

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILAHAN
SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR
PROXIMITY INDUKTIF DAN KAPASITIF**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas Akhir dan Melengkapi
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1)
dalam Teknologi Informasi



Diajukan Oleh :

RIZKI ADITYA PURNAMA

NIM : 1908096022

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI FAKULTAS
SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO SEMARANG**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Aditya Purnama
NIM : 1908096022
Jurusan : Teknologi Informasi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILIHAN
SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR
PROXIMITY INDUKTIF DAN KAPASITIF**

Secara keseluruhan adalah hasil karya penelitian/karya saya sendiri kecuali bagian tertentu yang merujuk sumbernya.

Semarang , 8 September 2023



RIZKI ADITYA PURNAMA

NIM : 1908096022



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang Telp.024-7601295 Fax.7615387
E-mail : fst.walisongo.ac.id Web: http://fst.walisongo.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah Skripsi berikut ini :

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILIHAN
SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY
INDUKTIF DAN KAPASITIF
Penulis : Rizki Aditya Purnama
Nim : 1908096022
Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang sidang *munaqosyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam program studi Teknologi Informasi.

Semarang, 17 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Dr. Masy Ari Ulinuha, ST., M.T
NIP. 198108122011011007

Penguji II

Adzhal Arwani Mahfudh,
M.Kom.
NIP. 199107032019031006

Penguji III

Dr. Khotibul Umam, ST.,
M.Kom
NIP. 197908272011011007

Penguji IV

Heri Mustofa, M.Kom.
NIP. 198703172019031007

Pembimbing I

Nur Cahyo Hendro Wibowo,
S.T., M.Kom
NIP. 197312222006041001

Pembimbing II,

Adzhal Arwani Mahfudh,
S.Kom., M. Kom
NIP. 19910703201903100

NOTA DINAS

Semarang, 5 JANUARI 2024

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi
Pemilahan Sampah Non-Organik Menggunakan Sensor
Proximity Induktif dan Kapasitif
Penulis : Rizki Aditya Purnama
Nim : 1908096022
Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Nur Cahyo Hendro Wibowo,
S.T., M.Kom NIP.
197312222006041001

NOTA DINAS

Semarang, 3 JANUARI 2024

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum. wr. wb.

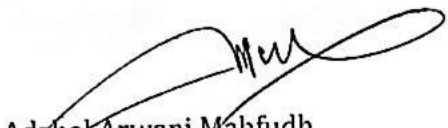
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan
bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi
Pemilahan Sampah Non-Organik Menggunakan Sensor
Proximity Induktif dan Kapasitif
Penulis : Rizki Aditya Purnama
Nim : 1908096022
Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah
dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu 'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Adzhal Arwani Mahfudh,
S.Kom., M. Kom NIP.
199107032019031006

ABSTRAK

Pemilahan sampah nonorganik seperti logam, plastik, dan kaca merupakan aspek penting dalam pengelolaan sampah untuk menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan. Keterbatasan metode manual saat ini mendorong kebutuhan akan solusi otomatisasi yang memanfaatkan sensor *proximity* induktif dan kapasitif. Sistem otomatisasi terintegrasi dengan sensor ini dapat meningkatkan efisiensi pemilahan dengan mendeteksi dan mengidentifikasi jenis sampah secara akurat. Hal ini juga mendorong perlindungan lingkungan dengan mengurangi limbah, mendorong praktik daur ulang, dan mendukung penggunaan sumber daya alam yang lebih berkelanjutan. Penerapan teknologi otomatisasi ini tidak hanya meningkatkan pengelolaan sampah nonorganik, tetapi juga meningkatkan aspek kebersihan dan kelestarian lingkungan secara keseluruhan, sekaligus meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah berkelanjutan.

Kata Kunci: Pemilahan sampah, Sensor *Proximity* Kapasitif, Sensor *Proximity* Induktif, Otomatisasi

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Penyangg lagi Pemberi Petunjuk, bagi-Nya segala puji. Karyanya adalah “RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILIHAN SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR *PROXIMITY* INDUKTIF DAN KAPASITIF”. Penulisan artikel ini merupakan bagian dari perjalanan penulis dalam menyelesaikan program sarjana (S1) Program Studi Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung, membimbing dan memberikan inspirasi selama perjalanannya .Saya ingin bekerja. Penelitian dan penulisan untuk makalah ini. Kesuksesan artikel ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan banyak pihak yang mendukung hati penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag., Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag., Ketua Jurusan Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

3. Bapak Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom, Direktur Program Studi Teknologi Informasi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Bapak Pak Adzhal Arwani Mahfudh, S.Kom., M.Kom, Bpk. Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom atas bimbingan danawasannya yang sangat berharga.
5. Staf, Pegawai dan Guru Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
6. Orang tua dan keluarga selalu mendukung dan religius
7. Teman-teman magang TI selalu memberikan semangat dan dukungan
8. Tidak semua pihak yang terlibat dalam penulisan artikel ini dapat disebutkan satu per satu.

Dengan menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik, koreksi dan saran perbaikan dari semua pihak. Akhir kata, di akhir kata pengantar, penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam, atas bimbingan dan kesempatannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semarang , 8 September 2023

Rizki Aditya Purnama

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
NOTA DINAS.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAPIRAN.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan.....	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	4
BAB II.....	6
LANDASAN PUSTAKA	6
A. Kajian Pustaka.....	6
1. Sampah	6
2. Sensor <i>Proximity</i>	7

3.	Arduino Uno.....	12
4.	Sensor Ultrasonik	16
5.	Motor Servo.....	20
6.	Kabel <i>Jumper</i>	23
7.	Arduino IDE	24
B.	Kajian Penelitian yang Relevan.....	27
BAB III.....		30
METODE PENELITIAN		30
A.	Metode Penelitian	30
1.	Potensi dan Masalah.....	32
2.	Pengumpulan Data	34
3.	Desain Produk.....	34
4.	Validasi Desain.....	42
5.	Revisi Desain.....	43
6.	Uji Coba Produk	43
7.	Revisi Produk.....	44
8.	Uji Coba Pemakaian.....	44
BAB IV.....		45
HASIL PENELITIAN		45
A.	Potensi Masalah	45
B.	Pengumpulan Data.....	46
C.	Desain Produk	47
D.	Validasi Desain	49
E.	Revisi Desain	50

F. Uji Coba Produk	51
1. Arduino Uno R3	51
2. Sensor Ultrasonik HC-SR04	53
3. Sensor <i>Proximity</i> Induktif	55
4. Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif.....	63
5. Motor Servo.....	69
6. Pengujian Deteksi Objek Dengan oleh Sensor Ultrasonik dan Menggerakan Motor Servo.....	74
7. Pengujian <i>Proximity</i> Induktif, Kapasitif, Ultrasonik dan Dua Motor Servo	77
G. Revisi Desain	81
H. Uji Coba Pemakaian	81
BAB V	89
KESIMPULAN DAN SARAN	89
A. KESIMPULAN	89
B. SARAN.....	91
DAFTAR PUSTAKA	92
DAFTAR LAMPIRAN.....	96
Lampiran 1. Program untuk Pengujian	96
Lampiran 2. Gambar Rancang Bangun	110
Lampiran 3. Lembar Pengesahan Proposal.....	114
RIWAYAT HIDUP	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jarak Deteksi Sensor <i>Proximity</i>	8
Gambar 2.2 Sensor <i>Proximity</i> Induktif	11
Gambar 2.3 Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif	12
Gambar 2.4 <i>Board</i> Arduino Uno	15
Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	17
Gambar 2.6 Motor Servo Tower Pro 9g	22
Gambar 2.7 Kabel <i>Jumper</i> MtM,MtF dan FtF	23
Gambar 2.8 Tampilan Arduino IDE	26
Gambar 3.9 Langkah - Langkah Metode <i>Research and Development (R&D)</i>	31
Gambar 3.10 Blok Diagram Sistem Kerja	36
Gambar 3.11 Penampilan <i>Prototype</i>	37
Gambar 3.12 Rangkaian Koneksi Antar Komponen	38
Gambar 3.13 Flowchart Sistem Kerja <i>Software</i>	40
Gambar 4.14 Gambar Rangkaian dengan Baterai	47
Gambar 4.15 Desain Rancangan tanpa Baterai	48
Gambar 4.16 Pengkabelan Sistem	48
Gambar 4.17 Hasil Terkoneksi Arduino dengan Laptop	52
Gambar 4.18 Hasil Uji Coba Sensor Ultrasonik	55
Gambar 4.19 Saat Sensor <i>Proximity</i> Induktif Mendeteksi ..	62
Gambar 4.20 Saat Sensor <i>Proximity</i> Induktif Tidak Mendeteksi	62
Gambar 4.21 Pengujian Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif	69
Gambar 4.22 Hasil Pengujian Motor Servo	73
Gambar 4.23 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik dan motor servo	76
Gambar 4.24 Pengujian Sensor.Ultrasonik dan Motor Servo	76
Gambar 4.25 Sensor dan Motor Terhubung ke Arduino	79

Gambar 4.26 Pengujian Sensor Ultrasonik, <i>Proximity</i> Induktif &kapasitif dan Motor.Servo	88
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Arduino Uno	15
Tabel 2.2 Keterangan Pin Sensor HC-SR04	17
Tabel 2.3 Gambar diagram waktu Sensor Ultrasonik	19
Tabel 2.4 Prameter Kelistrikan Sensor Ultrasonik.....	19
Tabel 2.5 Tabel Spesifikasi Motor Servo	22
Tabel 4.6 Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik.....	54
Tabel 4.7 Tabel Uji Coba sensor <i>Proximity</i> Induktif	60
Tabel 4.8 Tabel Pengamatan Uji Coba Sensor <i>Proximity</i> Induktif	60
Tabel 4.9 tabel pengujian Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif.....	67
Tabel 4.10 Deteksi Objek oleh Sensor Ultrasonik dan Menggerakan Motor Servo.....	75
Tabel 4.11 Tabel Pengujian Pengujian <i>Proximity</i> Induktif, Kapasitif, Ultrasonik dan Dua Motor Servo	80
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Menggunakan Objek.....	87

DAFTAR LAPIRAN

Lampiran 1 Program Koneksi Arduino	96
Lampiran 2 Program Sensor Ultrasonik.....	97
Lampiran 3 Program Sensor <i>Proximity</i> Induktif.....	98
Lampiran 4 Program Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif	99
Lampiran 5 Program Motor Servo	100
Lampiran 6 Program Pengujian Sensor Ultrasonik & Motor Servo.....	102
Lampiran 7 Program Pengujian Sensor Ultrasonik, Sensor <i>Proximity</i> Induktif , Kapasitif dan Motor Servo 2 & 3	105
Lampiran 8 Program Pengujian 2 buah Sensor Ultrasonik Sensor <i>Proximity</i> Induktif,Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif dan 3 buah Motor Servo.....	109
Lampiran 9 Bagian Depan Rancang Bangun	110
Lampiran 10 Bagian Belakang Rancang Bangun.....	111
Lampiran 11 Gambar PercobaanMenggunakan Sensor <i>Proximity</i> Induktif dan Sensor Kapasitif.....	112
Lampiran 12. Gambar Pengkabelan Rangkaian Sensor <i>Proximity</i> Induktif ,Kapasitif ,2 Buah Sensor Ultrasonik dan 3 buah Motor Servo	113

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beberapa dampak terhadap kesehatan yang ditimbulkan oleh pemanasan global adalah gelombang panas dan musim dingin yang sangat ekstrim sebagai dampak langsung. Sedangkan dampak tidak langsungnya adalah adanya penyakit yang berkaitan dengan lingkungan, seperti malnutrisi dan penyakit menular yang tersebar melalui media air yang dikonsumsi (Malihah, 2022).

Keterlibatan dan kesadaran masyarakat mengenai ancaman perubahan iklim sangat penting karena hal ini dapat dicapai melalui pendidikan yang mendukung aksi dan adaptasi terhadap perubahan iklim (Kemala Hayati, *et al.*, 2020). Pengetahuan dan pemahaman masyarakat tentang dampak perubahan iklim juga sangat diperlukan. Masyarakat perlu menyesuaikan diri dan siap menghadapi kondisi cuaca yang ekstrem dan tidak menentu. Dengan kesadaran ini, masyarakat akan menjadi lebih selektif dalam penggunaan bahan bakar fosil, serta mengurangi, mengelola, dan memanfaatkan sampah rumah tangga, terutama yang berbahan plastik (Mustangin, 2017).

Namun, masih terdapat beberapa kendala dalam penanganan masalah sampah. Kendala-kendala tersebut antara lain keterbatasan sumber daya manusia, minimnya sarana dan prasarana untuk angkutan dan pengelolaan sampah, kurangnya sosialisasi kepada masyarakat, serta kelemahan dalam regulasi dan mekanisme penanganan sampah yang belum optimal (Kemala Hayati *et al.*, 2020)

Perkembangan teknologi yang semakin pesat di era globalisasi membuat masyarakat mengharapkan adanya inovasi untuk memudahkan berbagai aspek kehidupan (Nugraha *et al.*, 2021). Mempertimbangkan bahaya yang disebabkan oleh metode umum pembuangan limbah, pemisahan limbah otomatis dirancang untuk mengatasi hal ini. Solusi untuk pemisahan dan pengumpulan limbah padat diperkenalkan, di mana tiga jenis sampah seperti logam, kaca, dan plastik dipisahkan dengan bantuan mikrokontroler arduino (Gupta *et al.*, 2018)

Penggunaan teknologi otomatisasi tidak hanya berfokus pada efisiensi, tetapi juga berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan (Harsito *et al.*, 2021). Pendekatan baru dalam menangani dan membuang limbah padat harian dengan metode yang efisien disajikan di sini (Gupta *et al.*, 2018). Diharapkan hal ini dapat menjadi solusi permasalahan sampah pada pemukiman masyarakat

secara efektif, inovatif, efisien, dan ramah lingkungan (Perdana, Rahman dan Mekatronika, 2023)

B. Rumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini dengan berdasarkan latar belakang di atas sebagai adalah Bagaimana menciptakan sebuah sistem otomatisasi yang efisien dan tepat dalam memilah sampah nonorganik dengan menggunakan sensor *proximity* induktif dan kapasitif ?

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik menggunakan sensor *proximity* induktif dan kapasitif.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini dapat menyumbangkan pengetahuan baru dalam bidang pengelolaan sampah nonorganik, khususnya dalam penggunaan sensor *Proximity* induktif dan kapasitif dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah.

2. Manfaat Praktis :

Sistem otomatisasi yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat mengurangi keterlibatan tenaga manusia dalam proses pemilahan sampah, sehingga menghemat waktu dan Implementasi sistem otomatisasi ini dapat membantu dalam pengelolaan limbah yang berkelanjutan dengan memisahkan sampah nonorganik yang dapat didaur ulang atau diproses kembali.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup hal-hal berikut:

1. Fokus penelitian terbatas pada pemilahan sampah nonorganik seperti logam, plastik, dan kaca. Sampah organik tidak akan menjadi fokus penelitian.
2. Penelitian ini akan menggunakan sensor *Proximity* induktif untuk mendeteksi logam, serta sensor *Proximity* kapasitif untuk mendeteksi plastik dan kaca.
3. Sistem otomatisasi pemilahan akan difokuskan pada pengembangan sistem yang menggunakan Arduino untuk mengintegrasikan sensor-sensor tersebut dan mengatur proses pemilahan sampah nonorganik.

4. Skala penelitian terbatas pada pengembangan prototipe sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Implementasi dalam skala produksi massal atau lingkungan yang lebih luas tidak akan menjadi bagian dari penelitian ini.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Sampah

Sampah adalah benda buangan yang sering kali tersebar di sekitar kita, dihasilkan dari aktivitas semua makhluk hidup. Ada berbagai jenis sampah, beberapa dapat didaur ulang sementara yang lain tidak. Ini merupakan residu yang tidak diinginkan setelah suatu proses berakhir, sebuah konsep manusia karena dalam alam, tidak ada sampah, hanya produk yang tidak bergerak. *World Health Organization (WHO)* mendefinisikan sampah sebagai sesuatu yang tidak digunakan atau dibuang oleh manusia (Sartiyono, 2019).

Ada dua jenis sampah utama: organik dan nonorganik. Sampah organik, seperti sisa makanan atau daun kering, mudah membusuk dan bisa diubah menjadi kompos sementara itu, sampah nonorganik, seperti plastik atau kertas, tidak mudah membusuk dan bisa dijual untuk dijadikan produk lain (Satiyono, 2019).

Penelitian ini berfokus pada sampah nonorganik, terutama logam, plastik, dan kaca. Setiap jenis sampah ini membutuhkan pendekatan pengelolaan yang berbeda. Logam, misalnya, bisa diidentifikasi dengan sensor *Proximity* induktif, sedangkan plastik dan kaca memerlukan sensor *Proximity* kapasitif.

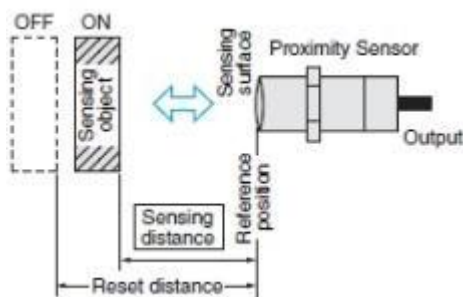
Untuk meningkatkan pengelolaan sampah nonorganik, penelitian ini akan merancang sistem otomatisasi yang memanfaatkan sensor tersebut untuk mendeteksi dan mengidentifikasi jenis sampah dengan efisien. Harapannya, penelitian ini akan membantu dalam mengatasi tantangan pengelolaan sampah dengan menggunakan teknologi otomatisasi yang inovatif.

2. Sensor *Proximity*

Sensor *Proximity* merupakan sebuah alat pendeteksi yang tidak memerlukan kontak fisik dengan target, seperti logam, yang akan dideteksi. Jenis sensor ini umumnya terbuat dari bahan padat elektronik yang dilindungi secara rapat untuk mengurangi risiko kerusakan akibat getaran, cairan, bahan kimia, dan korosi yang berlebihan. Sensor ini berguna dalam situasi di mana obyek yang terlalu kecil atau lunak untuk diaktifkan oleh saklar mekanis.

Prinsip kerjanya melibatkan pemantauan perubahan amplitudo dalam medan frekuensi tinggi sekitarnya (Widharma *et al.*, 2020).

Sensor *proximity* mengoperasikan dengan mengukur jarak antara objek dan sensor itu sendiri. Rentang tegangan kerjanya berkisar antara 10 hingga 30 Vdc, atau dalam beberapa kasus menggunakan tegangan 100 hingga 200 VAC (Yusro, Muhammad dan Aodah, 2019). Karakteristik sensor ini meliputi jarak deteksi, yaitu jarak di mana sensor akan mendeteksi objek saat objek tersebut digerakkan dengan metode tertentu. Sensor hanya akan beroperasi dalam jarak atau area tertentu, dan di luar area tersebut sensor tidak akan mendeteksi objek (Rangga Gelar Guntara, 2015).



Gambar 2.1 Jarak Deteksi Sensor Proximity

(Sumber : Rangga Gelar Guntara dkk ,2017))

Dalam konteks penelitian ini, sensor *proximity* menjadi komponen krusial yang digunakan sebagai *input* untuk Arduino. Penggunaan sensor ini dalam pemilahan sampah nonorganik memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi jenis sampah seperti logam, plastik, dan kaca. Keterampilan dan pemahaman mendalam terhadap sensor *proximity* menjadi pondasi yang kokoh dalam perancangan dan implementasi sistem otomatisasi yang efektif untuk pengelolaan sampah nonorganik.

a. *Proximity* Induktif

Proximity Induktif berfungsi untuk mendeteksi objek logam. Prinsip kerja dari *proximity* inductive adalah apabila ada tegangan sumber, maka osilator yang ada pada *proximity* akan membangkitkan medan magnet dengan frekuensi tinggi. Jika sebuah benda logam didekatkan pada permukaan sensor, maka medan magnet akan berubah (Bahri, 2020). Perubahan pada osilator ini akan dideteksi sensor sebagai sinyal adanya objek, biasanya digunakan pada metal detector di bandara. Sensor *proximity* ini akan mendeteksi adanya objek logam walaupun tidak terlihat (Jufriyanto dkk, 2020).

Sensor ini adalah sensor elektronik tanpa sentuh yang digunakan untuk mengidentifikasi posisi benda logam apa pun. Ini menginduksi arus ketika logam dekat dengannya. Sensor menggabungkan kumparan elektromagnetik yang digunakan untuk mengenali keberadaan benda logam konduktif. Ketika arus bolak-balik dilewatkan melalui kumparan, itu menciptakan medan magnet (Didik Aribowo *et al.*, 2021). Ketika benda logam diperkenalkan di wilayah koil, arus *eddy* diinduksi pada luas permukaannya. Ini menghasilkan medan magnet yang menentang medan magnet aktual yang dihasilkan oleh koil. Ia dapat mendeteksi bahan konduktor apa pun terlepas dari sifat magnetiknya. Saat target lebih dekat ke sensor, arus *eddy* meningkat, meningkatkan beban pada osilator dan selanjutnya mengurangi amplitudo medan. Sirkuit pemacu memonitor amplitudo osilator dan Kontrol, tingkat yang telah ditentukan mengalihkan status output sensor dari kondisi aslinya yang normal (Gupta *et al.*, 2018). Pemahaman mendalam tentang prinsip kerja sensor *proximity* induktif menjadi landasan yang kuat untuk merancang dan

mengimplementasikan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik yang memanfaatkan teknologi.



Gambar 2.2 Sensor *Proximity* Induktif

(Sumber : Data Sheet Sensor *Proximity* Induktif)

b. *Proximity* Kapasitif

Sensor jarak kapasitif mirip dengan kedekatan induktif sensor. Perbedaan utama antara kedua jenis adalah bahwa sensor jarak kapasitif menghasilkan medan elektrostatik bukannya medan elektromagnetik. Kedekatan kapasitif sakelar akan merasakan logam serta bahan bukan logam seperti gelas, plastik, dan bahan-bahan dielektrik yang lebih tinggi (Nugraha *et al.*, 2021).

Sensor kapasitif bekerja dengan mendeteksi perubahan muatan energi listrik akibat

perubahan jarak, luas penampang, atau volume dielektrikum. Saat objek mendekati sensor, kapasitansi berubah dan memicu *osilator*. Sirkuit pemacu membaca amplitudo osilasi dan mengubah keadaan output sensor. Pemahaman prinsip kerja ini penting untuk pengembangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik, terutama untuk mendeteksi objek nonlogam (M. Yusro dkk., 2019).



Gambar 2.3 Sensor Proximity Kapasitif

(Sumber : shopee.co.id/Capacitive-Proximity-Sensor)

3. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardwarenya*

memiliki prosesor Atmel AVR dan *softwarena* memiliki bahasa pemrograman sendiri Arduino juga merupakan platform *hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan (Mardianto, 2022). Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware* arduino dan membangunnya (Sasmoko, 2021)

Saat ini Arduino sangat mudah dijumpai dan ada beberapa perusahaan yang mengembangkan sistem *hardware open-source* ini. Pada Arduino board terdapat *chip* / IC *Bootloader* yang telah diisi program yang dinamakan Arduino *bootloader*. Penggunaan bootloader memungkinkan user meng-upload *code* program tanpa menggunakan *hardware* tambahan (Tanpa menggunakan programmer dari luar seperti: AVR-ISP, STK500, parallel programmer, usb programmer). Bootloader akan aktif selama beberapa detik ketika board mengalami reset (Mardianto, 2022) dan menurut datasheet resminya, Arduino UNO R3

adalah papan yang sempurna untuk membiasakan diri dengan elektronik dan pengkodean. Papan pengembangan serbaguna ini dilengkapi dengan ATmega328P yang terkenal dan prosesor ATmega 16U2 (AMTEL, 2023)

Arduino Uno jenis Arduino yang paling sering digunakan. Terutama untuk pemula atau media pembelajaran sangat disarankan menggunakan Arduino Uno. Selain banyaknya referensi yang membahas jenis Arduino yang satu ini, juga karena chip mikrokontroler yang digunakan memakai jenis DIL/DIP (*Dual In-Line Package*)(Sartiyono, 2020). Sangat memudahkan pengguna mengganti *chip* mikrokontroler, jika terjadi kerusakan, dan juga kompatibel dengan banyak Shield tambahan seperti, *Ethernet*, SD-CARD, GSM, dll. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan chip mikrokontroler Atmel AVR ATMEGA328, memiliki 14 pin I/O digital (6 di antaranya pin PWM), 6 pin *input analog*. Komunikasi USB A to USB B (USB Printer) memudahkan komunikasi *hardware* dengan perangkat komputer/laptop (AMTEL, 2023). Berikut gambar dan spesifikasinya.



Gambar 2.4 Board Arduino Uno

(Sember : datasheet Arduino Uno R3)

Keterangan	
Microcontroller	ATmega328P
Operating voltage	5V
Input voltage	7-12
Input Voltage (limit)	6- 20v
Digital I/O Pins	14 pin
Pin PWM	6 pin
Analog <i>input</i> pin	6 pin
DC Current per I/O Pin	20mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash memory	32KB (ATmega328P)
SRAM	2KB (ATmega328P)
EEPROM	1KB (ATmega328P)
Clock speed	16Mhz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Arduino Uno

(Sumber : datasheet Arduino uno R3)

Pemilihan Arduino Uno didasarkan pada kemudahan penggunaan, fleksibilitas, dan dukungan terhadap berbagai periferal yang diperlukan untuk mengontrol motor servo dan menerima *input* dari sensor *proximity* sehingga menjadi landasan kokoh dalam pengembangan sistem pemilahan sampah nonorganik yang efisien dan akurat.

4. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah alat yang mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik atau sebaliknya, yang kemudian diinterpretasikan sebagai jarak. Prinsip dasar sensor ini adalah memanfaatkan pantulan gelombang suara untuk mengukur jarak dari objek dengan frekuensi tertentu, yang ditentukan oleh sumber osilator (Heru Purwanto, *et al.*, 2019). Sensor ini dinamakan 'Ultrasonik' karena menggunakan gelombang Ultrasonik sebagai transducer-nya. Gelombang Ultrasonik memiliki frekuensi tinggi, sekitar 20 kHz, dan tidak dapat didengar oleh telinga manusia biasa, namun bisa didengar oleh beberapa hewan seperti kelelawar, anjing, lumba-lumba, dan kucing. Gelombang Ultrasonik hanya dapat merambat melalui zat cair, padat, dan gas. Pantulan gelombang Ultrasonik dari permukaan objek padat hampir sama

dengan pantulan gelombang Ultrasonik dari objek cair. Namun, gelombang suara Ultrasonik cenderung diserap oleh beberapa material seperti busa dan tekstil (Mardianto, 2022)



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04)

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

Tabel 2.2 Keterangan Pin Sensor HC-SR04

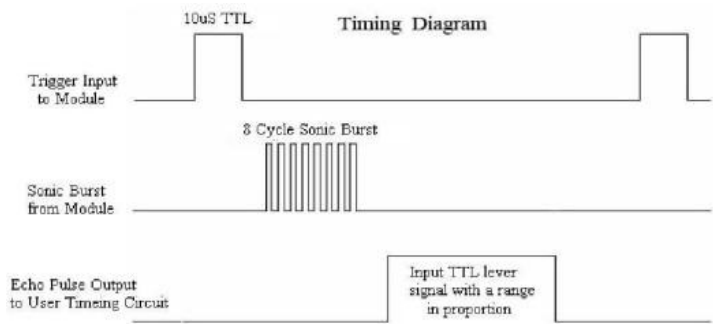
(Sember : Heru Purwanto dkk, 2019)

Cara kerja sensor Ultrasonik . Sinyal gelombang akan dipantulkan oleh *trigger pin* dalam rentang waktu tertentu dan frekuensi tertentu, umumnya frekuensi yang digunakan untuk

memantulkan suatu gelombang adalah 40 KHz . Gelombang yang dipantulkan akan merambat menjadi gelombang bunyi dengan kecepatan 340 m/s, ketika menyentuh suatu benda maka gelombang akan dipantulkan kembali oleh benda tersebut . Kemudian gelombang dari hasil pantulan benda tersebut akan diterima oleh *echo pin*, sehingga akan diketahui waktu tempuh yang dibutuhkan untuk memantulkan suatu gelombang . Dari waktu pantul gelombang tersebut akan dikonversikan oleh program di arduino menjadi satuan cm dengan rumus jarak= (durasi/2) *0.03483 (Sasmoko, 2021).

Diagram waktu Diagram waktu ditunjukkan di bawah ini. hanya perlu memasok pulsa 10uS pendek ke *input* pemacu untuk memulai ranging, dan kemudian modul akan mengirimkan ledakan ultrasound 8 siklus pada 40 kHz dan meningkatkan gemanya. *Echo* adalah objek jarak yang lebar pulsa dan kisaran proporsinya. dapat dihitung rentang melalui interval waktu antara mengirim sinyal pemacu dan menerima sinyal gema. Rumus: $\mu\text{s} / 58 = \text{sentimeter}$ atau $\mu\text{s} / 148 = \text{inci}$; atau: rentang = waktu tingkat tinggi * kecepatan (340M / S) / disarankan untuk menggunakan siklus pengukuran

lebih dari 60 m s, untuk mencegah sinyal pemicu ke sinyal gema (Indoware, 2013).



Tabel 2.3 Gambar diagram waktu Sensor Ultrasonik

(sumber : datasheet Sensor Ultrasonik)

Parameter	Ket
Tegangan Kerja	DC 5V
Arus Kerja	15 mA
Frekuensi Kerja	40 Hz
Jangkauan maksimal	4 m
Jangkauan minimal	2 cm
Sudut Ukur	15 derajat
Trigger <i>Input</i> Signal	10 <i>uS</i> TTL <i>pulse</i>
Echo Output Signal	Masukkan sinyal tuas TTL dan rentangnya secara proporsional
Dimensi	45*20*15mm

Tabel 2.4 Prameter Kelistrikan Sensor Ultrasonik

(Sumber : DataSheet HCSR-04)

Penggunaan sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik akan memberikan kontribusi signifikan dalam mendeteksi keberadaan objek dan mengukur jarak, sehingga memperkuat efisiensi dan akurasi dalam proses pemilahan sampah

5. Motor Servo

Motor Servo adalah komponen elektronika yang terdiri dari motor yang memiliki umpan balik sistem guna memberikan informasi posisi putaran motor yang diteruskan pada rangkaian kontrol mikrokontroler. Penggunaan motor servo banyak digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan putaran motor yang presisi. Biasanya servo memiliki torsi yang besar(Jufriyanto *et al.*, 2020).

Motor servo lebih mudah untuk dikontrol sudutnya karena menggunakan *input* PWM. Jika pada motor DC biasanya hanya mengatur antara motor DC, rasio, potensiometer serta pengontrol servo sebagaimana ditunjukkan gambar. Komponen potensiometer berfungsi sebagai umpan balik nilai yang akan diolah menjadi data posisi aktual. Sedangkan fungsi dari controller servo adalah untuk

memberikan sinyal-sinyal PWM agar motor dapat berputar(Mardianto, 2022)

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (milidetik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya. (Sasmoko, 2021).

Penelitian ini penulis menggunakan motor servo T-Pro Mini Servo SG90 Kecil dan ringan dengan daya output tinggi. Servo dapat berputar sekitar 180 derajat (90 di setiap arah), dan bekerja seperti jenis standar tetapi lebih kecil. Anda dapat menggunakan kode servo, perangkat keras, atau pustaka apa pun untuk mengontrol servo ini. Baik untuk pemula yang ingin membuat barang bergerak tanpa membangun pengontrol motor dengan umpan balik & *gear box*,

terutama karena akan muat di tempat-tempat kecil.
(TowerPro, 2018).



Gambar 2.6 Motor Servo Tower Pro 9g

(Data Sheet motor Servo Tower Pro 9g)

Berikut tabel Spesifikasi daris motor servo :

Spesifikasi	
Dimensions (L x W x H)	26mm*13mm*24mm
Weight	(9 grams)
FEATURE	3 pole wire
Stall Torque at 4.8 volts	Red = Battery(+) Brown = Battery(-) Orange = Signal
Operating Voltage	1.2kg/cm or 17oz-in. (4.8V) 1.6kg/cm or 22oz-in.(6.0V)
Operating Speed at 4.8 volts (no load)	4.8 to 6 volts
Operating Speed at 6 volts (no load)	0.12 sec/ 60 degrees

Tabel 2.5 Tabel Spesifikasi Motor Servo

(Sember Datasheet Motor Servo)

Dengan karakteristiknya yang memungkinkan pengendalian presisi, motor servo menjadi salah satu komponen kunci dalam pengembangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. menjadi solusi yang efektif untuk mencapai tujuan pemilahan sampah dengan efisiensi dan akurasi yang tinggi.

6. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* merupakan komponen vital dalam pembuatan sirkuit pada *Breadboard*, menyediakan koneksi yang fleksibel dan tanpa perlu proses penyolderan. Terdapat tiga jenis kabel *jumper* berdasarkan jenis *connector* yang dimilikinya, yaitu *Male to Male*(MtM), *Male to Female*(MtF), dan *Female to Female*(FtF)(Firmansyah dan Pratama, 2019). Berikut gambarnya



Gambar 2.7 Kabel Jumper MtM, MtF dan FtF

(https://Shopee.co.id/kabel_jumper)

Penggunaan kabel *jumper* sebagai komponen penyambung menjadi penting dalam memfasilitasi integrasi dan pengujian dalam pengembangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Fleksibilitas, efisiensi, dan kemudahan penyesuaian yang ditawarkan oleh kabel *jumper* mendukung kelancaran proses penelitian dan pengembangan sistem elektronik

7. Arduino IDE

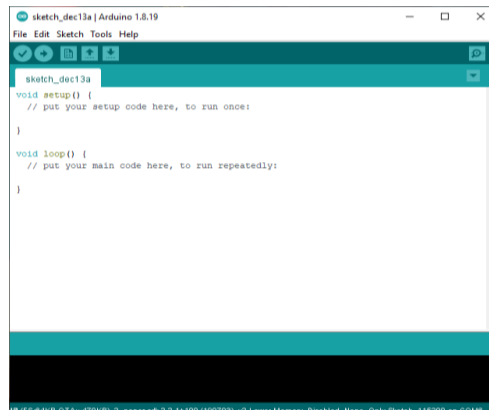
Software arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE. IDE arduino adalah *software* yang canggih, ditulis dengan menggunakan bahasa java. IDE arduino terdiri atas : • *Editor* program, sebuah windows memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing. • *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. • *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori didalam papan Arduino (Lestari dan Candra, 2021). Aplikasi Arduino IDE berfungsi untuk menyusun kode program (*sketch*). Selanjutnya *sketch* tersebut di upload ke unit arduino melalui kabel USB. Aplikasi Arduino IDE dapat diperoleh pada alamat situs <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Beberapa *software* ditulis menggunakan bahasa pemrograman

java termasuk IDE-nya, sehingga tidak perlu diinstall seperti *software* pada umumnya tetapi dapat langsung dijalankan selama komputer telah terinstall Java runtime (Mardianto, 2022).

Sebelum sampai pada tahap pembuatan dan *upload sketch* (program) ke board arduino, dibutuhkan sedikit pengaturan pada IDE terlebih dahulu. Pengaturan ini adalah terkait jenis *board* yang digunakan Arduino uno dan pengaturan *port*. Untuk mulai melakukan pengaturan ini, buka *software* IDE arduino. Untuk membuka IDE arduino tampilan awal dari IDE Arduino Terdapat 5 (lima) menu utama yang terdapat pada bagian atas IDE yaitu *file, edit, sketch, tools dan help*(Satiyono, 2019). Untuk men-setting board yang digunakan, Klik pada menu “*Tools*”, pada bagian “*Board*”, pilih sesuai dengan board arduino yang digunakan (dalam kasus ini adalah Arduino Uno). Selanjutnya adalah *setting port*, pada bagian “*Port*”, pilih *port* yang tersedia (dalam kasus ini adalah COM10). Untuk beberapa keadaan, nama *port* yang ditampilkan bisa berbeda. Jika *port* belum terdeteksi , koneksikan arduino terlebih dahulu lalu buka sketch Ketika pemilihan *Port* yang akan digunakan *Upload sketch* adalah tahap dimana program ditanamkan pada

board arduino. Untuk mulai mengupload program, hubungkan board arduino ke PC melalui USB, notifikasi “*Done uploading*” yang menandakan bahwa *sketch* berhasil di-upload ke board Arduino (Sasmoko, 2021).

Arduino IDE merupakan alat yang integral dalam tahap pengembangan perangkat keras berbasis Arduino, memberikan kemampuan pengkodean, kompilasi, dan pengujian yang diperlukan untuk merancang sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Lingkungan pengembangan yang ramah pengguna dan fitur-fitur kunci seperti *editor*, *compiler*, dan *uploader* membuat Arduino IDE menjadi alat yang sangat berharga dalam konteks penelitian ini.



Gambar 2.8 Tampilan Arduino IDE

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian relevan digunakan sebagai referensi penelitian ini :

no	Judul dan Penulis	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1	"Otomatisasi Dalam Pandemi Dengan Sensor <i>Proximity</i> " (Widharma <i>et al.</i> , 2020)	Keberhasilan Keran otomatis menggunakan sensor <i>Proximity optik</i> pembuatannya lebih mudah daripada menggunakan sensor lain	Dalam penelitian ini penggunaan <i>Proximity</i> induktif dan kapasitif sebagai sensor inti untuk melakukan otomatisasi dalam penelitian
2	"Sistem Otomasi Penyortiran Barang berbasis Arduino Uno" (Lestari dan Candra, 2021)	Pengujian sensor loadcell sebagai alat ukur berat dengan nilai kesalahan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dapat digunakan sesuai dengan yang diinginkan sekaligus menghemat waktu dalam proses penyortiran barang serta mempercepat hasil produksi sesuai dengan target	Dalam penyortiran sampah nonorganik yang dilakukan secara otomatisai digunakanya ³ buah sensor untuk memastikan objek tersebut yang nantinya akan dipilah berdasarkan jenisnya
3	"Arduino Uno Based Real Count Development as a Tool to Help Assessing Physical	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pengembangan <i>Real Count</i> , diperoleh temuan tersebut yang menggunakan sensor <i>Proximity</i>	Penggunaan sensor Ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi objek dan pengidentifikasi objek

	<i>Exercise Results</i> " (Argadhia Hartono, Sulaiman dan Rahayu, 2020)	optikal: Produk penilaian pelatihan kondisi fisik, yang disebut <i>Real Count</i> , telah dibuat. Real Count cocok sebagai alat penilaian latihan fisik siswa ekstrakurikuler di Kabupaten Pemalang. Ini secara efektif digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi pelatihan fisik.	menggunakan sensor <i>Proximity</i> induktif dan kapasitif yang mendekat untuk nantinya akan diproses Arduino
4	"Implementasi Sensor <i>Proximity</i> Kapasitif Pada Alat Pemberian Pakan Ayam Otomatis" (Nugraha, Saragih dan Nurpulaela, 2021)	Menganalisis hasil dari sensor saat berjalan, berhasil dianalisis baik akan tetapi tingkat mendeteksi sensor terkadang masih kurang stabil sensor mengirimkan <i>input</i> ke plc untuk menyalakan timer yang akan mematikan motor sensor hanya akan membaca ketika pakan sudah berada di radius 4mm	Disini digunakanya Arduino uno sebagai pusat kendali Sensor Ultrasonik HCSR04 digunakan sebagai pendeteksi manusia digunakanya sensor <i>Proximity</i> induktif dan kapasitif untuk memisahkan sampah jenis nonorganik yang bermacam-macam

Meskipun penelitian ini terinspirasi oleh penelitian Gede Suputra Widharma, Ayu Lestari, Adyan Argadhia, dan Rabi Bagja dalam hal rancangan bangun otomatisasi, terdapat beberapa perbedaan utama yang pertama penelitian ini menggunakan sensor *Proximity* induktif dan kapasitif, berbeda dengan sensor Ultrasonik yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Penelitian ini memanfaatkan Arduino Uno sebagai otak sistem otomatisasi, sedangkan penelitian sebelumnya mungkin menggunakan platform kontrol lain dan penelitian ini berfokus pada otomatisasi pemilahan sampah nonorganik, sedangkan penelitian sebelumnya mungkin memiliki fokus yang berbeda.

Penelitian ini membangun kerangka otomatisasi yang terinspirasi oleh penelitian sebelumnya, namun dengan perbedaan signifikan dalam hal jenis sensor yang digunakan, platform kontrol, dan fokus penelitian. Perbedaan ini menunjukkan inovasi dan keunikan penelitian ini dalam mengatasi permasalahan pemilahan sampah nonorganik.

BAB III

METODE PENELITIAN

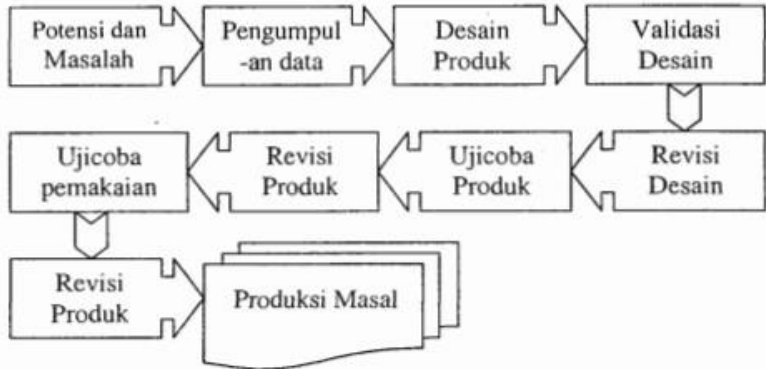
A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* untuk menghasilkan produk atau solusi baru yang meningkatkan kualitas atau efektivitas dalam bidang tertentu. Metode ini diharapkan menghasilkan kemajuan atau hal-hal baru yang berkaitan dengan tujuan penelitian. R&D umumnya digunakan pada bidang Ilmu Alam dan Teknik untuk menghasilkan produk teknologi, namun juga dapat diterapkan dalam bidang ilmu-ilmu sosial seperti psikologi, sosiologi, pendidikan, manajemen, dan lain-lain (Prof. DR. Sugiono, 2017)

Borg and Gall (2003) mendefinisikan R&D dalam pendidikan sebagai model pengembangan yang diarahkan untuk mendesain produk atau prosedur, yang kemudian diujicobakan, dievaluasi, dan disempurnakan hingga mencapai kriteria keefektifan, kualitas, atau standar tertentu (Rabiah, 2018).

Penelitian ini menerapkan R&D untuk mengembangkan RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILAHAN SAMPAH NONORGANIK

MENGGUNAKAN SENSOR *PROXIMITY* INDUKTIF DAN KAPASITIF. Tujuan penelitian ini tidak hanya untuk mengembangkan sistem, tetapi juga untuk menguji keefektifan dan kinerjanya. Berikut Langkah-langkah penggunaan Metode *Research and Development (R&D)*



Gambar 3.9 Langkah - Langkah Metode *Research and Development (R&D)*

(Sumber : sugiyono ,2017)

Penelitian ini menerapkan beberapa tahapan *Research and Development (R&D)* yang dipilih secara selektif untuk merancang sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Tahapan-tahapan tersebut meliputi Potensi dan Masalah, Pengumpulan Data, Desain Produk ,Validasi Desain. Revisi Desain, Uji Coba, Revisi Produk dan Uji Coba Pemakaian dan Dua tahapan R&D yang tidak dilakukan dalam penelitian ini adalah Revisi Produk

Tahapan ini tidak dilakukan karena hanya mencari data dari rancangan tersebut. Produksi Massal: Tahapan ini tidak dilakukan karena hanya merancang sistem otomatisasi dalam skala kecil.

Pendekatan R&D yang dipilih secara umum sesuai dengan metode R&D standar. Pemilihan tahapan yang esensial ini memungkinkan penelitian untuk fokus pada aspek-aspek penting dari rancangan sistem otomatisasi, menghemat waktu dan sumber daya, dan menghasilkan rancangan sistem yang lebih efisien dan efektif.

1. Potensi dan Masalah

Kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia semakin meningkat (Mustangin, 2017). Perkembangan teknologi yang pesat membuka peluang inovasi dalam penanganan sampah, seperti sistem otomatisasi pemilahan sampah menggunakan sensor *proximity* induktif dan kapasitif (Gupta *et al.*, 2018).

Penelitian terkini menunjukkan keberhasilan implementasi sistem serupa, memperkuat konsep ini (Harsito *et al.*, 2021). Penggunaan teknologi otomatisasi dalam penanganan sampah tidak hanya

meningkatkan efisiensi, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan.

Meskipun sistem otomatisasi pemilahan sampah menawarkan banyak manfaat, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingnya penanganan sampah dan penggunaan teknologi otomatisasi perlu ditingkatkan untuk meningkatkan partisipasi dan pemahaman masyarakat (Kemala Hayati et al., 2020).

Dengan mengatasi tantangan-tantangan ini, diharapkan sistem otomatisasi pemilahan sampah dapat menjadi solusi yang efektif, inovatif, efisien, dan ramah lingkungan dalam menangani permasalahan sampah di pemukiman masyarakat. Mempertimbangkan bahaya yang ditimbulkan oleh metode umum pembuangan limbah, sistem pemilahan limbah otomatis dirancang untuk mengatasi hal ini. Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pemilahan Sampah Nonorganik Menggunakan Sensor *Proximity* Induktif dan Kapasitif merupakan upaya untuk mengatasi permasalahan sampah dengan memanfaatkan teknologi otomatisasi.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini akan dilakukan melalui studi literatur yang melibatkan referensi-referensi yang relevan dengan penelitian. Literatur yang menjadi sumber data yang memiliki keterkaitan dengan berbagai aspek yang menjadi fokus penelitian ini. Beberapa aspek tersebut mencakup sensor ultrasonik sensor *proximity* Induktif dan kapasitif , Arduino Uno R3 Sebagai Platform Pengendalian , Motor Servo dan. Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya akan dijadikan acuan penting. Informasi dan temuan dari penelitian terkait ini akan digunakan untuk evaluasi, Rancang Bangun sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Dengan demikian, data yang diperoleh dari sumber-sumber literatur ini akan berperan penting dalam mengarahkan penelitian ke arah yang lebih terarah dan efisien.

3. Desain Produk

Pada tahap ini, fokus utama peneliti adalah merancang produk yang sesuai dengan tujuan penelitian. Proses ini dimulai dengan pembuatan desain awal, diikuti dengan perbaikan dan revisi yang diperlukan untuk mencapai hasil yang optimal. Dengan

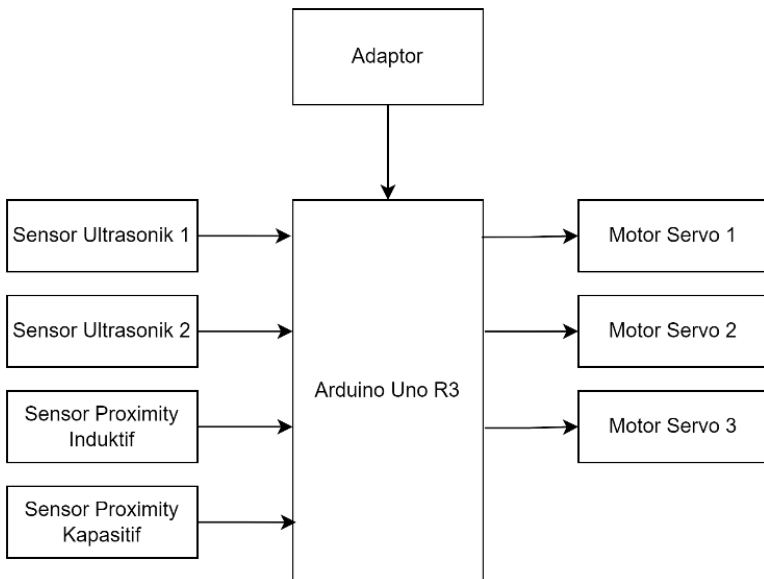
mengikuti proses desain yang terstruktur dan sistematis, diharapkan produk yang dihasilkan dapat memenuhi kriteria yang diinginkan dan memberikan solusi yang efektif terhadap permasalahan yang diteliti.

Desain produk merupakan fase kunci dalam pengembangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Hal ini dikarenakan desain yang baik akan menentukan efektivitas dan efisiensi sistem dalam mencapai tujuannya. Desain produk dalam penelitian ini mencakup perencanaan baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan. Berikut adalah detail perencanaan untuk kedua aspek ini:

a. Diagram Blok

Perancangan diagram blok pada penelitian ini memiliki tujuan untuk memberikan gambaran visual yang jelas tentang hubungan antar komponen utama dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik yang Terdiri dari komponen-komponen kunci, mencakup Sensor Ultrasonik HC-SR04 pertama digunakan untuk mendeteksi objek yang mendekati.

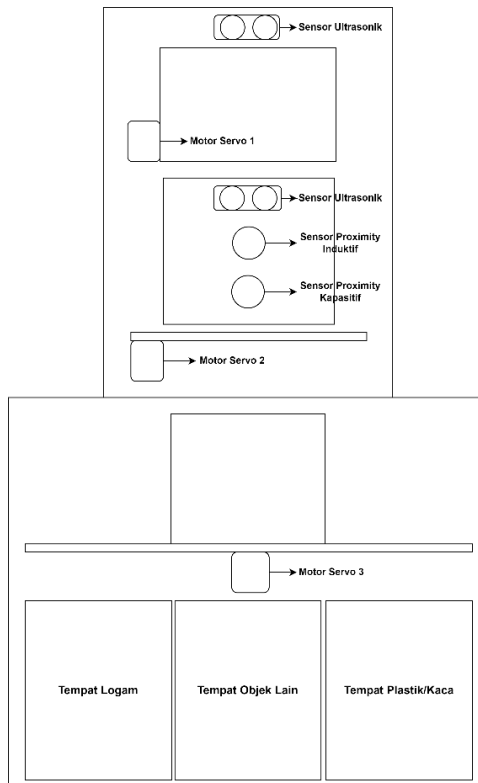
Sensor *proximity* Kapasitif dan Induktif digunakan untuk mengidentifikasi jenis objek dalam sampah nonorganik. Sensor Ultrasonik HC-SR04 kedua memastikan objek yang akan dideteksi oleh sensor *proximity*. Dan Motor servo 2 dan 3 bertanggung jawab atas pergerakan penahan dan sistem seleksi dalam sistem otomatisasi Sumber tegangan dapat berasal dari adaptor atau baterai, disesuaikan dengan kebutuhan. Berikut adalah perencanaan untuk *hardware* yang akan diterapkan:



Gambar 3.10 Blok Diagram Sistem Ker=ja

b. Desain Rancangan

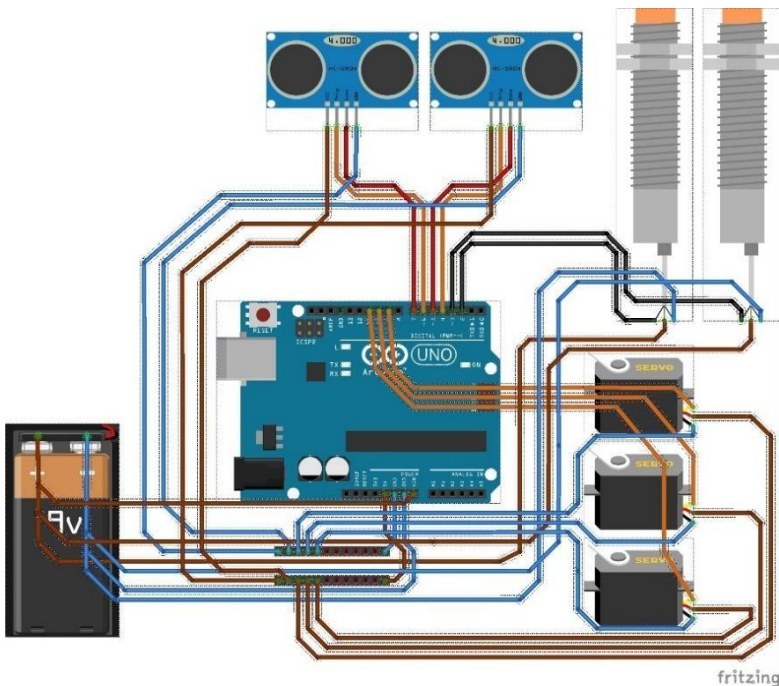
Berikut gambaran atau penampilan luar dari Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi Pemilahan Sampah Nonorganik Menggunakan Sensor *Proximity* Induktif dan Kapasitif sebagai berikut :



Gambar 3.11 Penampilan Prototype

c. Desain Rangkaian Penghubung

Berikut gambaran yang berisi dari komponen utama yang nantinya akan digunakan untuk Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pemilahan Sampah Nonorganik Menggunakan Sensor *Proximity* Induktif dan Kapasitif sebagai berikut :

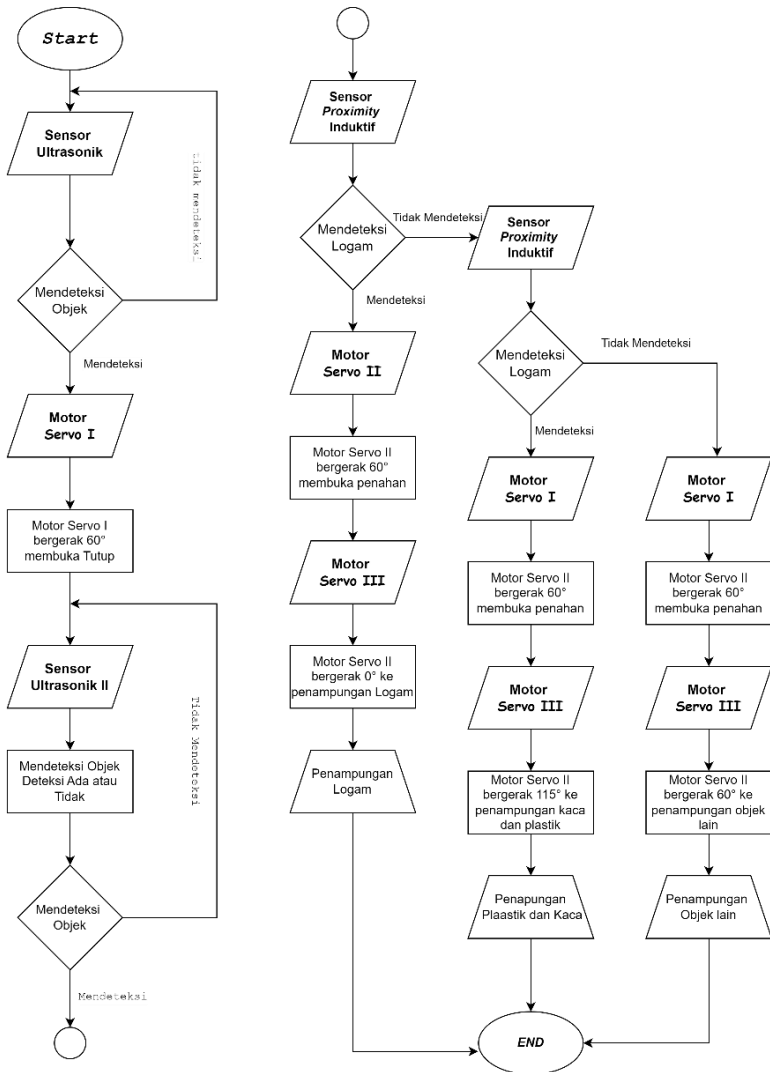


Gambar 3.12 Rangkaian Koneksi Antar Komponen

d. Flowchart Cara Kerja Sistem

Flowchart merupakan representasi grafis dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program. Penggunaannya dapat mempengaruhi penyelesaian masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. Flowchart dapat digunakan untuk menggambarkan kegiatan manual, pemrosesan data, atau keduanya, dengan menggunakan serangkaian simbol (Ilham Budiman *et al.*, 2021).

System Flowchart ini menjelaskan urutan proses yang ada di dalam sistem agar dapat memahami alur kerja komponen serta pengembangan perangkat lunak untuk sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Desain ini akan membimbing implementasi fungsionalitas perangkat keras dan lunak dengan matang. Program khusus untuk Arduino Uno menjadi inti dari operasional sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik dengan efisien dan efektif. Serta desain ini menjadi panduan utama dalam meraih tujuan efisiensi dan efektivitas sistem otomatisasi yang diusulkan.



Gambar 3.13 Flowchart Sistem Kerja Software

e. Perancangan Perangkat Keras

Berikut perangkat keras yang dibutuhkan dalam Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi Pemilahan Sampah Nonorganik Menggunakan Sensor *Proximity* Induktif dan Kapasitif pada tabel berikut :

- Sensor *Proximity* Induktif : Mendeteksi objek logam dalam sampah.
- Sensor *Proximity* Kapasitif : Mendeteksi objek nonlogam dalam sampah.
- 2 x Sensor Ultrasonik HC-SR04 : Mendeteksi objek yang mendekati dan memastikan objek sistem pemilahan sampah
- 3 x Motor Servo : Menggerakkan katup penahan dan pemilah dalam sistem otomatisasi.
- Arduino Uno R3 : Otak sistem untuk mengumpulkan data dari sensor, mengendalikan motor, dan menjalankan logika pemilahan.
- Kabel *Jumper* : Penghubung antar komponen.

Untuk ilustrasi rangkaian bisa dilihat pada Gambar 3.12 Rangkaian Koneksi Antar Komponen

f. Perangkat Lunak

Perangkat yang digunakan adalah Arduino Uno IDE digunakan sebagai perangkat lunak pengembangan untuk menulis program dalam bahasa pemrograman C++, mengendalikan operasi sistem otomatisasi pemilahan sampah.

Penting untuk dicatat bahwa alat dan bahan ini akan digunakan dalam tahap perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem otomatisasi. Semua komponen ini akan berperan dalam menjalankan fungsionalitas sistem dan menghasilkan data yang diperlukan untuk penelitian ini. Selain itu, perangkat lunak Arduino Uno IDE akan digunakan untuk mengatur logika dan operasi sistem secara keseluruhan.

4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan proses penilaian rancangan produk yang telah dibuat untuk memastikan kelayakan implementasinya. Dalam proses ini, desain diuji berdasarkan kebutuhan dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Validasi desain sangat penting dalam pengembangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik karena sistem ini melibatkan berbagai komponen dan proses yang kompleks.

Validasi desain yang Sistem harus dapat memilah sampah nonorganik dengan tingkat akurasi yang baik, harus dapat bekerja dengan cepat dan hemat energy dan pembuatan dan pengoperasian sistem harus wajar.

5. Revisi Desain

Melakukan revisi desain jika diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem dilakukan validasi desain dengan pakar, ahli, ataupun forum diskusi, kemudian peneliti melakukan perbaikan pada rancangan desain berdasarkan kekurangan dan kelemahan yang sudah diketahui.

6. Uji Coba Produk

Pada fase ini, sistem diuji menggunakan komponen yang sesuai dan langkah-langkah kerja yang telah ditetapkan. Pengujian produk dilakukan dengan menerapkan RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILAHAN SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR *PROXIMITY* INDUKTIF DAN KAPASITIF kepada pengguna, seperti peneliti, dengan memeriksa apakah semua komponen sesuai dengan spesifikasi yang tercantum dalam lembar data atau tidak, serta mengevaluasi kinerjanya untuk memastikan kesesuaian dengan Prinsip Kerja sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik ini.

Pada tahap awal, sensor Ultrasonik HC-SR04 mendeteksi objek yang mendekati. Ketika objek terdeteksi, motor servo1 diaktifkan untuk membuka tutup tempat sampah, memungkinkan objek masuk ke dalam. Selanjutnya, pada tahap berikutnya, sensor Ultrasonik akan terus memantau apakah objek masih berada di dalam tempat sampah. Jika objek masih ada, sensor *Proximity* akan diaktifkan untuk mengidentifikasi jenis objek tersebut, apakah logam, kaca, atau plastik. Pada tahap akhir, setelah objek teridentifikasi, motor servo3 akan menyesuaikan posisi objek sesuai dengan jenisnya.

7. Revisi Produk

Memperbarui produk sesuai dengan temuan dari pengujian untuk mengoptimalkan kinerja perangkat keras dan perangkat lunak agar sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna.

8. Uji Coba Pemakaian

Melakukan pengujian sistem menggunakan objek nyata merupakan langkah krusial dalam penelitian ini guna memverifikasi keakuratan dan kinerja sistem yang telah dikembangkan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Potensi Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi untuk memilah sampah nonorganik menggunakan sensor *Proximity* induktif dan kapasitif. Dengan sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah dengan secara otomatis memisahkan sampah nonorganik dari sampah organik. Selain itu, hal ini juga diharapkan dapat menghemat waktu dan tenaga kerja serta meningkatkan efisiensi proses penanganan sampah secara keseluruhan. Dengan demikian, diharapkan dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dengan memudahkan pemisahan sampah. Selain itu, penanganan sampah yang baik juga diharapkan dapat membantu mengurangi penyebaran penyakit yang disebabkan oleh sampah.

Meskipun demikian, rancangan sistem ini juga memiliki potensi masalah yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah biaya yang mungkin tinggi untuk merancang, mengembangkan, dan menerapkan sistem otomatisasi ini. Selain itu, teknologi sensor *Proximity* yang

digunakan mungkin memiliki keterbatasan dalam mendeteksi jenis sampah. Oleh karena itu, perlu adanya solusi yang tepat untuk mengatasi potensi masalah tersebut agar sistem ini dapat efektif dalam meningkatkan penanganan sampah dan menjaga kebersihan lingkungan.

B. Pengumpulan Data

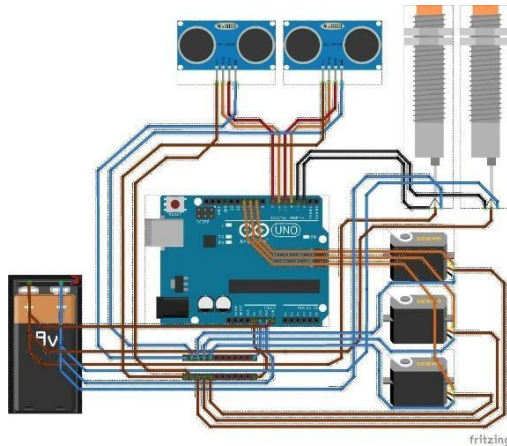
Dalam penelitian ini, data dikumpulkan dari berbagai sumber literatur seperti buku, jurnal penelitian, dan karya ilmiah terkait sistem otomatisasi yang telah diselidiki oleh beberapa peneliti seperti Gede Suputra Widharma, Ayu Lestari, Adyan Argadhia, dan Rabi Bagja. Namun, penelitian skripsi ini membedakan diri dalam penggunaan alat sensor Ultrasonik, sensor *Proximity* induktif dan kapasitif, serta Arduino Uno sebagai otaknya untuk melakukan otomatisasi sesuai dengan kebutuhan.

Beberapa aspek yang diteliti meliputi penggunaan sensor Ultrasonik, sensor *Proximity* induktif dan kapasitif, serta penggunaan Arduino Uno R3 sebagai platform pengendalian, dan motor servo. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya akan menjadi pedoman yang penting. Informasi dan temuan dari penelitian terkait ini akan dievaluasi dan digunakan dalam perancangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Dengan demikian, data yang diperoleh dari

sumber-sumber literatur ini akan memainkan peran penting dalam mengarahkan penelitian ke arah yang lebih fokus dan efisien.

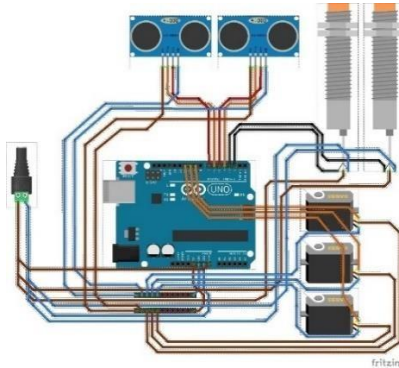
C. Desain Produk

Desain Sistem Otomatisasi Pemilahan Sampah Nonorganik Menggunakan Sensor *Proximity* Induktif dan Kapasitif telah direvisi untuk menggunakan adaptor alih-alih baterai seperti pada gambar sebelumnya.



Gambar 4.14 Gambar Rangkaian dengan Baterai

Sekarang telah diubah menjadi menggunakan adaptor yang lebih stabil dalam penyediaan daya.



Gambar 4.15 Desain Rancangan tanpa Baterai

Program yang akan dimasukkan ke dalam lampiran 8 menggunakan Arduino IDE untuk memastikan kelancaran pengunggahan program ke Arduino Uno. Keberhasilan sistem otomatisasi dalam pemilahan sampah nonorganik dapat dipastikan dengan penggabungan semua sensor *Proximity* induktif, kapasitif, dua sensor Ultrasonik, dan tiga motor servo.



Gambar 4.16 Pengkabelan Sistem

D. Validasi Desain

Bagian ini menjelaskan tentang proses validasi yang akan diuji dengan mengganti baterai menjadi adaptor berdasarkan rangkaian gambar 4.16., dijelaskan secara menyeluruh mengenai perancangan sistem otomatisasi dalam pemilahan sampah nonorganik menggunakan sensor *Proximity* induktif dan kapasitif. Mulai dari konfigurasi komponen seperti Arduino Uno, sensor Ultrasonik HC-SR04, sensor *Proximity* induktif dan kapasitif, serta motor servo, seluruh desain sistem otomatisasi ini dibangun berdasarkan tiga tahapan yang saling terkait, yang memegang peranan penting dalam proses pemilahan sampah.

Tahap pertama melibatkan komponen-komponen seperti sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi objek yang mendekati sistem pemilahan. Ketika sensor Ultrasonik mendeteksi keberadaan objek, motor servo1 akan diaktifkan untuk membuka tutup tempat sampah, sehingga memungkinkan objek untuk masuk ke dalam sistem.

Tahap kedua melibatkan sensor *proximity* induktif, sensor *proximity* kapasitif, sensor Ultrasonik HC-SR04, dan motor servo2. Setelah objek masuk ke dalam tempat identifikasi, yaitu tempat penampungan sementara, objek

akan diidentifikasi berdasarkan jenisnya. Sensor Ultrasonik mendeteksi apakah objek masih berada di dalam tempat tersebut. Jika objek terdeteksi, sensor *Proximity* akan aktif untuk menentukan jenis objek tersebut, seperti logam, kaca, atau plastik.

Tahap ketiga merupakan tahap akhir yang melibatkan motor servo3 dan tempat penampungan akhir. Setelah objek diidentifikasi, motor servo3 akan menyesuaikan lokasi objek. Objek kemudian ditempatkan ke dalam penampungan akhir sesuai dengan jenisnya. Setelah penempatan selesai, motor servo2 membuka tempat penampungan sementara sehingga objek dapat jatuh ke tempat penampungan akhir melalui mekanisme penggerak servo yang terbuka.

E. Revisi Desain

Setelah berbagai diskusi dengan para ahli dan pakar, termasuk dosen pembimbing dan dosen mata kuliah IoT, peneliti memutuskan untuk merevisi desain dengan tidak menggunakan baterai dalam penelitian ini. Keputusan ini diambil karena kurangnya daya yang dibutuhkan oleh sensor *Proximity*, baik itu sensor induktif maupun sensor kapasitif, yang membutuhkan daya yang cukup. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja sensor *proximity*.

F. Uji Coba Produk

Pada tahap ini, sistem akan diuji menggunakan komponen yang sesuai dengan langkah-langkah kerja yang telah ditetapkan. Pengujian produk dilakukan dengan menggunakan rancangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik menggunakan sensor *proximity* induktif dan kapasitif. Dalam pengujian komponen dan sistem kerjanya, metode pengujian manual akan digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem berhasil atau tidak. Beberapa hal yang akan dinilai dalam pengujian ini antara lain:

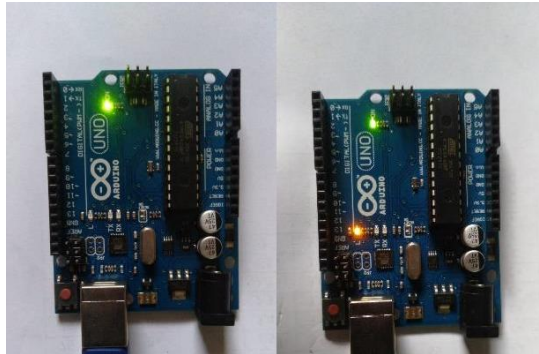
1. Arduino Uno R3

Pada pengujian Arduino Uno R3, dilakukan pengecekan apakah dapat terhubung dengan laptop atau tidak dengan Langkah berikut :

- 1) Arduino Uno R3 disambungkan ke komputer menggunakan kabel USB. Arduino Uno R3 berperan sebagai inisiator dari sistem ini, sehingga penting untuk memastikan kondisi kerja yang baik melalui pengujian.
- 2) Arduino IDE dibuka, dan menu "Tools" dipilih. Kemudian, *port* COM yang sesuai dengan Arduino Uno R3 dipilih dari daftar *port* yang tersedia.

- 3) Program sederhana ditulis untuk menguji koneksi Arduino. Program ini dirancang untuk membuat LED built-in pada Arduino Uno R3 berkedip.
- 4) Proses pengamatan dilakukan terhadap LED built-in pada Arduino Uno R3. Jika LED tersebut berkedip sesuai dengan program yang ditulis, ini menunjukkan bahwa Arduino Uno R3 berfungsi dengan baik.

Dengan demikian, pengujian ini membantu memastikan bahwa Arduino Uno R3 dapat terhubung dengan laptop dan berfungsi secara normal, memastikan kelancaran operasi sistem otomatisasi.



Gambar 4.17 Hasil Terkoneksi Arduino dengan Laptop

2. Sensor Ultrasonik HC-SR04:

Pengujian sensor Ultrasonik HC-SR04 dilakukan apakah kinerjanya sesuai dengan datasheetnya dengan langkah Hubungkan sensor Ultrasonik HC-SR04 ke Arduino Uno R3 dengan koneksi yang benar. Buka Arduino IDE dan buat program untuk menguji sensor Ultrasonik. Hubungkan Arduino ke komputer menggunakan kabel USB dan upload program ke Arduino Uno R3. Buka Serial Monitor pada Arduino IDE untuk melihat output dari sensor Ultrasonik.

Pengujian untuk mengetahui jarak deteksi sensor secaranyata untuk memastikan sesuai datasheet atau tidak dan hasil pengujian yang didapatkan ada lebih optimal pada table dengan berbagai jarak berikut

no	Keterangan	Rentang pengujian	
1	Data Sheetnya	Jarak minimal 2cm	Jarak maksimal 4m
2	Dalam pengujian	Jarak 1 cm	Tidak terdeteksi
		Rentang 2-30 cm	terdeteksi
		Rentang 30-60 cm	terdeteksi
		Rentang 60-100 cm	terdeteksi
		Rentang 100-150 cm	terdeteksi
		Rentang 150-250 cm	terdeteksi

	Rentang 250-300 cm	terdeteksi
	Rentang 300 - 350 cm	terdeteksi
	Rentang 350-400 cm	terdeteksi
	Rentang 400-431 cm	terdeteksi
	Rentang 431-450 cm	Tidak terdeteksi

Tabel 4.6 Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik

Berdasarkan data yang diberikan, dalam pengukuran berbagai jarak, diketahui bahwa sensor Ultrasonik memiliki jarak toleransi minimum sebesar 2 cm dan jarak maksimal sebesar 430 cm, yang tidak jauh berbeda dari data sheetnya.

COM10	COM10
07:13:00.483 -> Jarak: 425 cm	07:15:29.680 -> Jarak: 12 cm
07:13:01.516 -> Jarak: 425 cm	07:15:30.696 -> Jarak: 10 cm
07:13:02.533 -> Jarak: 425 cm	07:15:31.696 -> Jarak: 12 cm
07:13:03.568 -> Jarak: 427 cm	07:15:32.696 -> Jarak: 14 cm
07:13:04.584 -> Jarak: 427 cm	07:15:33.713 -> Jarak: 19 cm
07:13:05.618 -> Jarak: 426 cm	07:15:34.697 -> Jarak: 12 cm
07:13:06.652 -> Jarak: 426 cm	07:15:35.714 -> Jarak: 6 cm
07:13:07.718 -> Jarak: 427 cm	07:15:36.713 -> Jarak: 6 cm
07:13:08.717 -> Jarak: 428 cm	07:15:37.697 -> Jarak: 6 cm
07:13:09.753 -> Jarak: 429 cm	07:15:38.712 -> Jarak: 4 cm
07:13:10.770 -> Jarak: 429 cm	07:15:39.714 -> Jarak: 4 cm
07:13:11.836 -> Jarak: 428 cm	07:15:40.715 -> Jarak: 3 cm
07:13:12.853 -> Jarak: 428 cm	07:15:41.715 -> Jarak: 2 cm
07:13:13.854 -> Jarak: 428 cm	07:15:42.732 -> Jarak: 2 cm
07:13:14.904 -> Jarak: 429 cm	07:15:43.749 -> Jarak: 2 cm
07:13:15.954 -> Jarak: 429 cm	07:15:44.732 -> Jarak: 2 cm
07:13:16.954 -> Jarak: 429 cm	07:15:45.732 -> Jarak: 2 cm
07:13:17.988 -> Jarak: 429 cm	07:15:46.749 -> Jarak: 2 cm
07:13:19.003 -> Jarak: 430 cm	07:15:47.750 -> Jarak: 2 cm
07:13:20.055 -> Jarak: 431 cm	07:15:48.764 -> Jarak: 2 cm
07:13:21.055 -> Jarak: 431 cm	07:15:49.766 -> Jarak: 2 cm
07:13:22.088 -> Jarak: 430 cm	07:15:50.750 -> Jarak: 2 cm

COM10	COM10
01:00:04.808 -> Jarak: 55 cm	01:00:31.046 -> Jarak: 68 cm
01:00:05.808 -> Jarak: 55 cm	01:00:32.079 -> Jarak: 67 cm
01:00:06.808 -> Jarak: 55 cm	01:00:33.080 -> Jarak: 69 cm
01:00:07.825 -> Jarak: 55 cm	01:00:34.097 -> Jarak: 68 cm
01:00:08.825 -> Jarak: 56 cm	01:00:35.097 -> Jarak: 148 cm
01:00:09.825 -> Jarak: 55 cm	01:00:36.113 -> Jarak: 148 cm
01:00:10.859 -> Jarak: 63 cm	01:00:37.131 -> Jarak: 149 cm
01:00:11.859 -> Jarak: 65 cm	01:00:38.147 -> Jarak: 150 cm
01:00:12.876 -> Jarak: 64 cm	01:00:39.131 -> Jarak: 151 cm
01:00:13.876 -> Jarak: 64 cm	01:00:40.399 -> Jarak: 259 cm
01:00:16.960 -> Jarak: 63 cm	01:00:41.433 -> Jarak: 259 cm
01:00:17.977 -> Jarak: 62 cm	01:00:42.449 -> Jarak: 259 cm
01:00:18.977 -> Jarak: 62 cm	01:00:43.466 -> Jarak: 259 cm
01:00:19.994 -> Jarak: 62 cm	01:00:44.499 -> Jarak: 259 cm
01:00:21.011 -> Jarak: 67 cm	01:00:45.500 -> Jarak: 259 cm
01:00:21.994 -> Jarak: 58 cm	01:00:46.533 -> Jarak: 259 cm
01:00:22.995 -> Jarak: 57 cm	01:00:47.550 -> Jarak: 259 cm
	01:00:48.550 -> Jarak: 259 cm
	01:00:49.584 -> Jarak: 259 cm
	01:00:50.634 -> Jarak: 506 cm
	01:00:51.652 -> Jarak: 302 cm
	01:00:52.651 -> Jarak: 301 cm
	01:00:53.684 -> Jarak: 301 cm

Gambar 4.18 Hasil Uji Coba Sensor Ultrasonik

Hasil pengujian ini memastikan bahwa sensor Ultrasonik HC-SR04 dari berbagai jarak berfungsi dengan baik dan mampu mendeteksi objek dengan akurat atau sesuai dengan data sheetnya.

3. Sensor *Proximity* Induktif

Pengujian komponen sensor *proximity* yang mendeteksi objek logam induktif dilakukan dengan menyiapkan Arduino Uno yang akan digunakan untuk menghubungkan dan menguji sensor kemudian masukan program yang akan digunakan untuk menguji sebagai berikut berikut :

Program yang digunakan untuk menguji :

```
#include <Arduino.h>

// Deklarasi pin sensor Proximity dan LED
const int sensorPin = 2;
const int ledPin = 13;

void setup() {
  // Set pin sensor sebagai input dan pin LED sebagai output
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  // Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Baca nilai sensor
  int sensorValue = digitalRead(sensorPin);

  // Periksa apakah logam terdeteksi
  if (sensorValue == HIGH) {
    // Logam Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Nyalakan LED
    Serial.println("Logam Terdeteksi! Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  } else {
    // Logam Tidak Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Matikan LED
    Serial.println("Logam tidak Terdeteksi. Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  }

  // Tunggu 1 detik sebelum membaca nilai sensor lagi
  delay(1000);
}
```

Berikut adalah penjelasan cara kerja program ini:

- *sensorPin*: Dikonfigurasi dengan nilai 2, menandakan pin Arduino yang terhubung ke sensor *Proximity* induktif.
- *ledPin*: Dikonfigurasi dengan nilai 13, menandakan pin Arduino yang terhubung ke LED.
- *Fungsi setup()* dijalankan sekali saat Arduino dinyalakan atau direstart. Di sini, fungsi ini melakukan tiga hal penting:
- *pinMode(sensorPin, INPUT)*; Mengkonfigurasi pin yang terhubung ke sensor *Proximity* sebagai *input*. Ini berarti Arduino akan membaca nilai dari sensor.
- *pinMode(ledPin, OUTPUT)*; Mengkonfigurasi pin yang terhubung ke LED sebagai output. Ini berarti Arduino dapat mengontrol status LED (nyala atau mati).
- *Serial.begin(9600)*; Menginisialisasi komunikasi serial dengan *baud rate* 9600 *bps*. Ini memungkinkan Arduino untuk mengirim data deteksi ke perangkat lain melalui komunikasi serial.

- *Fungsi loop()* dijalankan berulang kali setelah *setup()* selesai. Di sini, fungsi ini melakukan beberapa hal:
- *int sensorValue = digitalRead(sensorPin);* Membaca nilai digital dari sensor *Proximity* dan menyimpannya dalam variabel *sensorValue*. Sensor *Proximity* induktif biasanya mengeluarkan nilai **HIGH** (1) saat logam terdeteksi dan nilai **LOW** (0) saat tidak ada logam.
- *if (sensorValue == HIGH);* : Pernyataan *if* ini mengevaluasi apakah nilai sensor **HIGH** (1), yang menunjukkan keberadaan logam.
digitalWrite(ledPin, LOW); : Jika logam terdeteksi, baris ini **menyalakan LED** dengan mengaktifkan pin LED.
- *Serial.println("Logam terdeteksi! Nilai Sensor: " + String(sensorValue));* : Baris ini mencetak pesan "Logam terdeteksi!" dan nilai sensor ke komunikasi serial, mengonfirmasi deteksi.
- *Else;* : Pernyataan *else* ini dijalankan jika nilai sensor **LOW** (0), yang menunjukkan tidak adanya logam.

- *digitalWrite(ledPin, HIGH);* : Jika logam tidak terdeteksi, baris ini **mematikan LED** dengan menonaktifkan pin LED.
- *Serial.println("Logam tidak terdeteksi. Nilai Sensor: " + String(sensorValue));* : Baris ini mencetak pesan "Logam tidak terdeteksi." dan nilai sensor ke komunikasi serial, menunjukkan tidak adanya deteksi.
- *delay(1000);* : Baris ini menambahkan penundaan 1 detik sebelum iterasi *loop* berikutnya, memungkinkan pembacaan sensor yang stabil.

Dengan menghubungkan pin output sensor *Proximity* induktif ke pin digital pada Arduino Uno kemudian sambungkan kabel VCC dan GND sensor ke sumber daya dan buka serial monitor pada Arduino IDE untuk mengamati output yang dihasilkan dari sensor *Proximity* induktif. Berikut hasil dari pengamatan :

Tabel Hasil Uji Coba

No	Barang	Jenis logam	Jarak deteksi	Keterangan
1.	Kabel bekas	Tembaga	4mm	Terdeteksi
2.	Plat alumunium bekas	Alumunium	1mm	Terdeteksi
3	Plat besi bekas	Besi	3mm	Terdeteksi
4	Timah solder	Timah	2mm	Terdeteksi
5	Pengaris besi	Besi <i>Stainless</i>	3 mm	Terdeteksi
6	Paku	Besi	3mm	Terdeteksi
7	Minuman Kaleng	Alumunium	1mm	Terdeteksi
8	Kaleng Cat	Besi	3mm	Terdeteksi
9	Baut	Besi	3mm	Terdeteksi
10	Sekrup	Besi	3mm	Terdeteksi

Tabel 4.7 Tabel Uji Coba sensor Proximity Induktif

Tabel Nilai Output Pengujian

no	Jenis Logam	Waktu pengujian	Jumlah ouput 1	Jumlah output 0	Persentase keberhasilan
1	Tembaga	20 detik	20	0	100%
2	Alumunium	20 detik	20	0	100%
3	Besi	20 detik	20	0	100%
4	Timah	20 detik	20	0	100%
5	Besi <i>Stainless</i>	20 detik	20	0	100%

Tabel 4.8 Tabel Pengamatan Uji Coba Sensor Proximity Induktif

Berdasarkan uji coba di atas, dapat dipastikan bahwa sensor dapat berfungsi dengan baik karena program ini secara efektif mendeteksi logam menggunakan sensor *proximity* induktif dan Arduino, menampilkan hasil deteksi di komunikasi serial dan memberikan indikasi visual melalui LED. Sensor *Proximity* Induktif menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi objek logam dengan baik sesuai dengan spesifikasi. Hasil ini mengkonfirmasi keberhasilan implementasi komponen dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Berdasarkan pengujian tersebut didapatkan bahwa hasil pengujian berjalan dengan baik baik saja dan berikut hasil perhitungan keberhasilan sensor

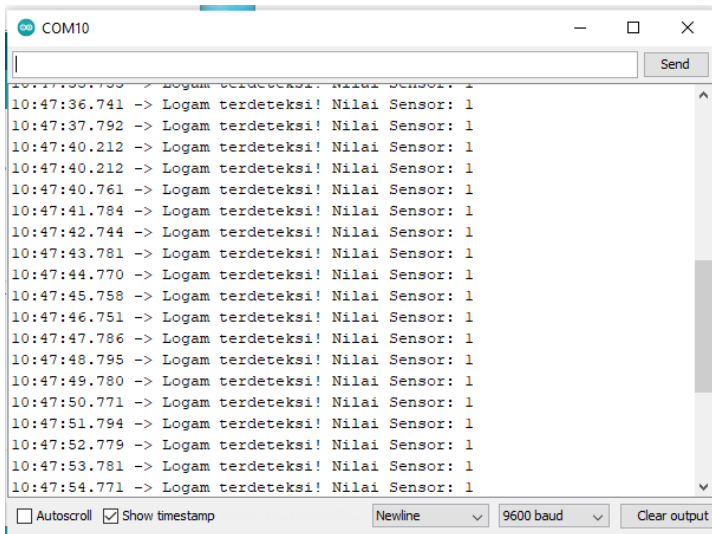
$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \left(\frac{a}{b}\right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{10}{10}\right) \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

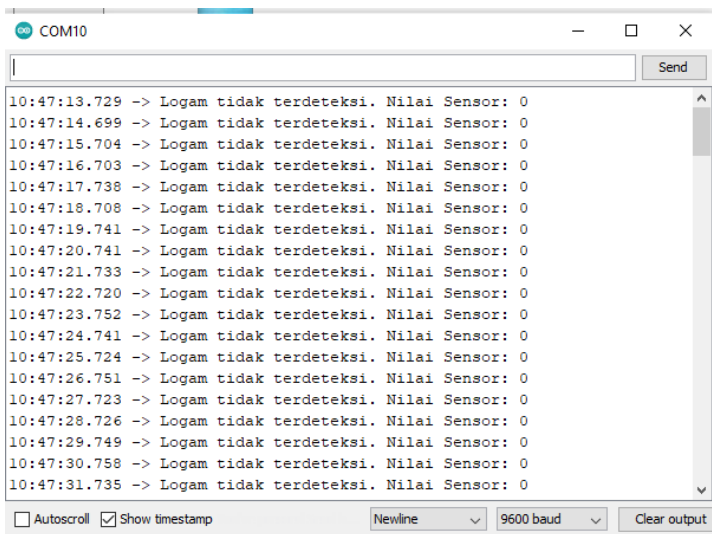
x : jumlah keberhasilan pengujian

y : total pengujian

akurasi : nilai ketelitian sensor (%)



Gambar 4.19 Saat Sensor Proximity Induktif Mendeteksi



Gambar 4.20 Saat Sensor Proximity Induktif Tidak Mendeteksi

4. **Sensor *Proximity* Kapasitif**

Sensor *Proximity* Kapasitif adalah salah satu jenis sensor yang dapat mendeteksi keberadaan suatu objek tanpa kontak fisik. Objek yang dapat terdeteksi oleh sensor ini dapat berupa logam maupun nonlogam seperti kayu, plastik, kaca, dan sebagainya. Penyesuaian dalam program akan dilakukan untuk memastikan sensor dapat mendeteksi objek yang diinginkan, langkah pengujian sensor *Proximity* kapasitif sebagai berikut :

- Hubungkan sensor *Proximity* kapasitif ke Arduino.
- Sambungkan pin output sensor *Proximity* kapasitif ke pin digital pada Arduino Uno.
- Sambungkan kabel VCC dan kabel GND sensor ke pin GND pada sumber daya.
- Unggah program yang ke mikrokontroler.

Berikut program Arduino untuk mendeteksi objek nonlogam menggunakan sensor *Proximity* kapasitif yang menunjukkan deteksi objek, dan hasil deteksi ditampilkan melalui komunikasi serial:

```

#include <Arduino.h>

// Deklarasi pin sensor Proximity dan LED
const int sensorPin = 3;
const int ledPin = 13;

void setup() {
  // Set pin sensor sebagai input dan pin LED sebagai output
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  // Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Baca nilai sensor
  int sensorValue = digitalRead(sensorPin);

  // Periksa apakah nonlogam Terdeteksi
  if (sensorValue == HIGH) {
    // Nonlogam Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Nyalakan LED
    Serial.println("Nonlogam Terdeteksi! Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  } else {
    // Nonlogam tidak Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Matikan LED
    Serial.println("Nonlogam tidak Terdeteksi. Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  }

  // Tunggu 1 detik sebelum membaca nilai sensor lagi
  delay(1000);
}

```

Penjelasan Program

- *const int sensorPin = 3;* Mendeklarasikan pin sensor *Proximity* sebagai *sensorPin* dan menetapkan nilainya ke 3.
- *const int ledPin = 13;* Mendeklarasikan pin LED sebagai *ledPin* dan menetapkan nilainya ke 13.
- *pinMode(sensorPin, INPUT);* Mengatur pin sensor sebagai *input*.
- *pinMode(ledPin, OUTPUT);* Mengatur pin LED sebagai *output*.
- *Serial.begin(9600);* Menginisialisasi komunikasi serial dengan baud rate 9600 bps.
- *int sensorValue = digitalRead(sensorPin);* Membaca nilai digital dari sensor dan menyimpannya dalam variabel *sensorValue*. Sensor *Proximity* kapasitif biasanya mengeluarkan nilai **HIGH** (1) saat nonlogam terdeteksi dan nilai **LOW** (0) saat tidak ada non-logam.
- *if (sensorValue == HIGH);* Pernyataan *if* ini mengevaluasi apakah nilai sensor **HIGH** (1),

menunjukkan keberadaan non-logam. *digitalWrite(ledPin, LOW);* Menyalakan LED. *Serial.println("Nonlogam terdeteksi! Nilai Sensor: " + String(sensorValue));* Mencetak pesan ke komunikasi serial.

- *else:* Dilakukan jika nilai sensor **LOW** (0), menunjukkan tidak adanya non-logam. *digitalWrite(ledPin, HIGH);* Mematikan LED. *Serial.println("Nonlogam tidak terdeteksi. Nilai Sensor: " + String(sensorValue));* Mencetak pesan ke komunikasi serial.
- *delay(1000);* Menambahkan penundaan 1 detik sebelum iterasi loop berikutnya.

Pada serial monitor, saat mendekatkan objek plastik atau kaca ke sensor, LED akan menyala menandakan bahwa objek telah terdeteksi. Selain itu, hasil pengujian antara sensor dan objek logam juga mencatat jarak maksimum di mana sensor masih dapat mendeteksi. Berikut tabel yang berisi hasil pengujian pada sensor kapasitif :

No	Barang	Jenis Bahan	Jarak Deteksi	Keterangan
1.	Kabel Bekas	Tembaga	4mm	Terdeteksi
2.	Plat Alumunium Bekas	Alumunium	1mm	Terdeteksi
3	Plat Besi Bekas	Besi	3mm	Terdeteksi
4	Timah Solder	Timah	2mm	Terdeteksi
5	Pengaris Besi	Besi Stainless	3 mm	Terdeteksi
6	Paku	Besi	3mm	Terdeteksi
7	Minuman Kaleng	Alumunium	1mm	Terdeteksi
8	Kaleng Cat	Besi	3mm	Terdeteksi
9	Baut	Besi	3mm	Terdeteksi
10	Sekrup	Besi	3mm	Terdeteksi
11	Isolasi	Plastik	2mm	Terdeteksi
12	Kaleng Parfum	Alumunium	5mm	Terdeteksi
13	Pensil	Kayu	4mm	Terdeteksi
14	Stabilo	Plastik	2mm	Terdeteksi
15	Botol Air Mineral	Plastik	1mm	Tidak terdeteksi
16	Stik Eskrim	Kayu	2mm	Terdeteksi
17	Cat Poster	Plastik	1mm	Terdeteksi
18	Botol Bubuk Cabe	Plastik	4mm	Terdeteksi
19	Bungkus Rokok	Kertas	1 mm	Terdeteksi
20	Botol Kaca	Kaca	3m	Terdeteksi

Tabel 4.9 tabel pengujian Sensor Proximity Kapasitif

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \left(\frac{a}{b}\right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{19}{20}\right) \times 100\% \\
 &= 0.95 \times 100\% \\
 &= 95\%
 \end{aligned}$$

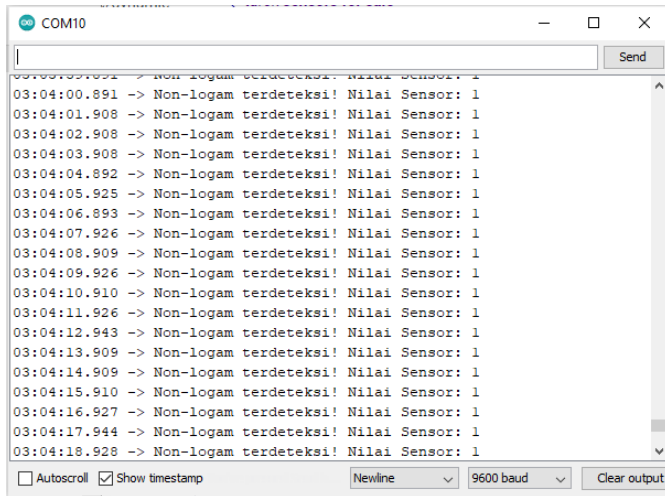
Keterangan :

x : jumlah keberhasilan pengujian

y : total pengujian

akurasi : nilai ketelitian sensor (%)

Berdasarkan uji coba di atas, dapat dipastikan sensor dapat berfungsi, tetapi ada beberapa benda yang dapat terdeteksi dan beberapa tidak. menunjukkan bahwa sensor *Proximity* kapasitif dapat mendeteksi objek seperti plastik atau kaca dan logam. Namun, perlu diperhatikan bahwa beberapa benda mungkin dapat terdeteksi, sementara yang lain tidak. Evaluasi lebih lanjut dapat diperlukan untuk meningkatkan akurasi sensor dalam mendeteksi objek nonorganik.



Gambar 4.21 Pengujian Sensor Proximity Kapasitif

5. Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut

- Hubungkan Motor Servo ke Arduino: Sambungkan kabel positif (berwarna merah) motor servo ke pin 5V pada Arduino, kabel negatif (berwarna coklat) motor servo ke GND (ground) pada Arduino, dan kabel kontrol (biasanya berwarna oranye atau putih) motor servo ke salah satu pin PWM pada Arduino, misalnya pin 9.

- Unggah program sederhana yang telah dibuat ke dalam Arduino. Berikut adalah contoh program Arduino untuk menggerakkan servo dengan posisi awal 0, 60, dan 115 derajat, dan jeda 3 detik di antara setiap gerakan, serta menampilkan informasi di komunikasi serial::

```
#include <Servo.h>

// Deklarasi pin servo
const int servoPin = 9;

// Membuat objek servo
Servo myServo;

void setup() {
  // Inisialisasi servo
  myServo.attach(servoPin);

  // Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Gerakkan servo ke posisi 0 derajat
  myServo.write(0);
  Serial.println("Servo bergerak ke 0 derajat");
  delay(3000); // Tunggu 3 detik

  // Gerakkan servo ke posisi 60 derajat
```

```
myServo.write(60);  
Serial.println("Servo bergerak ke 60 derajat");  
delay(3000); // Tunggu 3 detik  
  
// Gerakkan servo ke posisi 115 derajat  
myServo.write(115);  
Serial.println("Servo bergerak ke 115 derajat");  
delay(3000); // Tunggu 3 detik  
}
```

Penjelasan program :

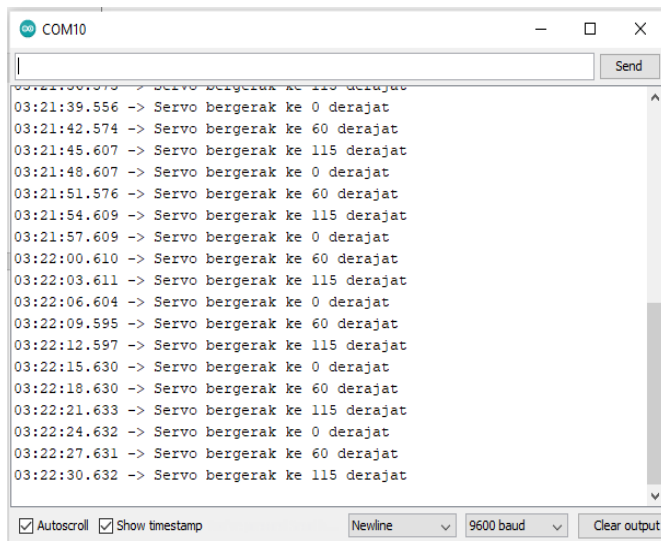
- *const int servoPin = 9;* Mendeklarasikan pin yang terhubung ke servo sebagai servoPin dan menetapkan nilainya ke 9.
- *myServo.attach(servoPin);* Menginisialisasi objek servo dan menghubungkannya ke pin servoPin.
- *Serial.begin(9600);* Menginisialisasi komunikasi serial dengan baud rate 9600 bps.
- *myServo.write(0);* Menggerakkan servo ke posisi 0 derajat.
- *Serial.println("Servo bergerak ke 0 derajat");* Mencetak pesan ke komunikasi serial.
- *delay(3000);* Menambahkan penundaan 3 detik.

- *myServo.write(60);* Menggerakkan servo ke posisi 60 derajat.
- *Serial.println("Servo bergerak ke 60 derajat");* Mencetak pesan ke komunikasi serial.
- *delay(3000);* Menambahkan penundaan 3 detik.
- *myServo.write(115);* Menggerakkan servo ke posisi 115 derajat.
- *Serial.println("Servo bergerak ke 115 derajat");* Mencetak pesan ke komunikasi serial.
- *delay(3000);* Menambahkan penundaan 3 detik.

Program ini menggerakkan motor servo ke posisi awal 0 derajat, kemudian ke posisi 60 derajat, dan terakhir ke posisi 115 derajat, dengan jeda 3 detik di antara setiap gerakan. Selain itu, program ini juga menampilkan informasi tentang setiap gerakan melalui komunikasi serial. Anda dapat memodifikasi program ini sesuai dengan kebutuhan Anda untuk mengontrol motor servo dengan cara yang berbeda.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor servo berhasil bergerak ke posisi 0 derajat, kemudian kembali ke posisi 60 derajat, dan

terakhir ke posisi 115 derajat setiap 3 detik. Ini menegaskan bahwa motor servo berfungsi dengan baik dan dapat merespons perintah yang diberikan melalui program Arduino. Hasil ini merupakan bagian dari verifikasi fungsional komponen dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik.



Gambar 4.22 Hasil Pengujian Motor Servo

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi kinerja seluruh komponen *hardware* yang terlibat dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi desain sistem telah mencapai tujuan yang ditetapkan. Meskipun terdapat beberapa catatan

untuk perbaikan pada sensor *Proximity* kapasitif, secara keseluruhan sistem menunjukkan potensi untuk memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan sampah nonorganik. Evaluasi lebih lanjut dan pengembangan mungkin diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sistem dalam kondisi operasional yang lebih kompleks.

6. Pengujian Deteksi Objek Dengan oleh Sensor Ultrasonik dan Menggerakan Motor Servo

Program yang menggabungkan fungsi-fungsi sensor Ultrasonik dan motor servo telah berhasil diimplementasikan pada Arduino Uno. Dalam skenario pengujian ini, pengujian mencakup beberapa langkah penting dalam program lampiran no 6

No	Jarak deteksi	Keterangan	Pengujian
1	19 mm	Terdeteksi	Pertama
2	17 mm	Terdeteksi	Kedua
3	15 mm	Terdeteksi	Ketiga
4	14 mm	Terdeteksi	Keempat
5	11 mm	Terdeteksi	Kelima
6	10 mm	Terdeteksi	Keenam
7	8 mm	Terdeteksi	Ketujuh
8	7 mm	Terdeteksi	Kedelapan

9	6 mm	Terdeteksi	Kesembilan
10	4 mm	Terdeteksi	Kesepuluh

Tabel 4.10 Deteksi Objek oleh Sensor Ultrasonik dan Menggerakkan Motor Servo

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{a}{b} \times 100\% \\
 &= \left(\frac{10}{10}\right) \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

x : jumlah keberhasilan pengujian

y : total pengujian

akurasi : nilai ketelitian sensor (%)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua komponen perangkat keras terhubung dengan benar ke Arduino Uno. Program berhasil membaca data dari sensor Ultrasonik, menghitung jarak objek, dan menggerakkan motor servo sesuai dengan jarak yang terdeteksi. Hal ini menegaskan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, memvalidasi integrasi dan kinerja keseluruhan dari komponen-komponen yang terlibat dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik.

```
COM10
17:32:07.820 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:32:08.860 -> Jarak: 102 cm
17:32:11.845 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:32:12.876 -> Jarak: 17 cm
17:32:12.876 -> Objek Terdeteksi
17:32:19.578 -> Jarak: 103 cm
17:32:22.577 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:32:23.608 -> Jarak: 101 cm
17:32:26.610 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:34:28.027 -> Jarak: 16 cm
17:34:28.027 -> Objek Terdeteksi
17:34:34.729 -> Jarak: 124 cm
17:34:37.715 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:34:38.746 -> Jarak: 123 cm
17:34:41.745 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:34:42.730 -> Jarak: 15 cm
17:34:42.776 -> Objek Terdeteksi
17:34:49.434 -> Jarak: 121 cm
17:34:52.433 -> Objek Tidak Terdeteksi
17:34:53.464 -> Jarak: 122 cm
17:34:56.465 -> Objek Tidak Terdeteksi
```

Gambar 4.23 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik dan motor servo



Gambar 4.24 Pengujian Sensor Ultrasonik dan Motor Servo

Keberhasilan koneksi antara mikrokontroler Arduino, sensor Ultrasonik, dan motor servo merupakan pencapaian penting dalam pengembangan sistem otomatisasi. Program yang berhasil mengatur motor servo berdasarkan jarak yang terdeteksi oleh sensor Ultrasonik menandakan kesiapan sistem dalam mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras. Hasil ini menjadi dasar yang kokoh untuk melanjutkan pengujian lebih lanjut pada tahap-tahap berikutnya dari penelitian ini. Dengan demikian, pencapaian ini menunjukkan bahwa proyek ini telah mencapai tonggak penting dalam pengembangan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik.

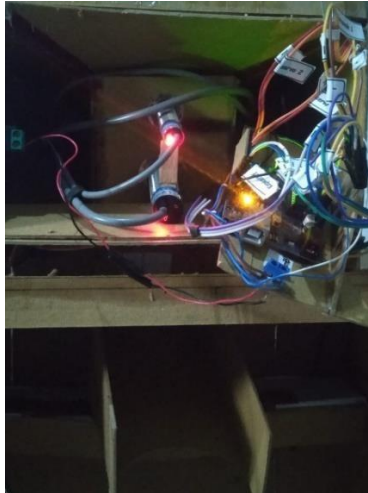
7. Pengujian *Proximity* Induktif, Kapasitif, Ultrasonik dan Dua Motor Servo

Dilakukan pengecekan terhadap sistem dengan sensor *Proximity* induktif, kapasitif, Ultrasonik, dan dua motor servo. Pengujian dilakukan dengan cara menguji sensor *Proximity* induktif, kapasitif, Ultrasonik, dan dua motor servo dengan Arduino Uno, dengan melakukan tes deteksi sebelum keseluruhan sistem terpasang ke dalam desain kerangka. Tujuannya adalah memastikan bahwa komponen perangkat keras terhubung dengan

pin yang benar sesuai dengan program yang telah disiapkan.

Pada Lampiran 7, disajikan program yang menggabungkan semua sensor Ultrasonik, sensor *Proximity* induktif, sensor *Proximity* kapasitif, dan dua motor servo. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa program tersebut dapat diunggah ke Arduino Uno dengan sukses dan berjalan dengan baik ketika semua komponen perangkat keras terhubung.

Pengecekan ini penting untuk memastikan bahwa setiap komponen bekerja dengan benar dan terintegrasi dengan baik dalam sistem keseluruhan sebelum dilakukan pemasangan final ke dalam desain kerangka. Dengan melakukan pengujian ini, diharapkan bahwa sistem akan siap untuk melanjutkan ke tahap berikutnya dari penelitian ini dengan keandalan dan kinerja yang optimal.



Gambar 4.25 Sensor dan Motor Terhubung ke Arduino

No	Barang	Pengujian	Keterangan
1.	Kabel bekas	Pertama	Terdeteksi Logam
2.	Plat alumunium bekas	Kedua	Terdeteksi Logam
3	Plat besi bekas	Ketiga	Terdeteksi Logam
4	Timah solder	Keempat	Terdeteksi Logam
5	Pengaris besi	Kelima	Terdeteksi Logam
6	Paku	Keenam	Terdeteksi Logam
7	Minuman Kaleng	Ketujuh	Terdeteksi Logam
8	Kaleng Cat	Kedelapan	Terdeteksi Logam
9	Baut	Kesembilan	Terdeteksi Logam

10	Sekrup	Kesepuluh	Terdeteksi Logam
11	Isolasi	Kesebelas	Terdeteksi Non-logam
12	Kaleng Parfum	Keduabelas	Terdeteksi Logam
13	Pensil	Ketigabelas	Terdeteksi Non-logam
14	Stabilo	Kelimabelas	Terdeteksi Non-logam
15	Botol air mineral	Keenambelas	Terdeteksi Non-Logam
16	Stik eskrim	Ketujuhbelas	Terdeteksi Non-logam
17	Cat poster	Kedelapanbelas	Terdeteksi Non-logam
18	Botol bubuk cabe	Kesembilanbelas	Terdeteksi Non-logam
19	Bungkus rokok	Keduapuluh	Terdeteksi Non-logam
20	Botol kaca	keduapuluh	Terdeteksi Non-logam

Tabel 4.11 Tabel Pengujian Pengujian Proximity Induktif, Kapasitif, Ultrasonik dan Dua Motor Servo

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \left(\frac{a}{b} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{20}{20} \right) \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

x : jumlah keberhasilan pengujian

y : total pengujian

akurasi : nilai ketelitian sensor (%)

Uji program berhasil memastikan bahwa semua sensor berfungsi dengan baik dan motor servo dapat menggerakkan mekanisme pemilahan sesuai dengan jenis sampah yang terdeteksi. Dengan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa integrasi antara sensor *Proximity* induktif, kapasitif, Ultrasonik, dan motor servo berjalan dengan baik. Program dapat mengontrol seluruh sistem pemilahan sampah nonorganik secara efektif, sehingga memenuhi tujuan utama dari pengembangan sistem otomatisasi ini.

G. Revisi Desain

Setelah dilakukan uji coba, dapat dikatakan bahwa tidak akan ada revisi desain yang diperlukan karena kinerja komponen telah sesuai dengan harapan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah terintegrasi dengan baik dan mampu beroperasi sesuai dengan yang direncanakan. Dengan demikian, tidak ada kebutuhan untuk melakukan perubahan signifikan pada desain sistem, sehingga proyek dapat melanjutkan tahap-tahap berikutnya tanpa gangguan.

H. Uji Coba Pemakaian

Uji coba pengujian produk dilakukan pada tahap ini dengan menguji sistem menggunakan komponen yang sesuai dan langkah kerja yang telah ditetapkan. Uji produk

dilakukan pada RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILAHAN SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR *PROXIMITY* INDUKTIF DAN KAPASITIF. Pengujian komponen dan sistemnya menggunakan metode pengujian manual, dimana sistem akan dinilai apakah berhasil dalam menjalankan fungsi keseluruhan sistem.

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PEMILAHAN SAMPAH NONORGANIK MENGGUNAKAN SENSOR *PROXIMITY* INDUKTIF DAN KAPASITIF

melibatkan pemasangan sensor *Proximity* induktif, kapasitif, dua buah Ultrasonik, dan tiga motor servo pada kerangka, dengan pengujian menggunakan objek nyata sampah nonorganik. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan benar sesuai dengan program yang telah dirancang.

Pada Lampiran 8, terdapat program yang menggabungkan semua sensor *Proximity* induktif, kapasitif, dua buah Ultrasonik, dan tiga motor servo. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa program dapat diunggah ke Arduino Uno tanpa kendala. Hasil uji program menunjukkan bahwa semua sensor berfungsi dengan baik dan motor servo dapat menggerakkan mekanisme pemilahan sesuai dengan jenis sampah yang terdeteksi. Berikut hasil dari ujicoba pemakaian :

No	Barang	Deteksi Sensor S1	Deteksi S2, SPI & SPK	Hasil pemilahan	Ket
1.	Kabel Bekas	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
2.	Plat Alumunium Bekas	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
3	Plat Besi Bekas	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
4	Timah Solder	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
5	Pengaris Besi	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
6	Paku	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak berhasil
7	Kaleng Larutan	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil

8	Kaleng Cat	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
9	Baut	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
10	Sekrup	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
11	Isolasi Besar	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non- logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
12	Kaleng Parfum	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
13	Pensil	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
14	Stabilo	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non- logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
15	Botol Air Mineral A	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non- Logam	115 ° (Masuk	Berhasil

				Plastik dan Kaca)	
16	Stik Es krim	Mendeteksi Objek Mendekat	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
17	Cat Poster	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
18	Botol Bubuk Cabe	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
19	Bungkus Rokok	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Tidak Berhasil
20	Botol kaca Vitamin C	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
21.	Botol Minuman Energi	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115 d° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil

22.	Botol Teh Kemasan	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
23	Kaleng Minuman Energy	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
24.	Potongan Holo	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
25.	Kaleng Sardeng	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
26.	Kaleng Kental Manis	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
27	Kaleng Susu Beruang	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
28	Kaleng Permen	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Logam	0 ° (Masuk Kategori Logam)	Berhasil
29	Botol Susu	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non-logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil

30	Botol Yoghurt	Mendeteksi Objek Mendekat	Terdeteksi Non- logam	115 ° (Masuk Plastik dan Kaca)	Berhasil
----	------------------	---------------------------------	-----------------------------	--	----------

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Menggunakan Objek

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \left(\frac{a}{b} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{19}{30} \right) \times 100\% \\
 &= 63\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

x : jumlah keberhasilan pengujian

y : total pengujian

akurasi : nilai ketelitian sensor (%)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa 63% dari 30 percobaan dengan barang yang berbeda memperlihatkan bahwa semua komponen dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Meskipun keseluruhan sistem, yang melibatkan berbagai sensor dan motor servo, berjalan sesuai dengan harapan dan mampu menggerakkan mekanisme pemilahan, terdapat kesalahan dalam perancangan yang mempengaruhi tingkat akurasi dan penyesuaiannya secara akurat.

Meskipun demikian, sensor dan motor servo dalam sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik ini dapat dianggap berhasil. Pengujian ini menjadi langkah penting dalam memastikan bahwa seluruh sistem dapat beroperasi secara terkoordinasi dan efektif dalam memilah sampah nonorganik berdasarkan jenisnya. Evaluasi ini membuktikan kehandalan dan kinerja sistem secara keseluruhan, memberikan landasan yang kuat untuk kesimpulan akhir penelitian.penelitian.



Gambar 4.26 Pengujian Sensor Ultrasonik, Proximity Induktif & kapasitif dan Motor.Servo

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik menggunakan sensor *Proximity* induktif, kapasitif, dan Ultrasonik. Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain dan Implementasi

Sistem otomatisasi pemilahan sampah nonorganik berhasil dirancang dan diimplementasikan. Sistem ini menggunakan sensor *Proximity* induktif, kapasitif, dan Ultrasonik, serta motor servo sebagai elemen-elemen kunci.

2. Prinsip Kerja Sistem

Sistem ini bekerja berdasarkan tiga tahapan utama, yakni pendeteksian awal dengan sensor Ultrasonik, identifikasi jenis objek dengan sensor *Proximity* induktif dan kapasitif, serta penempatan objek ke tempat penampungan akhir menggunakan motor servo. Prinsip kerja tiga tahapan tersebut

membuktikan efektivitas dalam pemilahan sampah nonorganik.

3. Hasil Pengujian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa 63% dari 30 percobaan dengan barang yang berbeda memperlihatkan bahwa semua komponen dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Meskipun keseluruhan sistem, yang melibatkan berbagai sensor dan motor servo, berjalan sesuai dengan harapan dan mampu menggerakkan mekanisme pemilahan, terdapat kesalahan dalam perancangan yang mempengaruhi tingkat akurasi dan penyesuaiannya secara akurat.

4. Keterbatasan Rancangan

Meskipun sistem ini menunjukkan kinerja yang baik dalam pengujian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, seperti batasan jarak sensor Ultrasonik dan desain kerangka yang kurang sesuai sehingga mengakibatkan kegagalan.

B. SARAN

Berdasarkan penelitian ini, berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan sensor yang lebih canggih dan presisi untuk meningkatkan akurasi sistem, serta meminimalkan pengaruh lingkungan.
2. Melakukan desain ulang terkait penempatan sensor untuk mengidentifikasi jenis objek dengan lebih baik.
3. Melakukan optimasi pada algoritma pengolahan data dan logika kendali untuk meningkatkan kecepatan respons sistem dan akurasi pemilahan sampah.
4. Mempertimbangkan penggunaan material ramah lingkungan dan efisiensi energi dalam pengembangan sistem.

Dengan melihat kesimpulan dan saran di atas, diharapkan penelitian ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang otomatisasi pemilahan sampah nonorganik, yang memiliki potensi besar untuk memberikan kontribusi positif pada pengelolaan limbah dan lingkungan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

AMTEL (2023) "Arduino UNO R3 Features," *Https://Docs.Arduino.Cc*, hal. 1–13. Tersedia pada: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>.

Argadhia Hartono, A., Sulaiman, S. dan Rahayu, S. (2020) "Arduino Uno Based Real Count Development as a Tool to Help Assessing Physical Exercise Results," *Journal of Physical Education and Sports*, 9(3), hal. 269–281. Tersedia pada: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes>.

Bahri, L.F.F.A.R. (2020) "Smart Trash Menggunakan Metode Clustering Dengan Pendekatan Centroid Linkage," *Jurnal Teknologi*, 12(Vol 12, No 2 (2020): Jurnal Teknologi), hal. 159–166. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/5321/4663>.

Didik Aribowo, Desmira, Ratna Ekawati, N.R. (2021) "SISTEM PERANCANGAN CONVEYOR MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY PR18-8DN PADA WOOD SANDING MACHINE," *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 8(1), hal. 67–81.

Firmansyah, A. dan Pratama, D.A. (2019) "PERANCANGAN SMART PARKING SYSTEM BERBASIS ARDUINO UNO," 10, hal. 9.

Gupta, N.S. *et al.* (2018) "Automatic Waste Segregation," *Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2018*, (June), hal. 1688–1692. doi:10.1109/ICCONS.2018.8663148.

Harsito, C. *et al.* (2021) "Conveyor Pengangkut Sampah Otomatis dengan Load Cell dan Flow Sensor," *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 5(1), hal. 18–33. doi:10.31289/jmemme.v5i1.4177.

Heru Purwanto, Malik Riyadi, Destiana Windi Widi Astuti, I.W.A.W.K. (2019) "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), hal. 717–724.

Ilham Budiman, Sopyan Saori, Ramdan Nurul Anwar, F.& M.Y.P. (2021) "ANALISIS PENGENDALIAN MUTU DI BIDANG INDUSTRI MAKANAN," *Jurnal Inovasi Penelitian*, 5(September), hal. 188–194.

Indoware (2013) "Ultrasonic Ranging Module HC - SR04," *Datasheet*, hal. 1–4. Tersedia pada: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>.

Jufriyanto *et al.* (2020) "Rancang Bangun Media Pembelajaran Penyortiran Benda Berbasis Mikrokontroler," *Electrical Engineering*, 1(1), hal. 32–40.

Kemala Hayati, Nugraheni Restu Kusumaningrum, Khairul Amri, A. (2020) "Kinerja Pengelolaan Sampah Di Kota Pekanbaru Performance of Waste Management in Pekanbaru City," *Jurnal Kelitbangan*, 10(1), hal. 81–94.

Lestari, A. dan Candra, O. (2021) "Sistem Otomasi Pensortiran Barang berbasis Arduino Uno," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 7(1), hal. 27.

Malihah, L. (2022) "Tantangan Dalam Upaya Mengatasi Dampak Perubahan Iklim Dan Mendukung Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan: Sebuah Tinjauan," *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 17(2), hal. 219–232. doi:10.47441/jkp.v17i2.272.

Mardianto, E. (2022) *Panduan belajar mikrokontroller arduino*. Pontianak.

Mustangin, M. (2017) "Perubahan iklim dan aksi menghadapi dampaknya: Ditinjau dari peran serta perempuan Desa Pagerwangi," *Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), hal. 80. doi:10.21831/jppm.v4i1.13051.

Nugraha, R.B., Saragih, Y. dan Nurpulaela, L. (2021) "Implementasi Sensor Proximity Kapasitif Pada Alat Pemberian Pakan Ayam Otomatis," *JE-Unisla*, 6(2), hal. 24. doi:10.30736/je-unisla.v6i2.692.

Perdana, A., Rahman, A. dan Mekatronika, T. (2023) "PENERAPAN SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH," 16(Iii), hal. 29–37.

Prof. DR. Sugiono (2017) *METODE PENELITIAN KUANTITATIF , KUALITATIF DAN R&D*. BANDUNG: ALFABETA.

Rabiah, S. (2018) "Penggunaan Metode Research and Development dalam Penelitian Bahasa Indonesia di Perguruan Tinggi," (April 2015), hal. 1–7. doi:10.31227/osf.io/bzfsj.

Rangga Gelar Guntara, R.A.F. (2015) "PEMBANGUNAN APLIKASI PANDUAN MEMASAK MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY SEBAGAI FITUR AIR GESTURE PADA PLATFORM ANDROID," *Jurnal ilmiah komputer dan informatika (KOMPUTA)*, d(2), hal. 45–52.

Sartiyono, T. (2019) *PENGGUNAAN PRASARANA DAN SARANA PERKANTORAN BERBASIS GO GREEN*, *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Diedit oleh PUPR. Jakarta. Tersedia pada: [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%20.pdf).

Sartiyono, T. (2020) "PENGUNAAN PRASARANA DAN SARANA PERKANTORAN BERBASIS GO GREEN," *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*. Diedit oleh PUPR, 8(1), hal. 1–138. doi:10.1109/ICCONS.2018.8663148.

Sasmoko, D. (2021) *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*, Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik. Diedit oleh M.. Indra Ava Dianta, S.Kom. Yayasan Prima AgusTeknik.

Satiyono, T. (2019) "Penggunaan Prasarana Dan Sarana Perkantoran Berbasis Go Green," hal. 180.

TowerPro (2018) "TowerPro SG90 Micro Servo," *Cytron Technologies*, hal. 3-5. Tersedia pada: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf.

Widharma, I.G.S. *et al.* (2020) "Otomatisasi Dalam Pandemi Dengan Sensor Proximity," *Politeknik Negeri Bali*, hal. 28. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/346629720_Otomatisasi_Dalam_Pandemi_Dengan_Sensor_Proximity.

Yusro, Muhammad dan Aodah, D. (2019) *Hibah Buku Ajar Sensor Dan Transduser*. Kota Jakarta.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program untuk Pengujian

1. Program Koneksi Arduino

```
void setup() {  
  
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); // Mengatur pin  
    LED_BUILTIN sebagai OUTPUT  
  
}  
  
void loop() {  
  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // Hidupkan LED  
  
    delay(1000); // Tunggu selama 1 detik  
  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // Matikan LED  
  
    delay(1000); // Tunggu selama 1 detik  
  
}
```

Lampiran 1 Program Koneksi Arduino

2. Program Sensor Ultrasonik

```
#define trigPin 5
#define echoPin 6

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}

void loop() {
  long duration, distance;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration * 0.034 / 2; // Menghitung jarak dalam cm

  Serial.print("Jarak: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");
  delay(1000); // Tunggu 1 detik sebelum membaca lagi
```

Lampiran 2 Program Sensor Ultrasonik

3. Pengujian Sensor *Proximity* Induktif

```
#include <Arduino.h>

// Deklarasi pin sensor Proximity dan LED
const int sensorPin = 2;
const int ledPin = 13;

void setup() {
  // Set pin sensor sebagai input dan pin LED sebagai output
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  // Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Baca nilai sensor
  int sensorValue = digitalRead(sensorPin);

  // Periksa apakah logam Terdeteksi
  if (sensorValue == HIGH) {
    // Logam Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Nyalakan LED
    Serial.println("Logam Terdeteksi! Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  } else {
    // Logam tidak Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Matikan LED
    Serial.println("Logam tidak Terdeteksi. Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  }

  // Tunggu 1 detik sebelum membaca nilai sensor lagi
  delay(1000);
} delay(1000); // Tunggu 1 detik sebelum membaca ulang sensor
}
```

4. Pengujian Sensor *Proximity* Kapasitif

```
#include <Arduino.h>

// Deklarasi pin sensor Proximity dan LED
const int sensorPin = 3;
const int ledPin = 13;

void setup() {
  // Set pin sensor sebagai input dan pin LED sebagai output
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  // Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Baca nilai sensor
  int sensorValue = digitalRead(sensorPin);

  // Periksa apakah nonlogam Terdeteksi
  if (sensorValue == HIGH) {
    // Nonlogam Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Nyalakan LED
    Serial.println("Nonlogam Terdeteksi! Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  } else {
    // Nonlogam tidak Terdeteksi
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Matikan LED
    Serial.println("Nonlogam tidak Terdeteksi. Nilai Sensor: " +
String(sensorValue));
  }

  // Tunggu 1 detik sebelum membaca nilai sensor lagi
  delay(1000);
}
```

5. Program Motor Servo

```
#include <Servo.h>

// Deklarasi pin servo
const int servoPin = 9;

// Membuat objek servo
Servo myServo;

void setup() {
  // Inisialisasi servo
  myServo.attach(servoPin);

  // Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Gerakkan servo ke posisi 0 derajat
  myServo.write(0);
  Serial.println("Servo bergerak ke 0 derajat");
  delay(3000); // Tunggu 3 detik

  // Gerakkan servo ke posisi 60 derajat

  myServo.write(60);
  Serial.println("Servo bergerak ke 60 derajat");
  delay(3000); // Tunggu 3 detik

  // Gerakkan servo ke posisi 115 derajat
  myServo.write(115);
  Serial.println("Servo bergerak ke 115 derajat");
  delay(3000); // Tunggu 3 detik
}
```

Lampiran 5 Program Motor Servo

6. Pengujian Integrasi Sensor Ultrasonik dan Motor Servo

```
#include <Servo.h>

#define trigPin 6
#define echoPin 7
#define servoPin 11

Servo myservo;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  myservo.attach(servoPin);
}

void loop() {
  long duration, distance;

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  distance = duration * 0.034 / 2; // Menghitung jarak dalam
  centimeter

  Serial.print("Jarak: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");
```

```

if (distance < 20) {
    Serial.println("Objek Terdeteksi");

    // Bergerakkan servo ke posisi 60 derajat
    myservo.write(60);

    // Tunggu beberapa saat
    delay(5000); // Ubah sesuai kebutuhan

    // Cek lagi jarak setelah beberapa saat
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
    distance = duration * 0.034 / 2;

    if (distance >= 20) {
        // Jika objek tidak lagi Terdeteksi, kembali servo ke posisi
        awal
        myservo.write(0);
        delay(3000); // Menahan selama 3 detik sebelum kembali
        ke posisi awal
        Serial.println("Objek Tidak Terdeteksi");
    }
    } else {
        // Objek tidak Terdeteksi, kembali servo ke posisi awal
        myservo.write(0);
        delay(3000); // Menahan selama 3 detik sebelum kembali
        ke posisi awal
        Serial.println("Objek Tidak Terdeteksi");
    }
    }

    // Tunggu sejenak sebelum membaca lagi
    delay(1000);
}

```

7. Program Pengujian Ultrasonik, Sensor *Proximity* Induktif, Sensor *Proximity* Kapasitif dan Motor Servo 2 dan Motor Servo 3

```
#include <Servo.h>

#define trigPin 4
#define echoPin 5
#define Ultrasonik ServoPin 10
#define Proximity ServoPin 9
#define Proximity InduktifPin 3
#define Proximity KapasitifPin 2

Servo Ultrasonik Servo;
Servo Proximity YServo;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  pinMode(Proximity InduktifPin, INPUT);
  pinMode(Proximity KapasitifPin, INPUT);

  Ultrasonik Servo.attach(Ultrasonik ServoPin);
  Proximity Servo.attach(Proximity ServoPin);

  Ultrasonik Servo.write(60); // Set posisi awal servo Ultrasonik
  ke 60 derajat
  Proximity Servo.write(60); // Set posisi awal servo Proximity
  ke 60 derajat
}

void loop() {
  long durasi, jarak;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
```

```

    digitalWrite(trigPin, LOW);

durasi = pulseIn(echoPin, HIGH);

jarak = durasi * 0.034 / 2; // Menghitung jarak dalam centimeter
Serial.print("Jarak: ");
Serial.print(jarak);
Serial.println(" cm");

if (jarak < 6) {
    // Objek terdeteksi pada jarak kurang dari 6 cm
    Proximity Servo.write(0); // Servo Proximity bergerak ke 0
derajat
    delay(1000);

    int Proximity InduktifValue = digitalRead(Proximity InduktifPin);
    int Proximity KapasitifValue = digitalRead(Proximity KapasitifPin);

    if (Proximity InduktifValue == 1 && Proximity KapasitifValue == 1)
    {
        // Terdeteksi logam
        Proximity Servo.write(0); // Servo Proximity bergerak ke 0
derajat
        delay(1000);
        Ultrasonik Servo.write(0); // Servo Ultrasonik bergerak ke 0
derajat
        delay(5000);
        Ultrasonik Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
Ultrasonik (60 derajat)
        Proximity Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
Proximity (60 derajat)
        delay(1000);
    } else if (Proximity InduktifValue == 0 && Proximity KapasitifValue
== 1) {
        // Terdeteksi plastik atau kaca
        Proximity Servo.write(115); // Servo Proximity bergerak ke 115
derajat
        delay(1000);
        Ultrasonik Servo.write(0); // Servo Ultrasonik bergerak ke 0
derajat

```

```

    delay(5000);
    Ultrasonik Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
    Ultrasonik (60 derajat)
    Proximity Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
    Proximity (60 derajat)
    delay(1000);

    delay(5000);
    Ultrasonik Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
    Ultrasonik (60 derajat)
    Proximity Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
    Proximity (60 derajat)
    delay(1000);
}
} else {
    // Tidak ada objek terdeteksi dalam jarak <6 cm
    Ultrasonik Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
    Ultrasonik (60 derajat)
    Proximity Servo.write(60); // Kembali ke posisi awal servo
    Proximity (60 derajat)
    delay(1000);
}
delay(1000); // Jeda 1 detik sebelum membaca lagi
}

```

Lampiran 7 Program Pengujian Sensor Ultrasonik, Sensor Proximity Induktif, Kapasitif dan Motor Servo 2 & 3

8. Program Pengujian 2 Sensor Ultrasonik, Sensor *Proximity* Induktif, Kapasitif dan 3 buah Motor Servo

```
#include <Servo.h>

// Ultrasonik Sensor for sorting system
#define trigPin 4
#define echoPin 5
#define Ultrasonik ServoPin 10
#define Proximity ServoPin 9
#define Proximity InduktifPin 3
#define Proximity KapasitifPin 2

Servo Ultrasonik Servo;
Servo Proximity Servo;

// Gate control program
#define gateTrigPin 6
#define gateEchoPin 7
#define gateServoPin 11

Servo gateServo;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // Ultrasonik Sensor setup
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(Proximity InduktifPin, INPUT);
  pinMode(Proximity KapasitifPin, INPUT);

  Ultrasonik Servo.attach(Ultrasonik ServoPin);
  Proximity Servo.attach(Proximity ServoPin);

  Ultrasonik Servo.write(60); // Set posisi awal servo Ultrasonik
  ke 60 derajat
  Proximity Servo.write(60); // Set posisi awal servo Proximity
  ke 60 derajat
```

```

// Gate control setup
pinMode(gateTrigPin, OUTPUT);
pinMode(gateEchoPin, INPUT);
gateServo.attach(gateServoPin);
gateServo.write(0); // Set posisi awal servo gate ke 0 derajat
}

void loop() {
  // Ultrasonik sensor part for sorting system
  long Ultrasonik Duration, Ultrasonik Distance;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  Ultrasonik Duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  Ultrasonik Distance = Ultrasonik Duration * 0.034 / 2;

  Serial.print("Jarak Ultrasonik: ");
  Serial.print(Ultrasonik Distance);
  Serial.println(" cm");
  // Sorting logic
  if (Ultrasonik Distance < 6) {
    Proximity Servo.write(60);
    delay(1000);
  }
  int Proximity InduktifValue = digitalRead(Proximity nduktifPin);
  int Proximity KapasitifValue = digitalRead(Proximity KapasitifPin);

  if (Proximity InduktifValue == 1 && Proximity KapasitifValue == 1)
  {
    Proximity Proximity Servo.write(0);
    delay(1000);
    Ultrasonik Servo.write(0);
    delay(5000);
    Ultrasonik Servo.write(60);
    Proximity Servo.write(60);
    delay(1000);
  } else if (Proximity InduktifValue == 0 && Proximity KapasitifValue
== 1) {
    Proximity Servo.write(115);

```

```

    delay(1000);
    Ultrasonik Servo.write(0);
    delay(5000);
    Ultrasonik Servo.write(60);
    Proximity Servo.write(60);
    delay(1000);
// Open the gate
gateServo.write(60);
delay(3000);
gateServo.write(0);
} else {
    Proximity Servo.write(60);
    delay(1000);
    Ultrasonik Servo.write(0);
    delay(5000);
    Ultrasonik Servo.write(60);
    delay(5000);
    Proximity Servo.write(60);
    delay(1000);
}
} else {
    Ultrasonik Servo.write(60);
    Proximity Servo.write(60);
    delay(1000);
}

// Ultrasonik sensor part for the gate
long gateDuration, gateDistance;
digitalWrite(gateTrigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(gateTrigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(gateTrigPin, LOW);
gateDuration = pulseIn(gateEchoPin, HIGH);
gateDistance = gateDuration * 0.034 / 2;

Serial.print("Jarak Pintu: ");
Serial.print(gateDistance);
Serial.println(" cm");
// Open the gate if an object is detected

```

```
if (gateDistance < 20) {  
  gateServo.write(60);  
  delay(3000);  
  gateServo.write(0);  
  Serial.println("Pintu Dibuka");  
}  
  
  delay(1000); // Jeda 1 detik sebelum membaca lagi  
}
```

Lampiran 8 Program Pengujian 2 buah Sensor Ultrasonik Sensor Proximity Induktif, Sensor Proximity Kapasitif dan 3 buah Motor Servo

Lampiran 2. Gambar Rancang Bangun

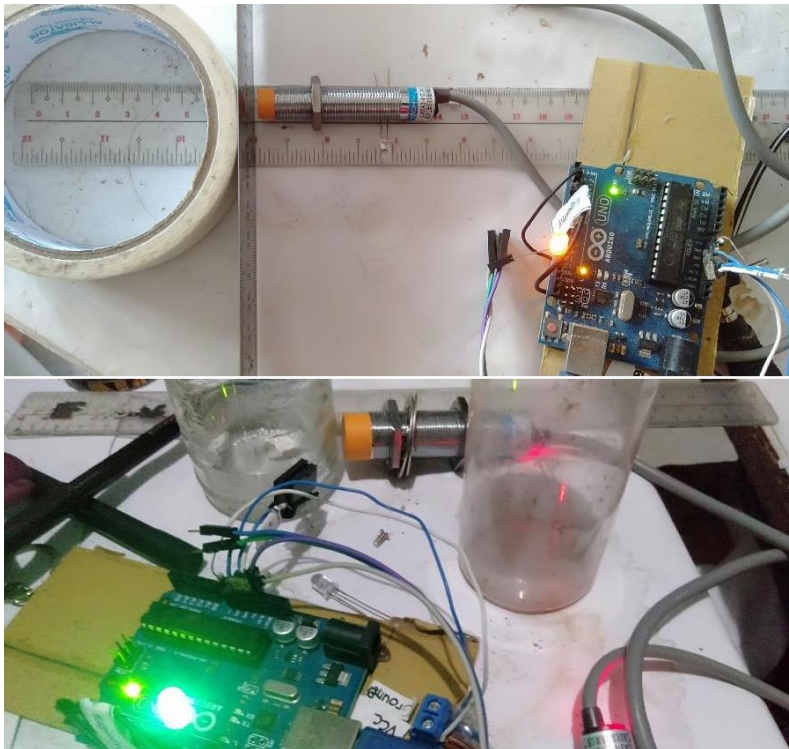


Lampiran 9 Bagian Depan Rancang Bangun



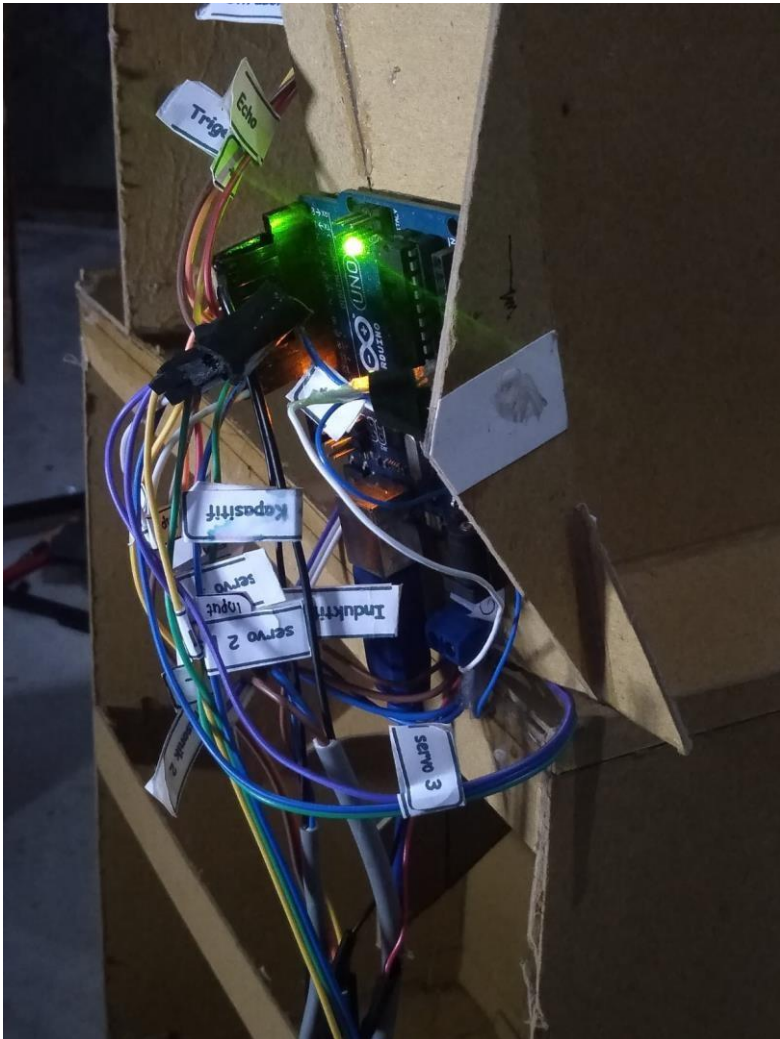
Lampiran 10 Bagian Belakang Rancang Bangun

9. LAMPIRAN GAMBAR PERCOBAAN



Lampiran 11 Gambar Percobaan Menggunakan Sensor Proximity Induktif dan Sensor Kapasitif

10. LAMPIRAN GAMBAR PENGKABELAN



Lampiran 12. Gambar Pengkabelan Rangkaian Sensor Proximity Induktif ,Kapasitif ,2 Buah Sensor Ultrasonik dan 3 buah Motor Servo

Lampiran 3. Lembar Pengesahan Proposal

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi
Pemilahan Sampah Non-Organik Menggunakan Sensor
Proximity Induktif dan Kapasitif

Nama : Rizki Aditya Purnama

NIM : 1908096022

Program Studi : Teknologi Informasi

Telah diuji dalam sidang komprehensif oleh Dewan
Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
sarjana dalam program studi Teknologi Informasi.

Semarang, 20 Juni 2023

DEWAN PENGUJI

Penguji I



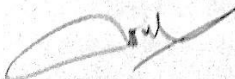
Masy Ari Ulinuha, M.T
NIP. 198108122011011007

Penguji III



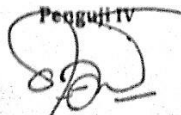
Khotibul Umam, M.Kom.
NIP. 197908272011011007

Penguji II



Adzhal Arwani Mahfudh,
M.Kom.
NIP. 199107032019031006

Penguji IV



Hery Mustofa, M.Kom.
NIP. 198703172019031007

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Rizki Aditya Purnama
2. Tempat, TGL : Semarang, 06 Juni 2000
3. Alamat : Kav. Assalam Rt 04 Rw 01
Kel.Mijen Kec.Mijen Kota Semarang Jawa Tengah
4. No. Hp : 0895416038556
5. E-mail : black.bligo@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal :
 - a. TK Santa Maria
 - b. SD Negeri Purwoyoso 04
 - c. SMP Negeri 16 Semarang
 - d. SMK Negeri 04 Semarang