

PERANCANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

SMART TRASH DESIGN BASED ON VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Maulana Tegar Sujiwo¹, Ir. Agus Ganda Permana, M.T², Denny Darlis, S.Si., M.T³

^{1,2}Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹maulanategar@student.telkomuniversity.ac.id, ²agusganda@tass.telkomuniversity.ac.id,

³denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini, akan dilakukan perancangan prototype tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup secara otomatis dan membedakan jenis sampah dari data yang telah dimasukan oleh pengguna.

Dengan adanya permasalahan di sekitar kita mengenai sampah, maka diperlukan sebuah perangkat yang dapat memilah sampah dengan otomatis yang datanya dapat dikirimkan secara *realtime*. Perangkat ini merupakan tempat sampah pemilah otomatis dengan menggunakan Sensor *Proximity Induktif*, Sensor *Proximity Capacitive*, dan Sensor Ultrasonik. Dimana terdapat dua sensor utama untuk mendeteksi jenis sampah yaitu Kaleng, Organik, Non Organik. Untuk data ketinggian tempat sampah menggunakan sensor Ultrasonik. Seluruh komponen dihubungkan pada *board* Arduino UNO untuk mengirimkan data seleksi dan kapasitas tempat sampah ke *Serial Monitor*. Tempat sampah pemilah otomatis yang telah dibuat dapat mempermudah masyarakat luas untuk membedakan jenis sampah ataupun memilah sampah sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik.

Kata Kunci: Visible Light Communication, LED, Sampah Otomatis, Proximity Induktif, dan Proximity Capacitive

Abstract

In this research, a smart trash bin prototype design will be made that can open and close automatically and distinguish the type of waste from the data entered by the user.

With the problems around us about waste, we need a device that can sort waste automatically with data that can be sent in realtime. This device is an automatic sorting bin by using the Inductive Proximity Sensor, Capacitive Proximity Sensor and Ultrasonic Sensor. Where there are two main sensors to detect the type of waste, namely Cans, Organic, Non-Organic. For data on the height of the trash using Ultrasonic sensors. All components are connected to the Arduino UNO board to send selection data and trash capacity to the Serial Monitor. Automatic sorting bins that have been made can make it easier for the wider community to distinguish types of waste or sort waste so that it can be put to good use.

Keywords: Visible Light Communication, LED, Automatic Trash, Inductive Proximity, and Capacitive Proximity Sensor

1. Pendahuluan

Saat ini lampu penerangan ruangan banyak yang menggunakan lampu yang berjenis *LED* (*Light Emitting Diode*) sebagai komponen utamanya. Sementara ini lampu hanya dipergunakan untuk penerangan saja. Secara teoritis cahaya dari lampu berjenis *LED* dapat digunakan sebagai media transmisi kecepatan tinggi. *Visible light communication* adalah sistem komunikasi yang menggunakan cahaya tampak sebagai media transmisi menggunakan komponen *LED*. Dengan adanya sistem komunikasi ini bisa dimanfaatkan sebagai media mentransmisikan data [1].

Pada penelitian ini, sistem VLC digunakan untuk mengirimkan data digital yang sudah diprogram menggunakan *Arduino* dengan jarak antara pengirim dan penerima 50 cm.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini dibuat sebuah sistem yang dapat mengirimkan data digital dengan menggunakan media cahaya tampak dalam proses mentransmisikannya. Sehingga pemanfaatan lampu tidak hanya sebagai penerangan ruangan saja, tetapi juga dapat digunakan sebagai mentransmisikan data yang kita inginkan.

2. Dasar Teori

2.1 Pemilihan Sampah

Pemilahan sampah adalah kegiatan mengelompokkan dan memisahkan sampah sesuai dengan jenis, jumlah dan/atau sifat sampah [2]. Pemilahan sampah telah diatur di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 tahun 2012. Adapun manfaat pemilahan sampah yaitu:

1. Sampah logam atau barang yang masih dimanfaatkan
2. Sampah organik dapat menjadi pupuk kompos
3. Sampah anorganik dapat didaur ulang atau dijual
4. Sampah yang telah dipilah mempunyai nilai jual, sehingga memberikan penghasilan tambahan bagi masyarakat dan para pelaku daur ulang
5. Menjaga kesehatan dan keselamatan lingkungan bagi masyarakat pada umumnya
6. Beberapa sampah dapat digunakan untuk daur ulang, dan menjadi barang yang sangat berguna

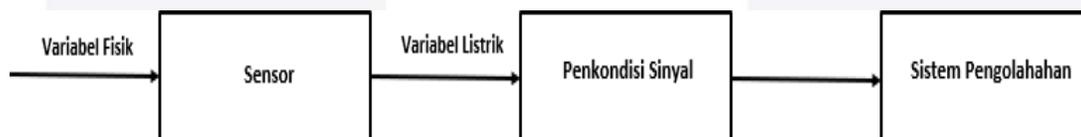
2.2 Tempat Sampah

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), tempat merupakan sesuatu yang dapat digunakan untuk menaruh, menyimpan, meletakkan, dan sebagainya. Sampah adalah sesuatu berupa barang atau benda yang bekas yang dibuang karena sudah tidak digunakan lagi. Jadi, tempat sampah adalah sesuatu wadah yang digunakan untuk menaruh barang atau benda yang dibuang [12].

Tempat sampah merupakan salah satu kebutuhan esensial dalam kehidupan manusia. Dengan sifat manusia yang konsumtif sehingga menghasilkan sampah setiap harinya. Tempat sampah tidak hanya sebagai wadah sementara dari suatu sampah. Namun, tempat sampah juga berperan penting dalam menjaga keindahan lingkungan sekitarnya.

2.3 Sensor

Sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga keluaran yang dihasilkan dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital [13] seperti pada Gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.1 Blok Fungsional Sensor

2.3.1 Sensor Proximity

Jenis sensor ini digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah logam. Sensor ini akan bekerja apabila terdapat suatu tegangan sumber, dan isolator pada sensor ini akan membangkitkan sebuah medan magnet dengan frekuensi tinggi. Dengan proses ini, apabila terdapat sebuah bahan logam yang terdeteksi oleh permukaan sensor maka medan magnet yang dihasilkan akan berubah dan perubahan ini yang akan membuat sensor memberikan sinyal [8].

2.3.2 Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik [11]. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik, piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika isolator diterapkan pada benda tersebut [14]. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar Ultrasonik yang dinamakan transmitter dan penerima ultrasonik yang disebut receiver.

2.3.3 Servo Motor

Motor servo digunakan untuk membuka pintu pemilahan sampah secara otomatis. Dimana motor servo ini bergerak dari 0-180 derajat. Motor servo ini kuat untuk membuka pintu tempat sampah yang terbuat dari akrilik.

Motor servo ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian control [5]. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

2.3.4 Light Emitting Diode LED

Light Emitting Diode (*LED*) adalah salah satu komponen elektronik yang tidak asing lagi di kehidupan manusia saat ini. *LED* sudah banyak digunakan diberbagai perangkat elektronik sebagai indicator bahwa sistem sedang dalam proses kerja. Pada dasarnya *LED* merupakan komponen elektronika berupa diode yang dapat memancarkan cahaya apabila mendapatkan arus listrik [6]

2.3.5 Photodiode

Sensor Photodiode adalah sebuah diode semikonduktor yang berfungsi sebagai pendeteksi cahaya, bekerja berdasarkan cahaya, bekerja berdasarkan cahaya yang di terima dari LED. Kemasan photodiode terdiri dari sebuah lubang cahaya yang memungkinkan cahaya mengenai bagian sensitive dari photodiode. Semakin besar cahaya yang diterima oleh photodiode, maka semakin kecil nilai resistansinya.

2.3.6 Laser Receiver Module Sensor

Laser Receiver Module Sensor berfungsi untuk menerima laser non-termodulasi, sensor ini akan mengeluarkan logika tinggi Ketika menerima sinar laser atau cahaya, sensor ini akan mengeluarkan logika rendah ketika tidak ada sinar yang masuk atau di deteksi.

2.3.7 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah media tampilan yang paling mudah untuk diamati karena menghasilkan tampilan karakter yang baik dan cukup banyak. Pada LCD 16x2 dapat ditampilkan 32 karakter, 16 karakter pada baris atas dan 16 karakter pada baris bawah. LCD 16x2 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentunya akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan driver khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan jalur I2C. melalui I2C maka LCD dapat dikontrol dengan menggunakan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan susunan dari *processor*, memori, dan I/O yang terdapat pada satu chip. Mikrokontroler memiliki unit pengolah pusat pengendali mikrokontroler yang dikenal dengan CPU (*Central Processing Unit*) yang menjalankan program dari suatu memori RAM (*Random Access Memori*) atau ROM (*Read Only Memory*). Mikrokontroler memiliki masukan atau keluaran (I/O) yang digunakan untuk komunikasi dua arah contoh nya dengan sensor [4].

2.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler [7].

2.4.2 NodeMCU ESP8266 v3 Lolin

NodeMCU ESP8266 merupakan platform IoT yang bersifat open source. NodeMCU dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk *Internet of Things* (IoT) atau bisa dengan menggunakan sketch dengan ArduinoIDE [10].

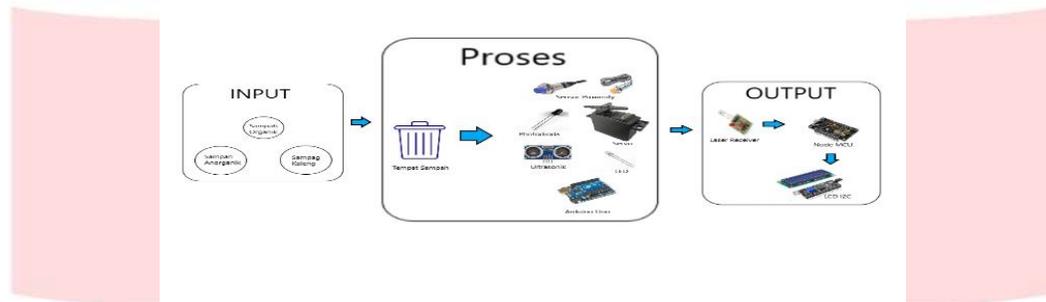
2.5 Komunikasi Cahaya Tampak (Visible Light Communication)

Komunikasi cahaya tampak atau Visible Light Communication (VLC) adalah sistem komunikasi data yang dapat membawa informasi dengan modulasi cahaya pada spektrum (375-780 nm). Pada sistem komunikasi ini menggunakan pancaran cahaya LED sebagai pembawa informasi untuk kemudian cahaya yang membawa informasi tersebut diterima oleh detector cahaya. Dengan menggunakan LED sebagai penerangan akan menghemat daya yang digunakan dan umur pemakaian lebih Panjang dibandingkan dengan lampu yang ada pada saat sekarang ini.

3. Perancangan dan Implementasi

3.1 Blok Diagram Sistem Pemilahan Sampah Otomatis

Pada rancangan sistem menjelaskan kerja dari pemilahan sampah secara otomatis. Berikut ini adalah blok diagram sistem rancangan pada alat:



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Pemilahan Sampah Otomatis

Tempat sampah akan membuka secara otomatis, ketika sensor ultrasonic mendeteksi ada objek di depan , lalu servo akan membuka untuk memasukkan sampah , Kemudian sensor proximity akan memilih jenis sampah kaleng , organik , atau non organic.. Jika sensor proximity pertama mendeteksi sampah kaleng , maka akan di masukkan ke tempat sampah kaleng , jika bukan sampah kaleng maka akan di teruskan ke sensor proximity kedua . pada proximity kedua akan memilih sampah non organik atau sampah organik .

Setelah data di dapatkan , data akan dikirimkan dari Arduino ke NodeMCU melalui VLC (*Visible Light Communication*) , dan kemudian data akan di tampilkan oleh LCD yang ada pada NodeMCU.

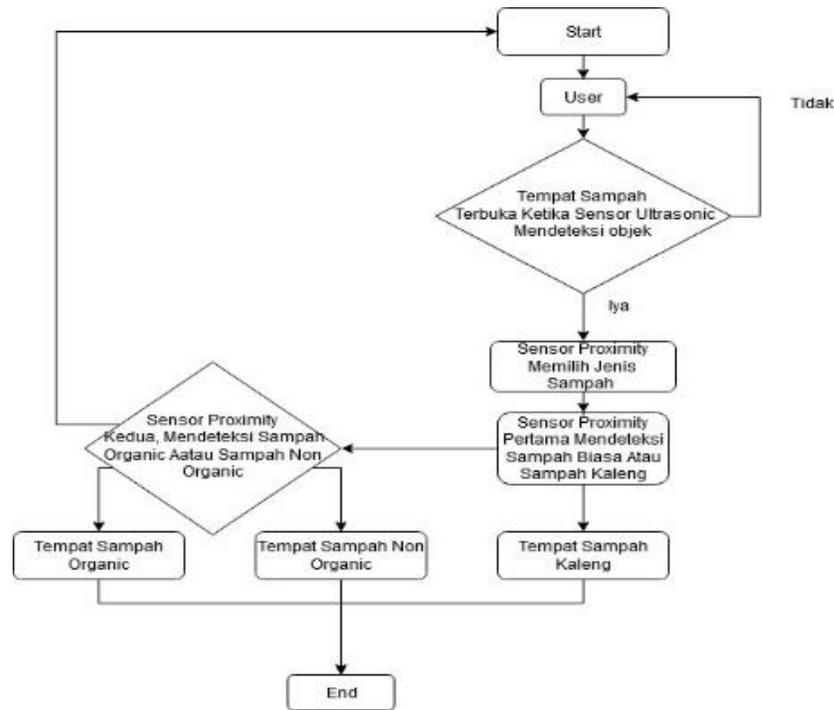
3.2 Persamaan Regresi Data Panel

Proses perancangan ini dilakukan dengan metode eksperimental, tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Penentuan spesifikasi
Langkah awal dalam merancang tempat sampah pintar berbasis *Visible Light Communication* adalah dengan menentukan sistem komunikasi antara user dan alat, serta menentukan model pemilahan sampah secara otomatis.
2. Penyusunan komponen
Komponen akan di letakkan dan dilakukan *wiring* (pengkabelan) untuk menghubungkan sumber tegangan, dan komponen.

3.3 Rancangan Desain

3.3.1 Flowchart Hardware



Gambar 3.2 Flowchart Hardware

Pada gambar flowchart alat dimulai setelah user mendekat ke tempat sampah untuk membuang sampah . Tempat sampah akan membuka secara otomatis, ketika sensor ultrasonic mendeteksi ada objek di depan , lalu servo akan membuka untuk memasukkan sampah , Kemudian sensor proximity akan memilih jenis sampah kaleng , organik , atau non organik. Jika sensor proximity pertama mendeteksi sampah kaleng, maka akan di masukkan ke tempat sampah kaleng, jika bukan sampah kaleng maka akan di teruskan ke sensor proximity kedua. pada proximity kedua akan memilih sampah non organik atau sampah organik.

3.3.2 Spesifikasi Hardware

Pengerjaan perangkat keras pemilah sampah otomatis memiliki beberapa komponen yang dibutuhkan dalam menjalankan sistem yang telah dirancang. Berikut merupakan uraian komponennya.

1. Arduino Uno

Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk pemrosesan data program pemilah sampah otomatis. Spesifikasi Arduino Uno R3 dapat ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 Ma
Arus DC ketika 3.3V	50 Ma
Memori flash	32 KB
SRAM	1 KB

2. Photodiode

Photodiode berfungsi untuk mengukur ketinggian sampah yang ada di dalam tempat sampah , jika tempat sampah sudah mulai penuh maka sensor photodiode akan mengeluarkan output bahwa salah satu tempat sampah penuh.

3. LED (Light Emitting Diode)

LED (*Light Emitting Diode*) adalah salah satu komponen elektronik yang tidak asing lagi di kehidupan manusia saat ini. LED sudah banyak digunakan diberbagai perangkat elektronik di kehidupan manusia saat ini . LED merupakan komponen elektronika berupa diode yang dapat memancarkan cahaya apabila mendapatkan arus listrik.

4. Sensor proximity

Sensor *Proximity* mendeteksi kehilangan magnetic karena arus yang dihasilkan pada permukaan konduktif oleh medan magnet eksternal.

Tabel 3.2 Spesifikasi *Proximity*

Jarak Sensing	4 mm - 25 mm
Histerisis	10%
Target sensing standart	12x12x1mm
Catu Daya(TeganganOperasi)	12 - 24VDC dengan batasan range (10 - 30VDC).
Frekuensi Response Sensor Proximity	Target sensing standart digunakan dengan lebar yang diset dua kali dari target sensing standart dan 1/2 kali dari jarak sensing.

5. Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor Ultrasonik yang digunakan pada proyek akhir ini yaitu HC-SR04 yang berfungsi dapat mengukur ketinggian sampah. Berikut spesifikasi sensor ultrasonic dapat ditunjukkan pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

<i>Operating Voltage</i>	5 Volt
Measuring Distance	2 – 80 cm
Accuracy	3mm
Operating Current	<15mA
Operating Frequency	45Hz

6. Motor Servo

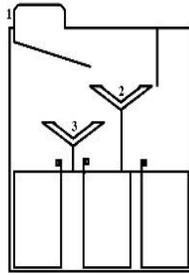
Motor Servo yang digunakan pada proyek akhir ini MG995. Berfungsi untuk membuka pintu bagian pemilah sampah otomatis agar bekerja sesuai dengan sistem. Untuk digunakan pada pintu bagian bidang lurus dan MG995 digunakan untuk pintu bagian miring.

7. Laser Receiver Module Sensor

Laser Receiver Module Sensor berfungsi untuk menerima laser non-termodulasi, sensor ini akan mengeluarkan logika tinggi Ketika menerima sinar laser atau cahaya, sensor ini akan mengeluarkan logika rendah ketika tidak ada sinar yang masuk atau di deteksi.

3.3.3 Desain Alat

Desain perangkat yang akan di buat untuk proyek akhir ini dibuat sedemikian rupa agar mendapatkan hasil sesuai dengan yang di harapkan Berikut rancangan desain alat yang akan di buat:



Gambar 3.5 Design alat

3.4 Langkah Pengujian

3.4.1 Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode menguji seluruh sensor dengan alat pembanding yang sesuai untuk mengukur keakuratan data yang dikirim oleh sensor.

3.4.2 Pengujian Delay

Pengujian ini berfungsi untuk memperoleh rata – rata delay dari hardware

3.4.3 Konfigurasi

Pada proses kali ini akan menjelaskan konfigurasi yang terjadi saat pemilahan sampah otomatis.

3.4.4 Pengiriman Data Dari Arduino ke NodeMCU melalui VLC

Data dari Arduino akan dikirimkan ke *NodeMCU* melalui VLC (*Visible Light Communication*) dan setelah data di terima *NodeMCU*, data akan di tampilkan oleh LCD (*Liquid Crystal Display*).

4 Pengujian dan Analisa

4.1 Hasil

Pengujian dilakukan pada *sample* sampah yang telah di sediakan. Seluruh komponen yang tersedia untuk proses pemilahan sampah akan di letakkan di posisi yang sudah di tentukan. Alat akan digunakan ketika persiapan telah selesai. Dalam proses pemilahan sampah dilakukan pengamatan agar mengetahui proses pemilahan sampah berhasil dan menghindari kesalahan dalam pemilahan sampah. Hasil akhir proses pemilahan sampah otomatis akan di tampilkan pada serial monitor.

4.2. Pengujian Fungsional

Pengujian Perangkat Keras ini dilakukan untuk mengetahui dan mengamati hasil dari perancangan sistem *Hardware* secara keseluruhan sesuai dengan perancangan awal *Hardware*.

4.2.1 Pengujian Pemilahan Sampah Kaleng

Pengujian Sistem Pemilahan Sampah Metal bertujuan untuk mengetahui pemilahan sampah dibagian sampah logam/metal. Sensor *Proximity induktif* telah tersambung ke board Arduino Uno dan hasilnya berupa pemilahan sampah otomatis yang mengarahkan sampah kebagian sampah kaleng yang memiliki nilai *threshold* dan akan ditampilkan pada *serial monitor*.

Sampah	Status
Kaleng Minuman	Terdeteksi
Parfume Kaleng	Terdeteksi
Kaleng Sarden	Terdeteksi
Kaleng Berkarat	Terdeteksi
Kaleng Baygon	Terdeteksi

4.2.2 Pengujian Pemilahan Sampah Organik

Pengujian Sistem Pemilahan Sampah Organik bertujuan untuk mengetahui pemilahan sampah dibagian sampah organik. *Proximity Capasitive* telah tersambung ke board Arduino Uno dan hasilnya pemilahan sampah otomatis yang mengarahkan sampah kebagian tempat sampah organik yang memiliki nilai *threshold* yang akan di tampilkan di *serial monitor*.

Sampah	Status
Kentang	Terdeteksi
Jeruk	Terdeteksi
Timun	Terdeteksi
Mangga	Terdeteksi
Buah Naga	Terdeteksi

4.2.3 Pengujian Pemilahan Sampah Non Organik

Pengujian Sistem Pemilahan Sampah Non Organik bertujuan untuk mengetahui pemilahan sampah dibagian sampah Non Organik. *Proximity Capasitive* telah tersambung ke board Arduino Uno dan hasilnya pemilahan sampah otomatis yang mengarahkan sampah kebagian tempat sampah organik yang memiliki nilai *threshold* yang akan di tampilkan di *serial monitor*.

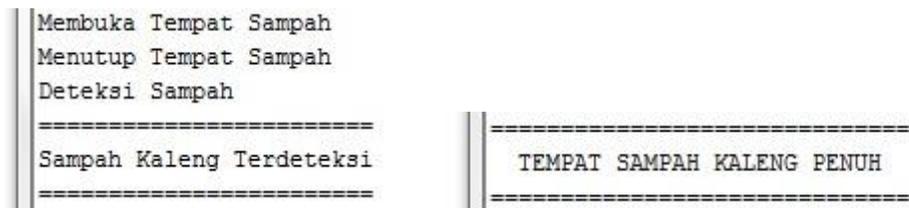
Sampah	Status
Botol Plastik	Terdeteksi
Gelas Plastik	Terdeteksi
Alat makan terbuat dari plastik	Terdeteksi
<i>Sterofoam</i>	Terdeteksi
Kertas dan Tisu	Terdeteksi

4.3 Hasil Pengujian Pemilahan Sampah

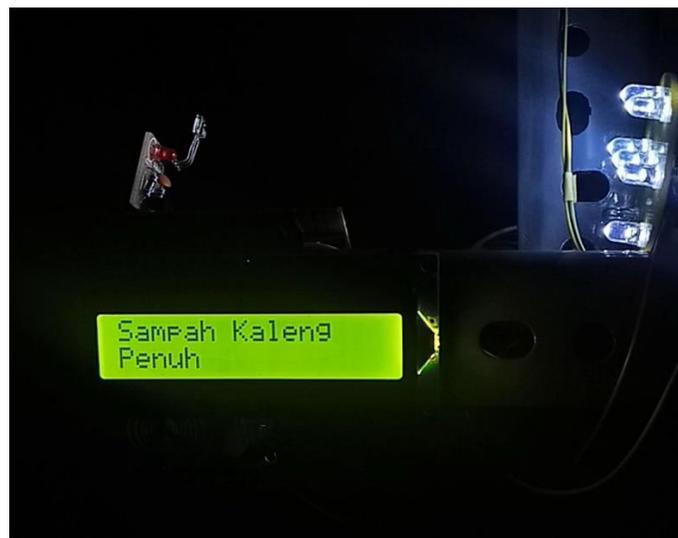
Pengujian alat yang berhasil dalam memilah sampah secara otomatis , untuk memisahkan sampah kaleng , sampah organik , sampah non organic.

1. Sampah Kaleng

- a. Benda kaleng rata rata dapat di deteksi dengan baik .
- b. Terjadi beberapa kali objek tidak terdeteksi sensor *Proximity inductive*.
- c. Waktu saat mendeteksi sampah kaleng sebesar 5 detik.
- d. Ketika sampah terdeteksi atau penuh , akan dikirim ke serial monitor.
- e. Data dari Arduino akan dikirimkan ke NodeMCU melalui VLC.
- f. Setelah data di NodeMCU akan di tampilkan di LCD .



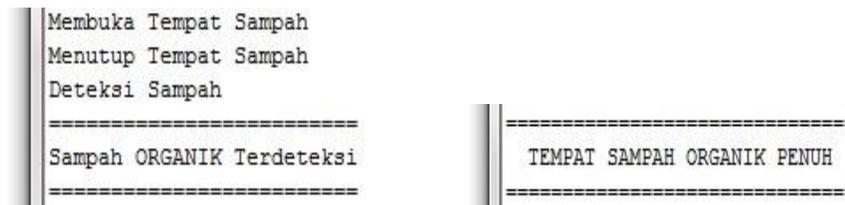
Gambar: Data di Serial Monitor sampah kaleng



Gambar: Data Sampah Kaleng yang di terima nodeMCU di tampilkan di LCD

2. Sampah Organik

- a. Objek sampah dapat terdeteksi dengan baik .
- b. Ketika ada sampah botol plastic yang masih ada air di dalam nya , terkadang alat salah dalam mendeteksi objek tersebut.
- c. Waktu saat mendeteksi sampah organic sebesar 5 detik .
- d. Ketika sampah terdeteksi atau penuh , akan dikirim ke serial monitor.
- e. Data dari Arduino akan dikirimkan ke NodeMCU melalui VLC.
- f. Setelah data di NodeMCU akan di tampilkan di LCD .



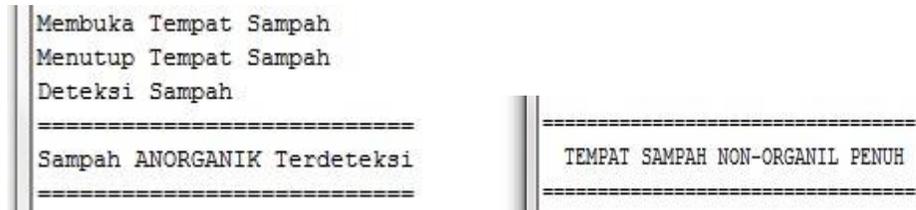
Gambar: Data di Serial Monitor sampah Organik



Gambar: Data Sampah Organik yang di terima nodeMCU di tampilkan di LCD

3. Sampah Anorganik

- a. Objek sampah dapat terdeteksi dengan baik .
- b. Waktu saat mendeteksi sampah organic sebesar 5 detik .
- c. Ketika sampah terdeteksi atau penuh , akan dikirim ke serial monitor.



Gambar 4.11 Data di Serial Monitor sampah Non Organik



Gambar: Data Sampah Anorganik yang di terima nodeMCU di tampilkan di LCD

5 Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan pada buku proyek akhir ini, bahwa dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. *Hardware* dapat memilah sampah secara otomatis dan dibagi menjadi tiga bagian yaitu sampah Kaleng , sampah organik, dan sampah anorganik dengan tingkat keberhasilan alat dalam memilah sampah sebesar 75,00%
2. Sistem Pemilah Sampah Otomatis telah berjalan dengan baik berdasarkan pengujian fungsionalitas dengan *delay* 5 Detik.

5.1 Kesimpulan

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian proyek akhir ini, sebagai berikut. Adapun saran dari penulis sebagai berikut :

1. Mekanikal alat pemilahan sampah dibuatkan jalur agar mempermudah sensor mendeteksi sampah
2. Menambahkan fitur yang lain seperti alat penghancur sampah agar lebih mudah dalam pendauran ulang.
3. VLC lebih bisa mendeteksi cahaya dan mengirimkan data lebih baik.

Daftar Pustaka

- Suci Aulia, Denny Darlis. 2015. *Perancangan dan implementasi perangkat Visible Light Communication sebagai Transceiver Video*. Bandung. Universitas Telkom. Diakses Januari 1, 2019, Jam 15:42 WIB.
- D. I. A. Firmanti, 2010. Modul Pengolahan Sampah Berbasis 3R, Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum
- W. H. Wattenburg, 2018. Utility Scale Compressed Air Energy Storage and Clean Power Using Waste Heat from Thermal Power Plants Plus Added Protection for Nuclear Power Plants," *IEEE*, pp. 1-2.
- Riswanti Singgi. 2017. *Rancang Bangun Pembuka dan Penutup tempat sampah otomatis berbasis mikrokontroler*. Politeknik Samarinda. Diakses Januari 1, 2019, Jam 20:12 WIB.
- <https://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/> Diakses Januari 1, 2019, Jam 21: 03 WIB.

- Faridha, Moethia, 2016. Analisa Pemakaian Daya Lampu LED Pada Rumah Tipe 36. ISSN: 2086-9497. Diakses Januari 2, 2019, Jam 10: 03 WIB.
<https://www.arduino.cc/en/Products/Counterfeit> Diakses Januari 1, 2019, Jam 18:22 WIB
<https://teknikelektronika.com/pengertian-proximity-sensor-sensor-jarak-jenis-jenis-sensor-proximity/> Diakses Januari 1, 2019, Jam 19:02 WIB.
<https://bilabil.com/pengertian-led/> Diakses Januari 16, 2020, Jam 02: 13 WIB.
<https://bilabil.com/pengertian-led/> Diakses Januari 16, 2020, Jam 02: 13 WIB
<https://www.warriornux.com/mengenal-nodemcu-esp8266-iot/> Diakses Januari 16, 2020, Jam 04: 03 WIB
<https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>
<http://delta-electronic.com/article/kri,krci,%20peraturan%20krci%202012,%20panduan%20krci%202012,%20peraturan%20krci.%20panduan%20krci/lcd-mikrokontroler/> Diakses Januari 15, 2020, Jam 21:36 WIB
Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kamus Besar Bahasa Indonesia, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2016. Diakses 18 Juli 2020 Jam 22.31 WIB
I. Setiawan, 2009. in *Buku Ajar Sensor dan Tranducer*, Jawa Tengah, p. 1.
F. R. Maulana, 2018. Design and Development of Smart Trash Bin, *IEEE*, no. 18, pp. 1-6.