



PROTOTYPE ALAT PEMILAH SAMPAH CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Rio Ramadhan¹

¹Prodi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta
rio.ra@students.amikom.ac.id¹

Nilafebby Puspitasari^{2*}

²Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta
nilafeby@amikom.ac.id²

ABSTRAK

Memilah sampah merupakan proses memisahkan jenis-jenis sampah berdasarkan kategori atau sifat-sifatnya. Tujuan dari pemilahan sampah adalah untuk memudahkan pengelolaan sampah secara lebih efektif dan efisien, serta untuk mendukung kegiatan daur ulang atau pengolahan limbah yang lebih baik. Salah satu permasalahan yang terjadi saat ini adalah kontaminasi sampah. Ketika sampah yang sudah dipisahkan tercampur kembali dalam proses pengumpulan atau pengangkutan sampah. Hal ini dapat terjadi jika tidak ada pemisahan yang jelas antara jenis sampah yang berbeda atau jika ada kelalaian dalam proses pengelolaan sampah. Kontaminasi sampah mengurangi efektivitas pemilahan dan dapat menghambat upaya daur ulang. Hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengadopsi teknologi untuk mendukung proses pemilahan sampah yang lebih cerdas dan berkelanjutan, salah satunya adalah menerapkan *Internet of Things* (IoT) dalam proses pemilahan sampah dapat membantu meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan mengoptimalkan pengelolaan sampah secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat Prototipe Alat Pemilah Sampah Cerdas Berbasis *Internet of Things* yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pemilahan sampah. Pembuatan prototipe alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Nano dan Wemos D1 sebagai pusat pengoperasian. Input pada alat ini berupa sensor untuk membedakan jenis sampah plastik dan kertas menggunakan sensor Ultrasonik sedangkan untuk sampah logam menggunakan sensor Induktif. Untuk mengirim dan menerima notifikasi menggunakan aplikasi Blynk.

Kata-kunci: Prototipe, Pemilah Sampah, *Internet Of Things*.

INTELLIGENT WASTE SORTING PROTOTYPE BASED INTERNET OF THINGS

ABSTRACT

Sorting waste is the process of separating the types of waste based on their categories or characteristics. The purpose of segregating waste is to facilitate waste management in a more effective and efficient manner, as well as to support better recycling or waste management activities. One of the current problems is waste contamination. When the waste that has been separated is mixed again in the process of collecting or transporting waste. This can happen if there is no clear separation between the different types of waste or if there is negligence in the waste management process. Contamination of waste reduces the effectiveness of sorting and can hinder recycling efforts. What can be done to overcome this problem is to adopt technology to support a smarter and more sustainable waste sorting process, one of which is implementing the *Internet of Things* (IoT) in the waste sorting process can help increase efficiency, reduce costs, and optimize waste management efficiently. Whole. This study aims to create a prototype of an *Internet of Things*-based Smart Waste Sorting Tool which is expected to increase efficiency in the waste sorting process. Prototyping of this tool utilizes the Arduino Nano and Wemos D1 microcontrollers as operating centers. The input to this tool is in the form of sensors to distinguish types of plastic and paper waste using ultrasonic sensors while for metal waste using inductive sensors. To send and receive notifications using the Blynk app.

Keywords: Prototype, Sorting Waste, *Internet Of Things*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan bahan atau material sisa yang tidak diinginkan, tidak terpakai, atau tidak bernilai lagi bagi individu ataupun masyarakat. Sampah adalah hasil sampingan dari berbagai kegiatan manusia, termasuk kegiatan rumah tangga, komersial, industri, atau institusi. Sampah dapat berupa berbagai jenis material, seperti sisa makanan, kemasan plastik, kertas, logam, kaca, limbah elektronik dan sebagainya.

Memilah jenis sampah adalah pekerjaan yang membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar apabila sampah yang akan dipilah memiliki jumlah volume sampah yang besar dan telah tercampur menjadi satu. Sampah yang telah terkontaminasi, seperti kertas yang lengket akibat tercampur dengan kantong plastik berminyak atau sisa makanan akan berkurang nilainya dikarenakan tidak terpilah dengan baik dan akan lebih sulit didaur ulang lantaran akan memakan biaya lebih besar, menyerap lebih banyak waktu dan tenaga kerja.

Untuk mengurangi banyaknya sampah yaitu dapat memanfaatkan sampah itu sendiri dengan mendaur ulang jenis sampah anorganik dan jenis sampah organik. Agar sampah dapat didaur ulang, dapat dijadikan sebagai kompos dan pupuk serta dijadikan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga sampah. Oleh karena itu, perlu memilah mana yang sampah anorganik dan juga mana yang sampah organik sehingga nantinya tidak tercampur menjadi satu (Havid, Wibisono, 2022)

Sampah yang layak didaur ulang tetapi terkontaminasi dengan sampah yang lainnya, maka yang akan terjadi adalah sampah tidak dapat didaur ulang sama sekali, dan apabila terkontaminasi sampah-sampah yang memiliki potensi untuk didaur ulang, maka sampah tersebut akan berada di tempat pembuangan sampah akhir, dan tidak dapat dilakukan proses daur ulang dengan baik jika sampah sudah

ditempatkan pada pembuangan sampah akhir.

Pengelolaan sampah terutama melakukan proses pemilahan sampah menjadi suatu perhatian penting karena sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan. Jika tidak ditangani dengan benar, sampah dapat mencemari udara, air, dan tanah, serta menjadi tempat berkembang biak bagi hama dan penyakit. Pentingnya proses pemilahan sampah yang efektif adalah untuk menjaga kebersihan lingkungan, mencegah pencemaran, dan melindungi kesehatan masyarakat. Selain itu, pe sampah yang baik juga berkontribusi pada penghematan sumber daya alam dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem.

Metode pemilahan sampah yang selama ini dilakukan di berbagai wilayah atau komunitas sekitar yaitu berbeda beda. Ada beberapa masyarakat atau institusi masyarakat yang memiliki sistem yang lebih terorganisir, sementara yang lain mungkin mengandalkan pemulung atau pekerja informal untuk melakukan pemilahan secara manual. Maka penting untuk mencari solusi pengelolaan sampah yang berkelanjutan, termasuk mendukung program pemilahan dan daur ulang yang lebih terstruktur.

Perkembangan Internet of Things (IoT) terus mengalami pertumbuhan yang signifikan dimana Internet of Things (IoT) dapat memainkan peran penting dalam proses pemilahan sampah dengan memberikan solusi yang lebih baik. Penerapan IoT dalam proses pemilahan sampah dapat membantu meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan mengoptimalkan pengelolaan sampah secara keseluruhan. Dengan adopsi teknologi ini, diharapkan dapat tercipta sistem pengelolaan sampah khususnya proses pemilahan sampah yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

Pada beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang proses pemilahan sampah oleh (Harmaji dan Khairullah, 2019) yaitu "Rancang Bangun Tempat Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam Otomatis

Berbasis Mikrokontroler”. Tempat sampah otomatis ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno untuk mengatur kerja keseluruhan dari tempat sampah tersebut. Model tempat sampah ini menggunakan sensor proximity sebagai pendeteksi sampah yang mengandung logam, Sensor ultrasonik sebagai pendeteksi manusia yang akan membuang sampah, serta motor servo sebagai pembuka dan penutup pintu tempat sampah. Hasil uji coba model menunjukkan Sensor ultrasonik aktif ketika ada objek yang mendekati tempat sampah dan akan memutar servo untuk membuka pintu tempat sampah dan menutupnya kembali dan tingkat keberhasilan alat sebesar 88%.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Wisayastuti, dkk, 2021) tentang “Perancangan Tempat Sampah dengan Pemisah Sampah Logam dan Non Logam Secara Otomatis dengan Kapasitas yang Dapat Dipantau Menggunakan Aplikasi Berbasis IoT. Perancangan alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU sebagai pusat pengoperasian. Input pada alat ini berupa sensor inframerah sebagai pendeteksi sampah dan sensor proximity inductive sebagai pendeteksi sampah logam serta dua buah sensor ultrasonik untuk memantau kapasitas sampah di kotak penampungan sampah. Output yang dihasilkan alat ini sudah sesuai, yaitu berupa motor servo untuk membuka penutup yang ada di dalam tempat sampah guna memisahkan sampah logam dan nonlogam, tampilan LCD 20x4, dan aplikasi ThingSpeak sebagai penampil kapasitas sampah berbasis IoT. Pembacaan kapasitas sampah pada penampungan terdapat kesalahan sebesar 3.3% pada sampah logam dan 4.61% pada sampah nonlogam, bila dibandingkan dengan pengukuran ketinggian sampah dengan penggaris.

Penelitian yang dilakukan oleh (Cahyati dan Ramdhani, 2021) yaitu membuat “Aplikasi Android untuk Monitoring tempat Sampah Pintar berbasis Internet of Things”. Aplikasi Android berbasis IOT tersebut

digunakan oleh petugas pengangkut sampah untuk memberitahu informasi secara realtime terhadap isian dan status tempat sampah. Sedangkan QR Code diperuntukan untuk orang-orang yang sudah membuang sampah dan melakukan Scan Barcode dari aplikasi Android kemudian akan muncul point dan tampil diponsel pengguna sehingga point tersebut dapat ditukarkan dengan sesuatu yang bermanfaat seperti uang atau hadiah lainnya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sadi dan Zuvikal, 2022) yaitu melakukan “Monitoring Alat Pemilah Sampah pada Saluran Irigasi berbasis IOT secara Realtime”) Monitoring alat pemisah sampah tersebut menggunakan NodeMCU ESP 8266 WIFI sebagai penyambung dengan aplikasi BLYNK untuk melihat isi tong sampah tersebut apakah sudah penuh atau belumnya oleh petugas kebersihan, kemudian tong sampah yang sudah penuh akan di ganti dengan tong sampah yang kosong dengan monitoring kontrol melalui aplikasi BLYNK.

Penelitian lain yang telah dilakukan oleh (Jusuf, dkk, 2022) tentang “Perancangan Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet Of Things”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendukung pemilahan sampah organik dan non-organik secara otomatis menggunakan Internet of Things dan menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler yang melakukan pengambilan data dari sensor-sensor yang mendeteksi setiap jenis sampah. Hasil pengujian menggunakan 3 (tiga) sensor berhasil baik dan dapat digunakan dengan penyimpangan pembacaan sensor sebesar 3,33%.

Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Havid dan Wibisono, 2022) yaitu “Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Berdasarkan Jenis Organik dan Anorganik”. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan suatu alat tempat sampah pendeteksi jenis sampah organik dan anorganik. Sampah akan terpilah secara otomatis dengan menggunakan sensor proximity kapasitif dan induktif, serta LCD untuk menampilkan kondisi dan jenis sampah.

Penelitian tentang pemilahan sampah lainnya juga dilakukan oleh (Puadi dan Hambali, 2022) yaitu "Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis". Alat ini bertujuan untuk memilah tiga jenis sampah yaitu sampah logam, sampah basah, dan sampah kering sehingga dapat mempermudah dalam pengolahannya. Penggunaan sensor ultrasonik pada alat ini befrdungsi sebagai sinyal untuk membuka katup tempat sampah dengan menggunakan motor servo. Kemudian sensor proximity sebagai pendeteksi sampah logam dan sensor soil moisture sebagai pendeteksi sampah basah atau kering. Secara keseluruhan, alat ini dapat bekerja sebagaimana yang diharapkan dan sampah dapat dikelompokkan sesuai dengan jenis nya

Oleh karena itu pendekatan alternatif yang diusulkan oleh peneliti yaitu melakukan penelitian tentang "Prototipe Alat Pemilah Sampah Cerdas berbasis Internet of Things" pembuatan prototipe alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Nano dan Wemos D1 sebagai pusat pengoperasian. Input pada alat ini berupa sensor yang digunakan peneliti untuk membedakan jenis sampah plastk dan kertas menggunakan sensor Ultrasonik sedangkan untuk sampah logam menggunakan sensor Induktif. Untuk mengirim dan menerima notifikasi menggunakan aplikasi Blynk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan dalam latar belakang dapat diambil suatu rumusan masalah, yaitu sebagai berikut:

- 1) Bagaimana membuat prototipe alat pemilah sampah yang dapat memilah sampah logam, botol plastik dan kertas.
- 2) Bagaimana mengirimkan notifikasi melalui aplikasi menggunakan jaringan internet.
- 3) Bagaimana cara membedakan sampah berdasarkan jenis bahannya.

- 4) Bagaimana cara mengetahui jumlah setiap jenis sampah yang masuk.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada pembuatan prototipe alat pemilah sampah cerdas berbasis Internet of Things adalah:

- 1) Alat ini berupa *prototype* yang menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan Wemos D1.
- 2) Jenis sampah yang dipilah hanya terbagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu logam, kertas dan botol plastik.
- 3) Pemilahan jenis sampah berdasarkan data yang dimasukan dan dihitung oleh sensor yang digunakan.
- 4) Adapun sensor yang digunakan untuk membedakan jenis sampah plastik dan kertas menggunakan sensor Ultrasonik sedangkan untuk sampah logam menggunakan sensor Induktif,
- 5) Untuk mengirim dan menerima notifikasi menggunakan aplikasi Blynk.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari membuat prototipe alat pemilah sampah cerdas berbasis Internet Of Things yaitu :

- 1) Prototipe ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pemilahan sampah. Dengan menggunakan sensor dan mekanisme pemilahan otomatis, alat ini dapat memisahkan jenis sampah secara tepat dan efisien, mengurangi kerja manual yang diperlukan.
- 2) Melalui konektivitas IoT, prototipe ini dapat mengumpulkan data seperti level sampah, pola pemilahan, dan performa perangkat.
- 3) Dengan adanya prototipe alat pemilah sampah cerdas, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan partisipasi

masyarakat dalam pemilahan sampah.

- 4) Prototipe ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan alat pemilah sampah cerdas yang lebih canggih dan scalable

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya, dalam proses-proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanya produk-produk yang dihasilkan setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung (Mandaka, M, 2019)

2.1.1 Klasifikasi Sampah Berdasarkan Sumbernya

- 1) Sampah rumah tangga
Sampah ini berasal dari pembuangan sisa makanan rumah tangga, baik itu sampah yang dapat didaur ulang dan yang tidak dapat didaur ulang.
- 2) Sampah komersial
Sampah yang berasal dari kegiatan komersial seperti pasar, pertokoan, rumah makan, tempat hiburan, penginapan, bengkel, kios, dan pendidikan.
- 3) Sampah bangunan
Sampah yang berasal dari kegiatan bangunan termasuk pemugaran dan pembongkaran suatu bangunan seperti semen, kayu, batu bata, dan genteng.
- 4) Sampah fasilitas umum
Sampah yang berasal dari pembersihan dan penyapuan jalan trotoar, lapangan, tempat rekreasi, dan sebagainya. Contoh jenis sampah ini adalah daun, ranting, kertas pembungkus, plastik, rokok, dan debu.

2.1.2 Klasifikasi Sampah Berdasarkan Jenisnya

- 1) Sampah organik (bersifat *degradabel*)

Sampah organik merupakan sampah yang dapat di urai oleh hewan mikro organisme. Sampah organik pada umumnya berupa bangkai hewan, kotoran hewan, sisa tanaman yang pada umumnya dapat di urai secara cepat, dan tanpa merusak lingkungan disekitarnya.

- 2) Sampah anorganik (*non degradabel*)

Sampah anorganik merupakan sampah yang tidak dapat diurai oleh bakteri atau hewan mikro organisme. Sampah anorganik dapat berupa plastik, kaca, dan logam. Pada umumnya sampah anorganik hanya sebagian yang dimanfaatkan oleh masyarakat seperti plastik dan logam.

2.2 Pemilahan Sampah

Pemilahan Sampah dapat diartikan sebagai suatu proses kegiatan penanganan sampah sejak dari sumbernya dengan memanfaatkan penggunaan sumber daya secara efektif yang diawali dari pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pembuangan, melalui pengendalian pengelolaan organisasi yang berwawasan lingkungan, sehingga dapat mencapai tujuan atau sasaran yang telah ditetapkan yaitu lingkungan bebas sampah.

Pemilahan berarti upaya untuk memisahkan sekumpulan dari "sesuatu" yang sifatnya heterogen menurut jenis atau kelompoknya sehingga menjadi beberapa golongan yang sifatnya homogen. Manajemen Pemilahan Sampah dapat diartikan sebagai suatu proses kegiatan penanganan sampah sejak dari sumbernya dengan memanfaatkan penggunaan sumber daya secara efektif yang diawali dari pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pembuangan, melalui pengendalian pengelolaan organisasi yang berwawasan lingkungan, sehingga dapat mencapai

tujuan atau sasaran yang telah ditetapkan yaitu lingkungan bebas sampah (Budiasih, K. Sri, M.Si. 2010).

2.3 Mikrokontroler

Menurut (Setiawan, 2011) bahwa Mikrokontroler merupakan suatu IC (Integrated Circuit) yang mempunyai kepadatan yang sangat tinggi. Semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, yang terdiri dari CPU (Central Processing Unit), RAM (*Random Access Memory*), dan salah satu jenis lainnya adalah EEPROM/EPROM/ROM/PROM, I/O, Serial & Parallel, dan Timer, Interrupt Controller.

Berdasarkan dari penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa mikrokontroler merupakan sebuah alat elektronik yang dapat digunakan untuk memproses suatu inputan dan menghasilkan *output* sesuai dengan perintah atau kode program yang ditanamkan pada mikrokontroler tersebut. Program pada mikrokontroler dapat ditulis dan dihapus sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan oleh programmer itu sendiri karena sejatinya penggunaan mikrokontroler ini bertujuan untuk memudahkan kinerja dan menyederhanakan suatu rangkaian sistem agar dapat menjadi suatu sistem yang efisien dan efektif.

Dalam penenerapannya mikrokontroler sudah banyak diterapkan pada berbagai alat elektronik, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa peningkatan efektivitas dan efisiensi menjadi faktor utama pendorong untuk menerapkan mikrokontroler di berbagai perangkat elektronik.

Berikut rangkaian internal dari sebuah mikrokontroler secara umum:

- 1) CPU (Central Processing Unit)
CPU adalah suatu bagian dalam rangkaian mikrokontroler yang mana berfungsi sebagai inti dari mikroprosesor dan bertugas untuk melakukan pemrosesan data.
- 2) RAM (Random Access Memory)

RAM adalah suatu memori dari mikrokontroler yang digunakan untuk menyimpan data sementara yang berupa register-register. RAM bersifat volatile, volatile adalah salah satu sifat dari memori yang bersifat menyimpan data sementara dan data yang disimpan akan hilang ketika memori kehilangan daya.

- 3) ROM (Read Only Memory)
ROM adalah suatu memori dari mikrokomputer yang digunakan untuk menyimpan data yang bersifat non-volatile, non-volatile adalah suatu sifat dari memori yang mana data yang terdapat pada memori tidak boleh hilang saat kehilangan daya, biasanya ROM digunakan untuk menyimpan data penting seperti pengaturan sistem, *username*, dan *password*.
- 4) I/O (Input/Output)
I/O adalah suatu bagian dari mikrokontroler yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat lain agar dapat saling berkomunikasi.
- 5) Timer
Timer adalah suatu bagian dari mikrokontroler yang berfungsi mengatur waktu pada sistem.
- 6) EEPROM
Merupakan Memori untuk menyimpan data yang sifatnya non-volatile.
- 7) ADC
Konverter sinyal analog menjadi data digital
- 8) UART
Sebagai antarmuka komunikasi serial asynchronous.

2.4 Wemos D1 Mini

Wemos D1 mini adalah papan komputer dari mikrokontroler yang berbasis ESP8266 dengan menggunakan chip ESP-8266EX yang memiliki prosesor 32 bit. Seperti board berbasis ESP8266 lainnya, wemos D1 mini beroperasi pada tegangan operasional

3,3 V, memiliki 16 pin termasuk didalamnya special pin untuk fungsi i2c, one-wire support, PWM, SPI, Interrupt, memiliki 1 buah pin analog input, berbasis micro USB, memory flash sebesar 4MB dan tombol reset dapat dilihat dari Gambar 2.1 yang menunjukkan gambar dari Wemmos D1 Mini.

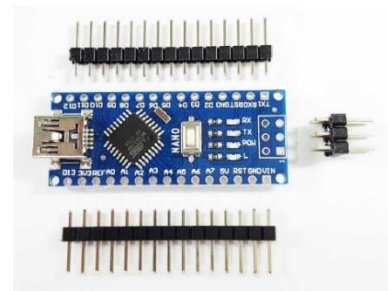


Gambar 2.1 Mikrokontroler Wemos D1 Mini (Sumber: Landasan Teori)

Board tersebut telah memiliki paket lengkap yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, sehingga dapat menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC (Arief, U. Mediaty. 2011).

2.5 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech, Bentuk dari Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arduino Nano (Sumber: Landasan Teori)

2.6 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang dikembangkan oleh Arduino yang digunakan untuk proses penulisan dan penanaman program ke perangkat mikrokontroler. *Software* Arduino IDE bersifat *open source* dengan kode sumber yang tersebar dan tersedia bebas dan dapat berjalan di *multiplatform*, software Arduino IDE ini mempunyai dua jenis yaitu Arduino IDE online dan Arduino IDE offline. Pada bagian penulisan programnya Arduino menggunakan Bahasa processing yang mana merupakan Bahasa tingkat tinggi sedangkan software Arduino IDE dibangun menggunakan Bahasa pemrograman java, Arduino IDE terdiri dari beberapa bagian yaitu Editor, Compiler dan Uploader.

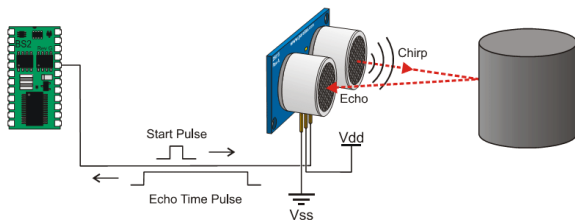
2.7 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing,

kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat. Jika gelombang ultrasonik berjalan melalui sebuah medium, secara matematis besarnya jarak dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan dihitung sebagai berikut:



Gambar 2.3 Alur proses cara kerja sensor ultrasonik

(Sumber: Rochim Adian, Publikasi, Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik Jarak Lebar Pulsa)

Dengan penjelasan s adalah jarak dalam satuan meter, v adalah kecepatan suara yaitu 344 m/detik dan t adalah waktu tempuh dalam satuan detik. Ketika gelombang ultrasonik menumbuk suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan (Setyawan, Ari, 2018). Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *reiceiver*, dan *komparator*. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat *piezoelektrik*.

2.7.1 Modul Sensor Ultrasonic

Modul sensor Ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik Ping ini berupa pulsa yang

lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115 uS sampai 18,5 mS. Secara prinsip modul sensor ultrasonik ini terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya, dibawah ini adalah gambar sensor Ultrasonik yang dapat dilihat pada Gambar 2.4:



Gambar 2.1 Modul sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber: Landasan Teori)

Sinyal output modul sensor ultrasonik dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Modul sensor ultrasonik hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa *high* selama 5µS). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200µS oleh modul sensor ultrasonik ini. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034µS) yang kemudian mengenai objek dan dipantulkan kembali ke modul sensor ultrasonik tersebut.

Selama menunggu pantulan sinyal ultrasonik dari bagian *transmitter*, modul sensor ultrasonik ini akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (*low*) ketika suara pantulan terdeteksi oleh modul sensor ultrasonik. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan

jarak antara modul sensor ultrasonik dengan objek.

2.8 Modul Sensor Proximity Induktif

Sensor proximity induktif adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi objek logam saja, pendeteksian tersebut dilakukan tanpa harus menyentuh objek logam tersebut. Sensor ini terdiri dari inti ferrit (Coil), sebuah osilator dan detektor pemicu sinyal serta rangkaian keluaran dari sensor tersebut bentuk dari sensor induktif dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Modul Sensor Proximity Induktif
(Sumber: Landasan Teori)

Cara kerja sensor proximity induktif dengan memancarkan gelombang elektromagnetik dan mendeteksi perubahan bentuk gelombang elektromagnetik tersebut saat sensor mendeteksi logam dan akan menghasilkan output yang selanjutnya akan diproses oleh kontroler.

Sensor akan mendeteksi objek logam pada jarak tertentu sesuai spesifikasi dari sensor tersebut. Saat sensor mendeteksi keberadaan objek logam maka akan terjadi perubahan bentuk sinyal yang mengakibatkan hilangnya energi dan mengakibatkan amplitudo yang kecil pada osilasi sehingga akan memicu trigger *circuit* dan memberikan output pada sensor tersebut.

2.9 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang

terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo.

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Jenis motor Servo yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini:



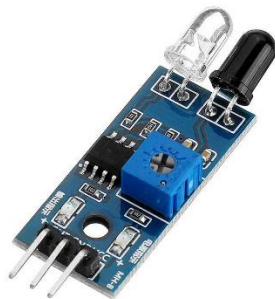
Gambar 2.6 Motor Servo
(Sumber: Landasan Teori)

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

2.10 Sensor Infrared

Sensor *Infrared* adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi benda ketika cahaya infra merah terhalangi oleh benda. Sensor *infrared* terdiri dari led *infrared* sebagai pemancar dan *fototransistor* sebagai penerima cahaya infra merah. Led *infrared* sebagai pemancar cahaya infra merah merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode Infrared* yang terbuat dari bahan Galium Arsenida (GaAs) dapat memancarkan cahaya infra merah dan radiasi panas saat diberi energi listrik.

Pada penelitian ini *infrared* digunakan untuk mengetahui kapasitas jumlah sampah yang masuk kepenampungan dan melewati jangkauan sensor *infrared*, sensor infrared akan terhubung dengan mikrokontroler wemos D1 mini, berikut adalah gambar sensor Infrared yang digunakan yang tertera pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sensor Infrared (Sumber: Landasan Teori)

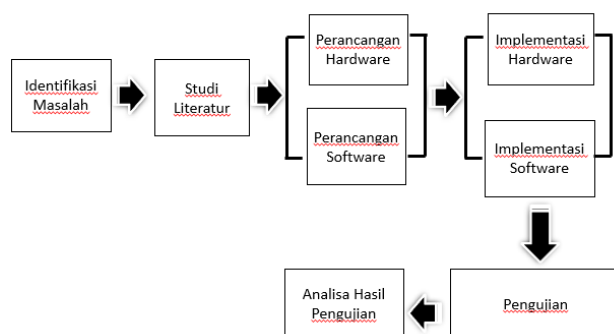
2.11 Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, Node MCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi dan lain-lain

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Kerja Penelitian

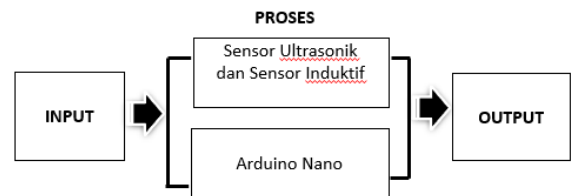
Alur kerja Penelitian yang dilakukan untuk membuat Prototipe Alat Pemilahan Sampah Cerdas Berbasis Internet Of Things dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Kerja Penelitian (Sumber: Perancangan)

3.2 Alur Blok Diagram Pemilahan Sampah

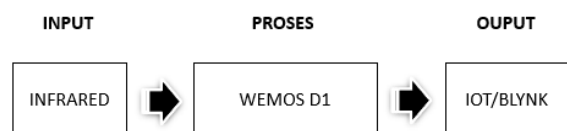
Alur Diagram Pemilahan Sampah komponen yang akan digunakan adalah modul sensor ultrasonik, sensor induktif dan mikrokontroler Arduino Nano yang ditampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Blok Diagram Pemilahan Sampah (Sumber: Perancangan)

3.3 Alur Diagram IOT

Pada Gambar 3.3. merupakan Alur Diagram IOT, komponen yang akan digunakan adalah modul *infrared*, Wemos D1 dan *software* Blynk.



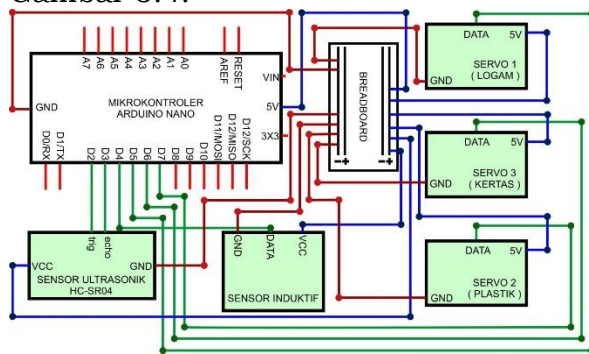
Gambar 3.3 Alur Diagram IOT (Sumber: Perancangan)

3.4 Desain Logis

3.4.1 Skema Keseluruhan Pemilahan Sampah

Rangkaian keseluruhan pemilahan sampah adalah gabungan rangkaian sensor ultrasonik, sensor induktif dan motor servo. Secara keseluruhan semua perangkat yang akan diprogram akan dihubungkan pada mikrokontroler Arduino Nano menggunakan kabel jumper melalui pin yang sudah disediakan. Perangkat dengan jumlah pin yang kurang atau tidak sesuai dengan alur rangkaian untuk saling terhubung akan dihubungkan menggunakan *breadboard* untuk menambah input pin pada mikrokontroler. Adapun gambaran desain rangkaian keseluruhan

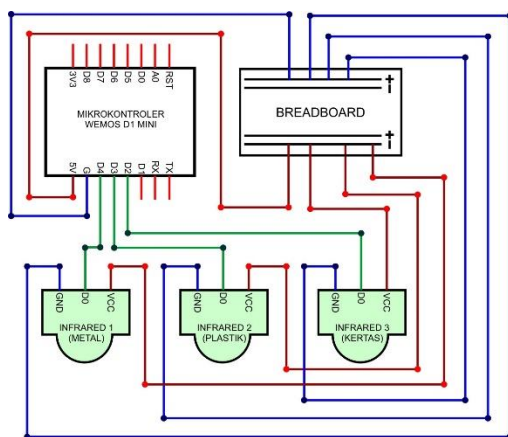
pemilahan sampah dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Skema Rangkaian Keseluruhan Pemilahan Sampah (Sumber: Perancangan)

3.5 Skema Rangkaian IOT

Skema rangkaian perangkat keras yang terhubung untuk dapat melakukan IOT sehingga memberikan informasi terkait kapasitas sampah adalah dengan menggunakan Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler utama serta menggunakan 3 (tiga) sensor *infrared* sebagai sensor penerima data untuk memberikan data yang diterima ketika sampah mengenai sensor *infrared* yang akan digunakan. Sensor yang digunakan memiliki tugasnya masing-masing untuk memberikan jenis sampah apa yang mengenai sensor, yang nantinya akan diprogram didalam mikrokontroler Wemos D1 Mini, Gambar 3.5 adalah gambar skema rangkaian IOT.



Gambar 3.5 Skema Rangkaian IOT (Sumber: Perancangan)

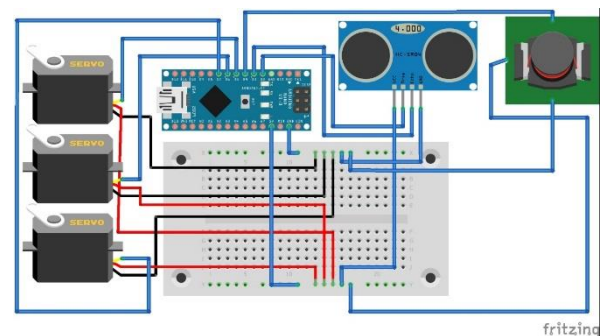
Seluruh *infrared* terhubung pada mikrokontroler Wemos D1 Mini dimana Wemos D1 akan terkoneksi dengan internet sehingga dapat memberikan data akumulasi jumlah sampah yang telah terdeteksi oleh *infrared* melalui media aplikasi *mobile Blynk*.

3.5.1 Desain Fisik

Desain fisik ditujukan untuk memberikan gambaran secara umum kepada user tentang sistem perangkat keras. Desain fisik memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan kepada pemakai sistem serta memberikan gambaran yang jelas dan rancang bangun *hardware* yang lengkap yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan program komputer untuk perangkat itu sendiri.

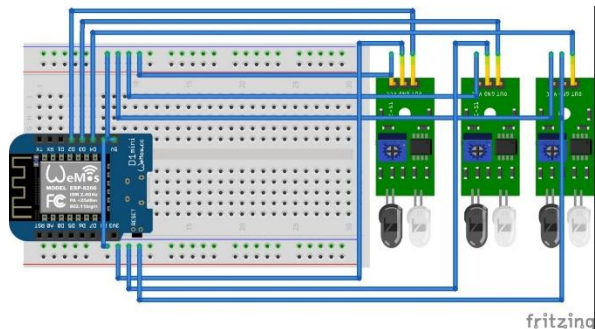
3.5.2 Perancangan Keseluruhan Hardware Pemilahan Sampah

Perancangan perangkat keras (*Hardware*) keseluruhan pemilahan sampah adalah menghubungkan modul sensor ultrasonik dan modul sensor induktif dengan mikrokontroler Arduino Nano, dimana Arduino Nano merupakan pusat dari pemrosesan data dan sistem kendali dari rangkaian pemilahan sampah, yang menggunakan motor servo sebagai perangkat mekanik atau penggerak dari proses pemilahan sampah Gambar 3.6 adalah gambar perancangan perangkat keras pemilahan sampah



Gambar 3.6 Perancangan Keseluruhan Hardware Pemilahan Sampah (Sumber: Perancangan)

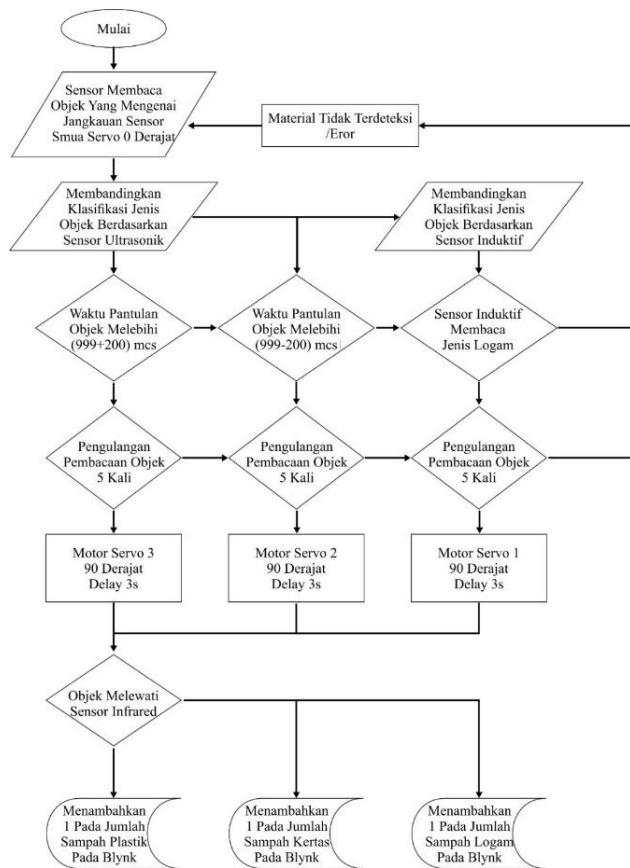
Perancangan perangkat keras IOT tersusun dari mikrokontroler Wemos D1 Mini dan modul sensor *infrared*, perangkat utama pemrosesan penerima dan pengirim jaringan terdapat pada Wemos D1 Mini dan penerima data yang diterima dari objek sampah adalah sensor *infrared*, pada Gambar 3.7 akan menunjukkan rancangan perangkat keras IOT.



Gambar 3.7 Gambar Perancangan Hardware IOT
(Sumber: Perancangan)

3.6 Perancangan Keseluruhan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak pemilahan sampah dan IOT berbeda dan dipisahkan agar menjadi lebih mudah dalam pengaplikasiannya. Adapun perancangan perangkat lunak keseluruhan pemilahan sampah ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Perancangan Perangkat Lunak Keseluruhan
(Sumber: Perancangan)

3.7 Perancangan Rumah (House Casing)

Pada bagian ini akan membahas tentang bagaimana perancangan dan pembuatan *housing* atau rumah yaitu wadah penampung yang digunakan untuk tempat menempelnya perangkat keras agar mudah digunakan serta merapikan tata letak perangkat keras.

3.7.1 Perancangan Rumah (House Casing) Bagian Atas

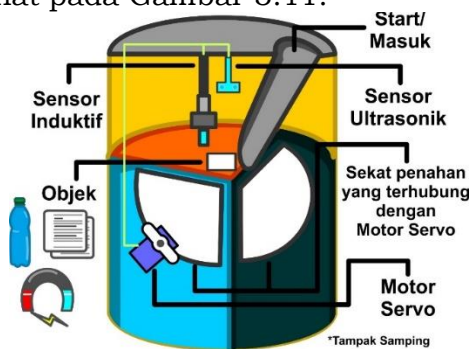
Pertama bagian atas rumah dibuat dengan membuat lubang pada bagian atas rumah sebagai tempat masuknya objek lubang dibuat agak samping karena bagian tengah diperuntukan sebagai tempat menempelnya sensor ultrasonik dan sensor induktif, Gambar 3.9 adalah gambar rumah alat bila dilihat dari atas.



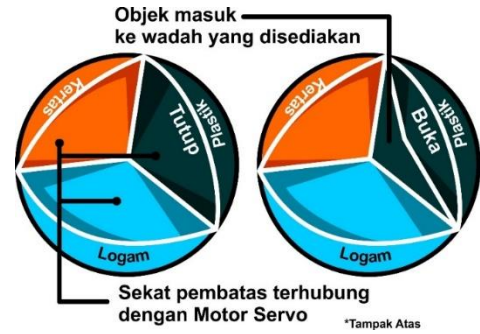
Gambar 3.9 Perancangan Rumahan Bagian Atas
(Sumber: Perancangan)

3.7.2 Perancangan Rumahan (House Casing) Bagian Tengah

Bagian tengah rumahan pada Gambar 3.10 merupakan tempat terjadinya proses pemilahan sampah dimana objek akan dideteksi dengan sensor induktif dan ultrasonik, yang selanjutnya akan dihubungkan dengan motor servo yang terhubung dengan papan sekot masing-masing untuk membuka dan menutup wadah objek yang ditentukan bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.11.



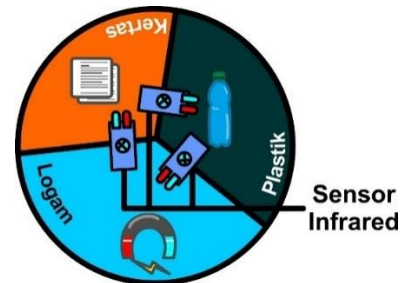
Gambar 3.10 Rancangan Rumahan Bagian Tengah
(Sumber: Perancangan)



Gambar 3.11 Perancangan Rumahan Bagian Tengah
(Sumber: Perancangan)

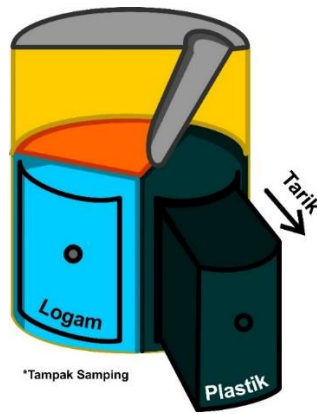
3.7.3 Perancangan Rumahan (House Casing) Bagian Bawah

Pada Gambar 3.12 adalah bagian akhir atau bagian bawah berfungsi sebagai wadah penyimpanan objek dan sekaligus tempat menempelnya sensor *infrared* sebagai sensor untuk mengetahui jumlah kapasitas sampah.



Gambar 3.12 Perancangan Rumahan Bagian Bawah
(Sumber: Perancangan)

Pada bagian akhir adalah membangun bagian laci pada bagian bawah samping sebagai wadah penyimpanan sampah atau objek yang telah dikelompokkan untuk memudahkan pengambilan sampah yang telah dikelompokkan dapat dilihat pada Gambar 3.13



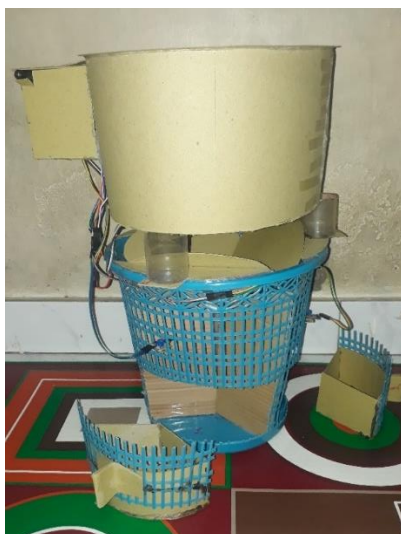
Gambar 3.13 Laci Wadah Penampungan Sampah (Sumber: Perancangan)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

Implementasi perangkat keras terdiri dari gabungan dari keseluruhan perangkat keras yang terhubung dengan alat pemilah sampah cerdas berbasis *internet of thing* yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 merupakan tempat sampah yang berbentuk tabung yang terbuat dari plastik dan memiliki sekat pembatas sampah yang tersusun dari bahan karton.



Gambar 4.1 Implementasi Hardware (Sumber: Implementasi)

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak (Software)

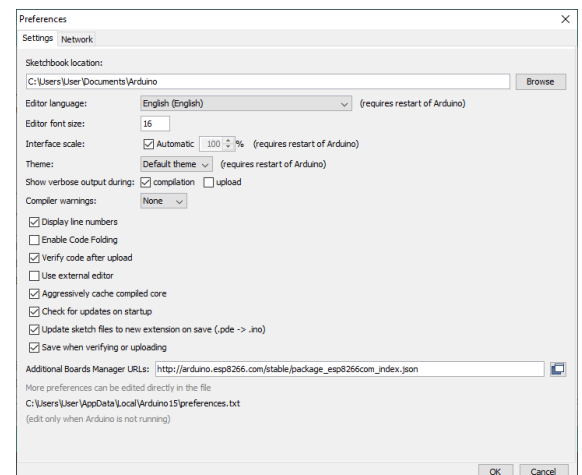
Implementasi perangkat lunak yang pertama dilakukan adalah dengan menginstal aplikasi Arduino IDE serta beberapa driver yang diperlukan diantaranya adalah Install CH340 Driver dan Install CP210 Driver.

4.1.2.1 Konfigurasi Arduino IDE

Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk memenuhi implementasi perangkat lunak yang merujuk pada konfigurasi arduino IDE berikut adalah tahapannya:

1) Instalasi *preferences* pada Arduino IDE

Instalasi *preferences* bertujuan untuk mengenalkan papan sirkuit atau mikrokontroler kepada arduino IDE yang terdapat pada komputer kita serta menghubungkan komputer dengan papan sirkuit yang akan digunakan. Pada Gambar 4.2 menunjukkan Instalasi *preferences* pada Arduino IDE.

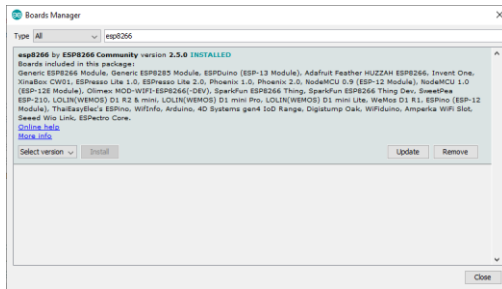


Gambar 4.2 Instalasi Preference pada Arduino IDE (Sumber: Implementasi)

2) Instalasi *board* pada Arduino IDE

Tahapan yang selanjutnya adalah melakukan instalasi definisi *board* atau papan mikrokontroler yang kita perlukan anatar lain yaitu boards ESP32 dan ESP8266. Gambar 4.3 adalah gambar

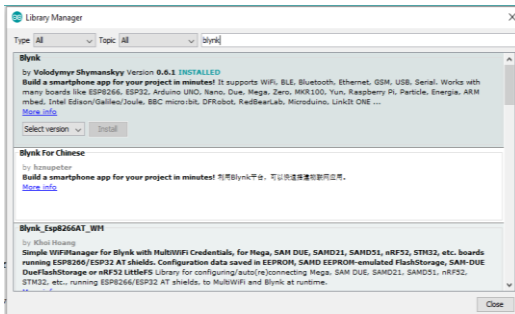
instalasi boards pada Arduino IDE.



Gambar 4.3 Instalasi Board Arduino IDE (Sumber: Implementasi)

3) Instalasi Lybrary Blynk pada Arduino IDE

Instalasi *library* merupakan tahapan akhir pada konfigurasi Arduino IDE dimana library bertujuan agar papan sirkuit dapat terhubung dengan pihak ketiga atau aplikasi *third party* dimana. Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Instalasi Lybrary Blynk pada Arduino IDE (Sumber: Implementasi)

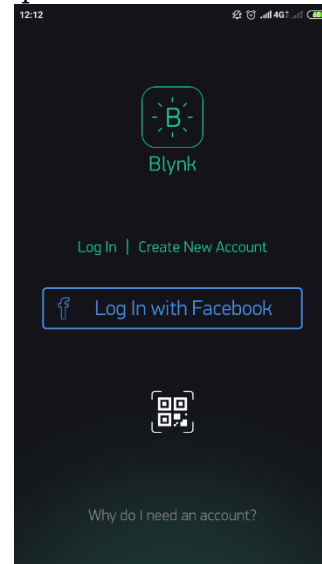
4.1.3 Konfigurasi Blynk

Blynk sebuah aplikasi yang menggunakan metode drag and drop widget yang tidak terikat dengan board module manapun. dimana aplikasi Blynk dapat mengontrol mikrokontroler secara jarak jauh menggunakan koneksi internet. Konfigurasi Blynk dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut:

4.1.3.1 Instalasi Blynk

Instalasi Blynk dilakukan pada media smartphome yang menggunakan system perangkat android sehingga instalasi dilakukan dengan cara mendownload aplikasi melalui Playstore.

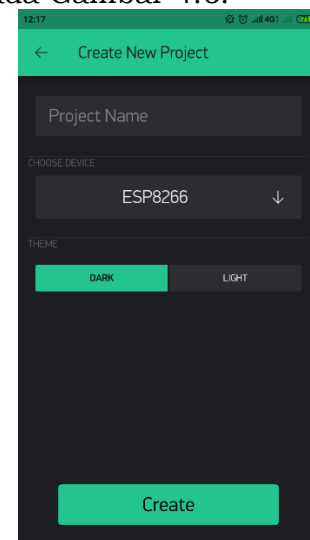
Adapun tampilan awal aplikasi Blynk disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tampilan Awal Blynk (Sumber: Implementasi)

4.1.3.2 Konfigurasi Blynk

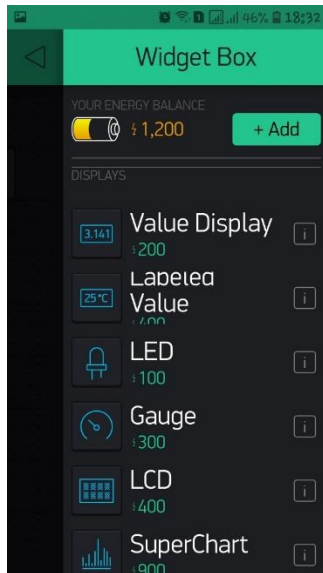
Pada tahapan konfigurasi hal yang selanjutnya dilakukan adalah menambahkan proyek baru melalui pilihan *create new project*, kemudian masukan nama *project* yang akan kita buat dan menghubungkan dan mencocokkan *device* yang akan terhubung pada aplikasi Blynk. Adapun tampilan *new project* pada aplikasi Blynk disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan New Project Blynk (Sumber: Implementasi)

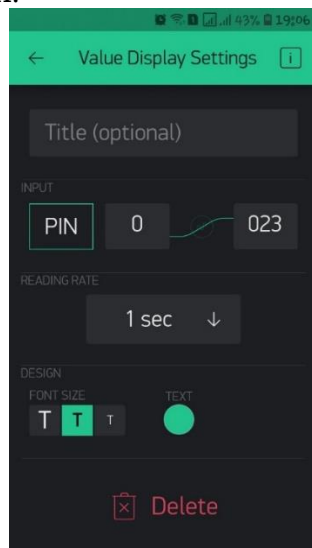
Tahapan selanjutnya adalah masuk di menu widget pada aplikasi

Blynk adalah tambahan *Widget Box* dengan menambahkan *widget value display* pada menu *widget box* yang terletak pada bagian kanan tampilan aplikasi untuk menunjukkan jumlah kapasitas sampah yang telah masuk yang ditunjukkan pada Gambar 4.7



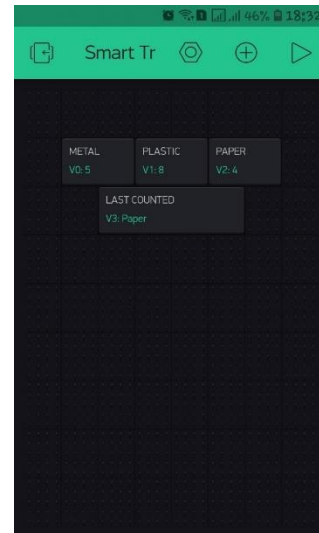
Gambar 4.7 *Widget box* (Sumber: Implementasi)

Tahapan konfigurasi yang selanjutnya adalah dengan mencocokkan pin yang terhubung pada *widget value* yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 sesuai dengan setiap jenis sampah yang telah ditentukan dan terhubung pada sensor *infrared* serta memberi nama setiap *widget* agar dapat dibedakan satu sama lain.



Gambar 4.8 Konfigurasi Value Display (Sumber: Implementasi)

Jika telah selesai lakukan percobaan dengan menekan tombol *play* pada bagian pojok kanan atas untuk menjalankan aplikasi, pada Gambar 4.9 adalah tampilan utama dari pembuatan *widget* pada aplikasi Blynk.



Gambar 4.9 Tampilan Utama Pembuatan Widget Blynk (Sumber: Implementasi)

4.2 Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan melakukan analisa sistem alat pemilahan sampah berbasis internet of thing (IoT) bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Pengujian dilakukan secara bertahap dengan uji Fungsional.

4.2.1 Pengujian Alat

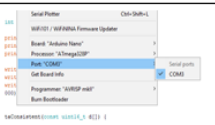
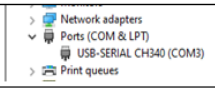
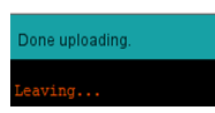
Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui semua alat yang berhubungan dengan penelitian dengan baik dan benar, hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel fungsional.

4.2.1.1 Tabel Uji Fungsional

1) Pengujian Mikrokontroler

Terdapat dua mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini, pengujian dilakukan pada kedua mikrokontroler tersebut apabila terhubung pada komputer dan tingkat keberhasilan saat mengunggah *coding* yang telah dibuat oleh peneliti yang ditampilkan pada Tabel 4.1.

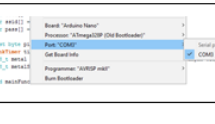
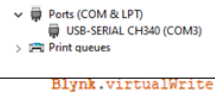
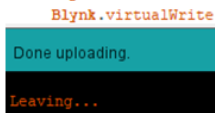
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Mikrokontroler

No.	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Serial Com		Arduino Uno dapat membaca papan mikrokontroler Arduino Nano yang terhubung melalui port 3 dengan perantara USB
	Ports Com		Komputer dapat terhubung dengan papan mikrokontroler melalui ports com 3
2	Chip		Chip papan mikrokontroler bekerja dengan baik karena dapat mengunggah program yang telah dibuat oleh peneliti

Sumber: (Pengujian)

2) Pengujian WeMos
Untuk hasil pengujian pada mikronkontroler Wemos disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian pada Wemos

No.	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Serial Com		Papan mikrokontroler Wemos dapat terhubung dengan Arduino Uno melalui port com 3
	Ports Com		Komputer dapat membaca papan mikrokontroler wamos dengan menggunakan USB port com 3
2	Chip		Chip papan mikrokontroler wemos dapat menerima program yang telah dibuat.

Sumber: (Pengujian)

4.2.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian dilakukan dengan menaruh objek dari jenis bahan sampah yang berbeda dari bahan kertas dan bahan plastik. Menaruh objek dari jarak yang berbeda akan memberikan hasil pantul yang berbeda pada Tabel 4.3 akan menunjukan hasil dari pengujian sensor ultrasonik.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Distance	Perbandingan Pantul (ms)						
		Plastik botol	Plastik ciki	Plastik kantong	Kertas karton	Kertas buku	Kertas kardus
10 cm	Min	898	866	805	655	756	714
	Max	903	879	823	665	748	720
11 cm	Min	996	968	897	760	745	737
	Max	1012	998	923	766	747	756
12 cm	Min	1014	1003	996	844	808	780
	Max	1017	1005	997	849	810	789
13 cm	Min	1021	1014	1004	866	852	805
	Max	1030	1018	1009	868	856	813
14 cm	Min	1066	1032	1015	922	894	867
	Max	1068	1044	1021	934	901	887
15 cm	Min	1088	1055	1033	987	932	903
	Max	1098	1076	1045	988	940	923

Sumber: (Pengujian)

4.2.3 Pengujian Sensor Induktif

Pengujian induktif dilakukan untuk mengumpulkan data dari jenis sampah logam, dari satuan jarak dari sensor induktif dan jenis logam yang sering berada di tempat sampah hasil dari pengujian sensor induktif akan ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Induktif

Contoh Logam	Jarak	Hasil	Keterangan
Kaleng Minuman	1-3 cm	Benar	Berhasil terbaca karena botol minuman memiliki kapasitas yang cukup besar
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Paku	1-3 cm	Benar	Karena paku berukuran kecil sensor tidak dapat membaca dari jarak <3 cm
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Kaleng Makanan	1-3 cm	Benar	Berhasil membaca dengan baik
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Penjepit kertas	1-3 cm	Benar	Berhasil membaca dengan baik
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Kawat besi	1-3 cm	Benar	Karena kawat yang tidak beraturan hasil dari sensor kurang terbaca dengan baik
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Sendok	1-3 cm	Benar	Berhasil membaca dengan baik
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Korek api	1-3 cm	Benar	Berhasil membaca dengan baik
	3-5 cm	Tidak terbaca	
Sampah stainless steel	1-3 cm	Benar	Sensor dapat membaca logam stainless steel
	3-5 cm	Tidak terbaca	

Sumber: (Pengujian)

4.2.4 Pengujian Sensor *Infrared*
 Pengujian sensor *infrared* dilakukan dengan mengukur jarak yang dapat dibaca oleh sensor Tabel 4.5 akan menunjukkan hasil pengujian dari setiap sensor *infrared* yang ada, serta meninjau sensor yang terhubung dengan aplikasi Blynk.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor *Infrared*

Jarak	Infrared 1 (Logam)	Infrared 2 (Plastik)	Infrared 3 (Kertas)
0-1 cm	Terbaca	Terbaca	Terbaca
1-2 cm	Terbaca	Terbaca	Terbaca
2-3 cm	Terbaca	Terbaca	Terbaca
3-4 cm	Terbaca	Terbaca	Terbaca
4-5 cm	Terbaca	Terbaca	Terbaca

Sumber: (Pengujian)

4.3. Analisa Hasil Pengujian

4.3.1 Analisa Hasil Pengujian Mikrokontroler

Pada percobaan yang dilakukan pada kedua mikrokontroler yaitu Arduino Nano dan Wemos D1 Mini dengan memasukan program menggunakan *Software* Arduino IDE program berjalan dengan baik pada software Arduino IDE hal ini ditandai dengan “*done uploading*”, kemudia pada penggunaan USB mikrokontroler dapat terhubung dengan baik melalui portCOM 3 pada computer, wemos dapat terhubung dengan wifi dengan baik dengan menambah jaringan yang akan digunakan.

4.3.2 Analisis Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Berdasarkan Analisa kebutuhan sensor Ultrasonik diperlukan untuk melakukan proses perhitungan untuk membedakan sampah dari bahan plastik dan bahan kertas, pada saat pengujian sensor dapat bekerja dengan baik dengan menggerakkan motor servo dari jenis bahan yang dibedakan, tetapi karena perbandingan pantul dari jenis bahan yang kurang signifikan membuat hasil dari perhitungan sensor kurang tepat ditambah dengan penggunaan bahan karton sebagai penyangga tutup sampah membuat sensor membaca tutup tersebut sebagai sampah sehingga harus membuat jarak yang cukup jauh

antara sensor dengan tutup pembatas tersebut.

4.3.3 Analisa Hasil Pengujian Sensor Induktif

Pada pengujian sensor induktif yang digunakan untuk mengetahui jenis sampah logam sensor dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, sensor dapat membaca bahan logam dari jarak <3cm. pada spesifikasi yang diberikan oleh sensor induktif, sensor seharusnya dapat membaca bahan logam <5 cm.

4.3.4 Analisis Pengujian Sensor *Infrared*

Ketiga sensor *infrared* yang terhubung dengan Wemos D1 mini dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, sensor dapat terhubung dengan pin yang akan dihubungkan pada aplikasi Blynk dengan sangat baik, untuk penghitungan jaraknya sensor harus di atur secara manual dengan memutar baut menggunakan obeng pada bagian tengah sensor *infrared*.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap sistem alat pemilah sampah cerdas berbasis *internet of things* (IOT) dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Pembuatan prototipe alat pemilah sampah cerdas berbasis Internet Of Things telah berhasil dilakukan.
- 2) Pembuatan program yang terhubung antara papan mikrokontroler dan aplikasi Blynk berjalan sesuai dengan perintah yang diberikan.
- 3) Pengujian yang dilakukan pada Sensor Ultrasonik yaitu dengan melakukan proses perhitungan untuk membedakan sampah dari bahan plastik dan bahan kertas, pada saat pengujian sensor dapat bekerja dengan baik dengan menggerakkan motor servo dari jenis bahan yang dibedakan, tetapi karena perbandingan pantul dari jenis bahan yang kurang signifikan membuat hasil dari perhitungan sensor kurang

tepat ditambah dengan penggunaan bahan karton sebagai penyangga tutup sampah membuat sensor membaca tutup tersebut sebagai sampah sehingga harus membuat jarak yang cukup jauh antara sensor dengan tutup pembatas tersebut.

- 4) Pada pengujian sensor induktif yang digunakan untuk mengetahui jenis sampah logam sensor dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, sensor dapat membaca bahan logam dari jarak <3cm. pada spesifikasi yang diberikan oleh sensor induktif, sensor seharusnya dapat membaca bahan logam <5 cm.
- 5) Ketiga sensor *infrared* yang terhubung dengan Wemos D1 mini dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, sensor dapat terhubung dengan pin yang akan dihubungkan pada aplikasi Blynk dengan sangat baik, untuk penghitungan jaraknya sensor harus di atur secara manual dengan memutar baut menggunakan obeng pada bagian tengah sensor *infrared*.

5.2. Saran

Dalam pembuatan Prototype Alat Pemilah Sampah Berbasis Internet Of Things ini masih terdapat banyak kekurangan yang mungkin dapat disempurnakan dan dikembangkan lagi. Maka peneliti memberi saran diantaranya:

- 1) Alat memiliki sistem daya yang menggunakan tenaga solar agar dapat diletakan pada ruangan terbuka.
- 2) Alat memiliki area jaringan internet yang disediakan khusus untuk alat itu sendiri.
- 3) Menambahkan sensor yang lebih banyak agar klasifikasi sampah menjadi lebih detail dan memiliki kelas sampah yang lebih banyak. Penambahan modul PWM (*Pulse Width Modulation*) pada motor servo sebagai actuator, untuk

mengurangi terjadinya panas yang berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiasih, K. Sri, M.Si. 2010, "Pemilahan Sampah sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Yang Baik", Makalah Program PPM Universitas Negeri Yogyakarta
- Cahyati dan Ramdhani, 2021," Aplikasi Android Monitoring Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things", eProsiding Teknik Informatika (PROTEKTIF), Vol. 2 No.1 Juni 2021, <https://eprosiding.ars.ac.id/index.php/pti>
- Havid dan Wibisono, 2022, "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Berdasarkan Jenis Organik dan Anorganik", JOUTICA Volume 7 No.2 Tahun 2022, jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/informatika.
- Harmaji, L dan Khairullah, 2019, "Rancang Bangun Tempat Pemilah Sampah Logam Dan Nonlogam Otomatis Berbasis Mikrokontroler", Jurnal Ilmiah Komputer Progresif: Vol. 15, No. 2, Agustus 2019: 73-82.
- Jusuf, dkk, 2022,"Perancangan Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things", Jutisi: Vol. 11, No.3, Desember 2022: 807-818
- Mandaka, M, 2019," Pemanfaatan Limbah Sampah Sebagai Elemen Interior di Kelurahan Tandang Semarang", Majalah Inspiratif, Volume 4 Nomor 8, Juli 2019
- Puadi dan Hambali, 2022, "Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis" JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia Vol. 3, No. 1, 2022

Sadi dan Zuvikal, 2022,” Monitoring Alat Pemisah Sampah Pada Saluran Irigasi Berbasis IoT Secara Realtime”, Prosiding Simposium Nasional Multidisiplin Universitas Muhammadiyah Tangerang Volume 4, 2022, Prosiding Simposium Nasional Multidisiplin (SinaMu) (umt.ac.id)

Widyastuti, dkk, 2021, “Perancangan Tempat Sampah dengan Pemisah Sampah Logam dan Nonlogam Secara Otomatis dengan Kapasitas yang Dapat Dipantau Menggunakan Aplikasi Berbasis IoT”, Jurnal Ilmiah KOMPUTASI, Volume 20 No: 1, Maret 2021.