Perancangan Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino Uno dan *Sensor Proximity*

Novi Ken Sydney[1]*, Isdawantyo Pratama Kusuma Delmi[1], Muhammad Qotrunnada Mursidan[1]
[1]*Universitas Negeri Jakarta, Indonesia*

ABSTRACT
The Ministry of Environment and Forestry (KLHK) announced that total waste production in Indonesia in 2020 reached 67.8 million tons. This means that as many as 270 million people produce around 185,753 tons of waste every day. One of the causes of this waste accumulation is ineffective waste management. Every waste in various places should undergo a processing process before being transported to the landfill, one of which is the sorting process. Even though trash cans are available which have different containers according to type, the lack of public awareness in disposing of waste in appropriate containers makes this method ineffective. This research aims to design a system in the form of a trash can prototype that can classify metal and non-metal waste, where non-metal waste will be further classified into organic and inorganic. This trash can has three chambers for metal, organic non-metal and inorganic non-metal waste as well as one entrance for disposing of waste. The lid of this smart trash can opens and closes automatically by detecting human presence at a distance of 10 cm. This research produces output in the form of movement of the sorting arm which will move to the right if the classification result is metal and to the left for organic and inorganic filtering, with movement to the left for inorganic waste and movement to the right for organic waste.

ABSTRAK
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengumumkan bahwa total produksi sampah di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 67,8 juta ton. Artinya, sebanyak 270 juta orang menghasilkan sekitar 185.753 ton sampah setiap harinya. Salah satu penyebab penimbunan sampah ini adalah pengelolaan sampah yang kurang efektif. Setiap sampah di berbagai tempat seharusnya menjalani proses pengolahan sebelum diangkut ke TPA, salah satunya adalah proses pemilahan. Meskipun sudah tersedia tempat sampah yang memiliki wadah berbeda sesuai jenisnya, kurangnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah pada wadah yang sesuai menjadikan metode ini tidak efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem berupa prototipe tempat sampah yang dapat mengklasifikasikan sampah logam dan non-logam, di mana sampah non-logam akan diklasifikasikan lagi menjadi organik dan anorganik. Tempat sampah ini memiliki tiga ruang untuk sampah logam, non-logam organik, dan non-logam anorganik serta satu pintu masuk untuk membuang sampah. Tutup tempat sampah pintar ini akan terbuka dan tertutup secara otomatis dengan mendeteksi keberadaan manusia pada jarak 10 cm. Penelitian ini menghasilkan output berupa pergerakan lengan pemilah yang akan bergerak ke kanan apabila hasil klasifikasinya adalah logam dan ke kiri menuju penyaringan organik dan anorganik, dengan gerakan ke kiri untuk sampah anorganik dan gerakan ke kanan untuk sampah organik.

KONTAK
noviken70@gmail.com

KATA KUNCI
Sampah, Pemilahan, Arduino

PENDAHULUAN

Perkembangan di zaman era globalisasi dan teknologi dibidang mikrokontroler dan sensor berdampak kepada kehidupan manusia. Banyak sekali lahir berbagai inovasi teknologi baru dan terbarukan yang semuanya ditujukan untuk mempermudah dan membantu aktivitas manusia. Dengan perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor melahirkan alat bantu untuk meningkatkan kesadaran pentingnya menjaga kebersihan lingkungan. Salah satu cara menjaga kebersihan lingkungan adalah dengan meningkatkan kepedulian terhadap pengelolaan sampah.

Kurangnya kepedulian masyarakat untuk menjaga lingkungan menjadi akar permasalahan pengelolaan sampah. Serta ditambah dengan lemahnya kebijakan pemerintah seperti peraturan dan koordinasi antar instansi (Kahfi, 2017). Pengelolaan sampah di Indonesia yang saat ini dilakukan masih dalam lingkup TPA saja, sedangkan akar permasalahan terdapat pada penghasil atau sumber sampahnya yaitu kita (Wardiha, et al, 2013). Sebelum sampah dibuang ke TPA seharusnya dilakukan pemilahan dan pengelompokan sesuai jenisnya terlebih dahulu. Dari proses pemilahan akan diketahui sampah mana yang bisa dilakukan proses 3R sehingga bisa mengurangi penumpukan

akhir di TPA. Sebenarnya sudah banyak tempat sampah yang menerapkan metode pemilahan dengan menggunakan wadah yang berbeda untuk masing – masing kategori. Namun kurangnya kesadaran masyarakat dengan memasukkan sampah dalam wadah yang tidak sesuai kategorinya sehingga metode tersebut menjadi tidak efektif. Dibutuhkan inovasi teknologi untuk pemilah sampah otomatis yang akan menempatkan objek sampah sesuai kategorinya secara otomatis. Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan untuk membuat sistem pemilah atauklasifikasi sampah secara otomatis yaitu penelitian oleh Sachin Hulyalkar membuat prototipe untuk mengklasikasi sampah menggunakan metode CNN. Hasil penelitian didapatkan akurasi sebesar 84% (Hulyalkar, et al, 2018). Terdapat juga penelitian oleh Alfian yang membuat prototipe untuk mengklasifikasi sampah organik dan non organik (Alfian, 2019)

Sampah dapat digolongan menjadi 2 yaitu sampah logam dan nonlogam serta sampah organik dan anoganik. Sampah organik atau sampah basah adalah sampah yang dihasilkan oleh organisme hidup seperti dedaunan dan sisa makanan. Sampah organik dapat diurai atau didegradasi secara alami. Sampah ini akan hilang dengan sendirinya jika dibiarkan. Sampah non-organik berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui secara alami atau membutuhkan waktu lama untuk terurai. Bahan-bahan tersebut meliputi mineral, logam, minyak bumi, atau bahan lain yang dihasilkan dari proses industri. Sampah logam adalah limbah yang di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Sampah non logam adalah sampah yang bukan bersifat logam serta tidak menghantarkan listrik.

Selama ini tempat sampah masih konvensional karena menempatkan satu wadah tempat sampah dan tercampur sampah. Selama ini membuang sampah tidak sesuai golongan sampah, jadi si pembuang sampah hanya membuang sampah disatu tempat sampah saja yang berdampak kepada menumpuk dan tercampurnya sampah tersebut disatu wadah tempat sampah yang berdampak kepada menurunnya kualitas lingkungan dan menjadikan lingkungan tidak indah untuk dipandang mata.

Untuk itulah penulis membangun tempat sampah pemilah secara otomatis untuk memilah dan mendeteksi sampah logam (tembaga dari kabel,baut besi, kaleng minuman) dan nonlogam dengan sensor proximity induktif, memilah dan mendeteksi sampah non logam organik (contohnya buah dan sayur) dan non logam anorganik (contohnya kertas, botol plastik dan karet) dengan sensor proximity kapasitif, dan arduino uno R3 sebagai mikrokontroler.

Arduino Uno

Arduino adalah perangkat elektronik open source yang dirancang khusus agar mudah digunakan oleh seniman, desainer, dan siapa saja yang tertarik untuk membuat objek atau merancang perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan berbagai sensor dan pengontrol (Prayetno, 2021)

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler yang sepenuhnya dikendalikan oleh ATMEGA328. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar di bawah, Arduino UNO memiliki 14 pin input/output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, konektor USB, colokan listrik, memiliki kepala ICSP dan tombol reset. Arduino UNO mencakup semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontrole serta sangat mudah untuk menyambungkan ke komputer dengan kabel USB atau menyalakannya dengan adaptor AC-DC dan atau menggunakan baterai untuk memulai. Arduino sepenuhnya dikendalikan oleh mikrokontroler ATMEGA328 dan dapat melakukan banyak hal. Arduino dapat menghubungkan dan mengontrol LED, beberapa LED, atau bahkan beberapa LED, motor DC, relay, servo, modul dan sensor, dan banyak komponen lainnya (Prayetno, 2021)

Sensor Ultrasonik HCSR04

Sensor ultrasonik merupakan perangkat elektronika yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Salah satu sensor ultrasonik yang umum digunakan untuk memantau jarak objek adalah Sensor HC-SR04. Komponen sensor ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan penerima ultrasonik yang dikenal sebagai receiver. Rentang jarak yang dapat diukur oleh sensor ini berkisar antara 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sekitar 0,3 cm. Sensor mampu menangani sudut deteksi tidak lebih dari 15°. Arus yang diperlukan oleh sensor ini tidak melebihi 2mA, sementara tegangan yang dibutuhkan adalah +5V. Total pin yang dimiliki oleh sensor ini adalah 4.
Tabel 6 Keterangan Pin Sensor HC-SR04

Tabel 1. Keterangan Pin Sensor HC-SR04

Pin	*Keterangan*
Pin 1	VCC (dihubungkan ke tegangan +5V)
Pin 2	Trig (untuk mengirimkan gemlombang suara)
Pin 3	Echo (untuk menerima pantulan gelombang suara)
Pin 4	Gnd (dihubungkan ke ground)

Waktu yang diperlukan oleh gelombang suara untuk pergi ke objek dan kembali ke sensor dapat dihitung, dan dari informasi waktu ini, jarak antara sensor dan objek dapat ditentukan menggunakan rumus dasar kecepatan gelombang suara. Oleh karena itu, sensor ultrasonik dapat memberikan informasi yang akurat tentang jarak objek dari sensor (Satya, 2019).

Sensor Proximity Induktif

Sensor proximity induksi berfungsi dengan mendeteksi keberadaan objek logam tanpa memerlukan sentuhan fisik. Saat suatu objek logam mendekati sensor, terjadi fenomena induksi elektromagnetik di mana arus induksi atau eddy current mengalir pada objek tersebut. Proses ini terjadi karena adanya medan magnet yang dihasilkan oleh sensor.

Tabel 7. Spesifikasi Autonics PRL18-8 DP

Type	*Cylindrical round (PR Series)*
Sensing Distance	8 mm
Header demension / square	18 mm
Shield	*Non Shield*
Connection Type	*2m cable loose leads*
Voltage	12 - 24 VDC
Wire Type	*DC 3-wire*
Output Type	*PNP*

Semakin dekat objek logam dengan sensor, semakin besar arus atau ampere induksi yang terjadi, yang pada gilirannya meningkatkan beban pada rangkaian osilasi. Sensor proximity induksi sensitif terhadap perubahan ini, dan ketika terjadi perubahan amplitudo osilasi dalam serangkaian, sensor ini menghasilkan sinyal deteksi sebagai respons terhadap keberadaan objek logam.

Keunggulan utama dari sensor ini terletak pada kemampuannya mendeteksi objek tanpa adanya kontak fisik. Proses deteksi yang bersifat non-kontak ini membuat sensor proximity induksi sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pengamanan, mesin industri, dan peralatan otomatis. Dengan cara ini, sensor ini dapat mengoptimalkan kinerja sistem deteksi dengan menghasilkan sinyal output yang mengindikasikan keberadaan objek logam secara akurat dan efisien (Agustya, 2020).

Sensor Proximity Kapasitif

Sensor proximity kapasitif beroperasi dengan cara mendeteksi keberadaan objek melalui perubahan nilai kapasitansi saat objek berada dalam jarak tertentu. Sensor ini menghasilkan medan elektrik dan mengamati perubahan nilai kapasitansi ketika medan elektrik tersebut berinteraksi dengan suatu objek.

Tabel 8 Spesifikasi Sensor Autonics CR 18-8DN

Type	*Cylindrical round (PR Series)*
Sensing Distance	18 mm
Header demension / square	18 mm
Shield	*Shielded*
Connection Type	*2 m cable loose leads*
Voltage	12 - 30 VDC
Wire Type	*DC 3-wire*
Output Type	*NPN*

Secara lebih rinci, sensor ini menciptakan medan elektrik di sekitarnya dan bekerja secara aktif untuk memantau perubahan dalam kapasitansi saat medan elektrik tersebut berinteraksi dengan suatu objek yang mendekat. Proses ini terjadi karena adanya perubahan distribusi muatan listrik yang disebabkan oleh adanya objek di sekitarnya. Sebagai respons terhadap perubahan ini, sensor proximity kapasitif mengukur perubahan nilai kapasitansi dan menghasilkan sinyal yang menunjukkan keberadaan atau ketiadaan objek.

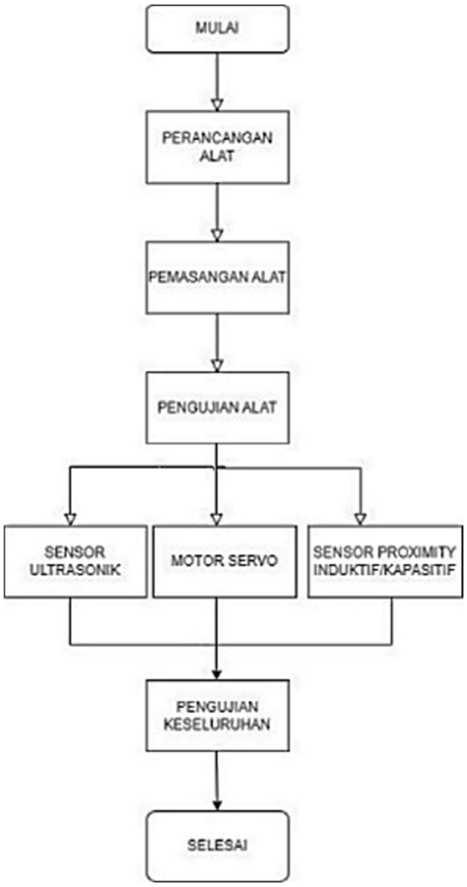
Dengan demikian, sensor ini dapat diandalkan untuk mendeteksi objek dengan cara yang sensitif terhadap perubahan dalam lingkungan medan elektrik yang diciptakannya. Keunggulan sensor proximity kapasitif terletak pada kemampuannya untuk mendeteksi benda tanpa harus menyentuhnya secara fisik, membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam teknologi touchscreen, kendali gestur, dan berbagai sistem deteksi non-kontak lainnya. (Turmahun, 2017).

Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor DC dengan sistem umpan balik tertutup yang terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol, dan juga potensiometer. Jadi motor servo sebenarnya tak berdiri sendiri, melainkan didukung oleh komponen komponen lain yang berada dalam satu paket. Motor Servo dapat bekerja searah maupun berlawanan jarum jam. Derajat putaran dari motor servo juga dapat dikontrol dengan mengatur putaran yang masuk ke dalam motor tersebut. Motor servo akan bekerja dengan baik bila pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz (Farhan, 2019).

METODOLOGI

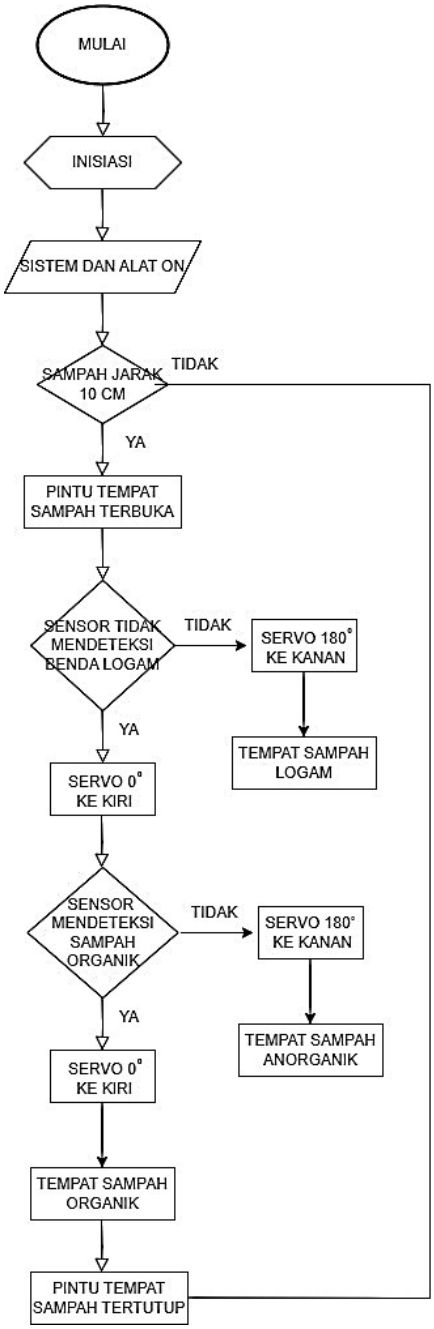
Metodologi yang digunakan dalam membuat atau membangun tempah sampah akan dijelaskan dalam diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 merupakan digram alir penelitian ini. Pada dasarnya proses perancangan yang diakukan dapat dibedakan menjadi tiga tahapan utama, yaitu tahap perancangan alat yang menjadi tahapan awal dari pengerjaan penelitian ini, tahap pembuatan alat yang menjadi bagian dalam proses pembuatan penelitian ini, serta pengujian alat keseluruhan yang menjadi tahapan akhir dari pembuatan alat pemilah sampah cerdas otomatis.

Penelitian ini dirancang sebagai tempat sampah pendeteksi logam dan nonlogam, lalu sampah non logam akan dibedakan kembali menjadi sampah organik dan anorganik dengan sensor kapasitif proximity,induktif proximity dan sensor ultrasonik HCSR04 sebagai pendeteksi adanya objek mendekat ke tempat sampah dengan jarak 10cm dari tempat sampah dan tutup tempat sampah terbuka, pembuatan diagram ini dimaksudkan untuk memberikan kemudahan dalam merancang, membangun, analisa, dan perbaikan kesalahan yang juga berguna bagi pengembangan selanjutnya.

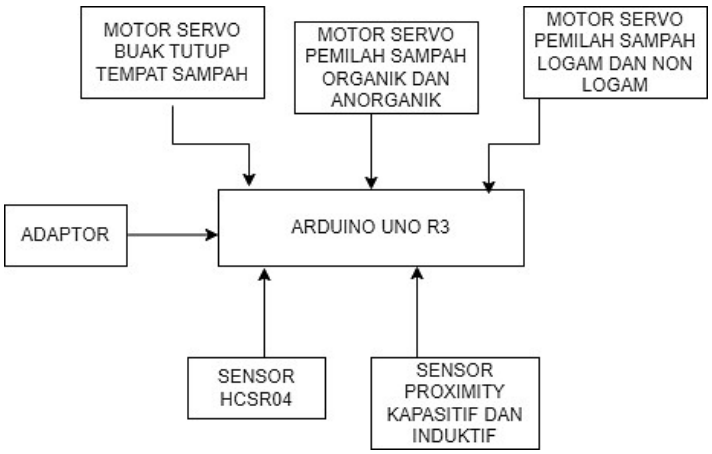


Gambar 2. Diagram Kerja Sistem

Gambar 2 merupakan alur sistem kerja percobaan ini. Saat alat dihidupkan sensor ultrasonik HCSR04 mendeteksi jarak 10 cm dari tempat sampah, jika terdeteksi objek maka berjarak 10 cm maka servo motor otomatis bergerak untuk membukakan penutup dari kotak sampah tersebut dan ditutupkan kembali dengan jeda 1 detik. Sensor proximity induktif untuk mendeteksi sampah logam dan non logam, dan sensor proximity kapasitif mendeteksi sampah organik dan anorganik.

Sistem ini bekerja ketika sampah didekatkan ke sensor ultrasonik HCSR04 yang berperan sebagai pembuka atau penutup sampah otomatis. sensor ultrasobik HCSR04 akan mendeteksi sampah sehingga tutup sampah akan terbuka. Lalu sampah akan masuk kedalam penyaringan pertama dengan sensor proximity induktif dan ultrasonik HCSR04. Apabila sampah logam, maka servo akan bergerak ke tempat sampah logam. Apabila sampah non logam, maka servo akan bergerak ke tempat sampah non logam dan menuju penyaringan kedua. Penyaringan kedua sampah akan mendeteksi golongan sampah organik dan anorganik. Apabila sampah organik, maka servo akan menuju tempah sampah organik. Begitupun dengan Apabila sampah anorganik, maka servo akan menuju tempah sampah anorganik.

Pada perancangan Tempat sampah pemilah otomatis ini, terdapat banyak komponen elektronika yang digunakan dengan fungsi yang berbeda-beda. Dibutuhkan sebuah diagram blok yang menunjukan bagian-bagian sensor ultrasonik HCSR04, motor servo, sensor kapasitif proximity dan induktif proximity. Berikut ini adalah Diagram Blok Tempat sampah pemilah otomatis berbasis arduino uno dan sensor proximity.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Diagram Blok Sistem menjelaskan objek pada rancangan ini sampah sebagai objek yang akan diuji coba sebagai perantara untuk mendapatkan hasil pengukuran dari sensor. Arduino Uno R3 sebagai pengontrol rangkaian dan tempat untuk menanamkan program yang akan mengolah data masukkan dari sensor ultrasonik HCSR04 dan sensor proximity. Berdasarkan rangkaian sistem maka komponen tersebut dihubungkan melalui tahap coding di arduino IDE. Komponen dan sensor saling terhubung sehingga rangkaian sistem bisa bekerja untuk memilah sampah otomatis. Diagram blok sistem tersebut akan sesuaikan dengan sistem mekanik dan diharapkan sensor bekerja secara optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Alat

Pada perancangan dilakukan mulai dari sensor ultrasonik HCSR04 sebagai pendeteksi jarak pada suatu benda yang ada didepan sensor yang berjarak 10 cm dan hasil akhir pada perancangan tersebut adalah sensor proximity sebagai pendeteksi sampah serta motor servo menggerakkan lengan pemilah ke kanan atau ke kiri sesuai kategori sampah logam nonlogam dan organik anorganik.

Gambar 4. Hasil Percobaan

Bagian atas tempat sampah ini dibuat dapat terbuka dan tertutup otomatis dengan HC-SR04 sebagai sensor yang mendeteksinya dan motor servo SG-90 yang menggerakkan Daun tutup. Ketika HC-SR04 mendeteksi adanya suatu objek dalam jarak 10 cm. maka servo akan bergerak sesuai perintah yaitu 0˚ ke 180˚ derajat, dengan itu tali akan menarik tumpuan daun tutup yang akan membuatnya terbuka dan tertutup.
Bagian dalam tempat sampah terdiri dari 2 pemilah, yaitu pemilah logam nonlogam dan pemilah organik anorganik. Pada Pemilah pertama (logam dan non-logam). Terdapat 2 sensor yaitu HC-SR04 dan Proximity Induktif. Dengan membuat 3 kondisi yaitu:

1. HC-SR04 mendeteksi adanya benda dan Proximity Induktif mendeteksi adanya benda logam (High) artinya ada benda dan itu sebuah logam, maka akan memerintah servo untuk bergerak ke posisi 180˚ derajat atau ke sebelah kanan.
2. HC-SR04 mendeteksi adanya benda dan Proximity Induktif tidak mendeteksi adanya logam (Low) artinya ada benda namun buakn logam (Non-Logam), maka akan memerintah servo untuk bergerak ke posisi 0˚ derajat atau sebelah kiri.
3. untuk situasi lainnya (HC-SR04 tidak mendeteksi dan Proximity Induktif tidak mendeteksi) yang artinya tak ada benda, maka memerintah servo untuk diam di posisi 90˚ derajat.

Pada Pemilah pertama (Organik dan Anorganik). Terdapat 2 sensor yaitu HC-SR04 dan Proximity Kapasitif. Dengan membuat 3 kondisi yaitu:

1. HC-SR04 mendeteksi adanya benda dan Proximity Kapaitif mendeteksi adanya benda kapasitansi (High) artinya ada benda dan itu sebuah Anorganik, maka akan memerintah servo untuk bergerak ke posisi 180˚ derajat atau ke sebelah kanan.
2. HC-SR04 mendeteksi adanya benda dan Proximity Kapasitif tidak mendeteksi adanya kapasitansi (Low) artinya ada benda namun organik, maka akan memerintah servo untuk bergerak ke posisi 0˚ derajat atau sebelah kiri.
3. untuk situasi lainnya (HC-SR04 tidak mendeteksi dan Proximity Kapasitif tidak mendeteksi) yang artinya tak ada benda, maka memerintah servo untuk diam di posisi 90˚ derajat.

Pengujian Sistem

Dalam konfigurasi pin Arduino yang disajikan, masing-masing pin memiliki peran spesifik dalam menghubungkan berbagai komponen pada suatu proyek elektronik. Pada bagian bawah Arduino, terdapat pin 1 yang berfungsi sebagai trigger (Trig) untuk sensor ultrasonik HCSR04 HCSR, pin 2 sebagai echo, pin 3 untuk sensor proximity jenis kapasitif, dan pin 4 sebagai kontrol untuk servo motor pada bagian bawah. Sementara itu, di bagian atas Arduino, terdapat pin 5 sebagai trigger untuk sensor ultrasonik HCSR04 HCSR di bagian atas, pin 6 sebagai echo, pin 7 untuk sensor proximity jenis induktif di bagian atas, dan pin 8 sebagai kontrol untuk servo motor di bagian atas.

```
Kotch_Nyoti.ino
#include <Servo.h>

// Perkenalan Pin serta letaknya
const int trigPin1 = 1; //HCSR Bawah organik non organik
const int echoPin1 = 2; //HCSR Bawah organik non organik
const int trigPin2 = 5; //HCSR Atas logam non logam
const int echoPin2 = 6; //HCSR Atas logam non logam
const int trigPin3 = 10; //HCSR Tutup
const int echoPin3 = 11; //HCSR Tutup
const int servoPin1 = 4; //Servo Bawah
const int servoPin2 = 8; //Servo Atas
const int servoPin3 = 9; //Servo Tutup
const int induktifPin = 7; //Proximity Atas logam non logam
const int kapasitifPin = 3; //Proximity Bawah organik non organik
long duration;
float distance;
Servo Servo1;
Servo Servo2;
Servo Servo3;

void setup()
//Pengenalan Input serta output
{
  pinMode(trigPin1, Output);
  pinMode(echoPin1, Input);
  pinMode(trigPin2, Output);
  pinMode(echoPin2, Input);
  pinMode(trigPin3, Output);
  pinMode(echoPin3, Input);
  pinMode(induktifPin, Input);
  pinMode(kapasitifPin, Input);
  Servo1.attach(4);
  Servo2.attach(8);
  Servo3.attach(9);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  //loop Tutup
  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(trigPin3, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin3, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin3, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin3, HIGH);
  distance = 0.0343*(duration/2);
  if (distance < 20)
  {Servo3.write(180);
   delay(100); }
  else
  {Servo3.write(0)}

  //loop Atas
  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(trigPin2, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin2, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin2, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin2, HIGH);
  distance = 0.0343*(duration/2);
  int induktif = digitalRead(induktifPin);
  if (distance < 10 && induktif == HIGH)
  {Servo2.write(180);
   delay(100); }
  if (distance < 10 && induktif == LOW)
  {Servo2.write(0);
   delay(100); }
  else
  {Servo2.write(90)}

  //loop Bawah
  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(trigPin1, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin1, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin1, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin1, HIGH);
  distance = 0.0343*(duration/2);
  int kapasitif = digitalRead(kapasitifPin);
  if (distance < 10 && kapasitiftif == HIGH)
  {Servo1.write(180);
   delay(100); }
  if (distance < 10 && induktif == LOW)
  {Servo1.write(0);
   delay(100); }
  else
  {Servo1.write(90)}
}
```

Gambar 5. Source Code Arduino IDE

Selanjutnya, terdapat pin 9 yang berperan sebagai kontrol untuk servo motor yang bertugas pada fungsi tertutup, pin 10 sebagai trigger untuk sensor ultrasonik HCSR04 HCSR pada bagian tutup, dan pin 11 sebagai echo khusus untuk sensor ultrasonik HCSR04 HCSR pada bagian tutup. Untuk penyatuan daya dan ground, GND Arduino dihubungkan ke ground pada rangkaian atau komponen lainnya, sedangkan VCC Arduino dihubungkan ke sumber daya 5V pada rangkaian atau komponen yang terlibat. Melalui konfigurasi pin ini, dapat dilakukan pengendalian dan interaksi antara berbagai komponen sensor sesuai dengan kebutuhan perancangan tempat sampah ini.

Hasil Pengujian

Dengan menggunakan komponen yang ada, maka komponen tersebut dilakukan pengujian sehingga menghasilkan sebuah data yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 9. Hasil Pengujian Sensor HCSR04 terhadap jarak objek

Jarak sensor pada objek	Kondisi kotak sampah
< 10 cm	Tutup sampah terbuka
>10 cm	Tutup sampah tidak terbuka

Jika sensor ultrasonik HCSR04 mendeteksi jarak manusia dengan maksimal 10 cm maka servo akan membuka tutup tempat sampah selama 1 detik dan tertutup secara otomatis. Percobaan menggunakan sensor ultrasonik HCSR04 pada kotak sampah menghasilkan sistem yang responsif terhadap kedekatan objek. Dalam pengujian tersebut, kondisi kotak sampah dikendalikan oleh sensor jarak. Ketika sensor mendeteksi objek berada dalam jarak kurang dari 10 cm dari kotak sampah, respons sistem adalah membuka tutup sampah. Hal ini memberikan kemudahan akses bagi pengguna yang ingin membuang sampah ke dalam kotak. Sebaliknya, ketika objek berada dalam jarak lebih dari 10 cm, sensor menginstruksikan sistem untuk menutup tutup sampah. Dengan demikian, sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan kotak sampah, membuka dan menutup tutup secara otomatis sesuai kebutuhan. Hasil percobaan menunjukkan keberhasilan sensor ultrasonik HCSR04 dalam memberikan respons yang cepat dan akurat terhadap perubahan jarak objek, menciptakan solusi otomatis untuk manajemen tutup kotak sampah.

Tabel 10. Hasil Pengujian Sensor HCSR04 pada Tutup tempat sampah

No	Nama Benda	Hasil Uji	Kesimpulan
1.	Isi Staples	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
2.	Botol plastik	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
3.	Botol Kaca	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
4.	Gunting	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
5.	Kaleng	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
6.	Buku kecil	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
7.	Kayu	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
8.	Sendok	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
9.	Lakban	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka
10	Buah Terong	Terdeteksi	Tutup tempat sampah terbuka

Hasil uji menggunakan sensor ultrasonik HCSR04 pada kotak sampah menunjukkan respons yang konsisten terhadap berbagai jenis benda. Setiap benda yang diuji, termasuk isi staples, botol plastik, botol kaca, gunting, kaleng, buku kecil, kayu, sendok, lakban, dan buah terong, semuanya berhasil terdeteksi oleh sensor. Dalam semua kasus, respons sistem adalah membuka tutup tempat sampah, menandakan bahwa sensor memberikan sinyal yang tepat ketika mendeteksi keberadaan objek di dekatnya.

Bahwa sensor ultrasonik HCSR04 efektif dalam mendeteksi berbagai jenis benda yang mungkin dibuang ke dalam kotak sampah. Dengan tutup tempat sampah yang terbuka ketika ada objek yang terdeteksi, sistem ini memberikan kemudahan dan kepraktisan dalam penggunaan kotak sampah secara otomatis. Hasil positif dari percobaan ini menunjukkan potensi aplikasi sensor ultrasonik HCSR04 dalam pengelolaan sampah untuk menciptakan solusi yang lebih efisien dan responsif.

Tabel 11. Hasil Pengujian Sensor pemilah logam dan non-logam

No	Nama Benda	Hasil Uji		Kesimpulan
		HC-SR04	Proximity Induktif	
1.	Isi Staples	Tak deteksi	High	Logam
2.	Botol plastik	Terdeteksi	Low	Non-Logam
3.	Botol Kaca	Terdeteksi	Low	Non-Logam
4.	Gunting	Terdeteksi	High	Logam
5.	Kaleng	Terdeteksi	High	Logam
6.	Buku kecil	Terdeteksi	Low	Non-Logam
7.	Kayu	Terdeteksi	Low	Non-Logam
8.	Sendok	Terdeteksi	High	Logam
9.	Lakban	Terdeteksi	Low	Non-Logam
10.	Buah Terong	Terdeteksi	Low	Non-Logam

Dalam rangkaian uji menggunakan sensor HC-SR04 dengan mode Proximity Induktif pada berbagai jenis benda, hasil menunjukkan variasi respons terhadap benda-benda logam dan non-logam. Isi staples, gunting, kaleng, dan sendok, yang memiliki sifat logam, berhasil terdeteksi dengan tingkat respons kapasitif tinggi (High). Sementara itu, botol plastik, botol kaca, buku kecil, kayu, lakban, dan buah terong, yang merupakan benda non-logam, terdeteksi dengan tingkat respons kapasitif rendah (Low).

Percobaan ini mencatat bahwa sensor HC-SR04 dengan mode Proximity Induktif memiliki tingkat keberhasilan mendeteksi benda-benda logam sekitar 90%, sementara sensor Proximity Induktif mencapai tingkat keberhasilan 100%. Dengan begitu, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor Proximity Induktif lebih handal dalam mendeteksi benda-benda logam dan non-logam dibandingkan dengan sensor HC-SR04 pada kondisi tertentu.

Penting untuk mempertimbangkan hasil ini dalam pengembangan sistem sensor atau pemilahan otomatis, di mana keakuratan dalam membedakan jenis benda dapat menjadi faktor kritis. Kesimpulan ini memberikan wawasan yang berharga dalam pemilihan sensor yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu, terutama dalam konteks pemilahan material seperti logam dan non-logam.

Tabel 12. Hasil Pengujian Sensor pemilah organik dan non organik

No	Nama Benda	Hasil Uji		Kesimpulan
		HC-SR04	Proximity Kapasitif	
1.	Botol plastik	Terdeteksi	High	Non-Organik
2.	Botol Kaca	Terdeteksi	High	Non-Organik
3.	Buku kecil	Terdeteksi	Low	Organik
4.	Kayu	Terdeteksi	Low	Organik
5.	Lakban	Terdeteksi	Low	Organik
6.	Buah Terong	Terdeteksi	High	Non-Organik

Hasil uji menggunakan sensor HC-SR04 dengan mode Proximity Kapasitif pada berbagai jenis benda menunjukkan bahwa sensor memiliki keberhasilan yang tinggi dalam mendeteksi benda non-organik, seperti botol plastik dan botol kaca, dengan tingkat respons kapasitif yang tinggi (High). Namun, dalam hal mendeteksi benda organik, seperti buku kecil, kayu, dan lakban, sensor menunjukkan tingkat respons kapasitif yang rendah (Low), mengindikasikan bahwa pengenalan benda-benda organik memiliki tingkat keakuratan yang lebih rendah.

Terdapat percobaan tidak akurat dalam pengenalan jenis benda tertentu, seperti buah terong, yang terdeteksi sebagai benda non-organik dengan tingkat respons kapasitif tinggi (High). Hal ini kemungkinan terjadi karena sampah tersebut terlalu lembab sehingga pendeteksian sensor tersebut kurang akurat. Kesimpulan dari hasil uji ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dalam mode Proximity Kapasitif memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi (100%) dalam mendeteksi benda non-organik, namun tingkat akurasi yang lebih rendah (66%) dalam mendeteksi benda organik.

Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan batasan dan keterbatasan sensor ini dalam konteks penggunaan praktis, terutama jika aplikasi memerlukan pengenalan jenis benda atau material dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Kemungkinan adanya kebingungan dalam klasifikasi benda tertentu menunjukkan bahwa sensor mungkin memerlukan penyesuaian atau kombinasi dengan teknologi lain untuk meningkatkan akurasi pengenalan benda organik.

Tabel 13. Hasil Pengujian Motor servo terhadap sensor

No	Sampah	HCSR04	Sensor Induktif (SI)	Sensor Kapasitif (SK)	Motor Servo		
					MS1	MS2	MS3
1	Plastik	10	Low	High	180˚	0˚	180˚
2	Kaleng	10	High	-	180˚	180˚	90˚
3	Buku	10	Low	Low	180˚	0˚	0˚
4	-	-	-	-	90˚	90˚	90˚

Dapat dilihat ditabel 8 pada bagian plastik, sensor ultrasonik HCSR04 mendeteksi 10 cm didepan tempat sampah dan mengirim sinyal kepada MS1 bergerak pada posisi 180, MS1 adalah untuk membuka dan menutup tempat sampah. Setelah sampah plastik di masukkan ke tempat deteksi sampah maka SI LOW sampah terdeteksi Non logam dan MS2 bergerak 0 ke kiri. MS2 adalah posisi pemilah sampah untuk Logam dan Non Logam. Setelah masuk ke penyaringan kedua, SK High sampah terdeteksi Non organik dan MS3 bergerak 180 ke kanan. MS3 adalah posisi pemilah sampah untuk organik dan anorganik.

Sedangkan pada bagian kaleng sensor ultrasonik HCSR04 mendeteksi 10cm didepan tempat sampah dan mengirim sinyal kepada MS1 pada posisi 180, MS1 adalah untuk membuka dan menutup tempat sampah setelah sampah plastik di masukkan ketempat deteksi sampah jika SI 1 (HIGH) sampah terdeteksi dan MS2 pada posisi 180 ke kanan, MS2 adalah untuk membuka dan menutup tempat deteksi sampah.

Sehingga alur proses cara kerja alat secara keseluruhan, jika sensor ultrasonik HCSR04 mendeteksi 10cm didepan tempat sampah maka MS1 pada posisi 0 bergerak 180. Masuk ke penyaringan pertama SI mendeteksi logam dan non logam. Jika terdeteksi sampah logam (SI HIGH) maka MS2 bergerak 180 ke kanan menuju penyimpanan sampah logam. Sedangkan sampah non logam (SI LOW) maka MS2 bergerak 0 ke kiri menuju penyaringan kedua. Pada penyaringan kedua SK mendeteksi organik dan nonorganik. Jika terdeteksi sampah organik (SK HIGH) maka MS3 bergerak 180 ke kanan menuju penyimpanan sampah organik. Jika terdeteksi sampah Non Organik (SK LOW) maka MS3 bergerak 0 ke kiri menuju penyimpanan sampah Non Organik.

KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan percobaan membuat prototype sederhana Tempat Sampah pemilah organik anorganik dengan arduino. Hasil yang didapati bahwa pada bagian tutup 100% sesuai, pemilah logam 100% sesuai, pemilah organik 66% sesuai. Sensor HC-SR04 memiliki keterbatasan deteksi terhadap bidang pilah, karena ditakutkannya mendeteksi wadah bukan benda yang diuji. sehingga HC-SR04 terbatas pada benda yang berukuran besar. Sensor Poximity memiliki keterbatasan dalam mendeteksi benda, sehingga benda harus benar benar dekat dengan sensor. Pada pengujian ini tidak banyak jenis sampah yang diuji, sampah yang dipilah berdasarkan jenis bidang yang dideteksi bukan secara keseluruhan, sehingga masih perlunya pengembangan lebih lanjut

DAFTAR PUSTAKA

Turmahun, Azhar, & Finawan, A. (2017). Rancang Bangun Pemisah Benda Logam dan Non Logam Menggunakan Elektro Pneumatic. Jurnal Tektro, 1(1), 42–48.

Farhan, R., & Muhaimin, M. (2019). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Berbasis Mikrokontroler Arduino MEGA 2560. *Jurnal Tektro*, *3*(2).

Satya, T. P., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor ultrasonik HCSR04 HCSR04 berbasis arduino due untuk sistem monitoring ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, *15*(2), 36-39

Agustya, A. F., & Fahruzi, A. (2020, September). Rancang Bangun Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam, Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Induksi Dan Sensor Proximity Kapasitif. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, No. 1, pp. 475-480).

Prayetno, A. (2021). *Perancangan Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).

Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, *6*(2), 124-134.

Sohor, S., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Mengunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultasonik Dengan Notifikasi Telegram. *Jurnal Ilmu Komputer*, *9*(2), 154-160.

Aritonang, P., Bayu, E. C., & Prasetyo, J. (2017). Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis. *Prosiding Snitt Poltekba*, *2*(1), 375-381.

Sanjaya, H., Daulay, N. K., Trianto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, *9*(2), 451-455.