

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TRASH BIN OPENING AND CLOSING DEVICE FOR SORTING ORGANIC AND INORGANIC WASTE TYPES BASED ON A MICROCONTROLLER

Muhammad Firdaus¹⁾, Salmon²⁾, dan Ahmad Fajri³⁾

^{1,2}Teknik Informatika, ³STMIK Widya Cipta Dharma

^{1,2,3}Jl. M. Yamin no. 25, Samarinda, 75123

E-mail: mf040901@gmail.com¹⁾, salmon@wicida.ac.id²⁾, ahmadfajri@wicida.ac.id³⁾

ABSTRACT

Waste management that is not properly separated between organic and inorganic waste is still a common problem, including in campus environments such as the STMIK Widya Cipta Dharma canteen. Lack of public awareness and knowledge causes waste of various types to be disposed of mixedly, thus complicating the recycling process and can pollute the environment. Therefore, this study aims to design and build an automatic trash can that can sort organic and inorganic waste automatically based on a microcontroller. This tool uses a NodeMCU ESP8266 as a control center with the help of several sensors, namely an inductive proximity sensor to detect metal (inorganic), a capacitive sensor to detect wet or light solid waste (organic/inorganic), and an infrared sensor to detect waste (organic). Two MG996R servo motors are used to open and close the trash can lid based on the classification results of the inductive sensor, capacitive sensor and infrared sensor. This system is also equipped with two ultrasonic sensors to monitor the height of the trash and send notifications to the Blynk application via a Wi-Fi network when the trash can is about to be full. The system development method used was a prototype method, which includes three stages: listening to customers, building and refining the market, and customer testing and market control. The results of white box and beta testing demonstrated that the system performed well in separating waste by type and providing accurate, real-time waste level information.

Keywords: *Microcontroller, Automatic Trash Can, Proximity Sensor, NodeMCU ESP8266, Blynk, Waste Sorting*

RANCANG BANGUN ALAT PEMBUKA DAN PENUTUP TONG SAMPAH UNTUK PEMILAHAN JENIS SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK BERBASIS MIKROKONTROLER

ABSTRAK

Pengelolaan sampah yang tidak terpilah dengan baik antara sampah organik dan anorganik masih menjadi permasalahan umum, termasuk di lingkungan kampus seperti kantin STMIK Widya Cipta Dharma. Kurangnya kesadaran dan pengetahuan masyarakat menyebabkan sampah dari berbagai jenis dibuang secara bercampur, sehingga menyulitkan proses daur ulang dan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat tempat sampah otomatis yang dapat melakukan pemilahan antara sampah organik dan anorganik secara otomatis berbasis mikrokontroler. Alat ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali dengan bantuan beberapa sensor, yaitu sensor proximity induktif untuk mendeteksi logam (anorganik), sensor kapasitif untuk mendeteksi sampah basah atau padat ringan (organik/anorganik), dan sensor infrared untuk mendeteksi sampah (organik). Dua motor servo MG996R digunakan untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah berdasarkan hasil klasifikasi sensor induktif, sensor kapasitif dan sensor infrared. Sistem ini juga dilengkapi dua sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian sampah dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Blynk melalui jaringan Wi-Fi saat tempat sampah akan penuh. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode prototype, yang mencakup 3 tahapan: Mendengarkan pelanggan, membangun memperbaiki market dan uji pelanggan mengendalikan market. Hasil pengujian white box dan beta testing menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam memisahkan sampah berdasarkan jenisnya serta memberikan informasi ketinggian sampah secara akurat dan real-time.

Kata Kunci: Mikrokontroler, Tempat Sampah Otomatis, Sensor Proximity, NodeMCU ESP8266, Blynk, Pemilahan Sampah

1. PENDAHULUAN

Sampah adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan material-material yang tidak diinginkan, tidak terpakai, atau telah habis manfaatnya. Sampah dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk rumah tangga, industri, institusi, dan sebagainya. Sampah dapat berupa bahan padat, cair, atau gas. Dalam Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menjadi landasan hukum utama dalam pengaturan pengelolaan sampah. Undang-undang ini memberikan dasar hukum untuk pengelolaan sampah yang terintegrasi dan berkelanjutan, serta menekankan pada prinsip pengurangan, penanganan, dan pemanfaatan sampah secara efisien dan efektif, sampah adalah sisa hasil aktivitas manusia sehari-hari maupun proses alamiah yang berbentuk padat atau semi padat, baik yang berasal dari bahan organik maupun anorganik, yang bersifat mudah terurai atau sulit terurai, dan dianggap tidak memiliki nilai guna sehingga dibuang ke lingkungan. Perbedaan utama antara sampah organik dan anorganik terletak pada lama waktu yang diperlukan untuk terurai secara alami. Sampah organik adalah jenis sampah yang berasal dari makhluk hidup atau alam yang dapat terurai secara alami melalui proses biologis. Sampah organik terdiri dari bahan-bahan yang semula hidup, seperti sisa makanan, daun, ranting, kertas, dan sebagainya. Sebaliknya, Sampah anorganik adalah jenis sampah yang terdiri dari bahan-bahan yang tidak berasal dari materi hidup atau alam, dan biasanya tidak dapat terurai secara alami melalui proses biologis. Sampah anorganik terdiri dari material-material seperti plastik, kaca, logam, karet, dan berbagai bahan kimia sintetis lainnya. Dengan memisahkan dua jenis sampah ini dapat membantu mencegah terjadinya pencemaran dan dapat lebih mudah untuk mendaur ulang sampah.

Di lingkungan kampus, kantin menjadi salah satu sarana utama pemenuhan kebutuhan makan bagi mahasiswa. Selain harga yang relatif murah, lokasinya yang berada di dalam kampus menjadikannya mudah dijangkau. Walaupun demikian, kualitas hygiene dan sanitasi makanan tetap merupakan aspek penting yang tidak boleh diabaikan, terutama sampah yang mahasiswa buang ke tempat sampah menjadi satu tempat baik sampah organik maupun anorganik.

Permasalahan ini sebenarnya dapat diminimalisir dengan memisahkan tempat sampah organik dan anorganik. Namun, kenyataannya, meskipun sudah tersedia tempat sampah terpisah, masih banyak masyarakat yang tidak membuang sampah pada tempat yang sesuai. Hal ini tampak jelas saat proses pengangkutan sampah, di mana sampah organik dan anorganik masih tercampur. Sering kali, sampah organik ditemukan di tempat sampah anorganik, dan sebaliknya. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurangnya

pemahaman masyarakat dalam membedakan jenis sampah tersebut.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini permasalahan mencakup:

1. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana memastikan bahwa alat dapat mengidentifikasi jenis sampah dengan akurat untuk memisahkan antara sampah organik dan anorganik dengan tepat?”

2. Batasan-batasan penelitian

Mengingat cakupan permasalahan sampah di masyarakat yang sangat luas, maka diperlukan adanya pembatasan dalam penyusunan proposal skripsi ini agar pembahasan lebih terarah dan tidak melebar dari fokus utama. Dalam laporan proposal skripsi ini penulis akan membatasi pembahasan sebagai berikut:

1. Tempat sampah mikrokontroler di tujuan untuk mahasiswa dan pengunjung di Kantin STMIK Widya Cipta Dharma
2. Dikategorikan berdasarkan jenis sampah organik dan anorganik
3. Tempat sampah mikrokontroler menggunakan Metode Pengembangan Sistem *Prototype*.
4. Tempat sampah mikrokontroler ini dibangun menggunakan Arduino IDE.
5. Tempat sampah menggunakan 3 sensor yaitu sensor infrared mendeteksi benda Organik, sensor induktif mendeteksi benda anorganik berupa benda logam dan sensor kapasitif untuk mendeteksi sampah organik yang bersifat basah dan anorganik padat.
6. Tempat sampah akan mengirimkan informasi (signal) ketinggian sampah ke *aplikasi* Blynk yang ada pada *Handphone Android*

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan Tempat Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik berbasis Mikrokontroler antara lain adalah :

1. Otomatisasi proses pemilahan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam pengelolaan sampah.
2. Pengoptimalan penggunaan sumber daya bertujuan dapat membantu mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah.
3. Mengevaluasi kinerja dan efektivitas sistem pemilahan sampah menggunakan mikrokontroler, untuk tingkat akurasi pemilahan, efisiensi operasional, dan dampak lingkungan dari penggunaan teknologi tersebut.

4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi positif dan manfaat bagi berbagai pihak yang terkait, antara lain:

1. Bagi Mahasiswa

Berguna dalam menambah atau memperkaya wawasan pengetahuan baik teori maupun praktek, Mahasiswa juga dapat melakukan pengembangan dan pengalaman praktis dalam mengimplementasikan teknologi mikrokontroler dalam konteks nyata.

2. Bagi Pengunjung

Manfaat bagi pengunjung dapat belajar tentang penggunaan teknologi mikrokontroler dalam pengelolaan sampah, yang dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang inovasi teknologi dalam lingkungan sehari-hari.

4. BAHAN DAN METODE

4.1 NodeMCU ESP8266

Menurut Febriana, Widia & Septian, Defel & Raharjo, Rizky & Rosanensi, Melati & Nasri, Muhammad. (2022). NodeMCU merupakan papan pengembangan sumber terbuka dan firmware berbasis modul WiFi ESP8266 -12E yang banyak digunakan. Modul ini dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman LUA atau melalui Arduino IDE, yang dikenal sederhana namun memiliki kapabilitas yang cukup kuat. NodeMCU ESP8266 bersifat open-source dan memiliki kemampuan pemrosesan serta penyimpanan data secara internal, yang memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor maupun aplikasi melalui pin input-output, cukup dengan proses pemrograman. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan fitur deep sleep mode, yang membuat konsumsi daya menjadi lebih hemat dan efisien.

4.2 Arduino IDE

Menurut JauhariArifin, Leni Natalia Zulita & Hermawansyah (2016) Arduino IDE adalah perangkat lunak yang memungkinkan pengguna menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler. Software ini kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux. Arduino tidak hanya mencakup komponen perangkat keras, tetapi juga mencakup bahasa pemrograman serta lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) yang mendukung pengembangan sistem secara menyeluruh.

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan Arduino. Software ini dirancang untuk memudahkan proses pengembangan aplikasi mikrokontroler, mulai dari penulisan kode sumber, kompilasi, hingga pengujian melalui terminal serial. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C/C++, dan dapat dikombinasikan dengan bahasa assembly. Arduino IDE menjadi alat utama yang digunakan oleh pengembang, pemula, maupun penggemar elektronika dalam merancang berbagai proyek berbasis Arduino.

4.3 Aplikasi Blynk

Blynk adalah sebuah platform aplikasi mobile yang dapat dijalankan pada sistem operasi Android maupun iOS, dan dirancang untuk mengendalikan berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, serta modul sejenis melalui koneksi internet. Keunggulan dari Blynk terletak pada kemudahan pembuatan antarmuka grafis melalui fitur drag and drop, yang memudahkan pengguna dalam merancang tampilan monitoring atau kontrol. Platform ini tidak bergantung pada jenis perangkat keras tertentu, sehingga dapat digunakan secara fleksibel pada berbagai proyek IoT. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem Internet of Things (IOT).

Terdapat 3 komponen utama Blynk, yaitu:

1. Blynk App adalah aplikasi mobile yang memungkinkan pengguna untuk merancang antarmuka proyek dengan berbagai jenis komponen input dan output. Aplikasi ini mendukung pengiriman maupun penerimaan data secara real-time dan menampilkannya dalam bentuk visual, seperti angka digital maupun grafik. Fungsionalitas ini sangat membantu dalam memantau dan mengendalikan perangkat keras melalui koneksi internet.
2. Blynk Server berfungsi sebagai layanan backend berbasis cloud yang mengelola komunikasi antara aplikasi pada perangkat mobile dan perangkat keras di lapangan. Server ini mampu menangani koneksi dari banyak perangkat secara bersamaan, menjadikannya solusi yang efisien bagi pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT).
3. Blynk Library menyediakan pustaka kode yang dirancang untuk memudahkan proses pengembangan program dalam proyek IoT. Library ini mendukung berbagai jenis platform perangkat keras, sehingga memberikan fleksibilitas bagi pengembang dalam menghubungkan sistem dengan lingkungan Blynk, baik untuk tujuan pemantauan maupun kontrol jarak jauh.

4.4 Motor Servo

Menurut Boby Alfiandy Ramadhan, Illa Rizianiza dan Faisal Manta (2022), Motor servo MG996R adalah salah satu jenis motor servo yang memiliki torsi tinggi. Motor ini menggunakan gear berbahan logam, yang memungkinkan untuk menopang beban hingga 5 kg. Selain itu, MG996R memiliki beberapa keunggulan, seperti fitur shock-proofing yang lebih baik dan sistem kontrol yang telah diperbarui, menjadikannya lebih akurat dibandingkan pendahulunya, yaitu MG995R.



Gambar 1 Motor Servo MG996R
Figure 1 Servo Motor MG996R

4.5 Proximity Sensor

Sensor proximity merupakan jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan atau perubahan posisi suatu objek berdasarkan jaraknya, tanpa memerlukan kontak fisik langsung. Oleh karena itu, sensor ini juga sering disebut sebagai sensor jarak. Prinsip kerja sensor proximity didasarkan pada radiasi elektromagnetik, yang memungkinkan perangkat mendeteksi objek di sekitarnya secara non-kontak. Sensor ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti untuk mengenali jenis bahan tertentu atau mengidentifikasi perubahan kondisi lingkungan. Dalam dunia industri, sensor proximity banyak diaplikasikan pada mesin-mesin seperti mesin cetak, mesin pengolah logam, hingga mesin plastik.

1. Sensor Proximity Induktif

Sensor proximity induktif merupakan jenis sensor yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan objek berbahan logam, baik yang bersifat ferromagnetik (seperti besi) maupun non-ferromagnetik. Sensor ini umumnya digunakan untuk mendeteksi peralatan logam, menghitung jumlah objek logam, serta memantau posisi komponen logam pada sistem otomatisasi. Dibandingkan dengan saklar mekanis konvensional, sensor proximity induktif menawarkan respon yang lebih cepat dan akurasi yang lebih tinggi, sehingga lebih efisien dalam pengoperasian.



Gambar 2 Sensor Proximity Induktif
Figure 2 Sensor Proximity Induktif

2. Sensor Proximity Kapasitif

Sensor proximity kapasitif merupakan salah satu jenis sensor yang mampu mendeteksi berbagai jenis objek secara bersamaan, seperti pergerakan, komposisi kimia, tekanan, tingkat cairan (fluida), maupun parameter fisik lainnya. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan kapasitansi, dengan memanfaatkan bahan dielektrik yang memiliki kapasitansi rendah sebagai media deteksinya.

Sensor ini sangat efektif untuk mendeteksi objek berbahan plastik, kaca, atau bahkan zat cair yang bersifat dielektrik. Dari segi prinsip kerja, sensor kapasitif memiliki kemiripan dengan sensor proximity induktif, namun perbedaannya terletak pada jenis objek yang dapat dideteksi. Komponen aktif utama pada sensor kapasitif terdiri atas dua elektroda logam yang terintegrasi dalam suatu rangkaian resonansi berfrekuensi tinggi. Ketika suatu objek mendekati permukaan sensor, maka medan elektrostatik yang terbentuk akan berubah dan diinterpretasikan sebagai adanya objek di sekitar sensor.



Gambar 3 Sensor Proximity Capacitive
Figure 3 Sensor Proximity Capacitive

3. Sensor Proximity Infrared

Sensor proximity infrared merupakan komponen elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal cahaya inframerah, dan termasuk ke dalam kategori sensor optik. Umumnya, sensor jenis ini bekerja secara optimal pada frekuensi sekitar 38,5 KHz, yang menjadi standar frekuensi operasional pada sebagian besar modul infrared. Sensor ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti mendeteksi objek, mengenali warna (hitam atau putih), mengidentifikasi hambatan, serta mendeteksi gerakan. Sensor infrared bekerja dengan memancarkan dan menerima sinyal cahaya, yang kemudian diinterpretasikan berdasarkan pantulan dari permukaan objek di sekitarnya. Namun, salah satu kelemahan dari sensor ini adalah kerentanannya terhadap cahaya sekitar, terutama pada penggunaan di luar ruangan. Oleh karena itu, dalam kondisi pencahayaan tinggi atau di lingkungan terbuka, disarankan untuk menambahkan penutup atau pelindung sensor guna meminimalkan gangguan cahaya eksternal yang dapat mempengaruhi akurasi pembacaan.



Gambar 4 Sensor Proximity Infrared
Figure 4 Sensor Proximity Infrared

4.6 Sensor Ultrasonik

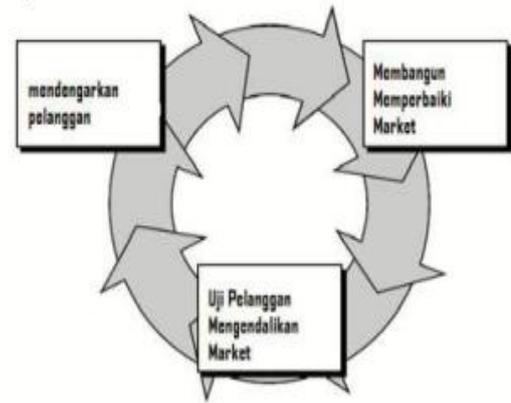
Menurut Akik Hidayat dan Dede Supriadi (2019) pada jurnalnya menyebutkan bahwa sensor ultrasonik berfungsi untuk mengonversi besaran fisis berupa gelombang bunyi menjadi sinyal listrik, dan sebaliknya. Prinsip kerja dari sensor ini didasarkan pada fenomena pantulan gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali oleh sensor. Melalui pantulan tersebut, sensor dapat digunakan untuk menentukan keberadaan dan jarak objek berdasarkan waktu tempuh gelombang suara dalam frekuensi tertentu.



Gambar 5 Ultrasonik HC-SR04
Figure 5 Ultrasonick HC-SR04

4.7 Metode pengembangan sistem *Prototype*

Menurut Fitria Nur Hasanah, M.Pd & Rahmania Sri Untari, M.Pd (2020) Metode prototyping merupakan pendekatan dalam proses perancangan sistem dengan membuat purwarupa (*prototype*), yaitu model awal dari suatu produk yang meskipun belum memuat seluruh fitur akhir, sudah mencerminkan fitur-fitur utama dari sistem yang akan dikembangkan. Prototipe ini digunakan sebagai media uji coba atau testing, sebelum sistem dikembangkan secara penuh. Salah satu keunggulan metode ini adalah memungkinkan terjadinya interaksi aktif antara pengembang dan pengguna selama proses pengembangan berlangsung. Dalam konteks pengembangan perangkat lunak, prototyping merupakan bagian dari siklus hidup sistem yang berbasis pada konsep *working model* atau model yang dapat dijalankan. Tujuannya adalah menyempurnakan prototipe secara bertahap hingga membentuk sistem akhir yang berfungsi sepenuhnya. Dibandingkan dengan metode tradisional, pendekatan prototyping cenderung lebih cepat dan efisien secara biaya. Selain itu, penggunaan prototipe dapat meminimalkan risiko miskomunikasi antara tim pengembang dan pemilik sistem, karena pihak pengguna dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang bentuk akhir sistem yang sedang dibangun. Dengan demikian, prototipe berfungsi sebagai representasi awal dari sistem akhir, yang dapat dievaluasi dan disempurnakan secara bertahap.



Gambar 6 Model *Prototype* Menurut Fitria Nur Hasanah, M.Pd & Rahmania Sri Untari, M.Pd

Figure 6 Model Prototype Menurut Fitria Nur Hasanah, M.Pd & Rahmania Sri Untari, M.Pd

Tahapan pengembangan sistem model *prototype* yaitu:

1. Mendengarkan pelanggan, pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan dari system dengan cara mendengar keluhan dari pelanggan. Untuk membuat suatu system yang sesuai kebutuhan, maka harus diketahui terlebih dahulu bagaimana system yang sedang berjalan untuk kemudian mengetahui masalah yang terjadi.
2. Membangun memperbaiki market, pada tahap ini, dilakukan perancangan dan pembuatan *prototype* system. *Prototype* yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan system yang telah didefinisikan sebelumnya dari keluhan pelanggan atau pengguna.
3. Uji pelanggan mengendalikan market Pada tahap ini, *Prototype* dari system di uji coba oleh pelanggan atau pengguna. Kemudian dilakukan evaluasi kekurangan-kekurangan dari kebutuhan pelanggan. Pengembangan kemudian kembali mendengarkan keluhan dari pelanggan untuk memperbaiki *Prototype* yang ada.

5. Pembahasan

Bagian pembahasan ini akan mencakup analisis yang digunakan selama merancang dan membangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah untuk Pemilahan Jenis Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Mikrokontroler

1 Analisi

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengujian alat yang telah dirancang dan direalisasikan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh, baik dari sisi perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), maupun integrasi antara keduanya.

1.1 Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Setelah melakukan riset awal untuk kebutuhan perangkat keras (*Hardware*) yang di butuhkan dalam pembuatan tempat sampah organik dan anorganik berbasis mikrokontroler diantaranya :

Tabel 1 Kebutuhan Hardware
Tabel 1 Hardware Requirements

No.	Nama Alat	Jumlah Alat
1	NodeMCU ESP8266	1 buah
2	Motor Servo MG 996R	2 buah
3	Nodemcu Base Board V 1.0	1 buah
4	Sensor Ultrasonic	2 buah
5	Sensor Infrared	1 buah
6	Sensor Proximity Induktif	1 buah
7	Sensor Proximity Kapasitif	1 buah
8	Power Bank 10000mAh	1 buah

1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

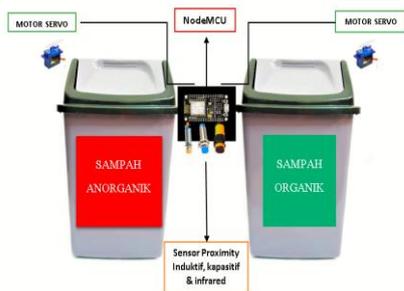
Setelah melakukan riset awal untuk kebutuhan perangkat lunak (Software) yang di butuhkan dalam pembuatan tempat sampah organik dan anorganik berbasis mikrokontroler diantaranya :

Tabel 2 Kebutuhan Software
Tabel 2 Software Requirements

No	Nama	Jumlah
1	Aplikasi Arduino IDE	1 Buah
2	Aplikasi Fritzing	1 Buah
3	Aplikasi Blink	1 Buah

2. Desain Perangkat

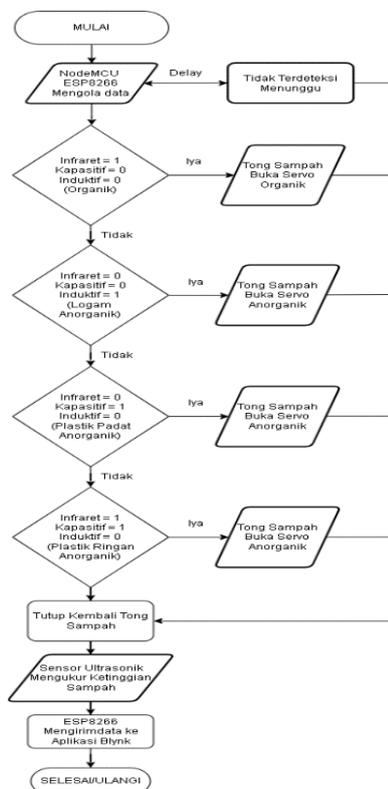
Desain perangkat mencakup perencanaan dan penggabungan berbagai komponen elektronik yang digunakan dalam sistem, serta hubungan antar komponen agar sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Perancangan perangkat keras mencakup pemilihan komponen, penyusunan rangkaian, dan penggabungan komponen-komponen seperti sensor induktif, sensor kapasitif, sensor infraret, esp8266, servo, sensor ultrasonik serta sumber dayanya yaitu power bank 10000mAh.



Gambar 7 Tampilan Rancangan Perangkat
Figure 7 Devise Design View

2.1 Flowcart

Desain flowchart dilakukan untuk mengendalikan seluruh proses kerja alat, mulai dari membaca input sensor, mengolah data, mengendalikan motor servo, hingga mengirimkan informasi ketinggian sampah ke aplikasi monitoring melalui koneksi internet. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C/C++ dengan bantuan software *Arduino IDE*, dan platform IoT yang digunakan adalah *Blynk* untuk monitoring jarak jauh melalui smartphone.



Gambar 8 Flowchart sensor pemilah berbasis mikrokontroler

Figure 8 Microcontroller based sorting sensor Flowchart

3. Perakitan Alat

Setelah seluruh komponen ditentukan, tahap selanjutnya adalah merakit alat secara fisik. Proses ini mencakup pemasangan dan penghubungan komponen seperti sensor, motor servo, sensor ultrasonik, sensor induktif, sensor kapasitif, sensor infrared serta mikrokontroler NodeMCU Esp8266 sesuai dengan rancangan sistem dan juga penjelasan program setiap alat. Perakitan dilakukan secara bertahap agar setiap bagian dapat bekerja dengan baik. Berikut ini dijelaskan langkah-langkah perakitan dari masing-masing komponen alat.

- Perakitan Motor Servo MG996R pada Tutup Tempat Sampah

Dalam perancangan alat ini, menggunakan 2 (dua) buah motor servo MG996R sebagai aktuatur yang berfungsi untuk membuka dan menutup penutup tong sampah sesuai dengan jenis sampah yang terdeteksi. Motor Servo yang digunakan bertipe MG996R karena memiliki keakuratan posisi yang tinggi, memiliki kekuatan dan ketahanan yang lama dikarenakan bahan dari Motor Servo MG996R terbuat dari bahan metal juga dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler. Pada perancangan kali ini menggunakan 2 (dua) Motor Servo yang mana 1 Servo untuk buka tutup tempat sampah Organik dan 1 lagi digunakan untuk buka tutup sampah Anorganik, Berikut adalah Tabel Skema Motor Servo MG996R yang di hubungkan ke NodeMCU ESP8266

Tabel 3 Motor Servo Organik
Tabel 3 Servo Motor Organic

Motor Servo MG996R	NodeMCU ESP8266
OUTPUT	PIN D1
Ground (GND)	Power Bank 5V -
VCC	Power Bank 5V +

Tabel 4 Motor Servo Anorganik
Tabel 4 Servo Motor Inorganic

Motor Servo MG996R	NodeMCU ESP8266
OUTPUT	PIN D5
Ground (GND)	Power Bank 5V -
VCC	Power Bank 5V +

b) Perakitan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sama Seperti sebelumnya disini juga menggunakan 2 (dua) unit sensor ultrasonik, yang mana 1 untuk Organik dan yang 1 untuk Anorganik. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak benda di depan tempat sampah, membantu mendeteksi ketinggian sampah yang ada ditempat sampah baik Tempat sampah Organik maupun Tempat Sampah Anorganik. Berikut adalah Tabel Skema Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang terhubung ke NodeMCU ESP8266 :

Tabel 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04 Organik
Tabel 5 Ultrasonic HC-SR04 Sensor Organic

Ultrasonik HC-SR04 Organik	NodeMCU ESP8266
TRIG	D2
ECHO	D3
VCC	5V
GND	GND

Tabel 6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 Anorganik
Tabel 6 Ultrasonic HC-SR04 Sensor Inorganic

Ultrasonik HC-SR04 Organik	NodeMCU ESP8266
TRIG	D4
ECHO	D0
VCC	5V
GND	GND

c) Perakitan Sensor Proximity Induktif, Kapasitif dan Infrared

Perakitan selanjutnya yaitu Sensor Proximity yang mana terdapat 3 (tiga) sensor yang digunakan yaitu : Induktif, Kapasitif dan Infrared, setiap sensor ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam mendeteksi jenis sampah organik dan anorganik.

Tabel 7 Sensor Induktif ke ESP8266
Tabel 7 Inductif Sensor to ESP8266

Sensor Proximity Induktif	NodeMCU ESP8266
Out	PIN 6 (5V/3.3V)
VCC	POWER BANK 5V+
GND	POWER BANK 5V-

Tabel 8 Sensor Kapasitif ke ESP8266
Tabel 8 Capasitif Sensor to ESP8266

Sensor Proximity Kapasitif	NodeMCU ESP8266
OUT	PIN 7
VCC	POWER BANK 5V+
GND	POWER BANK 5V-

Tabel 9 Sensor Infrared ke ESP8266
Tabel 9 Infrared Sensor to ESP8266

Sensor Proximity Infrared	NodeMCU ESP8266
OUT	PIN 8
VCC	POWER BANK 5V+
GND	POWER BANK 5V-

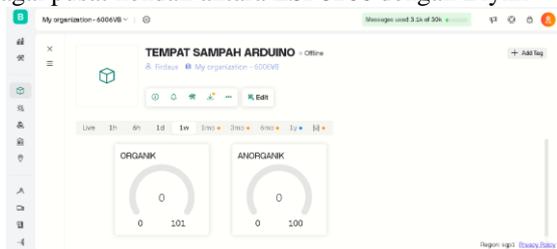
3.1 Perancangan Blynk

Pada tahapan selanjutnya yaitu perancangan Blynk seperti di ketahui Blynk adalah platform Internet of Things (IoT) yang memungkinkan integrasi perangkat keras seperti ESP8266 dengan antarmuka visual berupa aplikasi mobile dan website untuk memantau serta mengendalikan perangkat secara real-time. Maka dari itu pada perancangan ini Blynk digunakan untuk memantau ketinggian jarak sampah pada dua tong sampah (organik dan anorganik) data informasi ini dapatkan dari Sensor Ultrasonik yang mengirimkan data ke ESP8266 lalu dari ESP8266

mengirimkan data tersebut ke Blynk Mobile. Pada perancangan Blynk ini terdapat 2 tahapan yaitu :

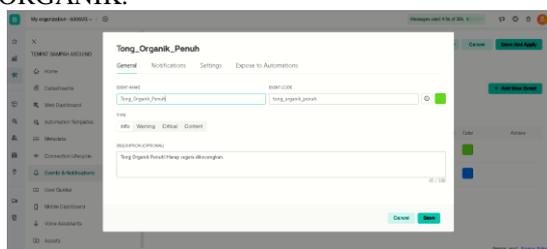
1. Website Blynk

Website Blynk adalah Cloud atau Server dari Blynk yang mana Server inilah yang akan terhubung ke ESP8266 sebagai pusat kendali antara ESP8266 dengan Blynk



Gambar 9 Device
Figure 9 Device

Berikut ini adalah tampilan pada Device TEMPAT SAMPAH ARDUINO menampilkan Widge ORGANIK dan ANORGANIK.

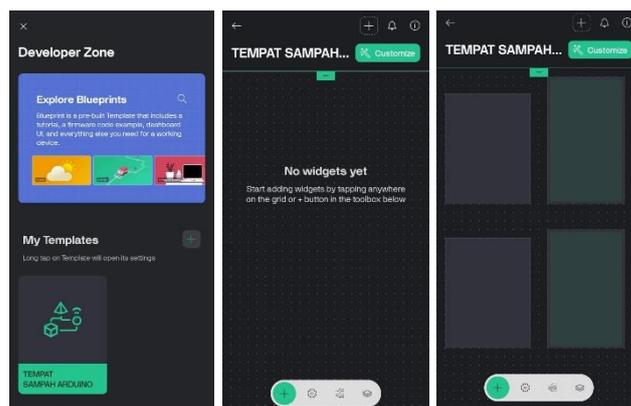


Gambar 10 Penambahan Notifikasi
Figure 10 Added Notification

Selanjutnya penambahan event notifikasi yang mana bertujuan untuk mengirimkan informasi ketinggian sampah ke blynk android, sensor ultrasonik yang terdapat pada tong sampah organik maupun anorganik akan mendeteksi ketinggian sampah lalu akan mengirimkan informasi ketinggian sampah tersebut ke aplikasi blynk, pada aplikasi blynk akan memunculkan notifikasi berupa pop up yang muncul pada layar handphone tersebut yang berisikan informasi “Tong Organik Penuh! Harap segera dikosongkan. Atau “Tong Anorganik Penuh! Harap segera dikosongkan.

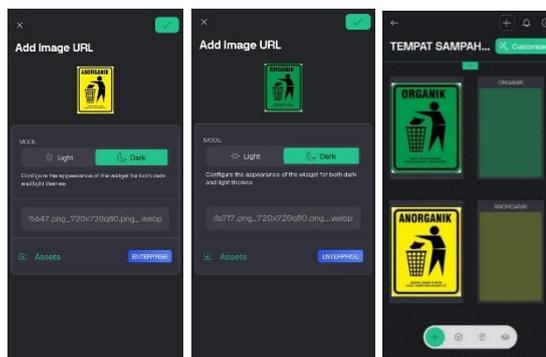
1. Aplikasi Mobile Blynk

Mobile Blynk adalah aplikasi yang di gunakan untuk melihat atau memantau tempat sampah organik dan anorganik secara real time dimana saja dan kapan saja bisa melihat dan memantau tempat sampah tersebut pada saat login ke Blynk Mobile diharuskan login menggunakan akun yang sama pada saat login di website Blynk tujuannya agar device yang telah di buat pada website terhubung ke aplikasi mobile.



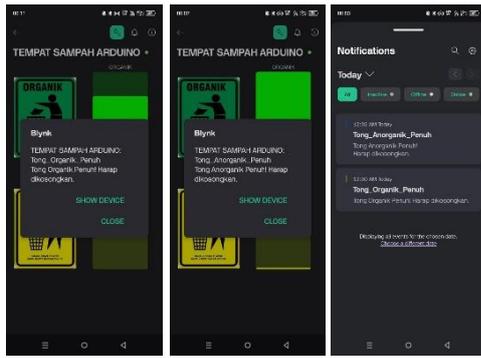
Gambar 11 Tampilan Dashboard
Figure 11 Dashboard View

Berikut ini adalah tampilan pertama pada aplikasi blynk mobile, pada developer zone akan menampilkan device yang sebelumnya telah dibuat pada website blynk. Ketika telah milih device yang sesuai pada web selanjutnya akan membuat tampilan widje tapi di menggunakan display level v, berbeda dari sebelumnya menggunakan display dauge. Sama seperti sebelumnya membuat 2 (dua) display untuk Organik dan Anorganik dan tambahan 2 (dua) gambar untuk Organik dan Anorganik.



Gambar 12 Penambahan Gambar
Figure 12 Adding Images

Selanjutnya penambahan gambar pada masing-masing display tujuannya agar lebih mudah untuk membedakan display Organik dan Anorganik, penambahan gambar kali ini dengan cara memasukkan link url gambar yang diambil dari internet. Pada gambar sebelah kiri adalah tampilan terakhir menampilkan gambar organik maupun anorganik dan display Organik dan Anorganik.



Gambar 13 Notifikasi yang masuk
 Figure 13 Incoming Notification

Berikut ini adalah tampilan notifikasi yang masuk pada *Handphone*, notifikasi tersebut muncul ketika sensor ultrasonik mengirimkan informasi esp8266 lalu diteruskan ke blynk server bahwa tong organik ataupun tong anorganik telah penuh, lalu secara otomatis blynk yang ada pada hadphone akan memunculkan notifikasi ketinggian sampah tersebut.

4. Tahapan Pengujian

Setelah melakukan perancangan hardware maupun software dan membuat prototype maka tahap selanjutnya yaitu tahapan pengujian, pengujian ini dibuat untuk memeriksa kecacatan yang ada pada sistem. Proses pengujian dilakukan menggunakan metode *White Box Testing* dan *Beta Testing*. Berikut tahapan pengujiannya :

4.1 White Box Testing

White box testing dilakukan untuk mengetahui apakah logika program pada sistem tempat sampah berbasis mikrokontroler tersebut berjalan sesuai dengan alur yang telah dirancang. Pengujian dilakukan langsung terhadap source code program dengan fokus pada struktur kontrol, logika kondisi, perulangan, dan aliran data di dalam fungsi utama, serta fungsi-fungsi lain yang mendukung proses otomatisasi dan integrasi ke Blynk.

Tabel 10 Pengujian Program
 Tabel 10 Program Testing

No	Uraian	Program	Hasil
1.	Notifikasi informasi ketinggian sampah organik	<pre>if (jarakOrganik < AMBANG_PENUH && !organikSudahPenuh) { Blynk.virtualWrite(V2, "Penuh"); Blynk.logEvent("tong_organik_penuh", "Tong Organik Penuh! Harap dikosongkan."); organikSudahPenuh = true; Serial.println("Tong Organik Penuh"); } else if (jarakOrganik > AMBANG_KOSONG && organikSudahPenuh) { Blynk.virtualWrite(V2, "Kosong"); organikSudahPenuh = false; Serial.println("Tong Organik Kosong"); }</pre>	Berhasil mengirimkan notifikasi ke handphone

2	Notifikasi informasi ketinggian sampah organik	<pre>if (jarakAnorganik < AMBANG_PENUH && !anorganikSudahPenuh) { Blynk.virtualWrite(V3, "Penuh"); Blynk.logEvent("tong_anorganik_penuh", "Tong Anorganik Penuh! Harap dikosongkan."); anorganikSudahPenuh = true; Serial.println("Tong Anorganik Penuh"); } else if (jarakAnorganik > AMBANG_KOSONG && anorganikSudahPenuh) { Blynk.virtualWrite(V3, "Kosong"); anorganikSudahPenuh = false; Serial.println("Tong Anorganik Kosong"); }</pre>	Berhasil mengirimkan notifikasi ke handphone
3	Pemilahan logika sensor infrared organik	<pre>if (infrared == HIGH && kapasitif == LOW && induktif == HIGH) { Serial.println("Organik → Hanya infrared aktif"); bukaServoOrganik(); }</pre>	Sensor berhasil mendeteksi sampah organik
4	Pemilahan logika sensor induktif anorganik mendeteksi logam	<pre>} else if (induktif == LOW && infrared == LOW && kapasitif == LOW) { Serial.println("Hanya induktif aktif → Logam (Anorganik)"); bukaServoAnorganik(); }</pre>	Sensor berhasil mendeteksi sampah logam
5	Pemilahan logika sensor infrared dan kapasitif mendeteksi anorganik	<pre>} else if (infrared == HIGH && kapasitif == HIGH) { Serial.println("IR dan kapasitif aktif → Plastik (Anorganik)"); bukaServoAnorganik(); }</pre>	Sensor berhasil mendeteksi sampah plastik anorganik
6	Pemilahan logika sensor kapasitif	<pre>} else if (infrared == LOW && kapasitif == HIGH) { Serial.println("Hanya kapasitif aktif → Anorganik padat ringan"); bukaServoAnorganik(); }</pre>	Sensor berhasil mendeteksi sampah plastik anorganik
7	Pembacaan jarak untuk mendeteksi ketinggian tempat sampah dari sensor ultrasonik	<pre>float bacaJarak(int trigPin, int echoPin) { digitalWrite(trigPin, LOW); delayMicroseconds(2); digitalWrite(trigPin, HIGH); delayMicroseconds(10); digitalWrite(trigPin, LOW); long durasi = pulseIn(echoPin, HIGH, 30000); // timeout 30ms float jarak = durasi * 0.034 / 2.0; return jarak; }</pre>	Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi ketinggian jarak sampah yang terdapat pada masing-masing tong sampah organik dan anorganik
8	Tong sampah organik sebagai pembuka dan penutup	<pre>void bukaServoOrganik() { servoOrganik.write(180); delay(5000); servoOrganik.write(0); }</pre>	Servo berhasil membuka dan menutup 180 derajat selama 2 detik dan kembali menutup ke 0 derajat
9	Tong sampah anorganik sebagai pembuka dan penutup	<pre>void bukaServoAnorganik() { servoAnorganik.write(180); delay(5000); servoAnorganik.write(0); }</pre>	Servo berhasil membuka dan menutup 180 derajat selama 2 detik dan kembali menutup ke 0 derajat

4.2 Beta Testing

Pengujian Beta merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif dimana pengujian dilakukan secara langsung dengan memberikan responden 10 pertanyaan yang

berhubungan dengan Alat yang dibangun. Dilaksanakan pada 30 Juni 2025 dengan jumlah responden berjumlah 10 Orang dari staff kebersihan dan mahasiswa di Kantin STMIK Widya Cipta Dharma yang beralamat di Jl. M. Yamin No.25, Gunung Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Berdasarkan data hasil kuisioner tersebut, dapat dicari persentase rata-rata jawaban dengan menggunakan rumus pencarian total serta rata rata pengujian beta. Pada rumus 4.1.

$$P = \frac{S}{\text{Jumlah Responden}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil persentase nilai diatas, maka dapat disimpulkan bahwa penilaian terhadap seberapa kenyamanan terhadap alat tempat sampah untuk pemilahan sampah organik dan anorganik adalah 86%. Berdasarkan hasil penilaian dari 10 responden yang telah dikumpulkan maka dapat dihitung keseluruhan persentase dengan menggunakan rumus

$$X = \frac{(98+88+86+90+70+84+84+84+92+92)}{10} \times 100\% = 86,8$$

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian terhadap alat tempat pemilahan sampah organik dan anorganik berbasis mikrokontroler ESP8266 yang dilengkapi dengan 2(dua) sensor ultrasonik, sensor induktif, sensor kapasitif, sensor infrared, serta 2(dua) motor servo MG996R, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem berhasil membedakan jenis sampah berdasarkan karakteristik materialnya.
2. Alat mampu menggerakkan motor servo secara otomatis untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah sesuai hasil deteksi jenis sampah.
3. Penggunaan sensor ultrasonik berhasil mengukur ketinggian sampah secara real-time, dan sistem berhasil mengirimkan notifikasi bahwa tempat sampah (penuh) ke aplikasi Blynk.
4. Sistem dapat bekerja secara portabel menggunakan power bank 5V berkapasitas 10.000mAh, tanpa memerlukan adaptor atau konversi tegangan tambahan.
5. Program yang dibuat berjalan dengan stabil dan sesuai logika yang dirancang, terbukti dari hasil pengujian white box dan pengujian fungsional alat di lapangan.
6. Sensor kapasitif hanya dapat mendeteksi plastik yang mengandung cairan, seperti gelas plastik yang masih basah.
7. Sensor infrared dapat mendeteksi suhu ruangan berac, sehingga menyebabkan sensor tersebut aktif dan menyebabkan motor servo yang terdapat pada tutup tempat sampah organik terbuka terus menerus.
8. Sensor induktif berhasil mendeteksi benda logam

7. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang “Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah untuk Pemilahan Jenis Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Mikrokontroler” pada kantin Stmik Widya Cipta Dharma dapat disimpulkan bahwa perlu adanya saran untuk mengembangkan sistem ini, sehingga sistem ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa STMIK Widya Cipta Dharma:

1. Menggunakan Integrasi Teknologi Kamera dan Kecerdasan Buatan (AI) Untuk meningkatkan akurasi dalam pemilahan sampah, sistem dapat dilengkapi dengan kamera dan modul AI untuk klasifikasi visual sampah menggunakan metode *machine learning*.
2. Multi-Kategori Sampah, sistem ini hanya membedakan dua kategori (organik dan anorganik). Penelitan selanjutnya disarankan menambahkan jenis tempat sampah bukan hanya tempat sampah organik dan anorganik, tapi juga ada tempat sampah B3(Berbahaya dan Beracun) khusus untuk jenis elektronik, baterai dan limbah kimia lainnya agar sesuai dengan standar pemilahan modern.
3. Desain Fisik dan Keamanan Mekanis Disarankan untuk merancang ulang bagian mekanik agar lebih kuat, tahan cuaca, dan aman, terutama jika alat akan dipasang di luar ruangan. Gunakan bahan tahan air dan pelindung untuk komponen elektronik.
4. Berdasarkan hasil implementasi alat, penggunaan sensor infrared sebagai pendeteksi sampah organik memiliki kelemahan saat digunakan di dalam ruangan dengan pendingin udara (AC). Sensor terdeteksi aktif secara terus-menerus akibat perubahan suhu lingkungan yang memengaruhi pembacaan sensor. Oleh karena itu, disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk mempertimbangkan penggunaan jenis sensor lain yang lebih stabil terhadap suhu ruangan, seperti sensor PIR (*Passive Infrared*) atau sensor berbasis citra (*image processing*).

8. REFERENSI

- Agus faudin. (2017, November 23). Mengenal aplikasi BLYNK untuk fungsi IOT. Retrieved July 25, 2024, from Nyebarilmu website: <https://www.nyebarilmu.com/mengenal-aplikasi-blynk-untuk-fungsi-iot/>
- Elga Aris Prastyo. (2024). Pengertian dan Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04. Retrieved July 25, 2024, from Arduino Indonesia | Tutorial Lengkap Arduino Bahasa Indonesia website: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-cara-kerja-sensor-ultrasonik-HC-SR04.html>
- Elga Aris Prastyo. (2024). Software Arduino IDE. Dikutip dari Arduino Indonesia | Tutorial Lengkap Arduino Bahasa Indonesia website: <https://www.arduinoindonesia.id/2018/07/software-arduino-ide.html>

- Fitria Nur Hasanah, M.Pd Rahmania Sri Untari, M.Pd 2020. Rekayasa Perangkat Lunak.
- Memem Akbar, Sri Devi Anjasmara dan Kartina Diah K Wardhani 2021. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266" *Jurnal Politeknik Caltex Riau* Vol. 7, No.2, 290-299
- Mengenal metode prototype Kelebihan Dan Kekurangan. (2022). Dikutip dari <https://bsi.today/metode-prototype/>
- Mengenal Fritzing dan ExpressPCB – ELDA. (2023). Dikutip dari Sunupradana.info website: <https://sunupradana.info/pe/2016/10/15/mengenal-fritzing-dan-expresspcb/>
- Priyono, N. (2017). Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Protocol MQTT Menggunakan NodeMCU ESP8266 (Doctoral dissertation, STMIK AKAKOM Yogyakarta).
- Panduan Code. (2023). ESP8266 Pinout: Belajar Memahami Fungsi Setiap PIN Pada Nodemcu.
- Roihatur Rohmah, Putri Liana 2022. "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler *Arduino Uno* dengan Sensor HC-SR04" *Jusikom : Jurnal Sistem Komputer Musiwaras* Vol. 7 No.2
- Proximity Sensor: Cara Kerja, Fungsi, dan Jenis | ATS Official. (2023). Dikutip dari ATS Official website: <https://atstekno.com/proximity-sensor/>
- Satriosatrio. (2022). Mikrokontroler, pengertian, fungsi dan jenis - jenisnya. Dikutip dari <https://mediacenter.itbmg.ac.id/mikrokontroler-pengertian-fungsi-dan-jenis-jenisnya/>
- Yusuf Ari Bahtiar, Dedy Ariyanto, Muhammad Taufik dan Trie Handayani 2019. "Pemilah Organik dengan Sensor Inframerah Terintegrasi Sensor Induktif dan Kapasitif". *Jurnal EECCIS* Vol. 13, No. 3