
TEMPAT SAMPAH OTOMATIS DENGAN SISTEM PEMILAH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK MENGGUNAKAN KONVEYOR

Stifandy Rukmana Putra¹⁾ Harianto²⁾ Musayyanah³⁾ Pauladie⁴⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1) 18410200046@dinamika.ac.id, 2) hari@dinamika.ac.id, 3) musayyanah@dinamika.ac.id, 4) pauladie@dinamika.ac.id

Abstrak: Sidoarjo merupakan kabupaten yang terbilang bersih, namun di beberapa tempat belum menerapkan untuk membuang sampah pada tempatnya. Ada beberapa tempat yang sudah menyediakan tempat sampah yang berbeda untuk sampah organik dan anorganik. Sampah organik merupakan jenis sampah yang paling banyak dihasilkan yaitu sebanyak 60%, berbeda dengan sampah anorganik. Dari permasalahan tersebut, penulis mengembangkan penelitian sebelumnya, dengan menggunakan sensor proximity sebagai pendeteksi jenis sampah, konveyor agar sampah dapat masuk ke tempat sampah dengan sempurna serta menambahkan LED dan buzzer sebagai indikator untuk kapasitas sampah. Dalam penyelesaian ini dilakukan beberapa pengujian. Hasil yang didapatkan dari alat ini yaitu sensor IR dapat membaca objek dengan batas jarak antara sensor IR dengan objek maksimal 10 cm. Sensor *Touch* pada alat memiliki nilai *threshold* sebesar 750 ADC. Jika sensor proximity induktif mendeteksi benda, maka benda itu terdeteksi sebagai sampah anorganik. Pengujian servo memiliki tingkat keberhasilan 99.84%. LCD mampu menampilkan kata yang diinputkan dengan baik dan benar dengan tingkat keakuratan 100%, mampu mendeteksi sampah organik dan anorganik dengan tingkat keakuratan 86.66%. Sensor ultrasonik, buzzer dan LED pada masing-masing tempat sampah mampu memberikan peringatan bahwa tempat sampah dalam keadaan penuh dengan keakuratan 100%.

Kata Kunci: *Tempat pemilah sampah, sampah organik, sampah anorganik, deteksi sampah, sensor proximity.*

Sampah merupakan masalah yang bisa menimbulkan dampak besar bagi lingkungan maupun kesehatan. Sampah terbagi menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Rohita, 2020). Sampah organik termasuk ke dalam jenis sampah yang paling banyak dihasilkan yaitu sebanyak 60%, beda dengan sampah anorganik yang terdiri dari sampah plastik 14%, sampah kertas 9%, metal 4.3%, dan bahan lainnya 12.7%. Berdasarkan data tersebut jumlah sampah anorganik tidak sebanyak sampah organik, namun sampah anorganik sulit diurai secara alami.

Sidoarjo merupakan kabupaten yang terbilang bersih, namun beberapa tempat di Sidoarjo belum menerapkan untuk membuang sampah pada tempatnya dan tidak semua masyarakat tahu beda sampah organik dan anorganik. Pemilahan sampah harus dilakukan dikarenakan kurangnya kepedulian masyarakat terhadap sampah (Widodo, 2020).

Perkembangan teknologi yang pesat, mengalihkan dari system pergerakan manual menjadi otomatis. Salah satu contohnya adalah penggunaan system konveyor (Waruwu, 2021). Dari beberapa penelitian sebelumnya, terdapat satu tempat sampah otomatis dengan sistem pemilah sampah organik dan anorganik. Namun terdapat kekurangan pada penelitian tersebut, yaitu tidak adanya konveyor dan pendeteksian kapasitas sampah (Musthofa, 2018). Konveyor sangat dibutuhkan karena terkadang sampah yang terlalu ringan tidak bisa jatuh, maka tidak bisa hanya menggunakan gaya gravitasi saja dan membutuhkan bantuan dorongan dengan menggunakan konveyor dan pendeteksian kapasitas sampah menggunakan sensor ultrasonik.

Pada penelitian ini peneliti mengembangkan dari penelitian sebelumnya dengan alat pendeteksi sampah organik dan

anorganik menggunakan sensor proximity dan konveyor. Penambahan pendeteksi kapasitas sampah ditunjukkan dengan adanya LED dan bunyi dari buzzer. Dengan begitu lebih mudah untuk membedakan sampah organik atau anorganik, dan mendaur ulang sampah yang terkumpul dengan mudah tanpa melakukan pemilahan lagi.

LANDASAN TEORI

Sampah

Sampah merupakan sisa atau buangan produk yang sudah tidak digunakan lagi. Ada beberapa macam sampah di lingkungan sekitar seperti sampah medis, sampah tumbuhan, sampah makanan, dan lain sebagainya. Sampah memiliki dua jenis, yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Sulistiyorini, 2005). Sampah organik dapat disebut sampah ramah lingkungan, karena dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat jika dikelola dengan baik. Beda dengan sampah anorganik yang sulit terurai, sehingga menyebabkan pencemaran tanah.

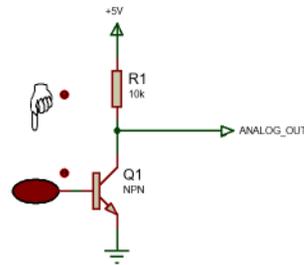
Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah salah satu mikrokontroler yang menggunakan chip mikrokontroler Atmega 2560 dan memiliki pin yang lebih banyak dari tipe Arduino yang lain. Arduino mega sangat cocok untuk membuat proyek yang kapasitas ruang dalam tempat rangkaiannya besar (robotshop). Arduino mega memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan operasional 5 Volt
- Batas tegangan 6-20 Volt
- 54 Pin *Input/Output* Digital
- 15 Pin PWM
- 16 Pin *Input* Analog
- Memori Flash 256 KB
- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- 16 MHz Clock Speed

Sensor Touch

Sensor *Touch* digunakan untuk mengidentifikasi jenis objek, sensor *touch* memberikan sinyal pemancing pada konduktor. Sensor *touch* hanya memerlukan arus listrik yang kecil. Listrik statis mentrigger pin base dari transistor, dan arus *Vcc* menuju pin analog pada Arduino mega. Transistor memberi resistensi agar rangkaian tersebut mengeluarkan nilai analog antara 0-5Vdc (Musthofa, 2018). Skematiknya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skematik Sensor *Touch*
(Sumber: Musthofa, 2018)

Sensor Proximity Induktif

Sensor proximity induktif adalah sensor yang mendeteksi objek logam tanpa kontak fisik. Beroperasi di bawah prinsip listrik, yaitu induktansi. Induktansi merupakan fenomena dimana arus yang berfluktuasi, memiliki komponen magnetik yang menginduksi gaya gerak listrik dalam objek target. Sensor proximity induktif memiliki empat komponen utama, yaitu *coil*, *oscillator*, *trigger* sirkuit dan *output*. Sensor proximity induktif sangat akurat, memiliki tingkat switch yang tinggi, dan dapat bekerja dalam kondisi lingkungan yang keras (Musthofa, 2018).

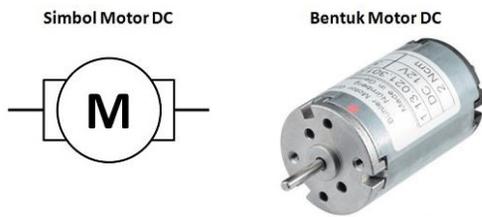
Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang menghasilkan suara melalui getaran. Ketika diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu, buzzer menghasilkan getaran suara. Pada dasarnya, buzzer memerlukan *input* berupa tegangan, kemudian berubah menjadi getaran atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi sekitar 1-5 KHz. Buzzer dapat digunakan pada tegangan sebesar 6V – 12V dengan tipikal arus 25mA (Pro-Signal, 2016).

Motor DC

Motor DC atau motor dinamo adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi gerakan. Biasa disebut dengan motor arus searah dan bisa bergerak searah jarum jam maupun berlawanan arah. Motor DC memberikan kecepatan sekitar 3000 hingga 8000 rpm dan menggunakan tegangan mulai dari 1,5V hingga 24V. Terdapat dua bagian utama di dalam motor DC, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian motor yang tidak berputar, yaitu rangka dan kumparan medan, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar, yaitu terdiri dari kumparan jangkar. Pada prinsipnya motor listrik DC memakai fenomena elektromagnet untuk bergerak, disaat listrik diberikan ke kumparan,

permukaan kumparan yang bersifat utara bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan bergerak menghadap ke utara magnet (Crouzet).



Gambar 2. Motor DC
(Sumber: www.kamuharustau.com)

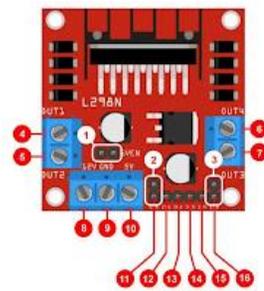
Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk pengukuran jarak. Sensor ini menggunakan 4 pin, yaitu pin vcc, pin trig, pin echo, dan pin gnd. Pin vcc menggunakan tegangan 5V dan pin gnd adalah pin untuk menghubungkan ground. pin trig adalah pin pengendali dan pin echo adalah pin penerima. Cara kerja sensor ini adalah mengirimkan gelombang suara untuk dipantulkan dan secara otomatis memantau dan menerima gelombang yang kembali (Morgan, 2014). Bila sudah kembali, maka port IO mengeluarkan sinyal HIGH. Perbedaan waktu antara perintah dan kembalinya gelombang ultrasonik digunakan sebagai pengukur jarak. Lama waktu pin ECHO mengeluarkan sinyal HIGH (low-high-low) sebanding dengan jarak yang didapatkan, maka rumus untuk mendapatkan jarak yang diinginkan adalah “jarak = (waktu x kecepatan suara) / 2”.

Motor Driver L298N

Motor Driver L298N merupakan sebuah modul yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan Motor DC dan arah rotasi dari dua Motor DC secara bersamaan. Motor Driver L298N dirancang dengan IC L928 *Dual H-Bridge* Motor Driver yang didalamnya berisi atau terdapat gerbang logika sebagai pengendali motor. Berikut ini pin-pin dan penjelasan dari Motor Driver L298N (Khairi, 2022).

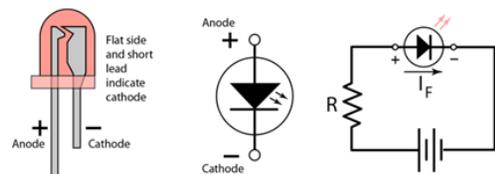
Driver Motor L298N



Gambar 3. Motor Driver L298N
(Sumber: www.teknikelektronika.com)

LED

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan suatu komponen elektronika yang sangat sering digunakan. LED adalah komponen yang memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED termasuk keluarga dioda yang dibuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dipancarkannya tergantung dari semikonduktor yang digunakan. LED hanya memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju dari Anoda menuju Katoda (Everlight, 2007).



Gambar 4. LED
(Sumber: Everlight, 2007)

Motor Servo

Motor servo sebuah alat elektronika yang bertugas sebagai penggerak dalam sebuah rangkaian. Motor servo terdiri dari beberapa komponen seperti motor DC, Rangkaian kontrol, serangkaian gear, dan potensiometer. Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulse PWM melalui kabel kontrol. Sebagai contoh, jika lebar sinyal memiliki waktu lebih dari 1.5 ms, maka poros bergerak menuju sudut 180° dan jika lebar sinyal memiliki waktu sebanya 1.5 ms poros bergerak menuju 90° (MagicDuino). Pada dasarnya motor servo merupakan motor DC yang ditambahkan dengan kontroler agar dapat bergerak dan sensor posisi agar motor bergerak teratur seperti yang diprogramkan.

Sensor IR

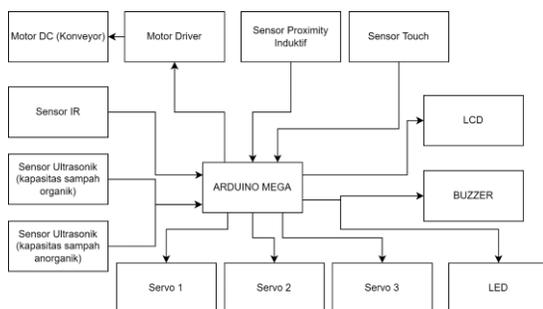
Sensor *Infra Red* (IR) merupakan komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (infra red, IR). Sensor IR saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu module dan dinamakan sebagai IR Detector Photomodules. IR Detector Photomodules merupakan sebuah chip detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (amplifier). Pada dasarnya Sensor IR menggunakan infra red sebagai media untuk komunikasi data antara receiver dan transmitter. Sistem dapat bekerja jika sinar infra red yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar infra red tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima.

LCD

LCD merupakan perangkat media yang dapat menampilkan data dan mudah untuk diamati. LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter. LCD sendiri menggunakan 16 pin, namun pin tersebut tidak langsung ditancapkan pada perangkat mikrokontroler. Diperlukan I2C untuk mengurangi penggunaan pin pada LCD. I2C sendiri adalah komunikasi dua serial yang digunakan untuk mengirim dan menerima data dari mikrokontroler, maka dari itu I2C sangat dibutuhkan untuk penggunaan LCD agar dapat memakai hanya 2 pin pada mikrokontroler (roghib.muh, 2018).

METODE PENELITIAN

Perancangan Hardware (Blok Diagram)



Gambar 5. Blok diagram sistem

Dari rancangan tempat pemilah sampah otomatis ini terdiri dari beberapa komponen. Cara kerjanya, yaitu:

1. Input

- Sensor ultrasonik, sensor *touch*, dan sensor proximity digunakan untuk mendeteksi sampah.
- Sensor ultrasonik organik mengidentifikasi tempat sampah organik penuh atau tidak.

c. Sensor ultrasonik anorganik mengidentifikasi tempat sampah anorganik penuh atau tidak.

2. Proses

Data dimasukkan melalui mikrokontroler Arduino mega.

3. Output

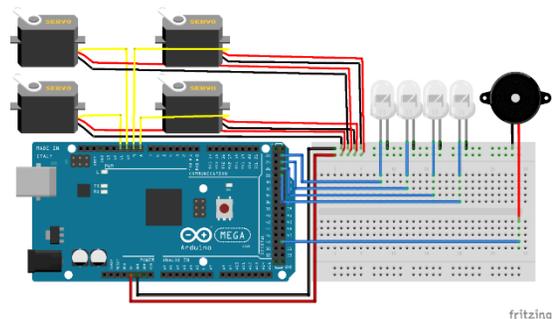
- Servo 2 atau servo 3 bergerak membuka antara tempat sampah organik atau anorganik.
- Motor DC menyala untuk menjalankan conveyor.
- Servo 1 terbuka untuk menjatuhkan sampah.
- LED, Buzzer dan LCD menyala jika tempat sampah sudah penuh

Perancangan Skematik

• Perancangan Skematik Servo, LED dan Buzzer

Gambar 6 adalah desain rancangan skematik dari Servo, LED dan Buzzer dari alat “Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Konveyor”. Berikut ini penjelasan tata letak dari skematik diatas:

- Servo berada pada pin 8, 9, 10, 11
- LED terletak pada pin 29, 27, 25, 23
- Buzzer terletak pada pin 49



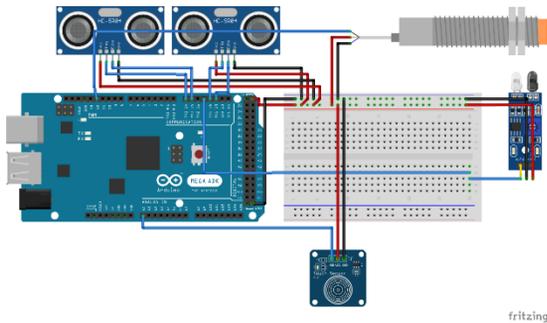
Gambar 6. Skematik Servo, LED dan Buzzer

• Perancangan Skematik Sensor Ultrasonik, Proximity Induktif, IR dan Touch

Gambar 7 adalah desain rancangan skematik dari Sensor Ultrasonik, Proximity Induktif, IR dan *Touch* dari alat “Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Konveyor”. Berikut ini penjelasan tata letak dari skematik diatas:

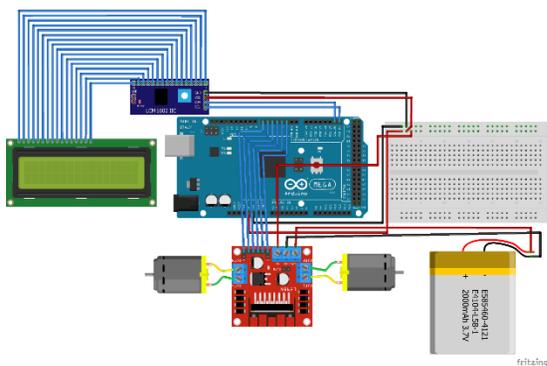
- Sensor Ultrasonik berada dipin.
- Bak Organik (trig 14, echo 15) dan Bak Anorganik (trig 18, echo 19).
- Proximity Induktif terletak dipin 12.
- Sensor IR terletak dipin 17.

e. Sensor *Touch* terletak dipin A0.



Gambar 7. Skematik Sensor Ultrasonik, Proximity Induktif, IR dan *Touch*

• **Perancangan Skematik LCD dan Motor DC**



Gambar 8. Skematik LCD dan Motor DC

Gambar 8 adalah desain rancangan skematik dari LCD dan Motor DC yang menggunakan modul L298N dari alat “Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Konveyor”. Berikut ini penjelasan tata letak dari skematik diatas:

- a. LCD menggunakan pin SDA dan SCL.
- b. Modul Motor Driver menggunakan pin: ENAA pin 7, IN1 pin 6, IN2 pin 5, IN3 pin 4, IN4 pin 3, ENAB pin 2.
- c. Diperlukan daya 12V untuk menyalakan Motor DC.

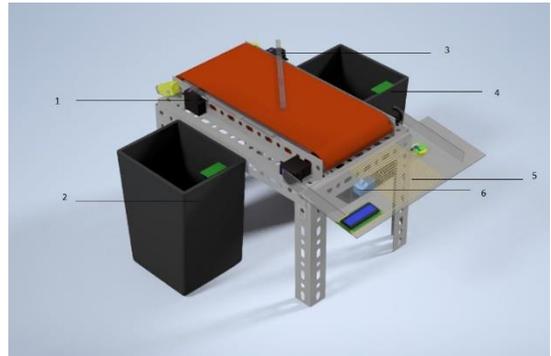
Model Perancangan

Gambar 9 adalah model perancangan dari Penelitian “Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Konveyor”. Ada beberapa komponen seperti akrilik, box sampah, dan triplek. Rancangan ini memiliki 3 relay, 1 relay untuk penahan agar sampah dapat di lakukan pengecekan dan 2 relay untuk penutup box sampah organik dan

anorganik yang terbuka jika sudah diketahui apakah sampah tersebut organik atau anorganik.

Dari gambar 9 dapat diketahui tempat daripada komponen yang peneliti pakai sebagai berikut:

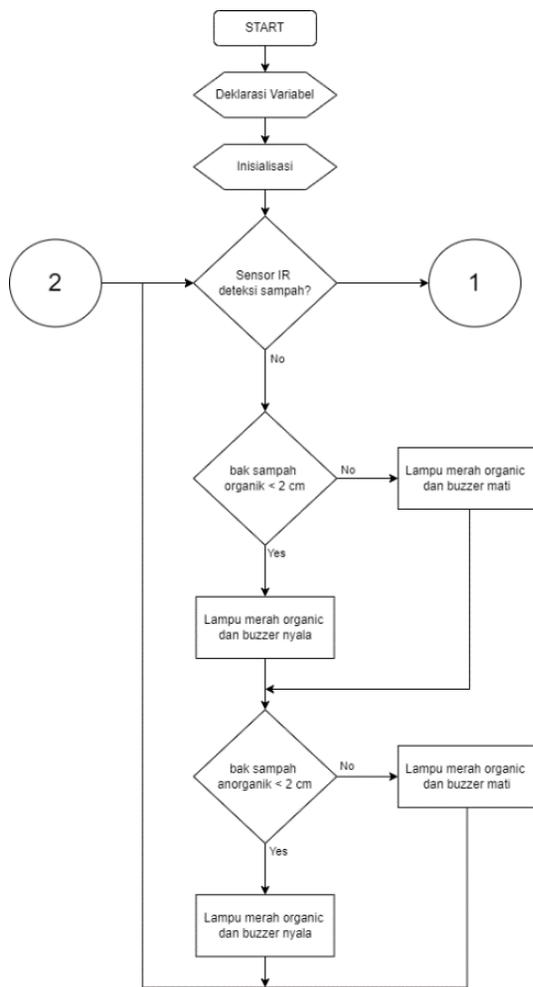
1. Servo untuk pintu organik.
2. Bak sampah untuk organik.
3. Servo untuk pintu anorganik.
4. Bak sampah untuk anorganik.
5. Tempat pendeteksian sampah.
6. Sensor proximity untuk sampah logam (anorganik).



Gambar 9. Model perancangan

Flowchart

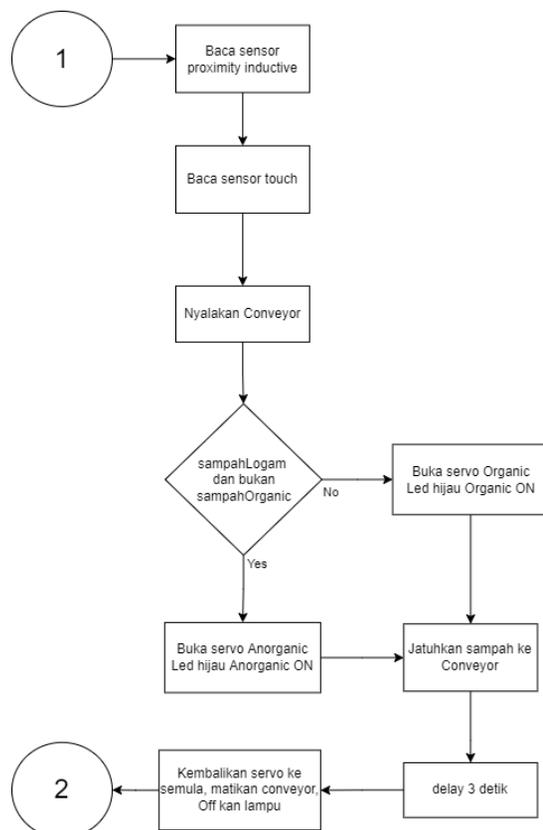
Pada gambar 10 dan 11 di bawah merupakan *flowchart* keseluruhan sistem dari “Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Sampah Organik dan Anorganik menggunakan Konveyor”, yang dilakukan pertama kali adalah pendeklarasian variabel, setelah itu menginisialisasi variabel yang digunakan. Setelah itu sensor IR mendeteksi sampah, untuk peletakan sampah pada alat ini harus diletakkan satu-satu agar Sensor IR dapat mendeteksi adanya sampah atau tidak. Jika sensor tidak mendeteksi adanya sampah, maka sistem mengecek kondisi bak sampah, jika kondisi bak sampah organik maupun anorganik dalam keadaan penuh, maka buzzer dan lampu merah yang terdapat di bak sampah organik atau anorganik menyala. Jika bak sampah tidak berada dalam keadan penuh, maka tidak buzzer dan led tidak menyala.



Gambar 10. Flowchart sistem 1

Apabila sensor IR mendeteksi adanya sampah, maka sensor proximity induktif dan sensor *Touch* membaca sampah untuk menentukan sampah tersebut tergolong dari sampah organik atau anorganik. Pada sistem ini sensor *Touch* memiliki range nilai fluktuatif dari 0 hingga 1023 dan batas nilai *threshold* yang didapatkan untuk menentukan apakah sampah tersebut tergolong sampah organik atau anorganik adalah 750. Nilai 750 ini didapatkan dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, sehingga ditentukan, ketika sensor *Touch* mendeteksi nilai sampah tersebut dibawah 750, maka sampah tersebut tergolong sampah organik dan jika nilainya diatas 750, maka tergolong sampah anorganik. Karena sampah organik dan anorganik memiliki kecenderungannya masing-masing yang menyebabkan sampah organik lebih sering menghasilkan nilai di bawah 750 dan sampah anorganik menghasilkan nilai diatas 750, maka sensor *Touch* pada sistem ini melakukan

pengecekan nilai terhadap sampah tersebut sebanyak 2000 kali dan menghitung nilai rata-ratanya agar mendapatkan nilai yang lebih akurat. Ketika jenis sampah sudah terdeteksi, maka konveyor bergerak. Jika sampah yang terdeteksi adalah sampah anorganik dan sampah logam, maka servo untuk sampah anorganik bergerak membuka jalan untuk sampah ke tempat sampah anorganik dan lampu hijau dari tempat sampah anorganik ON dan jika sampah yang terdeteksi adalah sampah organik, maka servo untuk sampah organik bergerak membuka jalan untuk sampah ke tempat sampah organik dan lampu hijau dari tempat sampah organik ON. Setelah itu terdapat delay selama 3 detik agar konveyor dan telah dimatikan.



Gambar 11. Flowchart sistem 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor IR

Pengujian sensor IR ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jarak maximul antara sensor dengan objek agar objek tersebut dapat terbaca. Cara melakukan pengujian ini, yaitu menyiapkan objek yang dijadikan bahan uji seperti kertas, logam dan lainnya, kemudian menjalankan

program yang sudah dibuat di arduino IDE. Selanjutnya meletakkan objek di depan IR dengan jarak dari 1 cm dan seterusnya, kemudian membuka serial monitor untuk mengetahui apakah sensor IR dapat membaca objek dari jarak tersebut atau tidak. Setelah itu menambahkan jarak 1 cm antara sensor IR dan Objek jika pada jarak tersebut sensor IR berhasil membaca objek. Pengujian ini dilakukan hingga sensor tidak dapat membaca objek dari jarak tersebut.

Hasil dari pengujian sensor IR yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 1. Dari data uji yang tersaji dapat diketahui bahwa Sensor IR dengan batas jarak maksimal 10 cm dapat membaca objek yang dideteksi oleh sensor lainnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor IR

No.	Jarak	Objek	Keterangan
1	1 cm	Terbaca	Berhasil
2	2 cm	Terbaca	Berhasil
3	3 cm	Terbaca	Berhasil
4	4 cm	Terbaca	Berhasil
5	5 cm	Terbaca	Berhasil
6	6 cm	Terbaca	Berhasil
7	7 cm	Terbaca	Berhasil
8	8 cm	Terbaca	Berhasil
9	9 cm	Terbaca	Berhasil
10	10 cm	Terbaca	Berhasil
11	11 cm	Tidak terbaca	Gagal

Pengujian Sensor Touch dan Proximity Induktif

Pengujian Sensor Touch dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai ADC dari sampah organik dan sampah anorganik, sehingga didapatkan juga besar nilai threshold sebagai batas untuk menentukan apakah sampah tersebut tergolong sampah organik atau sampah anorganik. Langkah untuk melakukan pengujian ini, yaitu menyiapkan sampah organik dan sampah anorganik untuk bahan pengujian, kemudian menjalankan program yang sudah dibuat di arduino IDE dan membuka serial monitor untuk mengetahui nilai ADC dari sampah yang diuji, kemudian menyentuhkan sampah organik atau sampah anorganik pada sensor *Touch* agar sensor dapat membaca nilai ADC dari sampah tersebut.

Hasil dari pengujian sensor *Touch* disajikan pada tabel 2. Dari data yang diambil pada tabel, maka didapat nilai threshold sebesar 750 ADC, maka jika nilai ADC dari sampah tidak mencapai 750 ADC dideteksi sebagai organik, jika sampah mendapat nilai di atas 750 ADC dideteksi menjadi anorganik dan jika sensor proximity

induktif mendeteksi benda, maka benda itu dideteksi menjadi sampah anorganik.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor *Touch*

No.	Nama Sampah	Nilai Touch	Metal
1	Daun Kuning	285	0
2	Daun Hijau	365	0
3	Batang Pohon	376	0
4	Tempe Goreng	408	0
5	Timun	458	0
6	Ampas Teh	308	0
7	Tisu Bekas	312	0
8	Buah Mangga	338	0
9	Buah Apel	356	0
10	Kepala Ikan Lele	298	0
11	Spons Cuci Piring	960	0
12	Isi Lem Tembak	940	0
13	Karet Penjepit	945	0
14	Tutup Pengharum	980	0
15	Kunci Mobil	310	1
16	Pemotong Kuku	342	1
17	Uang Koin	359	0
18	Engsel Pintu	272	1
19	Plastik Paket	923	0
20	Tutup Botol	951	0
21	Ampas Teh	308	0
22	Tisu Bekas	928	0
23	Buah Mangga	338	0
24	Buah Apel	356	0
25	Kepala Ikan Lele	298	0
26	Spons Cuci Piring	960	0
27	Kertas Hvs	940	0
28	Karet Penjepit	945	0
29	Kertas	980	0
30	Kunci Mobil	310	0

Pengujian Servo

Pengujian Servo dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pembacaan sudut sudah sesuai dengan yang *diinputkan* dan untuk mendapatkan nilai selisih yang didapatkan jika hasil tidak sesuai dengan yang *diinputkan*. Langkah untuk melakukan pengujian ini, yaitu membuka program yang sudah dibuat di Arduino IDE. Selanjutnya *menginputkan* sudut servo pada program dimulai dari sudut 10. *Inputan* sudut servo selalu ditambah 5 dari *inputan* sebelumnya setiap kali pengujian dilakukan. Kemudian menjalankan program dengan menekan tombol upload dan membuka serial monitor untuk membaca hasil sudut yang terbaca setelah servo bergerak.

Hasil dari pengujian servo dapat dilihat pada tabel 3. Berdasarkan tabel, diketahui bahwa pengujian servo mempunyai 3 kali perbedaan sudut pada 35 percobaan yang dilakukan dan didapatkan tingkat akurasi sebesar 99.84% didapatkan dengan rumus:

$$\text{error} = \left| \frac{\text{Sudut Busur} - \text{Sudut Servo}}{\text{Sudut Busur}} \right| \times 100$$

Tabel 3. Hasil pengujian servo

No	Sudut Servo (Derajat)	Sudut Busur (Derajat)	Error (%)
1	10	10	0
2	15	15	0
3	20	20	0
4	25	25	0
5	30	30	0
6	35	35	0
7	40	40	0
8	45	45	0
9	50	50	0
10	55	57	3.5
11	60	60	0
12	65	65	0
13	70	70	0
14	75	76	1.3
15	80	80	0
16	85	85	0
17	90	90	0
18	95	95	0
19	100	100	0
20	105	105	0
21	110	110	0
22	115	115	0
23	120	120	0
24	125	126	0.7
25	130	130	0
26	135	135	0
27	140	140	0
28	145	145	0
29	150	150	0
30	155	155	0
31	160	160	0
32	165	165	0
33	170	170	0
34	175	175	0
35	180	180	0

Pengujian LCD

Pengujian LCD ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan kalimat yang diinputkan dengan benar atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu menjalankan program yang sudah dibuat arduino IDE. Selanjutnya melakukan *input* kalimat atau kata yang ditampilkan ke LCD. Setelah itu upload program dan tunggu hingga proses upload selesai. Kemudian memerhatikan LCD apakah LCD menampilkan kata sesuai dengan yang diinputkan.

Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini. Jika dilihat dari hasil pengujian yang didapatkan, pengujian LCD ini memiliki tingkat akurasi sebesar 100%.

Tabel 4. Hasil pengujian LCD

No.	Kalimat Uji	Tampilan di LCD	Keterangan
1	Undika	Undika	Berhasil
2	Teknik Komputer	Teknik Komputer	Berhasil
3	Penelitian	Penelitian	Berhasil
4	Organik	Organik	Berhasil
5	Anorganik	Anorganik	Berhasil
6	Logam	Logam	Berhasil
7	Smart Trash	Smart Trash	Berhasil
8	Stifandi	Stifandi	Berhasil
9	Conveyor	Conveyor	Berhasil
10	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Pengujian Sampah Organik dan Anorganik

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa akurat alat dapat mendeteksi sampah organik dan anorganik dengan benar. Agar dapat mendeteksi sampah Organik dan Anorganik dengan benar dibutuhkan 3 jenis sensor, yaitu sensor IR, Proximity, dan sensor *Touch*. Untuk melakukan pengujian ini ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu menghidupkan alat yang sudah dirancang peneliti, kemudian jalankan program yang sudah dibuat. Selanjutnya meletakkan sampah pada sensor touch tunggu selama 5 detik agar sensor dapat mengidentifikasi apakah sampah tersebut termasuk sampah Organik atau Anorganik. Jika sampah sudah teridentifikasi, maka *conveyor* bergerak, pembatas sampah untuk Organik dan Anorganik bergerak menghalangi jalan, agar sampah berada dijalur pembuangan sampah yang benar. Setelah itu sampah dibuang ke jalur yang menuju tempat sampah Organik atau Anorganik.

Hasil pengujian deteksi sampah organik dan anorganik dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini. Dari tabel dapat diketahui bahwa alat yang telah dirancang mampu mengidentifikasi sampah organik dan anorganik dengan benar dan memiliki tingkat keakuratan sebesar 87%.

Tabel 5. Hasil pengujian deteksi sampah organik dan anorganik

No.	Nama Sampah	Sensor IR	Proximity	Sensor Touch	Jenis Sampah	Keterangan
1	Daun kuning	Terbaca	Tidak terbaca	285	Organik	Berhasil
2	Daun hijau	Terbaca	Tidak terbaca	365	Organik	Berhasil
3	Batang pohon	Terbaca	Tidak terbaca	376	Organik	Berhasil
4	Tempe goreng	Terbaca	Tidak terbaca	408	Organik	Berhasil
5	Timun	Terbaca	Tidak terbaca	458	Organik	Berhasil
6	Ampas teh	Terbaca	Tidak terbaca	308	Organik	Berhasil

No.	Nama Sampah	Sensor IR	Proximity	Sensor Touch	Jenis Sampah	Keterangan
7	Tisu bekas	Terbaca	Tidak terbaca	312	Organik	Berhasil
8	Buah mangga	Terbaca	Tidak terbaca	338	Organik	Berhasil
9	Buah apel	Terbaca	Tidak terbaca	356	Organik	Berhasil
10	Kepala ikan lele	Terbaca	Tidak terbaca	298	Organik	Berhasil
11	Spons cuci piring	Terbaca	Tidak terbaca	960	An organik	Berhasil
12	Isi lem tembak	Terbaca	Tidak terbaca	940	An organik	Berhasil
13	Karet penjepit	Terbaca	Tidak terbaca	945	An organik	Berhasil
14	Tutup pengharum	Terbaca	Tidak terbaca	980	An organik	Berhasil
15	Kunci Mobil	Terbaca	Terbaca	310	An organik	Berhasil
16	Pemotong kuku	Terbaca	Terbaca	342	An organik	Berhasil
17	Uang koin	Terbaca	Tidak terbaca	359	Organik	Gagal
18	Engsel pintu	Terbaca	Terbaca	272	An organik	Berhasil
19	Plastik Paket	Terbaca	Tidak terbaca	923	An organik	Berhasil
20	Tutup Botol	Terbaca	Tidak terbaca	951	An organik	Berhasil
21	Ampas teh	Terbaca	Tidak terbaca	308	Organik	Berhasil
22	Tisu bekas	Terbaca	Tidak terbaca	928	An organik	Gagal
23	Buah mangga	Terbaca	Tidak terbaca	338	Organik	Berhasil
24	Buah apel	Terbaca	Tidak terbaca	356	Organik	Berhasil
25	Kepala ikan lele	Terbaca	Tidak terbaca	298	Organik	Berhasil
26	Spons cuci piring	Terbaca	Tidak terbaca	960	An organik	Berhasil
27	Kertas Hvs	Terbaca	Tidak terbaca	940	An organik	Gagal
28	Karet penjepit	Terbaca	Tidak terbaca	945	An organik	Berhasil
29	Kertas	Terbaca	Tidak terbaca	980	An organik	Gagal
30	Kunci Mobil	Terbaca	Terbaca	310	An organik	Berhasil

Pengujian Servo Organik dan Anorganik

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah servo yang bertugas sebagai pemilah sampah organik dan anorganik bergerak sesuai dengan identifikasi sampah yang diterima. Pada pengujian servo ini, servo organik dan servo anorganik bergerak setelah conveyor bergerak terlebih dahulu dan alat telah mengidentifikasi jenis sampah. Berikut ini langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian ini, pertama menghidupkan alat yang sudah dirancang peneliti, kemudian jalankan program yang sudah dibuat. Kemudian meletakkan

sampah pada tunggu selama 5 detik agar sensor dapat mengidentifikasi apakah sampah tersebut termasuk sampah anorganik atau organik. Jika sampah sudah teridentifikasi, maka conveyor bergerak, pemilah sampah untuk sampah anorganik atau organik bergerak menghalangi jalan sampah yang masuk. Setiap pemisah sampah bergerak sesuai jenis sampahnya. Jika sampah organik yang terdeteksi, maka pemilah organik yang bergerak, apabila sampah anorganik yang terdeteksi, maka pemilah anorganik yang bergerak

Tabel 6 di bawah ini adalah hasil pengujian servo organik dan servo anorganik. Dari tabel ini dapat diketahui bahwa servo organik dan servo anorganik bergerak sesuai jenis sampah yang sudah terdeteksi dengan tingkat keakuratan sebesar 90%.

Tabel 6. Hasil pengujian servo organik dan servo anorganik

No	Nama Sampah	Jenis Sampah	Servo Organik	Servo Anorganik	Keterangan
1	Spons cuci piring	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
2	Gunting kuku	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
3	Tisu bekas pakai	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
4	Karet penjepit	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
5	Tempe goreng	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
6	Buah apel	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
7	Daun	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
8	Tutup botol	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
9	Plastik paket	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
10	Batang pohon	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
11	Spons cuci piring	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
12	Isi lem tembak	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
13	Karet penjepit	Anorganik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
14	Tutup pengharum	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
15	Kunci Mobil	Anorganik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil

No	Nama Sampah	Jenis Sampah	Servo Organik	Servo Anorganik	Keterangan
16	Pemotong kuku	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
17	Uang koin	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Gagal
18	Engsel pintu	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
19	Plastik Paket	Anorganik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
20	Tutup Botol	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
21	Ampas teh	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
22	Tisu bekas	Organik	Tidak bergerak	Bergerak	Gagal
23	Buah mangga	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
24	Buah apel	Organik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
25	Spons cuci piring	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
26	Isi lem tembak	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil
27	Karet penjepit	Anorganik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
28	Kertas	Organik	Tidak bergerak	Bergerak	Gagal
29	Kunci Mobil	Anorganik	Bergerak	Tidak bergerak	Berhasil
30	Pemotong kuku	Anorganik	Tidak bergerak	Bergerak	Berhasil

Pengujian Sensor Ultrasonik, Buzzer dan LED

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah sensor Ultrasonik, Buzzer dan LED untuk tempat sampah organik dan anorganik dapat menyala ketika tempat sampah organik maupun anorganik sudah penuh. Pengujian dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut, pertama menghidupkan alat yang sudah dirancang peneliti, kemudian jalankan program yang sudah dibuat. Kemudian pada tempat sampah organik maupun anorganik, meletakkan sampah sesuai jenisnya tepat dibawah sensor ultrasonik yang terletak di masing-masing tempat sampah. Jika sampah organik maupun anorganik tersebut terdeteksi lebih dari 2 cm di bawah sensor ultrasonik, maka buzzer berbunyi dan LED pada tempat sampah organik atau anorganik hidup. Bunyinya buzzer dan menyalanya LED itu

memberitahukan bahwa tempat sampah organik atau anorganik sudah penuh.

Hasil dari pengujian ini, dapat dilihat pada tabel 7, jika dilihat dari tabel 7 dapat diketahui bahwa pengujian ini memberikan hasil dengan tingkat keakuratan 100%.

Tabel 7. Hasil pengujian sensor ultrasonik, buzzer dan LED

No	Ultrasonik Organik	Ultrasonik Anorganik	Buzzer	LED Organik	LED Anorganik	Hasil
1	Lebih dari 2 cm	Lebih dari 2 cm	Mati	Mati	Mati	Berhasil
2	Lebih dari 2 cm	kurang dari 2cm	Nyala	Mati	Nyala	Berhasil
3	kurang dari 2cm	Lebih dari 2 cm	Nyala	Nyala	Mati	Berhasil
4	kurang dari 2cm	kurang dari 2cm	Nyala	Nyala	Nyala	Berhasil

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang sudah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian deteksi sampah organik dan anorganik menunjukkan bahwa alat ini mampu mendeteksi sampah organik dan anorganik dengan tingkat keakuratan 86.6% dikarenakan kertas yang kering terdeteksi sebagai sampah anorganik dan dari hasil pengujian servo didapatkan tingkat akurasi sebesar 99.84%.
2. Hasil pengujian kapasitas sampah menggunakan sensor ultrasonik, buzzer dan LED pada masing-masing tempat sampah memiliki tingkat keakuratan 100% dalam memberikan peringatan bahwa tempat sampah dalam keadaan penuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen Z., K. R. (2019). Real Time Object Detection, Tracking, And Distance And Motion Estimation Based On Deep Learning: Application To Smart Mobility. *Proceedings Of The 2019 Eighth International Conference On Emerging Security Technologies (EST)*, 1–6.
- Crouzet. (N.D.). D.C. Motors. *Courtesy Of Steven Engineering*, 169.

- Ducharme. (2020, 03 11). *Www.Time.Com*. Retrieved 02 23, 2021, From <https://Time.Com/5791661/Who-Coronavirus-Pandemic-Declaration/>
- Ellyvon. (2020, 05 11). *Www.Kompas.Com*. Retrieved 02 23, 2021, From Www.Kompas.Com/Sains/Read/2020/05/11/130600623/Diumumkan-Awal-Maret-Ahli--Virus-Corona-Masuk-Indonesia-Dari-Januari
- Everlight. (2007). Technical Data Sheet 5mm Round White LED. *Preliminary 334-15/T1C1-4WYA*, 10.
- Fajirwan, D. (2017, 10). [Http://Derryfajirwan.Blogspot.Com](http://Derryfajirwan.Blogspot.Com). Retrieved 02 20, 2021, From [Http://Derryfajirwan.Blogspot.Com/2017/10/Pengenalan-Opencv.Html](http://Derryfajirwan.Blogspot.Com/2017/10/Pengenalan-Opencv.Html)
- Handsontechology. (2008). 1 Channel 5V Optical Isolated Relay Module. *Www.Handsontec.Com*, 9. Retrieved From Handsontec: Www.Handsontec.Com
- Khairi, M. H. (2022). *Mahir Elektro*. Retrieved 07 12, 2022, From <https://Www.Mahirelektro.Com/2020/02/Tutorial-Menggunakan-Driver-Motor-L298n-Pada-Arduino.Html>
- Kusno Prasetya, A. A. (2020). Implementation Of Tensorflow In The CCTV-Based People Counter Application At PT Matahari Department Store, Tbk. *IAIC International Conferences, Vol. 3*, 38-44.
- Lutz, M. (2010). *Programming Python. Fourth Edition Ed. Sebastopo*. O'Reilly Media, Inc.
- Magicduino. (N.D.). MG996R All Metal Gear Servo Motor. *Magicduino.Com*, 5.
- Morgan, E. J. (2014). HC-SR04 Ultrasonic Sensor. *Datasheet*, 6.
- Musthofa, A. R. (2018). *Tempat Sampah Otomatis Dengan Sistem Pemilah Sampah Jesin Sampah Organik, Anorganik, Dan Logam*. Surabaya: Universitas Dinamika.
- Pro-Signal. (2016). Buzzer. *Rohs Compliant V1.0*, 1.
- R. G. Fajri, I. S. (2021). Perancangan Program Pendeteksi Dan Pengklasifikasi Jenis Kendaraan Dengan Metode Sdconvolutional Neural Network (Cnn) Deep Learning. *Ransient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 1*.
- Robotshop. (N.D.). Arduino Mega 2560 Datasheet. *Www.Robotshop.Com*, 7.
- Roghib.Muh. (2018, 10 2002). *Program LCD I2C*. Retrieved From Mikrokontroler.Mipa.Ugm.Ac.Id: <https://Mikrokontroler.Mipa.Ugm.Ac.Id/2018/10/02/Program-Lcd-I2c/>
- Rohita. (2020). Pemahaman Orangtua Mengenai Sampah Non Organik Dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Anak Sekolah. *Pendidikan Anak Usia Dini Undiksha*, 10.
- Sik-Ho Tsang, 2. (2018, 11 03). <https://Towardsdatascience.Com>. Retrieved 02 20, 2021, From <https://Towardsdatascience.Com/Review-Ssd-Single-Shot-Detector-Object-Detection-851a94607d11>
- Sulistiyorini, L. (2005). Pengelolaan Sampah Dengan Cara Menjadikannya Kompos. *Bagian Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Airlangga*, 9.
- Ulue, Y. A. (2021, 01 12). *Www.Money.Kompas.Com*. Retrieved 02 23, 2021, From <https://Money.Kompas.Com/Read/2021/01/12/183314826/Pengunjung-Restoran-Kian-Dibatasi-Selama-Ppkm-Begini-Keluh-Kesah-Pengusaha?Page=All>
- Waruwu, Y. (2021). Mini Konveyor Untuk Sistem Pemindahan Botol Minuman Berdasarkan Tinggi Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia Vol 2 No 2*, 9.
- Widodo, A. E. (2020). Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno. *IJSE, Vol.6, No. 1 Juni 2020*, 7.