA

Ade Hastuty Hasyim. (2021). Dasar Pemograman. Cet 2-Makassar: C.V. Bangun Bumi Utama.

Aryaningrat, S. (2024). Prototype Sistem Monitoring Tempat Sampah Berbasis IoT (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Parepare.

Atmaja, I. G. A., & Sembiring, J. P. (n.d.). *Sistem Monitoring Pengering Biji Kakao dengan Mengunakan Metode Fuzzy Logic*.

Devia, E., & Satrio, W. (2022). *Rancang Bangun Prototype Penjemuran Gabah Otomatis Berbasis Internet of Things*. *1*(02), 139–149.

Fadillah, H. (2024). *Aplikasi Edukasi Penyakit Kulit Berbasis Web* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Parepare).

Isma, D. (2008). *No* Analisis struktur kovariansi indikator terkait kesehatan pada lansia yang tinggal di rumah, dengan fokus pada kesehatan subjektif. *3*(2), 54–67. http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf

Kusumawardani, D., Izzuddin, A., Hikmah, N., & Sunyoto, A. (2023). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Berbasis Arduino Uno. *INTRO : Journal Informatika Dan Teknik Elektro*, *2*(1), 43–47. https://doi.org/10.51747/intro.v2i1.1593

Lady Yunita Handoyo, D., & Pranoto, M. E. (2020). Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (Azadirachta Indica). *Jurnal Farmasi Tinctura*, *1*(2), 45–54. https://doi.org/10.35316/tinctura.v1i2.988

Nahnu Afrianto. (2019). Air Conditioner (Ac) Portable Dengan Peltier Yang

Dikontrol Menggunakan Smartphone Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6–33.

Nugroho, A. M., Wibowo, R. J., Islamey, E. V, & Nurnisa, H. (2018). Pengujian White Box pada Program Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Menggunakan Teknik Basis Path. *Academia.Edu*. https://www.academia.edu/download/61628340/Jurnal_07TPLP005_Testing___QA_Perangkat_Lunak20191228-7805-1q8se73.pdf

Produksi, B., & Perlindungan, D. A. N. (2013). *Rancang Bangun Prototipe E-Reporting Modul*.

Sahidin, S. (2023). Aplikasi Konversi Code Morse Berbasis Android. *Jurnal Sintaks Logika*, *3*(2), 58-64.

Sutriyono, & Ali, M. (2017). Budidaya Tanaman Cengkeh. *Fakultas PertanianUniversitas Merdeka Surabay*, 1–17. https://www.academia.edu/35842224/TEKNIK_BUDIDAYA_TANAMAN_CENGKEH

Setyawan, H., Wicaksono, D. A., & Auliq, M. A. (2019). Desain Sistem Pengering Cengkeh Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMega32. *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, *1*(2), 55-63.

Zaini Miftach. (2018). Alat Pengering Cengkeh Berbasis Mikrokontroler. *Elektro dan Komputasi*, *1*(2), 55-63.