

Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino menggunakan Sensor Proximity

Ratih Wahyuningrum¹, Vernando Tobing²

Jurusan Sistem Komputer Fakultas Komputer IBN

Jl. Pulomas Timur 3A Blok A No. 2 Pulo Gadung Jaktim INDONESIA

ratihfath33@gmail.com, vermandotobing1@gmail.com

Intisari— Permasalahan sampah di lingkungan HKBP Ressort Sutoyo, khususnya dalam pemilahan antara sampah logam dan non-logam, memerlukan solusi inovatif yang mendukung pengelolaan sampah yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem tempat sampah dengan pemilah otomatis berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem ini menggunakan sensor proximity untuk mendeteksi kandungan logam dan sensor infrared untuk mendeteksi keberadaan objek secara umum, serta motor servo untuk menggerakkan mekanisme pemilah berdasarkan hasil deteksi sensor. Metode penelitian yang digunakan adalah *field research* dan model pengembangan sistem Waterfall, yang meliputi tahapan *requirement analysis, system design, assembly, testing, deployment and maintenance*. Perangkat keras yang digunakan meliputi Arduino Uno, sensor proximity, sensor infrared, dan motor servo, sementara perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman sistem. Hasil penelitian ini adalah sebuah tempat sampah dengan sistem pemilah otomatis yang mampu memilah sampah logam dan non-logam secara akurat dan efisien. Sistem ini dapat diimplementasikan sebagai solusi pendukung dalam pengelolaan sampah yang ramah lingkungan di lingkungan gereja HKBP Ressort Sutoyo.

Kata kunci— Mikrokontroler, Arduino Uno, Sensor Proximity, Sensor Infrared, Motor Servo, Sistem Pemilah Sampah Otomatis

Abstract— *The waste problem in the HKBP Ressort Sutoyo environment, especially in sorting metal and non-metal waste, requires innovative solutions that support better waste management. This study aims to design and build a trash bin system with an automatic sorting system based on an Arduino microcontroller. This system uses a proximity sensor to detect metal content and an infrared sensor to detect the presence of objects in general, as well as a servo motor to drive the sorting mechanism based on the results of sensor detection. The research method used is field research and the Waterfall system development model, which includes the stages of requirement analysis, system design, assembly, testing, deployment and maintenance. The hardware used includes Arduino Uno, proximity sensors, infrared sensors, and servo motors, while the software used is Arduino IDE for system programming. The result of this study is a trash bin with an automatic sorting system that is able to sort metal and non-metal waste accurately and efficiently. This system can be implemented as a supporting solution in environmentally friendly waste management in the HKBP Ressort Sutoyo church environment.*

Keywords— Mikrokontroler, Arduino Uno, Sensor Proximity, Sensor Infrared, Motor Servo, Sistem Pemilah Sampah Otomatis

I. PENDAHULUAN

Tingginya konsumsi masyarakat, terutama di kota-kota besar, mengakibatkan jumlah sampah yang dihasilkan semakin meningkat dari waktu ke waktu. Sampah yang menumpuk secara berlebihan pada suatu daerah dapat menimbulkan banyak masalah lingkungan, seperti polusi udara, tanah dan air, serta merusak estetika lingkungan.

Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Salah satu metode yang efektif adalah dengan melakukan pemilahan sampah sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pemilahan ini bertujuan untuk memisahkan sampah berdasarkan jenisnya, seperti sampah logam dan non-logam. Sampah logam meliputi kaleng, besi, dan aluminium, sedangkan sampah non-logam mencakup plastik, kertas, dan bahan organik lainnya. Namun, pemilahan sampah secara manual memerlukan waktu yang lama, meningkatkan risiko kesehatan bagi pekerja, dan sering kali kurang efektif karena masih terjadi pencampuran antara sampah logam dan non-logam. Oleh karena itu, diperlukan

inovasi teknologi yang dapat mempermudah dan mempercepat proses pemilahan sampah secara otomatis.

Dalam penelitian ini, penulis merancang sebuah sistem pemilah sampah otomatis berbasis Arduino Uno yang menggunakan sensor Proximity untuk mendeteksi perbedaan antara sampah logam dan non-logam. Setelah jenis sampah terdeteksi, sistem akan secara otomatis mengarahkan sampah logam dan non-logam ke tempat yang sesuai dengan bantuan motor servo sebagai penggerak mekanisme pemilahan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pemilahan sampah menjadi lebih akurat, efisien, serta dapat menghemat waktu dan biaya operasional.

II. LATAR BELAKANG

A. Sistem Komputer

Sistem komputer merupakan kumpulan elemen yang saling terhubung dan bekerja sebagai satu kesatuan untuk mencapai tujuan utama, yaitu mengolah data menjadi informasi. Agar tujuan ini dapat tercapai, diperlukan tiga elemen utama yang saling mendukung, yaitu hardware, software, dan brainware. Dijelaskan sebagai berikut: [1]

- 1) Hardware (perangkat keras) adalah komponen fisik dalam sistem komputer yang dapat dilihat dan disentuh, seperti monitor, keyboard, dan mouse.
- 2) Software (perangkat lunak) merupakan kumpulan program yang berisi instruksi untuk mengolah data. Software terdiri dari tiga kategori utama:
 1. Sistem operasi, seperti Windows, Linux, MacOS, dan DOS.
 2. Bahasa pemrograman, seperti Java, C++, Pascal, Visual Basic, dan Visual C.
 3. Aplikasi, misalnya Microsoft Office, antivirus, Mozilla, dan Winamp.
- 3) Brainware mengacu pada individu yang mengoperasikan dan mengelola sistem komputer.

Ketiga elemen ini harus bekerja secara terintegrasi. Perangkat keras tidak akan berfungsi tanpa perangkat lunak yang menjalankannya, sementara perangkat lunak juga memerlukan perangkat keras sebagai media operasionalnya. Selain itu, keduanya tetap memerlukan manusia sebagai pengguna yang mengoperasikan dan mengatur sistem agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan pemrograman Input-Output. Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.[2]

C. Arduino Uno

Arduino adalah sebuah komputer kecil yang dapat diprogram sebagai input dan output dengan bantuan alat sebagai hasilnya. Arduino pertama kali ditemukan pada tahun 2005 oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles yang mencoba membuat sebuah proyek untuk membuat perangkat untuk mengendalikan dari proyek yang dibuat oleh mahasiswa pada waktu itu dengan harga yang lebih murah dari harga perangkat yang tersedia pada saat itu. Walaupun berukuran kecil seperti itu, papan tersebut mengandung mikro kontroler dan sejumlah input/output (I/O) yang memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyek elektronika yang dikhususkan untuk menangani tujuan tertentu.[3]

D. Sensor Proximity

Secara lebih spesifik induktif proximity sensor adalah proximity sensor yang dapat mendeteksi benda logam tanpa menyentuhnya. *Inductive Proximity Sensor* adalah Proximity Sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam, masing-masing ferrous dan non-ferrous. Sebuah sensor induktif menggunakan kumparan (induktor) untuk menghasilkan

magnet frekuensi tinggi seperti yang ditunjukkan dalam Jika mungkin ada benda logam yang dekat dengan magnet konversi, kontemporer akan mengikuti arus di dalam benda tersebut.[4]

E. Sensor Infrared

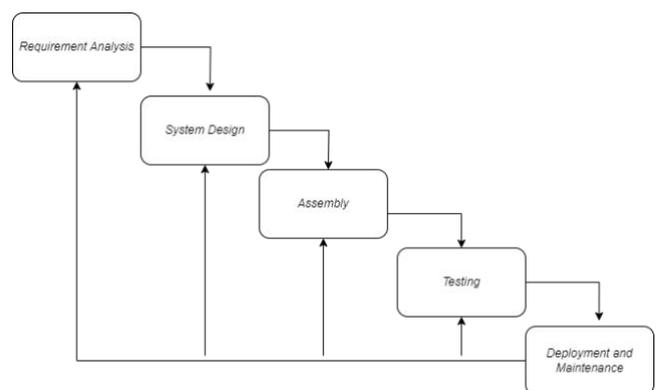
Sensor infrared (IR) adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya inframerah. Saat ini, terdapat sensor infrared dalam bentuk modul khusus yang dikenal sebagai IR Detector Photomodules. Modul ini merupakan chip detektor inframerah digital yang sudah dilengkapi dengan fotodiode dan amplifier (penguat sinyal). Sensor infrared bekerja dengan memancarkan gelombang inframerah, lalu mendeteksi pantulan cahaya tersebut saat mengenai suatu objek. Oleh karena itu, sensor ini sering digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda atau pergerakan dalam berbagai aplikasi, seperti robotika, sistem keamanan, dan perangkat otomatisasi.[5]

F. Motor Servo

Motor Servo adalah motor dengan sistem closed feedback dimana posisi motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada didalam motor servo. Motor ini terdiri atas sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian control. Potensiometer berfungsi menentukan batas sudut putaran servo. Sementara sudut sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Dengan pulsa 1,5 ms pada periode selebar 2 ms, sudut sumbu motor akan berada di posisi tengah. Semakin lebar pulsa *OFF*, semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam. Sebaliknya, semakin kecil pulsa *OFF*, semakin besar gerakan sumbu kearah yang berlawanan dengan jarum jam. Motor servo umumnya hanya bergerak mencapai sudut tertentu dan tidak kontinu seperti Motor DC maupun motor stepper.[6]

G. Model Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *waterfall* yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Model Waterfall [7]

- 1) *Requirement Analysis*

Di tahap pertama ini, penulis menentukan kebutuhan alat, seperti jenis sensor (*proximity sensor*), mikrokontroler (Arduino Uno, Mega, atau Nano), dan jenis motor servo yang mau dipakai sehingga sesuai dengan kebutuhan.

2) *System Design*

Tahapan *system design* bertujuan untuk merancang diagram blok sistem untuk menunjukkan bagaimana komponen berinteraksi dan mendesain perangkat lunak menggunakan Arduino IDE dan bahasa pemrograman C/C++.

3) *Assembly*

Pada tahap *Assembly* penulis merakit komponen elektronik dan menulis program dalam Arduino IDE dan mengunggahnya ke mikrokontroler.

4) *Testing*

Pada tahap ini, penulis menguji alat-alat untuk memastikan berfungsi dengan benar melakukan debugging pada kode program jika terdapat kesalahan dan mengukur efisiensi alat dalam memilah sampah secara otomatis.

5) *Deployment and Maintenance*

Pada tahapan ini, tempat sampah pemilah otomatis sudah digunakan dalam lingkungan nyata dan melakukan pemeliharaan dan perbaikan jika ada kendala.

H. *Pengujian Alfa*

Alpha testing adalah tahap pengujian perangkat lunak yang dilakukan oleh tim pengembang di lingkungan internal sebelum produk dirilis ke pengguna eksternal. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memperbaiki bug atau masalah fungsionalitas yang mungkin ada dalam aplikasi atau sistem yang dikembangkan. Pengujian ini memastikan bahwa perangkat lunak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dan berfungsi sesuai harapan sebelum memasuki tahap beta testing.[8]

I. *Penelitian Sejenis*

Adapun penelitian terdahulu yang sejenis dengan penelitian penulis dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL I
PENELITIAN SEJENIS

No	Judul	Ringkasan Penelitian	Hasil Penelitian
1	L. Harmaji and Khairullah. Rancang Bangun Tempat Pemilah Sampah Logam dan Non logam Otomatis Berbasis Mikrokontroler. [9]	Model tempat sampah ini menggunakan sensor proximity sebagai pendeteksi sampah yang mengandung logam, Sensor ultrasonik sebagai pendeteksi	Hasil uji coba dari 50 kali percobaan, alat bekerja dengan baik memisahkan sampah logam dan non logam, dengan tingkat keberhasilan 88%.

		manusia yang akan membuang sampah, serta motor servo sebagai pembuka dan penutup pintu tempat sampah.	
2	M. S. Hasibuan, S. Azzahra, and A. Amelia, Rancang Bangun Sistem Pemilah dan Pemantau Sampah Logam dan Non Logam via SMS. [10]	Sistem ini untuk memantau kondisi tempat sampah yang penuh dengan menggunakan GPS dan SMS. Perancangan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai komponen pengendali (<i>controller</i>). Sensor IR, Sensor Inductive Proximity, GPS Ublox Neo 6MV2, Arduino Nano, dan Buzzer.	Hasil penelitian bahwa motor servo akan bergerak 900 (ke arah kanan) jika sensor induktif proximity mendeteksi sampah jenis logam, dan motor servo akan bergerak 1800 (ke arah kiri) jika sensor induktif proximity mendeteksi sampah jenis non logam. Selanjutnya buzzer akan menyala ketika sensor IR mendeteksi jarak sampah sebesar satu cm sampai dengan empat cm.
3	A. Ra'uf, A. Faisol, and F. S. Wahyuni. Penggunaan <i>Internet of Things</i> (IoT) Alat Pendeteksi Logam dan Non Logam pada Tempat Sampah Pintar [11].	Sistem ini menggunakan sensor jarak kapasitif dan induktif untuk mendeteksi komposisi sampah, dengan Arduino sebagai mikrokontroler utama. Selain itu, micro servo digunakan sebagai penggerak untuk	Hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem website yang dikembangkan telah mampu melakukan monitoring dengan menampilkan data penambahan sampah serta status penuh tempat sampah

		mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai, sehingga meningkatkan efisiensi dalam proses pemilahan sampah.	berdasarkan sensor ultrasonik.
4	A. Yulianeu and M. F. Ridwanulloh. Model dan Simulasi Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Otomatis Berbasis Arduino. [12]	Penelitian ini dirancang sebuah sistem kontrol terhadap objek untuk memisahkan benda logam yang mengandung magnet neodmium dan non logam ke tempat yang berbeda menggunakan sebuah gate yang dikendalikan oleh arduino mega2560. Conveyor yang dirancang pada penelitian ini menggunakan belt conveyor, motor dc sebagai penggerak belt conveyor dan menggunakan satu buah motor servo untuk menggerakkan gate tersebut.	Hasil penelitian bahwa sistem yang dirancang berhasil memilah sampah logam dan non-logam sesuai dengan fungsinya, dengan Arduino sebagai mikrokontroler utama dalam pengolahan data serta servo motor sebagai pengendali mekanisme pemilahan; sensor proximity digunakan untuk mendeteksi jenis sampah logam dan non-logam, sementara sensor ultrasonik berfungsi mengaktifkan conveyor saat terdapat sampah; serta lampu LED digunakan sebagai indikator, di mana warna hijau menyala untuk sampah logam dan merah untuk sampah non-logam.

5	D. W. Nabilla and R. Pramudita. Sistem Pendeteksi Sampah Logam dengan Sampah Non Logam untuk Pengepul Barang Bekas di Kampung Bekasi Jati. [13]	Sistem ini akan sangat membantu dalam menyortir sampah yang berbentuk logam agar tidak tercampur dengan jenis sampah lainnya karena jenis sampah logam merupakan jenis sampah yang sangat susah untuk terurai.	Implementasi sensor proximity induktif pada sistem ini dilakukan dengan meletakkan sensor pada wadah pensortir sampah yang diletakkan pada bagian atas system sehingga sampah yang ada akan dengan otomatis dideteksi oleh sensor.
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Field Research*. *Field Research* merupakan penelitian kualitatif, dimana peneliti mengamati dan berpartisipasi langsung dalam penelitian skala kecil untuk melakukan survei, eksperimen dan observasi merupakan teknik pengumpulan informasi utama yang dilakukan. Penerapan penelitian kualitatif dengan pertimbangan kemungkinan data yang diperoleh di lapangan pengujian.[14]

B. Metode Pengumpulan Data

1) Observasi

Pada tahap observasi, pengamatan yang dilakukan secara langsung terhadap objek yang diteliti untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan tempat sampah pemilah otomatis pada saat dijalankan guna untuk mengumpulkan data. Observasi yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Mengamati bagaimana sensor proximity mendeteksi sampah
2. Melihat apakah sistem pemilahan bekerja sesuai desain
3. Mencatat respon alat terhadap berbagai jenis sampah

2) Eksperimen / Percobaan

Dengan melakukan uji coba Tempat Sampah Pemilah Otomatis pada saat bekerja secara langsung, penulis dapat mengukur kinerja alat secara lebih tepat. Adapun pengujian yang diharapkan sebagai berikut:

1. Pengujian akurasi sensor, seberapa akurat sensor proximity dalam mendeteksi sampah?

2. Pengujian Efektivitas Pemilahan, berapa persen sampah berhasil dipilah dengan benar?

3) *Studi Literatur*

Studi literatur yakni tahap untuk mengumpulkan data dengan mengandalkan teori-teori yang mendukung perancangan sistem ini dengan sumber jurnal-jurnal, paper, buku, karya ilmiah, atau artikel-artikel yang berkaitan dengan rancang bangun sistem ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Requirement Analysis*

Analisa kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari kebutuhan sistem tempat sampah pemilah otomatis untuk logam dan non-logam yang akan dibuat. Penulis akan membahas mengenai perangkat lunak (*Software*) dan perangkat keras (*Hardware*) yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini.

1) *Kebutuhan Perangkat Lunak*

Adapun kebutuhan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Windows
2. Arduino IDE
3. Fritzing
4. Draw.io

2) *Kebutuhan Perangkat Keras*

Adapun perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut:

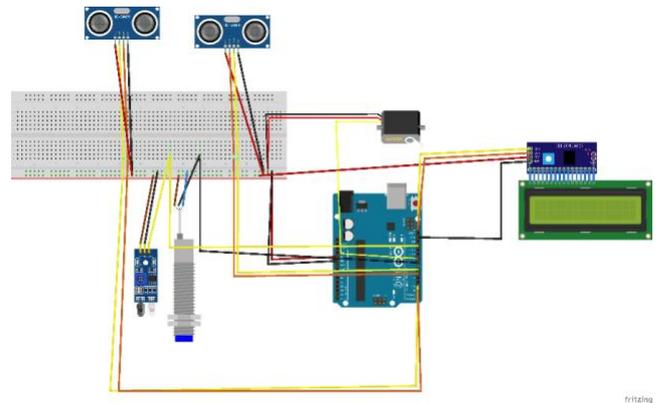
1. Laptop
2. Arduino Uno
3. Sensor Proximity
4. Sensor Infrared
5. Sensor Ultrasonik
6. Motor Servo
7. Kabel Jumper
8. LCD
9. Adaptor 12v
10. Breadboard

B. *System Design*

Adapun perancangan sistem software adalah sebagai berikut:

1) *Rangkaian Skematik*

Rangkaian Skematik merupakan suatu komponen yang saling terhubung, peneliti menggunakan Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, Sensor Proximity, Sensor Infrared, Motor Servo, dan Breadboard sebagai komponen utama dalam perancangan sistem. Berikut merupakan gambar skematik dari sistem pemilah sampah otomatis:



Gambar 2. Rancangan Skematik

Skematik pada gambar 5.1 akan dijelaskan sebagai berikut :

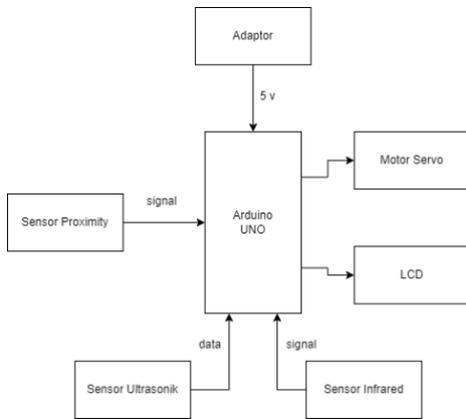
1. Arduino UNO berfungsi sebagai pusat kendali dari keseluruhan sistem pin GND dan 5V Arduino disambungkan kabel jumper dan dipasang ke breadboard. Pin GND ke negatif yang ditandai dengan garis biru dan pin 5V ke positif yang ditandai dengan garis merah.
2. Proximity Sensor menggunakan pin 8 di Arduino UNO dan kabel GND, VCC nya disambungkan ke *breadboard*. Proximity Sensor memberikan signal ke Arduino UNO saat mendeteksi benda logam.
3. Sensor Infrared menggunakan pin 12 di Arduino UNO dan kabel GND, VCC nya disambungkan ke *breadboard*.
4. Motor Servo menggunakan pin 9 di Arduino UNO dan kabel GND, VCC nya disambungkan ke *breadboard*.
5. Sensor Ultrasonik yang pertama menggunakan pin 6 untuk trigg dan 7 untuk echo, sensor ultrasonik kedua menggunakan pin 3 untuk trigg dan 2 untuk echo dan kabel GND, VCC nya disambungkan ke *breadboard*.
6. LCD menggunakan pin SCL, SDA, GND di Arduino UNO dan VCC di *breadboard*

Proses sistem bekerja diuraikan sebagai berikut :

1. Proximity Sensor memberikan signal ke Arduino UNO saat mendeteksi benda logam, lalu Arduino UNO menggerakkan motor servo 45 derajat ke tong sampah logam lalu membuat LCD menampilkan text “Terdeteksi Sampah Logam”
2. Sensor Infrared memberikan signal ke Arduino UNO saat mendeteksi objek, lalu Arduino UNO menggerakkan motor servo 90 derajat ke tong sampah non-logam lalu membuat LCD menampilkan text “Terdeteksi Sampah Non Logam”
3. Kedua sensor ultrasonik memberikan signal ke Arduino UNO saat sampah sudah berada di jarak tertentu, lalu Arduino UNO memberikan perintah ke LCD untuk menampilkan text “Sampah Logam Penuh” untuk logam, dan text “Sampah Non Logam Penuh” untuk non logam.
4. Saat tidak mendeteksi, Arduino UNO memberikan perintah ke LCD untuk menampilkan text “Tempat Sampah Otomatis”.

2) *Diagram Blok*

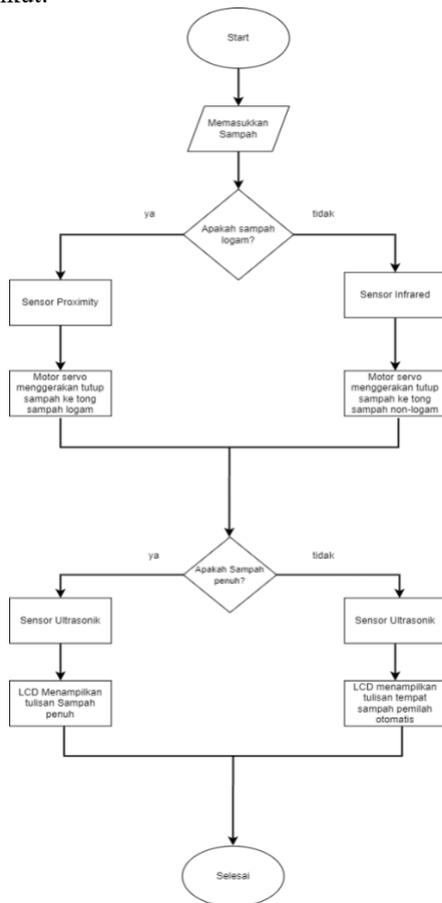
Diagram blok digunakan untuk merepresentasikan aktivitas dalam suatu sistem. Untuk memahami sistem yang akan dikembangkan dengan lebih baik, perlu dibuat ilustrasi mengenai alur kerja sistem yang sedang berlangsung. Diagram blok digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Blok

3) *Flowchart*

Flowchart sistem pemilah sampah otomatis digambarkan sebagai berikut:



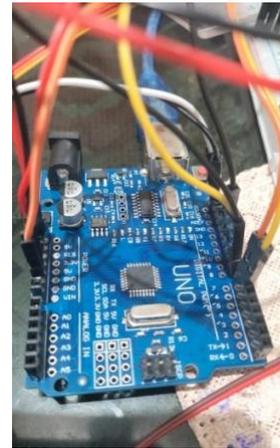
Gambar 4. Flowchart Sistem

C. *Assembly*

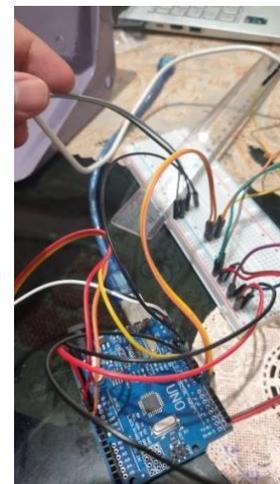
Pada tahap ini dilakukan proses perakitan perangkat keras dan pengkodean perangkat lunak untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan desain yang telah dirancang pada tahap *System Design*. Tahapan ini terdiri dari dua aspek utama:

1) *Perakitan Perangkat Keras*

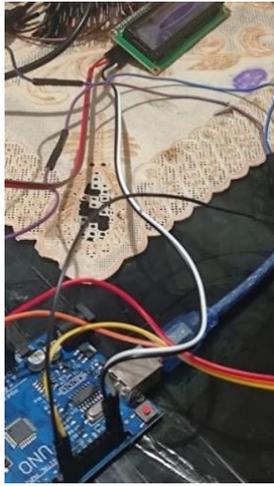
Perakitan perangkat keras mencakup pemasangan komponen elektronik dan sistem mekanik agar perangkat dapat berfungsi dengan baik. Berikut merupakan dokumentasi perakitan perangkat keras yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Adapun dokumentasi video perakitan dapat dilihat pada link berikut: <https://youtu.be/kuV0vnHdZjo>



Gambar 5. Perakitan Kabel Arduino Uno



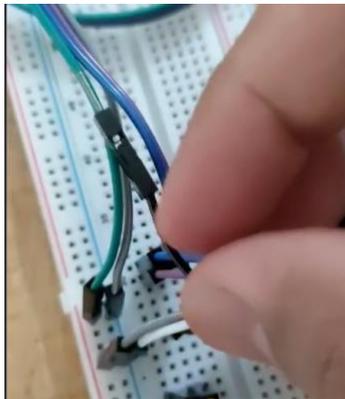
Gambar 6. Perakitan Kabel Komponen



Gambar 7. Perakitan Kabel LCD



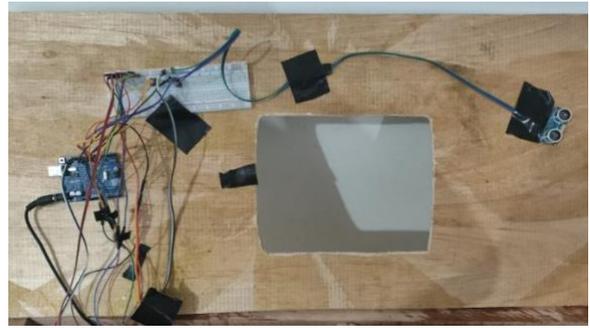
Gambar 8. Perakitan Kabel Ultrasonik



Gambar 9. Perakitan Kabel Infrared



Gambar 10. Tampilan LCD



Gambar 11. *Layout* Perkabelan Komponen



Gambar 12. Tampak Atas Tempat Sampah



Gambar 13. Tampak Depan Tempat Sampah

2) Pengkodean Perangkat Lunak

Pada tahap ini, dilakukan pengembangan dan pengujian kode program yang mengontrol perangkat keras agar berfungsi sesuai desain sistem. Koding pada perangkat lunak yang diupload ke Arduino uno sebagai berikut:

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

Servo myservo;

const int col = 16;
const int row = 2;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, col, row);

const int proximitySensor = 8;
const int trig = 6;
const int echo = 7;

const int trig2 = 5;
const int echo2 = 4;

const int ir_sensor = 12;

long totalTime;
long totalTime2;
int distance;
int distance2;
int isMetal;
int lastDetectionState = HIGH;
unsigned long lastDetectionTime = 0;
const unsigned long resetTime = 3000;

bool isDisplayingDetection = false;

const unsigned long detectionDelay = 1000;
unsigned long objectDetectedTime = 0;
bool objectConfirmed = false;

String lastLine1 = "";
String lastLine2 = "";

void updateLCD(String line1, String line2) {
    if (line1 != lastLine1 || line2 != lastLine2) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print(line1);
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(line2);
        lastLine1 = line1;
        lastLine2 = line2;
    }
}

void setup() {
    myservo.attach(9);
    lcd.init();
    lcd.backlight();

    pinMode(ir_sensor, INPUT);
    pinMode(proximitySensor, INPUT);
    // sensorultrasonic
    pinMode(trig, OUTPUT);
    pinMode(echo, INPUT);
    // sensorultrasonic2
    pinMode(trig2, OUTPUT);
    pinMode(echo2, INPUT);

    Serial.begin(9600);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TEMPAT SAMPAH");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("OTOMATIS");
    myservo.write(90);
}

void loop() {

    int sensorStatus = digitalRead(ir_sensor);
    isMetal = digitalRead(proximitySensor);

    // sensorultrasonic
    digitalWrite(trig, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trig, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trig, LOW);
    // sensorultrasonic2
    digitalWrite(trig2, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trig2, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trig2, LOW);

    // sensorultrasonic
    totalTime = pulseIn(echo, HIGH, 30000);
    distance = totalTime * 0.034 / 2;
    delay(100);
    // sensorultrasonic2
    totalTime2 = pulseIn(echo2, HIGH, 30000);
    distance2 = totalTime2 * 0.034 / 2;

    Serial.print("Distance: ");
    Serial.println(distance);
    Serial.print("Distance2: ");
    Serial.println(distance2);
    Serial.print("Metal Detected: ");
    Serial.println(isMetal);
    delay(100);

    static bool lastSensorStatus = 0;
    // UNTUK DETECT SAMPAH NON LOGAM

    if (sensorStatus == 0 && isMetal == HIGH &&
        lastSensorStatus == 1) {

        Serial.println("Ada benda terdeteksi");
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("TERDETEKSI : ");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("SAMPAH NON-LOGAM");

        myservo.write(90);
        delay(1000);
        myservo.write(180);
        delay(1000);
        myservo.write(90);
        delay(1000);
    }
    if (sensorStatus == 1 && isMetal == HIGH &&
        lastSensorStatus == 0) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("TEMPAT SAMPAH");
    }
}

```

```

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("OTOMATIS");
}
// BUAT DETECT SAMPAH LOGAM
if (isMetal == LOW && lastDetectionState == HIGH )
{
    Serial.println("Metal detected! Moving servo.");

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TERDETEKSI : ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("SAMPAH LOGAM");

    // lastDetectionTime = millis();

    myservo.write(90);
    delay(1000);
    myservo.write(45);
    delay(1500);
    myservo.write(90);
    delay(500);
}

lastSensorStatus = sensorStatus;

if (isMetal == HIGH && lastDetectionState == LOW
&& sensorStatus == 1) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TEMPAT SAMPAH");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("OTOMATIS");
    Serial.println("No metal detected! Moving
servo.");

    lastDetectionTime = millis();
}

lastDetectionState = isMetal;

if (isDisplayingDetection && millis() -
lastDetectionTime > resetTime) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TEMPAT SAMPAH");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("OTOMATIS");
    isDisplayingDetection = false;
}
// INI UNTUK KAPASISTAS SAMPAH
if(distance <= 10){
    // lcd.clear();
    // lcd.setCursor(0, 0);
    // lcd.print("SAMPAH LOGAM");
    // lcd.setCursor(0, 1);
    // lcd.print("PENUH");
    updateLCD("SAMPAH LOGAM", "PENUH");
}
if(distance > 10){

    updateLCD("TEMPAT SAMPAH", "OTOMATIS");
}
if(distance2 <= 10 && distance2 != 0){
    updateLCD("SAMPAH NON-LOGAM", "PENUH");
}
if(distance2 && distance <= 10){

```

```

    updateLCD("SAMPAH NON-LOGAM", " & LOGAM PENUH");
}

delay(300);
}

```

D. Testing

Adapun metode pengujian yang dilakukan adalah metode *Alpha Testing*. Berikut merupakan tabel dari hasil testing:

TABEL 2
PENGUJIAN KOMPONEN

Komponen	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji Coba
Arduino Uno	Dapat menjalankan perintah dari kodingan	Arduino UNO dapat menjalankan perintah sesuai harapan
LCD	Dapat menerima perintah untuk menampilkan tulisan	Berhasil menampilkan tulisan sesuai harapan
Sensor Infrared	Dapat mendeteksi benda non logam	Berhasil mendeteksi
Sensor Proximity	Dapat mendeteksi benda logam	Berhasil mendeteksi
Sensor ultrasonic	Dapat mengukur jarak suatu objek	Berhasil mengukur
Motor Servo	Dapat memutar tutup tong sampah	Berhasil berputar
Breadboard	Dapat menyalurkan semua komponen	Berhasil menyalurkan

TABEL 3
HASIL PENGUJIAN PEMILAHAN

Keterangan	Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3	Uji Coba 4	Uji Coba 5
Non Logam	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
Logam	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Berdasarkan data tabel diatas, pemilahan sampah yang dilakukan dapat berjalan dengan baik.

E. Deployment amd Maintenance

Deployment sistem pemilah sampah non-logam otomatis di HKBP Ressort Sutoyo dimulai dengan menentukan lokasi strategis dan memastikan ketersediaan listrik. Instalasi mencakup pemasangan sensor ultrasonik, sensor proximity, motor servo, LCD, dan Arduino Uno, serta pengujian untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik, motor servo bergerak sesuai deteksi, dan informasi tampil di LCD. Setelah itu, jemaat dan petugas gereja diberikan pelatihan, serta sistem

diintegrasikan dengan pengelolaan sampah melalui wadah pemilah dan koordinasi dengan pihak pengangkut sampah.

Pemeliharaan rutin dilakukan dengan membersihkan dan mengkalibrasi sensor, memeriksa motor servo agar tetap responsif, serta memperbarui perangkat lunak untuk meningkatkan efisiensi sistem. LCD dan sumber daya listrik juga dicek agar sistem tetap berjalan optimal. Evaluasi berkala dilakukan untuk mendeteksi kendala dan melakukan perbaikan jika diperlukan. Dengan penerapan dan pemeliharaan yang baik, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif di HKBP Ressort Sutoyo.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa perancangan tempat sampah pemilah otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor dibuat menggunakan metode waterfall dengan pendekatan penelitian lapangan (*field research*), teknik pengumpulan data berupa observasi, eksperimen, dokumentasi, dan studi literatur.

Tahapan perancangan meliputi pembuatan rancangan skematik, diagram blok dan flowchart sistem. Perangkat keras yang digunakan antara lain Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, sensor proximity untuk mendeteksi material logam, sensor ultrasonik dan infrared untuk deteksi objek, motor servo untuk menggerakkan mekanisme pemilahan, LCD sebagai penampil informasi, serta komponen pendukung seperti breadboard dan kabel jumper. Pemrograman alat dilakukan menggunakan Arduino IDE.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat secara otomatis memilah sampah logam dan non-logam, bekerja sesuai dengan desain, dan meningkatkan efisiensi serta kebersihan dalam proses pengelolaan sampah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan paper ini tepat waktu. Sholawat dan salam selalu tercurah untuk baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Paper ini tidak akan selesai tanpa adanya kesempatan yang diberikan kepada penulis. Oleh sebab itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis berikan kepada Ibu Evy Roslita S.E., M.M dan Bapak Novan Yurindera, S.Kom., M.M yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan paper ini, ucapan terima kasih juga untuk Vernando Tobing selaku penulis kedua, dan terutama untuk suami tersayang yang selalu mendukung dalam segala hal sehingga paper ini dapat selesai. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mempersembahkan paper ini kepada semua pihak yang berkepentingan dengan harapan semoga paper ini dapat berguna sebagaimana mestinya.

REFERENSI

[1] A. T. Haryanto, M.CS, T. L. A. Sucipto, M.T, *Sistem Komputer*. Jakarta: Politeknik Negeri Media Kreatif, 2013.

- [2] Wahyuningrum,R. and Febrianto,L., Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Kunci Pintu Berbasis Voice Recognition Arduino Uno & Sensor Bluetooth. *Jurnal Esensi Infokom Vol.7 No.2*, 2023.
- [3] R. Arrahman, C. Bella, Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3, *Jurnal Portal Data*, Vol. 2 no. 2, 2022.
- [4] A. Faisol, F. S. Wahyuni, and F. T. Industri, Penggunaan Internet Of Things (IoT) Alat Pendeteksi Logam Dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2022.
- [5] T. Trismansyah, D. N. Ilham, S. Kurniadi, E. Sipahutar, and Oktrison, Pembersih Tangan Otomatis menggunakan Sensor Infrared Berbasis Arduino, *Jurnal Multidisiplin Teknik, Sains, Pendidikan, dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6. 2024.
- [6] B. A. Nugroho, Y. M. Djaksana, Implementasi Mikrokontroler Arduino Uno Dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah, *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*, Vol. 2, No. 4, 2022
- [7] F. N. Hasanah, M.Pd, R. S. Untari, M.Pd, *Rekayasa Perangkat Lunak*. Sidoarjo: UMSIDA PRESS, 2020.
- [8] U. Saputra, B. R. Nasution, A. A. Anggara, R. S. Qaisa, A. E. Jakfar, and N. Astrianda, Analisa Pengujian Sistem Informasi Website E-Commerce Bali-Store Menggunakan Metode Black Box Testing, *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 95–102, 2023.
- [9] L. Harmaji and Khairullah, Rancang Bangun Tempat Pemilahan Sampah Logam dan Nonlogam Otomatis Berbasis Mikrokontroler, *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 15, no. 2, pp. 73–82, 2020.
- [10] M. S. Hasibuan, S. Azzahra, and A. Amelia, Rancang Bangun Sistem Pemilahan dan Pemantau Sampah Logam dan Non Logam via SMS, *Jurnal Ilmiah Elektronika Circuit*, vol. 1, no. 1, pp. 25–35, 2021.
- [11] A. Ra'uf, A. Faisol, and F. S. Wahyuni, Penggunaan Internet of Things (IoT) Alat Pendeteksi Logam dan Non-Logam pada Tempat Sampah Pintar, *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 1176–1183, 2022.
- [12] A. Yulianeu and M. F. Ridwanulloh, Model dan Simulasi Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam Otomatis Berbasis Arduino, *JUTEKIN*, vol. 10, no. 2, pp. 115–124, 2022.
- [13] D. W. Nabilla and R. Pramudita, Sistem Pendeteksi Sampah Logam dengan Sampah Non Logam untuk Pengepul Barang Bekas di Kampung Bekasi Jati, *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 73–82, Sep. 2022.
- [14] A. M. Yusuf, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta: Prenada Media, 2016.