SKRIPSI

RANCANG BANGUN ALAT UKUR DIAMETER KAYU ALBASIA MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS *ARDUINO*

Jenis Tugas Akhir:
Penelitian Eksperimental

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.Kom.)

Disusun oleh:
Rahmadika Feri S
NIM. 18.0504.0093

Pembimbing:
Nuryanto, S.T., M.Kom
NIDN. 0605037002

Pembimbing:
Andi Widiyanto, S. Kom, M.Kom
NIDN. 0623087901

Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang
Tahun 2025

Bab 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Hutan, menurut Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999, merupakan sebuah ekosistem yang terdiri dari luas lahan yang kaya akan sumber daya alam hayati, terutama didominasi oleh pepohonan yang saling berinteraksi dalam keterkaitan alamiah yang kompleks. Hutan memiliki peran vital dalam ekosistem global, termasuk dalam industri kehutanan dan pengolahan kayu. Indonesia memiliki luas hutan mencapai 129 juta hektar, di mana 72 juta hektar di antaranya merupakan hutan produksi (Amalia, 2023). Salah satu produk utama dari hutan adalah kayu, yang digunakan dalam berbagai industri seperti konstruksi, furnitur, dan pembuatan kayu lapis (*veneer*).

Salah satu jenis pohon yang banyak dimanfaatkan dalam industri kayu adalah albasia atau sengon. Pohon ini memiliki karakteristik kayu yang ringan dengan warna putih segar, sehingga menjadi pilihan utama dalam pembuatan furnitur dan bahan bangunan (Mayawatie Marzuki et al., 2021). Dalam proses industri pengolahan kayu, pengukuran diameter dan panjang kayu gelondong menjadi langkah awal yang krusial. Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 87/KPTS-II/2003 dan Keputusan Direktur Jenderal Bina Produksi Kehutanan No. SK.68/VI-BPPHH/2004, perusahaan diwajibkan untuk melakukan prosedur pengukuran ini guna menentukan volume kayu gelondong. Data volume tersebut menjadi dasar dalam perhitungan harga, laba rugi perusahaan, pembayaran upah, serta statistik produksi kayu gelondong (Permatasari, 2018).

Saat ini, industri kayu masih mengandalkan metode manual dalam pengukuran diameter kayu gelondong, dimana kayu hanya diukur menggunakan meteran. Hal ini juga terjadi di CV. Hatar, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kayu. Proses ini rentan terhadap kesalahan akibat bentuk kayu yang tidak selalu sempurna, sehingga dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara hasil pengukuran dan ukuran sebenarnya. Kesalahan dalam pengukuran berakibat pada ketidaktepatan dalam perhitungan volume kayu, yang dapat merugikan perusahaan secara finansial karena harga yang diberikan menjadi lebih rendah dari yang seharusnya. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu mengukur diameter kayu dengan cepat, akurat, dan terintegrasi dengan teknologi IoT (*Internet Of Things*) agar hasil pengukuran dapat dipantau secara *real-time*.

Dalam mengatasi permasalahan ini, dirancang sebuah alat berbasis *Aduino* yang mampu mengukur diameter kayu gelondong secara otomatis. Alat ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04, yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak suatu benda. Sensor HC-SR04 bekerja dengan cara menembakkan gelombang ultrasonik ke suatu objek, lalu menangkap kembali pantulannya untuk menghitung selisih waktu antara pengiriman dan penerimaan gelombang. Sensor ini memiliki rentang pengukuran dari 2 cm hingga 4 m dengan akurasi 3 mm (Bernandus et al., 2019).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas penggunaan sensor ultrasonik dalam berbagai aplikasi. Misalnya, penelitian oleh (Puspasari et al., 2019) yang

merancang sistem berbasis *Aduino* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk monitoring ketinggian air pada tandon air di kandang ternak ayam. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengukuran secara *real-time*. Penelitian lain oleh (Shaputra, 2019) merancang kran air otomatis pada tempat berwudhu menggunakan sensor ultrasonik, yang dapat mendeteksi objek dalam jarak ≤30 cm untuk menghemat air dan meningkatkan efisiensi. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam pengukuran diameter kayu albasia/kayu sengon secara otomatis.

Keunggulan utama sistem ini dibandingkan metode manual adalah kemampuannya dalam memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dan konsisten. Selain itu, dengan adanya integrasi teknologi IoT, data dapat disimpan secara digital untuk keperluan analisis lebih lanjut. Berbeda dengan metode pengukuran konvensional yang membutuhkan waktu lebih lama dan tenaga manusia yang lebih banyak, sistem otomatis ini dapat meningkatkan efisiensi produksi serta mengurangi risiko kesalahan yang dapat menyebabkan kerugian finansial.

Diharapkan alat ini dapat menjadi solusi bagi industri pengolahan kayu dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran kayu gelondong. Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan industri kayu dapat lebih kompetitif dan siap menghadapi tantangan di era digitalisasi industri 4.0

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan diatas, maka rumusan masalahnya adalah Bagaimana cara mengembangkan sistem pengukuran diameter kayu gelondong secara otomatis menggunakan *Aduino* dan sensor ultrasonik HC-SR04??

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat berbasis *Aduino* untuk pengukuran diameter kayu gelondong secara otomatis.

1.4 Manfaat

1. Bagi Industri Kayu: Memberikan solusi yang lebih akurat dan efisien dalam pengukuran diameter kayu, sehingga meningkatkan efektivitas produksi dan mengurangi kesalahan pengukuran.
2. Bagi Peneliti dan Akademisi: Menjadi referensi dalam pengembangan sistem otomatisasi berbasis *Aduino* untuk berbagai aplikasi di industri.
3. Bagi Teknologi IoT: Meningkatkan pemanfaatan IoT dalam sektor industri, khususnya dalam pemantauan dan pengolahan data secara *real-time*.

Bab 2 Studi Literatur

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Rizky Wahyu Pradana et al., 2024) yaitu "Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis *Aduino Uno* Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0" membahas sistem pemantauan ketinggian air secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04) berbasis *Aduino Uno* untuk memberikan peringatan dini sebelum banjir. Sistem ini bekerja dengan mengukur jarak permukaan air dan menampilkan data secara *real-time* melalui antarmuka komputer berbasis Microsoft Visual Basic 6.0. Indikator berupa LED dan *buzzer* digunakan untuk memberikan peringatan dengan intensitas berbeda sesuai tingkat ketinggian air, di mana jika jarak kurang dari 30 cm LED hijau menyala, kurang dari 20 cm LED kuning menyala dan *buzzer* berbunyi lambat, serta kurang dari 10 cm LED merah dan kuning menyala bergantian dengan *buzzer* berbunyi kencang. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu mitigasi bencana banjir dengan memberikan peringatan dini sehingga langkah pencegahan dapat segera dilakukan.

Selanjutnya penelitian dari (Kashfuzzunun et al., 2023) dengan judul "Perancangan Dan Implementasi Alat Pendeteksi Kecepatan Pada Kendaraan Bermotor Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan Sensor HC-SR 04" membahas tentang perancangan sistem pendeteksi kecepatan berbasis IoT menggunakan *Aduino Nano*, ESP32-CAM, sensor ultrasonik HC-SR04, dan LCD, yang mampu mengukur kecepatan kendaraan serta mengirimkan data berupa angka dan gambar ke database *realtime*. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keselamatan berkendara dengan menangkap foto pengendara yang melanggar batas kecepatan yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kecepatan dan mengirimkan data dengan kualitas layanan (QoS) yang baik, ditunjukkan oleh throughput sebesar 21.833 kbps, delay 0.191 s, dan packet loss 0%. Penelitian ini memiliki keterkaitan erat dengan penelitian yang dilakukan karena sama-sama menerapkan teknologi sensor dan IoT dalam sistem pemantauan otomatis untuk meningkatkan keamanan dan mitigasi risiko di lingkungan tertentu.

Penelitian dari (Amin, 2020) dengan judul "Sistem Cerdas Kontrol Kran Air Menggunakan *Mikrokontroler Aduino* dan Sensor *Ultrasonic*" Membahas sistem cerdas kontrol kran air otomatis menggunakan sensor ultrasonik dan *Aduino*, yang memungkinkan kran menutup secara otomatis ketika ketinggian air mencapai batas tertentu serta mendeteksi keberadaan pengguna air dalam jarak tertentu. Sistem ini hanya dapat berfungsi jika terdapat aliran listrik dan dirancang khusus untuk penggunaan pada kran air penampungan serta wastafel. Dengan prinsip kerja yang mirip, penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan, karena sama-sama menerapkan sensor ultrasonik dalam sistem otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan penggunaan air.

Kemudian penelitian dari (Arifin et al., 2022) membahas pemanfaatan sensor jarak ultrasonik dalam mendeteksi objek di sekitarnya, yang serupa dengan prinsip kerja sensor yang

digunakan dalam penelitian ini. Sensor ultrasonik bekerja dengan memancarkan gelombang bunyi dan mengukur waktu pantulannya untuk menentukan jarak suatu objek. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak maksimal yang dapat diukur serta bentuk bidang pantul yang paling efisien bagi sensor ultrasonik. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dapat mengukur hingga 515 cm, dengan variasi hasil tergantung pada bentuk objek pantul, di mana objek berbentuk tabung menghasilkan pengukuran lebih akurat dibandingkan dengan objek berbentuk balok. Temuan ini mendukung optimalisasi penggunaan sensor ultrasonik dalam sistem pemantauan otomatis.

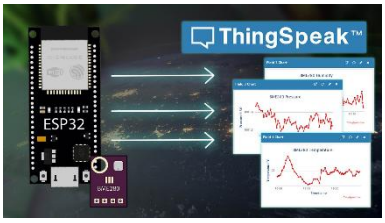
Berdasarkan beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa perancangan alat ukur diameter kayu dapat digunakan sensor ultrasonik, dimana sensor ultrasonic merupakan sensor jarak yang paling bagus untuk mendeteksi suatu benda dengan tingkat eror yang minim. Perbedaan penelitian ini dengan peneltian sebelumnya yaitu pada penelitian ini sensor ultrasonic difungsikan sebagai pengukur diameter dimana pada peneltian sebelumnya sensor ultrasonic digunakan untuk mendeteksi jarak benda.

Perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya terletak pada fungsi penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04. Pada penelitian sebelumnya, sensor ultrasonik umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau jarak suatu objek secara umum. Sedangkan dalam penelitian ini, sensor ultrasonik dimanfaatkan secara spesifik untuk mengukur diameter kayu gelondongan secara otomatis.

2.2 Kajian Teoristis

2.2.1 ThingSpeak IOT Platform

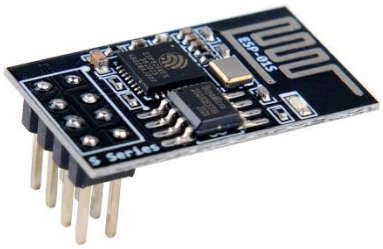
ThingSpeak adalah platform API (*Application Programming Interface*) berbasis IoT yang bersifat *open source* dan digunakan untuk mengambil serta menyimpan data dari perangkat IoT melalui protokol HTTP, baik melalui Internet maupun jaringan lokal (*Local Area Network*). Platform ini memungkinkan pengguna untuk menganalisis dan menyimpan data di cloud tanpa perlu melakukan konfigurasi server secara manual. Selain itu, *ThingSpeak* juga mendukung pembuatan sistem notifikasi berbasis peristiwa (*event-based status alerts*) yang akan aktif berdasarkan data yang diterima dari perangkat yang terhubung (Kelechi et al., 2021). *ThingSpeak* didukung oleh perangkat lunak komputasi numerik MATLAB, yang memungkinkan pengguna untuk menganalisis serta memvisualisasikan data yang telah diunggah ke dalamnya. Dengan demikian, platform ini dapat menghubungkan berbagai perangkat IoT, seperti sensor suhu, tekanan, dan ketinggian, serta *mikrokontroler* seperti *NodeMCU*, *Aduino*, dan *Raspberry Pi*. Elemen utama dalam *ThingSpeak* adalah *channel*, yang berisi *data field*, *location field*, dan *status field. Channel* ini dapat diisi, diproses, serta ditampilkan menggunakan kode MATLAB. Selain itu, data yang telah diproses juga dapat digunakan untuk memicu berbagai tindakan, seperti mengirim *tweet* atau memberikan *notifikasi* dalam bentuk lainnya (Hasibuan et al., 2021).



Gambar 2.1 Thingspeak

2.2.2 ESP 8266 Wifi Module

ESP8266 ESP-01 adalah modul WiFi (*Wireless Fidelity*) yang memungkinkan *mikrokontroller* (MCU) untuk mengakses jaringan WiFi. Modul ini memiliki konfigurasi sistem pada chip (SoC), sehingga tidak memerlukan *mikrokontroler* tambahan untuk mengontrol pin input dan output. Dengan fitur ini, ESP-01 dapat berfungsi layaknya sebuah komputer kecil. ESP8266 memiliki sembilan GPIO (*General Purpose Input Output*) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Saat modul ini digunakan dalam *mode Station* (STA) dan terhubung ke jaringan WiFi, perangkat dapat mengakses Internet. Oleh karena itu, dalam proyek berbasis IoT, pengguna dapat memantau tingkat kebisingan atau kualitas udara melalui web atau aplikasi seluler yang ditampilkan pada dashboard IoT. Modul ESP8266 memiliki dua mode operasi, yang memungkinkan fleksibilitas dalam penggunaannya sesuai dengan kebutuhan proyek IoT yang dikembangkan (Kelechi et al., 2021).



Gambar 2.2 Esp 8266 wifi Module

2.2.3 Aduino Uno

Aduino merupakan salah satu keluarga papan *mikrokontroler* yang dikembangkan pertama kali oleh perusahaan Smart Projects, dengan Massimo Banzi sebagai salah satu tokoh penting di balik pengembangannya. *Aduino* bersifat open-source, artinya desain perangkat keras dan spesifikasinya tersedia secara bebas dan dapat dimodifikasi oleh siapa saja sesuai kebutuhan. Salah satu jenis papan *Aduino* yang paling banyak digunakan adalah *Aduino Uno*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Papan ini menggunakan *mikrokontroler* ATmega328 dan memiliki 14 pin digital input/output, di mana 6 pin di antaranya mendukung fungsi PWM (Pulse Width Modulation). Selain itu, tersedia juga 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, port USB, jack daya, header ICSP, serta tombol reset.*Aduino Uno* dapat dioperasikan dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau dengan sumber daya eksternal seperti adaptor AC-DC maupun baterai. Berbeda dengan versi sebelumnya yang menggunakan chip FTDI sebagai pengubah USB ke serial, versi *Aduino Uno* mengganti komponen ini dengan *mikrokontroler* Atmega16U2 (atau Atmega8U2 pada versi R2) yang telah diprogram untuk berfungsi sebagai konverter USB-ke-serial. Pada revisi kedua, dilakukan penambahan resistor

yang menghubungkan jalur HWB dari Atmega8U2 ke ground, sehingga mempermudah proses (*Device Firmware Upgrade)* DFU(Rizky Wahyu Pradana et al., 2024).



Gambar 2.3 Arduino Uno

2.2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR 04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor jarak non-kontak yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini digunakan untuk mengukur jarak suatu objek terhadap sensor dengan memanfaatkan gelombang suara frekuensi tinggi yang tidak dapat didengar oleh manusia. Sensor HC-SR04 memiliki empat pin, yaitu:

a. VCC – sumber tegangan (biasanya 5V),
b. Trig (*Trigger*) – pin untuk memicu sinyal ultrasonik,
c. Echo – pin untuk menerima sinyal pantulan,
d. GND – ground.

Cara kerja sensor ini adalah sebagai berikut:

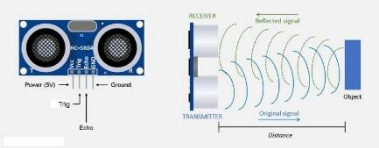
a. Pin Trig akan diberikan sinyal logika tinggi selama 10 mikrodetik untuk memicu gelombang ultrasonik.
b. Sensor akan memancarkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40 kHz.
c. Ketika gelombang mengenai objek di depannya, gelombang tersebut akan dipantulkan kembali dan diterima oleh pin Echo.
d. Waktu yang dibutuhkan dari pemancaran hingga penerimaan sinyal (dalam mikrodetik) digunakan untuk menghitung jarak menggunakan rumus:

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Waktu tempuh} \times kecepatan_suara}{2} \quad (2.1)$$

Dengan asumsi kecepatan suara di udara sekitar 343 m/s atau 0,0343 cm/µs, maka rumus jarak dalam satuan sentimeter adalah:

$$\text{Jarak (cm)} = \frac{\text{Waktu tempuh (µs)} \times 0{,}0343}{2} \quad (2.2)$$

Sensor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti robotik, sistem parkir otomatis, pengukuran ketinggian, dan alat ukur otomatis seperti yang dikembangkan dalam penelitian ini.



Gambar 2.4 Sensor HC-SR04

2.2.5 Conveyor

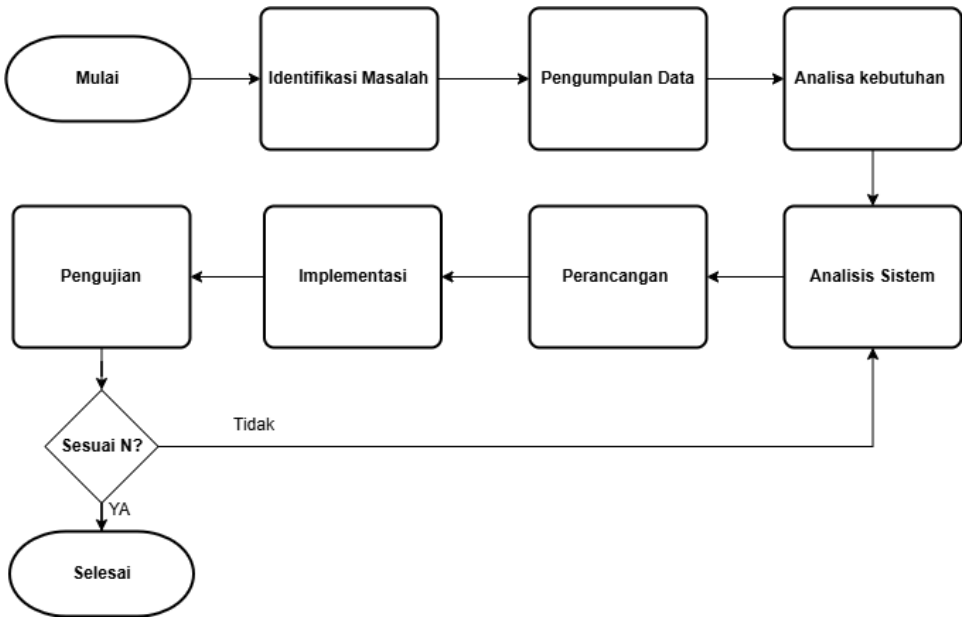
Conveyor adalah sistem mekanis yang digunakan untuk memindahkan suatu objek atau material dari satu titik ke titik lain secara otomatis dan kontinu. Conveyor banyak digunakan dalam dunia industri, seperti industri manufaktur, pergudangan, dan logistik, karena mampu meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia. Conveyor umumnya digerakkan oleh motor listrik (seperti motor DC), yang memutar pulley atau roda penggerak. Pulley tersebut terhubung dengan sabuk (belt) atau rantai (chain) yang berfungsi sebagai media pemindah barang. Ketika motor berputar, sabuk conveyor ikut bergerak, sehingga barang di atasnya akan berpindah mengikuti arah gerakan sabuk.



Gambar 2.5 Conveyor

Bab 3 Metode Penelitian

3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, di mana alat ukur diameter kayu dirancang, diimplementasikan, dan diuji untuk mengetahui akurasi serta keefektifannya. Yang dimulai dari identifikasi masalah sampai pengujian dan evaluasi.

3.2 Identifikasi Masalah

Pengukuran diameter kayu secara manual masih memiliki kelemahan, seperti kurang akurat, membutuhkan waktu lama, dan bergantung pada operator. Sementara itu, alat ukur digital industri memiliki harga tinggi dan tidak selalu dapat diakses oleh industri kecil dan menengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat ukur diameter kayu berbasis *Aduino* dan sensor HC-SR04 yang bekerja secara otomatis. Data hasil pengukuran dikirim ke *ThingSpeak* untuk pemantauan *real-time*.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara menguji alat terhadap beberapa sampel kayu dengan berbagai ukuran. Hasil pengukuran diameter kayu menggunakan alat prototipe kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan meteran sebagai data referensi. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mengevaluasi akurasi alat ukur diameter kayu yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler Arduino.

3.4 **Analisis Sistem**

Menganalisa dan menyiaplikasian alat alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang sitsem untuk penelitian ini dengan melakukan observasi langsung guna mengetahui alat apa saja yang dibutuhkan untuk membuat sistem dalam penelitian ini.

3.4.1 Analisis Sistem Yang Berjalan

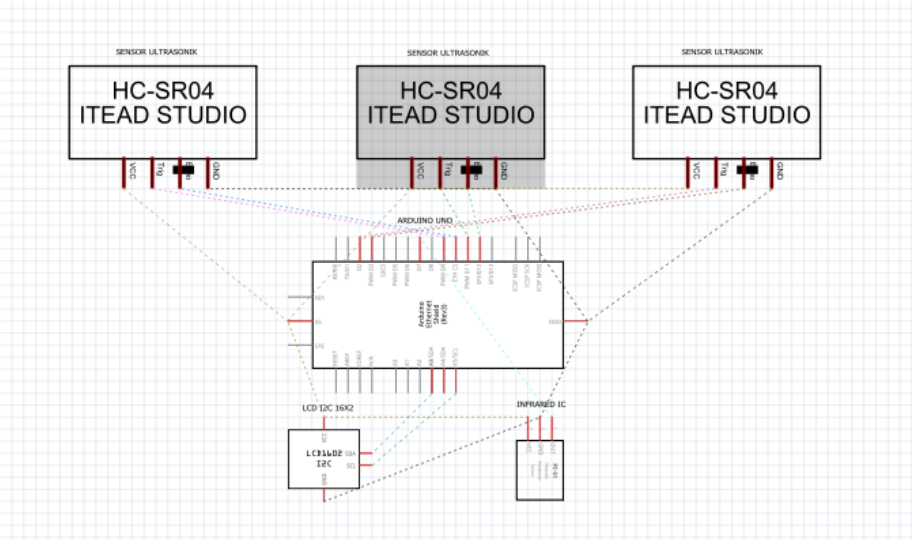
Sistem pengukuran diameter kayu gelondongan yang digunakan saat ini masih dilakukan secara manual dengan menggunakan meteran. Metode ini dinilai kurang efektif karena bentuk kayu yang tidak selalu bulat sempurna, sehingga hasil pengukuran cenderung kurang akurat. Ketidakakuratan ini dapat memengaruhi perhitungan volume (kubikasi) kayu, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan nilai jual kayu dan dapat menimbulkan kerugian bagi pihak penjual. Selain itu, proses pengukuran secara manual juga membutuhkan waktu yang relatif lama.

3.4.2 Analisis Sistem Yang Diusulkan

Sistem ini menggunakan tiga sensor ultrasonik HC-SR04 yang diposisikan di atas, kiri, dan kanan *conveyor* untuk mengukur jarak dari masing-masing sisi kayu. Sensor akan mendeteksi posisi dan diameter kayu saat bergerak di atas *conveyor*. *Mikrokontroler Aduino* mengolah data dari sensor, melakukan perhitungan diameter kayu, dan mengirimkan hasil pengukuran ke platform IoT untuk pemantauan secara *real-time*.

3.5 Perancangan

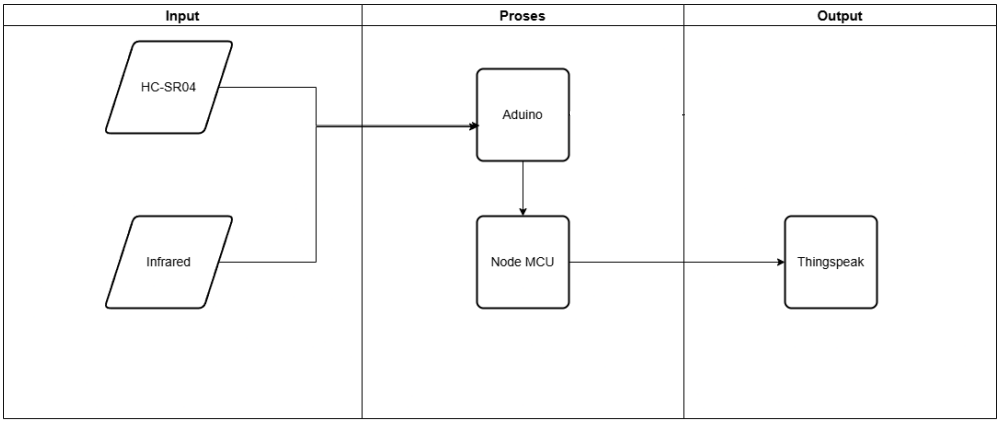
Sistem ini dirancang untuk mengukur diameter benda secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dikendalikan oleh *Aduino Uno*. Proses dimulai ketika sensor infrared mendeteksi keberadaan objek di atas *conveyor*, yang kemudian memicu tiga sensor ultrasonik untuk melakukan pengukuran diameter benda. Data hasil pengukuran diproses oleh *Aduino* dan ditampilkan secara *real-time* pada LCD I2C 16x2. Selain itu, NodeMCU ESP8266 digunakan untuk mengirimkan data ke platform IoT *ThingSpeak* , sehingga hasil pengukuran dapat dipantau secara *online*. Setelah proses pengukuran selesai, *conveyor* akan terus berjalan untuk memindahkan objek keluar dari area sensor. Sistem ini memungkinkan pengukuran diameter benda dengan lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan metode manual.



Gambar 3.2 Schema Perancangan Alat

3.5.1 Rancang Sistem

Sistem ini dirancang untuk mengukur diameter kayu dengan menggunakan tiga sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditempatkan pada tiga sisi kayu. Gambaran sistem dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem

3.5.2 Mekanisme Pengukuran

a. Sensor infrared mendeteksi keberadaan kayu
   Ketika kayu bergerak di atas *conveyor* dan melewati sensor infrared, sistem akan mulai melakukan pengukuran.
b. Pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik
   Tiga sensor HC-SR04 mengukur jarak antara sensor dan permukaan kayu dari tiga sisi (atas, kanan, dan kiri).
c. Perhitungan diameter kayu

Untuk menghitung diameter gelondong kayu, sistem menggunakan tiga buah sensor ultrasonik HC-SR04 yang diposisikan pada sisi kiri, kanan, dan atas objek kayu. Sensor kiri dan kanan dipasang secara tetap (fix) pada sisi *conveyor* dengan jarak antar sensor diketahui (misalnya 20 cm). Sementara sensor atas mengukur jarak dari atas kayu ke dasar *conveyor*. Diameter horizontal dihitung berdasarkan selisih antara jarak tetap antar sensor (L) dengan jumlah jarak dari sensor kiri dan kanan terhadap sisi luar kayu. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut

L = jarak tetap antara sensor kiri dan kanan (misal 20 cm)

d_1 = jarak dari sensor kiri ke permukaan kayu

d_2 = jarak dari sensor kanan ke permukaan kayu

$$\text{Diameter}_{\text{horizontal}} = L - (d_1 + d_2) \quad (3.1)$$

Sensor atas digunakan untuk mengukur diameter vertikal kayu. Sensor ini mengukur jarak dari atas ke permukaan kayu, dan diameter vertikal dihitung berdasarkan tinggi tetap (H) dikurangi hasil pembacaan sensor atas:

H = jarak tetap dari sensor atas ke dasar (misalnya 20 cm)

d_3 = jarak dari sensor atas ke permukaan kayu

$$\text{Diameter}_{\text{vertikal}} = H - d_3 \quad (3.2)$$

Untuk mendapatkan hasil pengukuran diameter yang lebih representatif terhadap bentuk fisik kayu (yang cenderung tidak bulat sempurna), maka diameter asli diambil dari rata-rata antara diameter horizontal dan diameter vertikal.

$$\text{Diameter}_{\text{asli}} = \frac{Diameterhorizontal + Diametervertikal}{2} \quad (3.3)$$

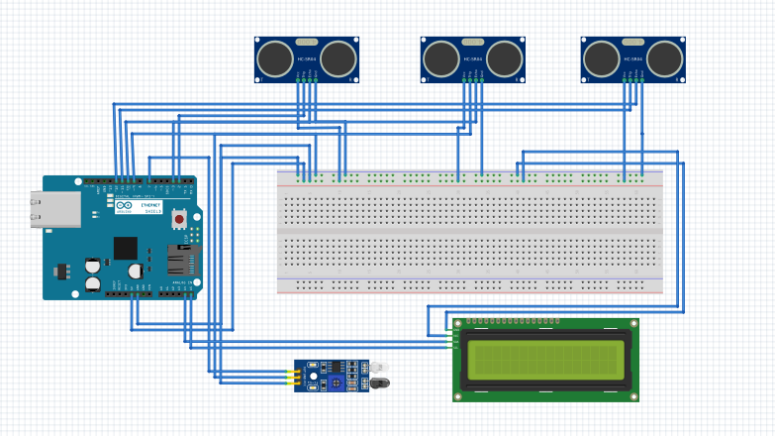
d. Pengolahan data dan pengiriman ke IoT
Hasil pengukuran dikirim ke *ThingSpeak* melalui ESP8266 untuk pemantauan *real-time*.

3.5.3 Rangkaian Sensor

Rangkaian sensor ultrasonik dalam sistem ini digunakan untuk mengukur diameter kayu secara otomatis dengan bantuan *conveyor*. Sistem ini terdiri dari tiga sensor ultrasonik yang diposisikan di bagian atas, kanan, dan kiri kayu, serta sensor infrared yang berfungsi sebagai pemicu pengukuran. Semua sensor dihubungkan ke *Aduino* sebagai pengendali utama.

Proses pengukuran dimulai ketika kayu bergerak di atas *conveyor* dan melewati sensor infrared. Ketika sensor infrared mendeteksi keberadaan kayu, *Aduino* akan mengaktifkan sensor ultrasonik untuk mulai mengukur. Sensor ultrasonik kanan dan kiri akan memancarkan

gelombang ultrasonik ke permukaan kayu dan menangkap pantulannya untuk menentukan jarak masing-masing sensor ke sisi kayu. *Aduino* kemudian menghitung diameter kayu dengan menjumlahkan kedua jarak tersebut dan menguranginya dari jarak total antara kedua sensor saat tidak ada objek. Sensor ultrasonik atas digunakan untuk memastikan posisi kayu tetap stabil selama pergerakan di *conveyor* serta mendeteksi variasi bentuk permukaan kayu. Data hasil pengukuran ini kemudian diproses.

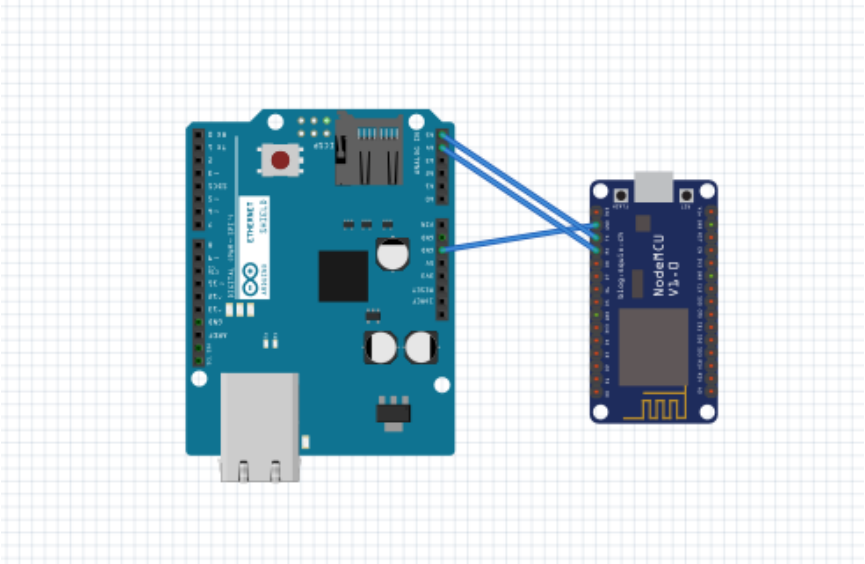


Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Ultrasonik

3.5.4 Rangkaian Node MCU

Selain rangkaian sensor ultrasonik untuk pengukuran diameter kayu, sistem ini juga dilengkapi dengan NodeMCU yang berfungsi untuk mengirim hasil perhitungan ke *ThingSpeak* agardapat dimonitoring secara *real-time*. *Aduino* bertugas melakukan proses pengukuran menggunakan tiga sensor ultrasonik yang dipicu oleh sensor infrared saat kayu melewati *conveyor*. Setelah sensor ultrasonik kanan dan kiri mengukur jarak ke sisi kayu dan sensor atas memastikan kestabilan posisi kayu, *Aduino* menghitung diameter kayu berdasarkan data yang diperoleh.

Setelah hasil perhitungan selesai, *Aduino* mengirimkan data tersebut ke NodeMCU melalui komunikasi serial. NodeMCU kemudian menghubungkan sistem ke internet dan mengirimkan data ke platform *ThingSpeak* melalui protokol HTTP atau MQTT. Dengan integrasi ini, hasil pengukuran diameter kayu dapat dipantau secara jarak jauh melalui dashboard *ThingSpeak* , memungkinkan pemantauan yang lebih efisien dan akurat.



Gambar 3.5 Rangkaian Node Mcu

3.5.5 Perancangan Alat



Gambar 3.6 Perancangan Alat

Keterangan :

1. Motor Konveyor
2. Sensor Ultrasonic HC-SR04
3. Belt conveyor
4. Nodemcu esp8266

Alat pengukur diameter kayu otomatis berbasis Arduino ini bekerja dengan memanfaatkan sensor infrared sebagai pendeteksi awal keberadaan benda di atas conveyor. Ketika kayu melewati titik deteksi, sensor infrared akan mengirimkan sinyal ke Arduino Uno untuk memulai proses pengukuran. Selanjutnya, tiga sensor ultrasonik HC-SR04 yang diposisikan di atas conveyor pada rangka berbentuk gawang akan diaktifkan secara bersamaan. Ketiga sensor ini

yang terletak di bagian kiri, tengah, dan kanan akan mengukur jarak antara masing-masing sensor dengan permukaan kayu. Data jarak yang diperoleh dari ketiga sensor tersebut kemudian diproses oleh Arduino untuk menghitung diameter kayu secara otomatis, dengan mempertimbangkan perbedaan bentuk kayu yang mungkin tidak sempurna. Setelah proses pengolahan selesai, hasil pengukuran diameter kayu akan dikirimkan ke platform IoT *ThingSpeak* melalui modul NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke jaringan *Wi-Fi*. ThingSpeak akan menyimpan data secara real-time dan memungkinkan pengguna untuk memantau hasil pengukuran dari jarak jauh. Setelah pengukuran selesai, conveyor akan melanjutkan pergerakannya, membawa kayu keluar dari area pengukuran dan mempersiapkan sistem untuk objek berikutnya. Dengan sistem ini, proses pengukuran menjadi lebih cepat, akurat, dan terotomatisasi tanpa intervensi manusia.

3.6 Implementasi

Implementasi alat dilakukan dalam skala kecil untuk menguji fungsionalitas dan tingkat akurasi pengukuran diameter kayu. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel kayu berukuran kecil yang diukur terlebih dahulu secara manual menggunakan meteran sebagai data referensi. Hasil pengukuran manual tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat prototipe yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler Arduino.

Meskipun pengujian belum dilakukan langsung di lingkungan industri seperti pabrik pengolahan kayu, alat ini dirancang untuk dapat diimplementasikan di lapangan, khususnya pada proses pengukuran kayu gelondong. Dengan pengembangan lebih lanjut, alat ini diharapkan dapat menjadi solusi otomatis yang lebih akurat dan efisien dibandingkan metode manual yang selama ini digunakan

3.7 Evaluasi Hasil

Pengujian alat ukur diameter gelondong kayu menggunakan berbagai diameter kayu, yang diuji untuk mengevaluasi keefektifan alat tersebut. Pengujian dilakukan dengan variasi diameter kayu yang berbeda-beda untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang kinerja alat dalam berbagai kondisi. Data hasil pengukuran dari berbagai diameter kayu digunakan untuk menilai akurasi, konsistensi, dan keandalan alat dalam mengukur berbagai ukuran gelondong kayu. Temuan dari pengujian ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan alat serta untuk merancang perbaikan atau peningkatan desain yang diperlukan agar alat dapat memberikan hasil yang lebih konsisten dan akurat dalam pengukuran diameter kayu di lapangan.

Bab 5 Penutup

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pengukuran diameter kayu gelondong secara otomatis menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem dirancang dengan tiga sensor ultrasonik yang ditempatkan pada posisi atas, kiri, dan kanan kayu untuk mendeteksi jarak, kemudian menghitung diameter horizontal, diameter vertikal, dan total diameter kayu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengukur diameter kayu dengan tingkat akurasi yang cukup baik, dengan rata-rata error pengukuran sebesar ±2–5% dibandingkan pengukuran manual. Selain itu, pengujian konsistensi membuktikan bahwa alat ini stabil dalam pembacaan, dengan simpangan baku yang sangat kecil pada pengukuran berulang.

Meskipun demikian, terdapat keterbatasan yaitu alat tidak dapat mengukur kayu yang diameternya terlalu kecil karena pantulan gelombang ultrasonik sulit terdeteksi, serta kayu yang diameternya terlalu besar melebihi jarak tetap antar sensor. Oleh karena itu, alat ini hanya efektif digunakan pada kayu dengan diameter dalam rentang tertentu yang sesuai dengan jarak pemasangan sensor.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah agar alat pengukur diameter kayu otomatis ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan sensor yang memiliki akurasi lebih tinggi, seperti sensor laser (*LIDAR*) atau sensor ultrasonik industri, sehingga hasil pengukuran menjadi lebih presisi. Selain itu, sistem juga dapat dilengkapi dengan fitur pendeteksi bentuk objek secara otomatis agar alat mampu menyesuaikan metode pengukuran berdasarkan karakteristik kayu, baik berbentuk silinder, persegi panjang, maupun tidak beraturan.

Referensi

Amalia, L. (2023). *Tindakan Pidana Penguasaan Hutan Produksi Oleh Perorangan dan Akibat Hukum Terhadap Pelakunya*.

Amin, M. (2020). Sistem Cerdas Kontrol Kran Air Menggunakan *Mikrokontroler Aduino* dan Sensor Ultrasonic. *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, *4*(2), 55–59.

Arifin, T. N., Febriyani Pratiwi, G., & Janrafsasih, A. (2022). Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak. *Jurnal Tera*, *2*(2), 55–62. http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/

Arista, T. D., Yusra, Y., Fikry, M., & Oktavia, L. (2023). Klasifikasi Sentimen Masyarakat di Twitter terhadap Kenaikan Harga BBM dengan Metode K-NN. *JUKI: Jurnal Komputer Dan …*, *5*, 140–150. https://doi.org/https://doi.org/10.53842/juki.v5i1.189

Hasibuan, A., Qodri, A., Kartika, K., & Isa, M. (2021). Temperature Monitoring System using *Aduino Uno* and Smartphone Application. *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering*, *2*(2), 46–55. https://doi.org/10.25008/bcsee.v2i2.1139

Hendrastuty, N., Rahman Isnain, A., & Yanti Rahmadhani, A. (2021). Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Program Kartu Prakerja Pada Twitter Dengan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, *6*(3), 150–155.

Kashfuzzunun, M. P., Santoso, I. H., & ... (2023). Perancangan Dan Implementasi Alat Pendeteksi Kecepatan Pada Kendaraan Bermotor Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan Sensor HC-SR 04. … *of Engineering*, *8*(6), 3473–3479. https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/19033%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/19033/18420

Kelechi, A. H., Alsharif, M. H., Agbaetuo, C., Ubadike, O., Aligbe, A., Uthansakul, P., Kannadasan, R., & Aly, A. A. (2021). Design of a low-cost air quality monitoring system using *aduino* and *ThingSpeak* . *Computers, Materials and Continua*, *70*(1), 151–169. https://doi.org/10.32604/cmc.2022.019431

Mayawatie Marzuki, B., Widya, N., Indrawati, I., & Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, D. (2021). Pengaruh Perbandingan Takaran Media Produksi (Serbuk Gergaji Kayu Albasia (SGKA) dan Daun Pisang Kering (DPK)) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus). *Prosiding SNPBS*, *2*, 265–275.

Puspasari, F.-, Fahrurrozi, I.-, Satya, T. P., Setyawan, G.-, Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis *Aduino* Due Untuk Sistem Monitoring

Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, *15*(2), 36. https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393

Rizky Wahyu Pradana, Ganjar Febriyani Pratiwi, & Tri Nur Arifin. (2024). Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis *Aduino Uno* Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0. *Jurnal Teknik Dan Science*, *3*(1), 13–24. https://doi.org/10.56127/jts.v3i1.1212

Shaputra, R. (2019). Kran Air Otomatis Pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis *Aduino Uno*. *Sigma Teknika*, *2*(2), 192. https://doi.org/10.33373/sigma.v2i2.2085

Trianto, G. A., Sihotang, T. Y., Marzuki, M. F., & Irsyad, H. (2023). Klasifikasi Opini Terhadap Resesi Indonesia 2023 pada Twitter Menggunakan Algoritma Decesion Tree. *MDP Student Conference*, *2*(1), 1–9. https://doi.org/10.35957/mdp-sc.v2i1.3997

Wiguna, I. K. A. G., Sugiartawan, P., Sudipa, I. G. I., & Pratama, I. P. Y. (2022). Sentiment Analysis Using Backpropagation Method to Recognize the Public Opinion. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, *16*(4), 423. https://doi.org/10.22146/ijccs.78664