

SISTEM PENGONTROLAN TEMPAT SAMPAH CERDAS MENGGUNAKAN WEMOS D1

Sul Jeplin¹, Daniel Irdan Rombe², Hestikah Eirene Patoding³, Nicolaus Allu⁴

e-mail : suljeplin@gmail.com¹, rombeirdan@gmail.com²,
hestikah@ukipaulus.ac.id³, nick.allu14@gmail.com⁴

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13, Makassar 90243

Abstrak : Lingkungan sehat adalah lingkungan yang terhindar dari penumpukan sampah dikarenakan sampah bisa menjadi sumber penyakit serta bau dari sampah yang kurang sedap. Perancangan tempat sampah cerdas ini ditujukan pada lingkungan sekolah, lingkungan kampus dan lingkungan perkantoran yang berfasilitas WIFI.

Tempat sampah cerdas menggunakan wemos d1 adalah tempat sampah moderen yang mempunyai kelebihan mengirim informasi ke pada petugas kebersihan jika sampah sudah penuh lewat aplikasi BLYNK pada handphone dan tempat sampah cerdas mempunyai beberapa alat tambahan seperti sensor ultrasonic berfungsi sebagai mendeteksi benda, LCD berfungsi menjadi indikator pemberitahuan sampah berupa tulisan " Sampah sudah penuh " jika tempat sampah cerdas sudah penuh dan " Sampah masih kosong ", LED berfungsi sebagai indikator lampu LED merah untuk sampah penuh, LED biru untuk sampah masih kosong, Buzzer yang bunyi ketika sampah penuh dan diam ketika sampah belum penuh.

Kata kunci : Tempat sampah, sensor ultrasonic, wemos D1, wifi dan blynk

SMART TRASH BIN CONTROL SYSTEM USING WEMOS D1

Abstract: A healthy environment is an environment that is protected from the accumulation of garbage because garbage can be a source of disease and the smell of garbage is unpleasant. The design of this smart trash can is aimed at the school environment, campus environment and office environment with WIFI facilities.

The smart trash can using the wemos d1 is a modern trash can that has the advantage of sending information to the cleaners if the trash is full via the BLYNK application on the cellphone and the smart trash can has several additional tools such as ultrasonic sensors that function as detecting objects, the LCD serves as a garbage notification indicator in the form of the words "Trash is full" if the smart trash can is full and "Trash is still empty", the LED functions as a red LED light indicator for full garbage, blue LED for trash is still empty, Buzzer that sounds when the trash is full and silent when the trash is not full .

Keywords : Trash can, ultrasonic sensor, wemos D1, wifi and blynk.

PENDAHULUAN

Membuang sampah pada tempatnya mungkin sesuatu yang mudah bagi setiap orang tetapi kenyataannya masih banyak ditemukan sampah yang berserakan di sembarang tempat. Hal ini dikarenakan rasa kurang kepedulian masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan sekitar. Sampah merupakan ancaman

serius bagi masyarakat, karena membuang sampah sembarangan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Hal ini terbukti dengan adanya UU nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Bagi pelaku kejahatan sampah yang berdampak kerusakan lingkungan dan menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia akan diberi sanksi berupa kurungan selama tiga bulan atau denda maksimal sebesar Rp 50 juta.[1]

Tempat sampah merupakan wadah untuk menampung sampah sementara, yang biasanya terbuat dari logam atau plastik. Selama ini banyak petugas kebersihan dan manusia yang menghiraukan tempat sampah penuh yang harusnya di buang pada tempat sampah akhir atau pun tempat sampah sementara, ini banyak terjadi pada lingkungan perkantoran, lingkungan sekolah dan lingkungan kampus. Penulis berinisiatif membuat tempat sampah cerdas yang dapat mengingatkan petugas sampah dan masyarakat sekitar untuk mengangkut atau membuang sampah di tempat sampah sementara. Salah satu teknologi yang populer adalah mikrokontroler yang sering dipasangkan pada peralatan canggih sebagai pengendali kerja, mikrokontroler ini akan dihubungkan dengan LCD, LED, sensor dan buzzer. Komponen elektronika yang didalamnya terkandung sistem interkoneksi antara Mikroprosesor, RAM, ROM, I/O interface, dan beberapa peripheral instruksi. sebuah system komputer yang seluruh atau sebagian besar dikemas dalam satu. Berdasarkan latar belakang diatas penulis akan membuat suatu inovasi Sistem Pengontrolan Tempat Sampah Cerdas Menggunakan Wemos D1, yang bertujuan untuk tidak terjadinya penumpukan sampah dan lingkungan yang lebih sehat.

TINJAUAN PUSTAKA

Yudha Elasya, Didik Notosudjono, Evyta Wisniana (2016) yang berjudul "Aplikasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328 Untuk Merancang Tempat Sampah Pintar" ini menjelaskan tentang tempat sampah pintar didefinisikan sebagai sebuah tempat sampah otomatis yang dimanfaatkan untuk memudahkan proses pembuangan sampah karena tidak diperlukan kontak langsung dengan penutupnya, sampah yang sudah penuh akan segera dibersihkan karena terintegrasi langsung ke pengelola sampah.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Dwi Wahyu (2016) yang berjudul "Updating Running Text Berbasis Arduino Melalui Android". Pada penelitian tersebut menggunakan dua mikrokontroler yaitu Arduino dan Wemos. Untuk melakukan updating teks, membutuhkan sebuah aplikasi android yang terhubung dengan sebuah Web server dan terkoneksi dengan internet. Untuk proses pengiriman data ke Web server dengan memanfaatkan sebuah fasilitas Internet of Things (IoT). Proses koneksi tersebut dilakukan secara terus-menerus untuk mengecek sebuah data berupa

karakter. Alat dapat berjalan dengan normal dan hanya menampilkan informasi berupa teks.

Dian Mustika Putri (Lahir Sragen, 30 Mei 1997). "Mengenal Wemos D1 mini Dala Dunia IOT". Pengontrolan peralatan elektronik dari jarak jauh dengan menggunakan dukungan media IOT (internet of things), salah satu hardware dari pengembangan berbasis IOT adalah wemos D1 mini yang merupakan salah satu mikrokontroler hasil pengembangan berbasis modul ESP8266. Masih terdapat modul wifi yang berbasis ESP8266 seperti Nodemcu yang sering digunakan sebagai penghubung internet ke smartphone.

Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan atau tidak bermanfaat 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. Akan tetapi karena dalam kehidupan manusia didefinisikan konsep lingkungan maka sampah dapat dibagi menurut jenis-jenisnya.

Wemos D1

Wemos merupakan salah satu modul board yang dapat berfungsi dengan arduino khususnya untuk project yang mengusung konsep IOT. Wemos dapat running standalone tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler, berbeda dengan modul wifi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut, wemos dapat running stand-alone karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA serta transfer program secara wireless. Wemos D1 yang di pakai untuk merancang tempat sampah cerdas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Wemos D1

Sumber : Andy (2019)

Board ini sering dibilang ESP versi UNO karena bentuk fisiknya yang mirip Arduino itu. Yang membedakan hanya penggunaan IC-nya, dimana Wemos D1 yang menggunakan ESP8266 sementara

Arduino Uno menggunakan ATmega328. Akan tetapi keduanya memiliki banyak persamaan misalnya IC Driver yang digunakan sama-sama CH340G, sama-sama menggunakan micro USB dan dilengkapi dengan port DC jack untuk power supply-nya.

Keunggulan lain dari Wemos D1 ini dibanding Arduino UNO adalah karena penggunaan IC ESP8266 yang memiliki processor 32 bit, dibanding UNO yang berintikan AVR 8 bit. Berikut ini spesifikasi lengkap dari Wemos D1:

- CPU RISC 32 bit yang berjalan pada 80MHz.
- 64Kb RAM Instruksi dan 96Kb RAM Data.
- 4MB flash memory.
- Wi-Fi.
- Terdapat 16 pin digital input dan output (GPIO).
- Konektifitas peripheral I2C,SPI dan I2S.
- 1 Analog Digital Converter (ADC) dengan inputan maksimal 3,3vDC.
- Kompatibel dengan shield-shield Arduino UNO yang beredar di pasaran.
- Port Power Supply dengan tegangan 5v DC, seperti Arduino UNO.

Penentuan Pin GPIO berikut ini perbedaan Wemos dengan Arduino UNO : Perbedaan lainnya antara Wemos D1 dengan Arduino adalah terletak pada assignment pin-nya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Arduino-UNO	Wemos-D1R2	Arduino-UNO	Wemos-D1R2
SCL I2C SCL	→ GPIO05 I2C SCL	GPIO8	→ GPIO12
SDA I2C SDA	→ GPIO04 I2C SDA	GPIO7	→ GPIO14
AREF	→	GPIO6	→ GPIO2
GND	→ GND	GPIO5	→ GPIO4
GPIO13 SPI SCK	→ GPIO14 SCK	GPIO4	→ GPIO04
GPIO12 SPI MISO	→ GPIO12 MISO	GPIO3	→ GPIO05
GPIO11 SPI MOSI	→ GPIO13 MOSI	GPIO2	→ GPIO16
GPIO10 SPI SS	→ GPIO15 SS	GPIO1 TX	→ GPIO01 TX0
GPIO9	→ GPIO13	GPIO0 RX	→ GPIO03 RX0

Difference in pin assignments between Arduino UNO and Wemos-D1R2

Gambar 2. GPIO WEMOS D1

Sumber : Sora, Katatas (2020)

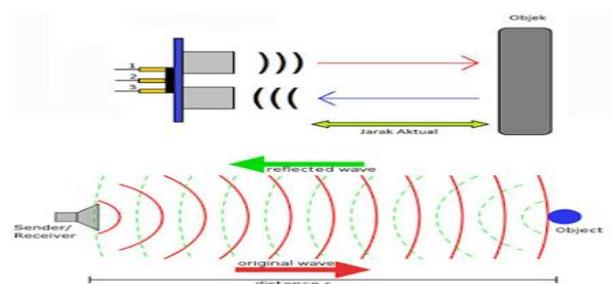
GPIO itu adalah kepanjangan dari *General Purpose Input Output*. Fungsi GPIO adalah untuk menentukan inisiasi pin board mikrokontroler yang digunakan. Dan pada codingnya nanti akan sedikit berbeda dengan inisiasi Pin board Arduino. Contohnya, jika pada board Wemos D1, pin D2 akan di inisiasikan maka yang ditulis pada coding adalah 16, bukan 2 karena D2 itu GPIO 16.

Sensor Ultrasonic (PING)

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 (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 3. Sensor ultrasonik

Sumber : Elang sakti (2014)

Gambar di atas menjelaskan cara kerja dari sensor ultrasonik Secara detail, kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.

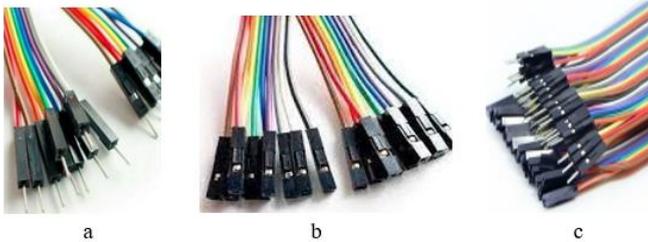
Kabel Jumper

Kabel jumper adalah suatu istilah kabel yang ber-diameter kecil yang di dalam dunia elektronika digunakan untuk menghubungkan dua titik atau lebih dan dapat juga untuk menghubungkan 2

komponen elektronika. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*).

Pada gambar 2.4 dapat kita lihat jenis-jenis kabel jumper yang sering digunakan dalam merancang alat :

- Kabel jumper male to male.
- Kabel jumper female to female.
- Kabel jumper female to male.



Gambar 4. kabel jumper.
Sumber : shopee (2022)

Pada tabel berikut ukuran panjang kabel *jumper* wemos D1 berdasarkan satuan inchi dan centimeter yang bisa dijadikan patokan dalam membeli kabel *jumper*.

Tabel 1. Ukuran kabel jumper

Inchi (In)	Centimeter (cm)
9,8	25
9,4	24
7,8	20
7,7	19,5
6,2	16
5,9	15
5,8	14,7
4,6	11,7
4,3	11

Sumber: Aldy Razor (2020)

Buzzer

Pengertian Buzzer Elektronika beserta Fungsi dan Prinsip Kerjanya. Dalam sebuah rangkaian atau peralatan yang memerlukan indikator berupa suara seperti pada rangkaian alarm anti maling, tanda peringatan mundur pada mobil atau truk dan bel rumah, maka diperlukan sebuah komponen elektronika yang mampu dan memiliki fungsi tersebut. Dibandingkan menggunakan loud speaker, maka diperlukan sebuah komponen yang harganya relatif lebih murah serta penggunaannya yang lebih mudah yaitu Buzzer Elektronika.

Buzzer yang digunakan dalam merancang tempat sampah cerdas yang berfungsi ketika tempat

sampah penuh maka berbunyi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. buzzer
Sumber : Ausomtech (2021)

Buzzer Elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. Buzzer elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran buzzer elektronika itu sendiri. Pada umumnya, buzzer elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia. Pada dasarnya, setiap buzzer elektronika memerlukan input berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis buzzer elektronika yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah buzzer yang berjenis Piezoelectric (Piezoelectric Buzzer). Hal itu karena Piezoelectric Buzzer memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan dalam rangkaian elektronika.

Jenis-jenis buzzer pada rangkaian Arduino berdasarkan bunyinya terbagi atas dua, yaitu :

- Active Buzzer*, yaitu *buzzer* yang sudah memiliki suaranya sendiri saat diberikan tegangan listrik. Buzzer aktif Arduino jenis ini seringkali juga disebut buzzer stand alone atau berdiri sendiri.
- Passive Buzzer*, yaitu *buzzer* yang tak memiliki suara sendiri. *Buzzer* jenis ini sangat cocok dipadukan dengan Arduino karena kita bisa memprogram tinggi rendah nadanya. Salah satu contohnya adalah speaker.

Tempat sampah

Tempat sampah adalah tempat untuk menampung sampah secara sementara, yang biasanya terbuat dari logam atau plastik. Beberapa

tempat sampah memiliki penutup pada bagian atasnya untuk menghindari keluarnya bau yang dikeluarkan sampah. Kebanyakan harus dibuka secara manual, tetapi saat ini sudah banyak yang menggunakan pedal untuk memudahkan membuka tutup tempat sampah, Beberapa tempat umum seperti taman memiliki tempat sampah yang ditempatkan di sisi sepanjang jalan yang secara frekuentif dapat ditemukan di sisi sepanjang jalan. Hal ini untuk menghindari kebiasaan membuang sampah sembarangan yang dapat mengganggu keindahan dan kesehatan lingkungan serta etika sosial. Semua sampah yang dikumpulkan umumnya diangkut menggunakan truk sampah untuk dibawa ke insinerator, tempat pembuangan, atau penghancur sampah. Di beberapa tempat juga ada pelayanan daur ulang, dengan satu atau lebih tempat sampah yang dikhususkan untuk didaur ulang. Tempat sampah khusus ini dicirikan (umumnya dengan warna) sesuai kategorinya yang menentukan sampah jenis apa yang boleh dimasukkan.

Tempat sampah berbahan plastik berukuran 70liter yang digunakan dalam merancang tempat sampah cerdas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Tempat sampah.
Sumber : Shopee (2022)

Lampu Led

Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya - Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai

perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (Light Emitting Diode) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube.

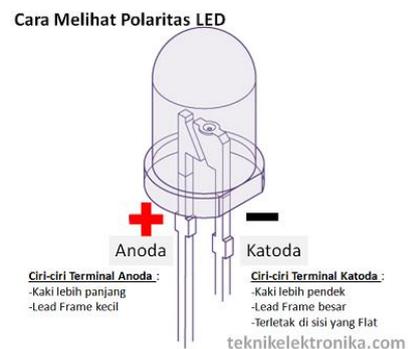
LED yang digunakan sebagai indikator mengetahui sampah didalam tempat sampah cerdas dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 7. Lampu LED.
Sumber : Dickson Kho (2022)

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.

Untuk mengetahui polaritas terminal Anoda (+) dan Katoda (-) pada LED. Kita dapat melihatnya secara fisik berdasarkan gambar diatas. Ciri-ciri Terminal Anoda pada LED adalah kaki yang lebih panjang dan juga Lead Frame yang lebih kecil. Sedangkan ciri-ciri Terminal Katoda adalah Kaki yang lebih pendek dengan Lead Frame yang besar serta terletak di sisi yang Flat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Polaritas LED
Sumber : Dickson Kho (2022)

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang

dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). Warna-warna LED (Light Emitting Diode) Saat ini, LED telah memiliki beranekaragam warna, diantaranya seperti warna merah, kuning, biru, putih, hijau, jingga dan infra merah. Keanekaragaman Warna pada LED tersebut tergantung pada wavelength (panjang gelombang) dan senyawa semikonduktor yang dipergunakannya. Senyawa Semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan variasi warna pada LED dapat lihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Bahan Semikonduktor

Bahan Semikonduktor	Wavelength (nm)	Warna
Gallium Arsenide (GaAs)	850-940	Infra Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	630-660	Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	605-620	Jingga
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)	585-595	Kuning
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505	Biru
Gallium Indium Nitride (GaInN)	450	Putih

Sumber : Dickson Kho (2022)

Tegangan (Forward Bias) LED Masing-masing Warna LED (Light Emitting Diode) memerlukan tegangan maju (Forward Bias) untuk dapat menyalakannya.

Tegangan Maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah Resistor untuk membatasi Arus dan Tegangannya agar tidak merusak LED. Tegangan Maju dilambangkan dengan tanda V_F dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Tegangan LED

Warna	V_F
Infra Merah	1,2
Merah	1,8
Jingga	2,0
Kuning	2,2
Hijau	3,5
Biru	3,6
Putih	4,0

Sumber : Dickson Kho (2022)

LCD

Liquid Crystal Display adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya. Teknologi Display LCD ini memungkinkan produk-produk elektronik dibuat menjadi jauh lebih tipis jika dibanding dengan teknologi Tabung Sinar Katoda (*Cathode Ray Tube* atau CRT). Jika dibandingkan dengan teknologi CRT, LCD juga jauh lebih hemat dalam mengkonsumsi daya karena LCD bekerja berdasarkan prinsip pemblokiran cahaya sedangkan CRT berdasarkan prinsip pemancaran cahaya. Namun LCD membutuhkan lampu backlight (cahaya latar belakang) sebagai cahaya pendukung karena LCD sendiri tidak memancarkan cahaya. Beberapa jenis backlight yang umum digunakan untuk LCD diantaranya adalah backlight CCFL (*Cold cathode fluorescent lamps*) dan backlight LED (*Light-emitting diodes*). Struktur Dasar LCD (Liquid Crystal Display).

LCD atau Liquid Crystal Display pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian Backlight (Lampu Latar Belakang) dan bagian Liquid Crystal (Kristal Cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan Backlight atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya Backlight tersebut pada umumnya adalah berwarna

putih. Sedangkan Kristal Cair (Liquid Crystal) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. Bagian-bagian LCD atau Liquid Crystal Display diantaranya adalah :

- Lapisan Terpolarisasi 1 (Polarizing Film 1).
- Elektroda Positif (Positive Electrode).
- Lapisan Kristal Cair (Liquid Cristal Layer).
- Elektroda Negatif (Negative Electrode).
- Lapisan Terpolarisasi 2 (Polarizing film 2).
- Backlight atau Cermin (Backlight or Mirror).



Gambar 9. Struktur LCD.
Sumber : Dickson Kho (2020)

Prinsip kerja LCD mengenai cahaya putih, cahaya putih adalah cahaya terdiri dari ratusan cahaya warna yang berbeda. Warna cahaya dapat diukur pada panjang gelombang. Artinya, jika beda sudut refleksi maka berbeda pula warna cahaya yang dihasilkan. Backlight LCD yang berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada Kristal Cair atau Liquid Crystal. Kristal cair tersebut akan menyaring backlight yang diterimanya dan merefleksikannya sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut Kristal Cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Karena dengan perubahan sudut dan penyaringan cahaya backlight pada kristal cair tersebut, cahaya backlight yang sebelumnya adalah berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna. Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya backlight yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Sebaliknya, apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya sehingga tidak ada cahaya backlight yang dapat menembus. Dan apabila menginginkan warna lainnya, maka diperlukan pengaturan sudut refleksi kristal cair yang bersangkutan. LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Fitur LCD 16 x 2 Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamat dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.

Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Pada gambar 10 dapat dilihat LCD yang digunakan dalam merancang tempat sampah cerdas.



Gambar 10. LCD
Sumber : Aris Munandar (2012)

Power Bank

Power bank adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memasukkan energi listrik ke dalam baterai yang bisa diisi ulang tanpa harus menghubungkan peranti tersebut pada outlet listrik. Pengisi baterai ini tergolong portabel karena berbeda dengan pengisi baterai yang harus dihubungkan pada *outlet* listrik. Bank daya memiliki daya tampung energi listrik sehingga ketika daya tersebut telah habis terpakai, energi listrik harus kembali diisi kembali dengan cara menghubungkan kabel dengan *outlet* listrik. Bank daya ini tidak hanya bisa untuk mengisi ulang baterai ponsel, tetapi juga dapat mengisi ulang baterai pada perangkat.

Power bank yang digunakan sebagai pensuplai arus listrik untuk tempat sampah cerdas dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 11. Power bank.
Sumber : Wikimedia (2019)

Kapasitas daya bank daya yang ada sangat bermacam-macam. Kapasitas daya bank daya ditunjukkan dengan satuan mAh. Dimulai dari 1000 mAh, 1500 mAh, 2700 mAh, 4000 mAh, 5200 mAh, 6000 mAh, 8000 mAh, 9000 mAh, 12000 mAh, bahkan ada yang hingga 18000 mAh. bank daya juga

memiliki tegangan output. Tegangan output standar yang dimiliki oleh bank daya adalah 5 V. Namun sebagian besar bank daya yang ada memiliki tegangan output kurang dari 5 V. Ada cara yang digunakan untuk memperkirakan daya bank daya yang sesuai dengan daya perangkat yang dipunyai sehingga tidak terjadi kesalahan dalam memilih bank daya. Misal, bank daya memiliki kapasitas daya 5200 mAh dengan tegangan output 3,7V. Kapasitas efektif dari bank daya ini adalah: $5200 \times (3,7/5) = 3848$ mAh. Namun, dengan adanya kemungkinan bahwa bank daya akan kehilangan daya yang dipunyainya sebanyak 15% atau kehilangan daya sebesar 577,2 mAh, maka kapasitas efektif murni yang dimiliki oleh bank daya adalah: $3848 - 577,2 = 3270,8$ mAh.

Cara kerja bank daya tidak beda jauh dengan cara kerja baterai eksternal pada umumnya. bank daya harus diisi arus listrik terlebih dahulu dengan mencolokkan kabel dengan outlet listrik, kemudian barulah bank daya dapat digunakan. Untuk mengetahui apakah daya bank daya sudah habis atau belum bisa diketahui dengan lampu indikator yang ada pada bank daya. Lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi arus listrik pada pengisi bank daya bermacam-macam, tergantung kapasitas daya bank daya tersebut. Semakin besar daya bank daya, maka akan semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk mengisi arus listrik bank daya. Sama seperti waktu yang dibutuhkan oleh bank daya, lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi suatu perangkat tergantung dari kapasitas daya yang dimiliki oleh suatu perangkat tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian

Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, analisis data yang digunakan yaitu analisis data kualitatif, dimana penelitian ini merupakan eksperimen. Jenis penelitian yang dilakukan adalah :

- Library research atau penelitian kepustakaan yaitu cara mengumpulkan data dengan cara membaca buku-buku yang berkaitan dengan penelitian, mengutip pendapat-pendapat para ahli dari buku-buku bacaan yang ada kaitannya dengan pembahasan penelitian ini, dan mengumpulkan artikel dari internet yang berhubungan dengan penelitian.
- Field research atau penelitian lapangan yaitu mengumpulkan data dengan melakukan penelitian secara langsung di tempat penelitian

yang telah ditentukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan sebagai bahan pembahasan dalam tulisan ini.

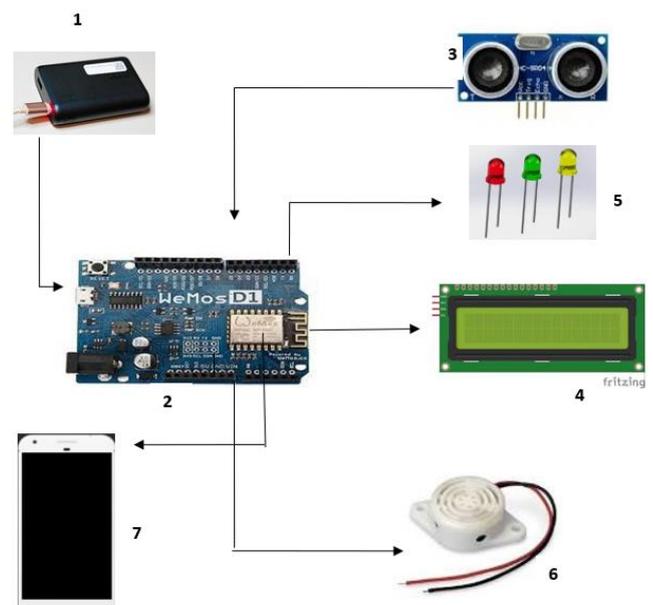
Metode Penelitian

Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan dua metode yaitu :

- Observasi yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian terhadap obyek yang akan diteliti dan dibahas serta mengumpulkan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti.
- Interview yaitu mengadakan wawancara dengan sumber informasi yang dianggap perlu untuk diambil keterangannya mengenai hal-hal yang akan diteliti.

Pemodelan Sistem

Berikut adalah pemodelan dari Sistem Pengontrolan tempat sampah cerdas menggunakan wemos D1 dapat di lihat pada gambar berikut.



Gambar 12. Pemodelan sistem.

Keterangan

- Daya di hasilkan dari power bank sebagai penyuplai aliran listrik untuk menghidupkan alat percobaan tempat sampah cerdas.
- WEMOS D1 adalah alat mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dari program ini yang akan mengirim data sesuai yang telah terprogramkan.
- Sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pendeteksi benda yang jarak terprogramnya 6cm dari sampah dan mengirim sinyal ke wemos D1 sebagai otak dari rancangan ini.

4. LCD adalah alat yang berfungsi sebagai pemberitahuan jika sampah kosong maka tertulis "Sampah masih kosong" dan sebaliknya "Sampah sudah penuh" jika sampah penuh pada tempat sampah cerdas.
5. LED adalah penanda dari isi kotak sampah jika warna biru maka sampah kosong dan merah sampah penuh.
6. Buzzer adalah alat yang ketika tempat sampah penuh maka Wemos D1 akan mengirim data dan buzzer tersebut akan berbunyi.
7. Wifi pada wemos D1 akan mengirim informasi berupa notif pada handphone petugas.

Tahapan pelaksanaan

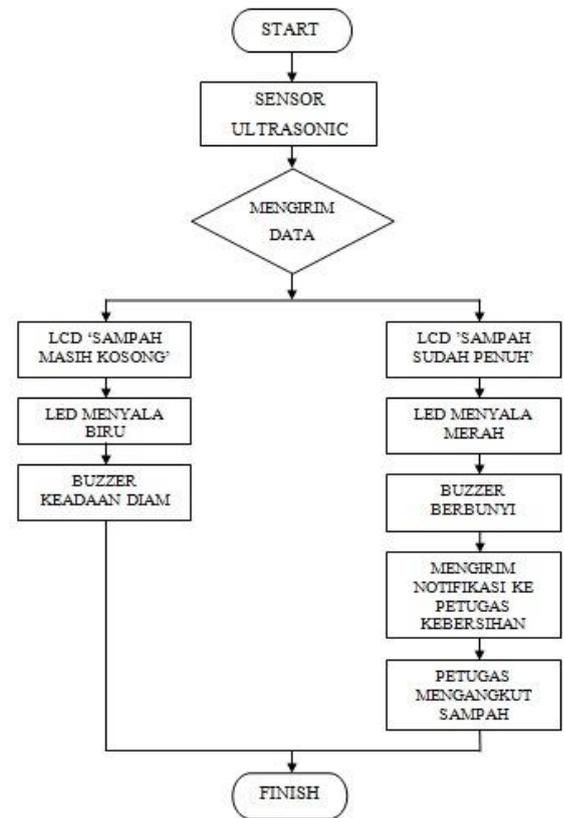
Berikut diagram tahapan pelaksanaan dalam merancang Sistem Pengontrolan Tempat Sampah cerdas Menggunakan Wemos D1 seperti pada gambar berikut.



Gambar 13. Tahapan pelaksanaan.

Diagram alur penelitian

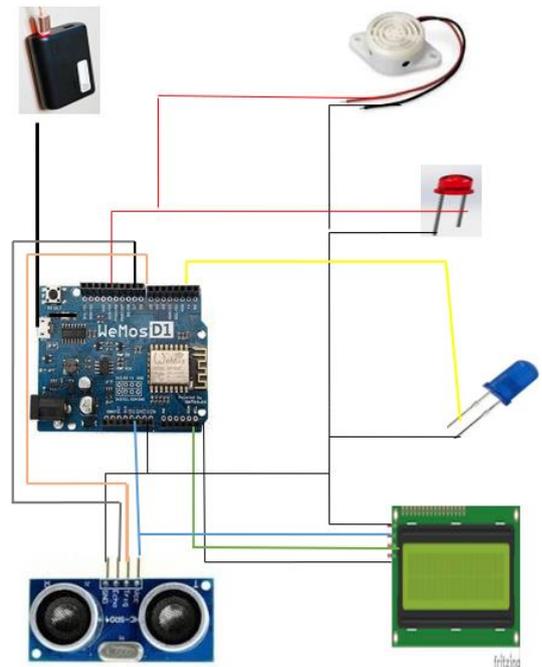
Berikut flowchart dari Sistem Pengontrolan Tempat Sampah Cerdas Menggunakan Wemos D1 pada diagram di bawah ini.



Gambar 14. Flowchart alur penelitian

Rangkain Desain

Pada gambar 3.4 menampilkan pengawatan dari komponen yang telah terpasang.



Gambar 15. Desain rangkain.

Tabel 4. Pengawatan

Wemos D1	LCD	Sensor ultrasonic	LED merah	LED biru	Buzzer
5V	VCC	VCC			
GND	GND	GND	NEGATIF	NEGATIF	NEGATIF
SCL	SCL				
SDA	SDA				
D6		TRIG			
D7		ECHO			
D0				POSITIF	
SCK/D5			POSITIF		POSITIF

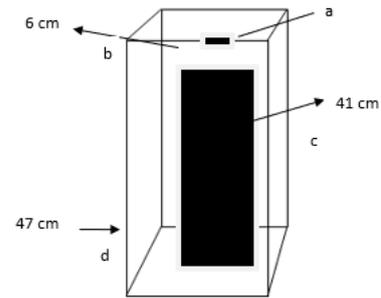
Pengawatan dalam Sistem Pengontrolan tempat sampah cerdas dapat di lihat pada tabel 3.1 seperti berikut.

1. Pin 5v pada wemos D1 dihubungkan ke VCC pada sensor ultrasonic dan LCD yang bergungsi sebagai penyuplai arus.
2. Pin GND pada wemos D1 dihubungkan ke GND pada sensor ultrasonic, GND LCD, negatif LED merah, negatif LED biru dan negatif buzzer sebagai arus negatif.
3. Pin SCL pada wemos D1 dihubungkan ke SCL pada LCD
4. Pin SDA pada wemos D1 dihubungkan ke SDA pada LCD
5. Pin D6 pada wemos D1 dihubungkan ke TRIG pada sensor ultrasonic sebagai keluarnya sinyal dari sensor.
6. Pin D7 pada wemos D1 dihubungkan ke ECHO sensor ultrasonic sebagai penangkap sinyal dari pantul benda.
7. Pin D0 pada wemos D1 dihubungkan pada positif LED biru.
8. Pin SCK/D5 pada wemos D1 dihubungkan pada positif LED merah dan positif buzzer.

Cara Kerja

Dalam penelitian ini penulis menggunakan tempat sampah yang berukuran tinggi 47 cm. Sensor ultrasonic yang berada dibawah penutup tempat sampah akan mendeteksi sampah dengan jangkuan 6cm dan mengirim data ke WEMOS D1 sebagai otak dari program rancangan tempat sampah cerdas, WEMOS D1 berfungsi mengirim data ke LCD dengan tampilan tulisan "SAMPAH TELAH PENUH" bunyi buzzer, LED berwarna merah dan pemberitahuan kepada petugas kebersihan sampah penuh dengan menggunakan aplikasi BLYNK. Sedangkan ketika ultrasonic tidak mendeteksi sampah maka semua program dalam kondisi stand by disertai LCD

dengan tampilan tulisan "SAMPAH MASIH KOSONG" dan LED berwarna biru.



Gambar 16. Sensor mendeteksi sampah

Keterangan

- a. Sensor ultrasonic
- b. Jarak sensor mendeteksi
- c. Jarak sampah dalam tempat sampah
- d. Tinggi tempat sampah

Pada gambar di atas tinggi tempat sampah cerdas 47cm ketika sampah dimasukan dalam tempat sampah cerdas dan ketinggian sampah mencapai 41 cm atau jarak 6 cm dari sensor ultrasonic yang telah diprogram maka wemos D1 mengirim data ke beberapa komponen yang telah terprogram, LCD dengan tampilan tulisan "SAMPAH TELAH PENUH", LED menyala warna merah, Buzzer berbunyi dan masuk notifikasi pada HP petugas "SAMPAH PENUH" sedangkan jarak sampah tidak terdeteksi sensor ultrasonic maka semua alat dalam mode stand by LCD dengan tampilan tulisan "SAMPAH MASIH KOSONG", Buzzer dalam keadaan diam dan LED menyala biru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat Sampah Cerdas

Pada gambar 4.2 dibawah menunjukkan saat penutup tempat sampah diangkat terlihat jelas letak sensor ultrasonic berada tepat di bawah penutup tempat sampah cerdas.



Gambar 17. Tampak depan dibuka

Tampilan depan tempat sampah cerdas saat dibuka sensor berada tepat dibawah penutup tempat sampah yang akan berfungsi saat tempat sampah tertutup, dan terlihat juga beberapa alat yang telah dipasang pada box.

Gambar 18 saat tempat sampah cerdas ditutup maka sensor ultrasonic yang berada tepat penutup tempat sampah akan mendeteksi sampah yang berada di dalam.



Gambar 18. Tampak depan ditutup.

Tampilan tempat sampah pada saat tertutup dan semua komponen dalam keadaan belum beroperasi.

Pada tabel dibawah ini menjelaskan tentang alat dan fungsi komponen.

Tabel 5. Alat dan fungsi

ALAT	FUNGSI
SENSOR	Mendeteksi benda yang ada dalam tempat sampas jika di tutup sebab alat ini terpasang pada penutup tempat sampah
LCD	Pemberi informarsi kondisi sampah penuh dan kosong
LED	Pemberitahuan berupa nyala merah penuh dan biru kosong
Buzzer	Berbunyi jika sampah penuh dan stand by jika sampah kosong
Wemos D1	Sebagai pengirim data untuk semua alat dan megirim informasi bagi petugas kebersihan

Rangkaian Tersusun



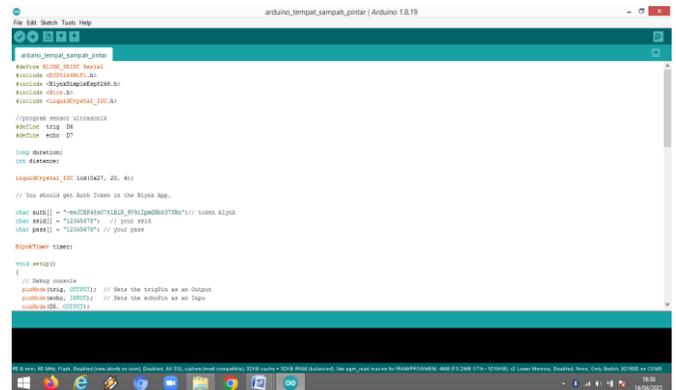
Gambar 19. Rangkain tersusun

Keterangan :

1. Sensor ultrasonic
2. LCD
3. LED
4. Buzzer
5. Wemos D1
6. Power bank

Program Mikrokontroler

Pemrograman dengan mendonwload aplikasi arduino pada laptop dan masukan librari seperti LCD, LED, Buzzer, Seonsor, dan WEMOS D1. Ini lakukan agar semua alat bisa terkoneksi dengan baik dan lancar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 20. Program mikrokontroler.

Cara menggunakan WEMOS D1 dengan menghubungkan jaringan wifi terdekat agar dapat berfungsi untuk bisa mengirim data ke petugas kebersihan. Aplikasi BLYNK yang digunakan untuk dapat menerima data dari WEMOS D1 ialah akun BLYNK yang telah terdonwload akan dikirimkan kode token pada email yang terkait kode token tersebut akan di masukan pada aplikasi arduino untuk bisa menghubungkan WEMOS D1.



Gambar 21. Token BLYNK dan wifi.

Aplikasi arduino adalah tempat untuk memprogram alat agar saling terhubung dengan cara

setiap alat akan di unduh librarinnya lalu dimasukan pada aplikasi arduino.



Gambar 22. Program tempat sampah penuh

Pada gambar 4.6 Program menunjukkan ketika sensor mendeteksi benda kurang dari 6cm maka WEMOS D1 mengirim data LCD.print notif (sampah sudah penuh);// tampilan pada LCD, D5 untuk LED merah dan Buzzer bunyi, D0 LED biru mati, notif pada aplikasi BLYNK(sampah penuh). Sedangkan untuk program tempat sampah dalam posisi kosong.



Gambar 23. Program tempat sampah kosong

Program pada gambar diatas ketika sensor tidak mendeteksi lebih dai 6cm maka WEMOS D1 akan mengirim data LCD.print(sampah sudah penuh);// tampilan pada LCD, (D0, HIGH);// LED biru menyala, (D5, LOW);//LED merah mati. Demikian cara pemrograman pada arduino sebagai media untuk menghubungkan alat menjadi rangkain yang bejalan baik.

Pengujian Alat Sensor Ultrasonic

Bertujuan untuk mendeteksi benda (sampah) agar bisa mengirim data ke WEMOS D1 untuk meneruskan data ke alat terprogram pada tempat cerdas.

Pada tabel 6 tegangan pada sensor ultrasonic dan jangkauan sensor ultrasonic sampah yang berada

dalam tempat sampah cerdas.

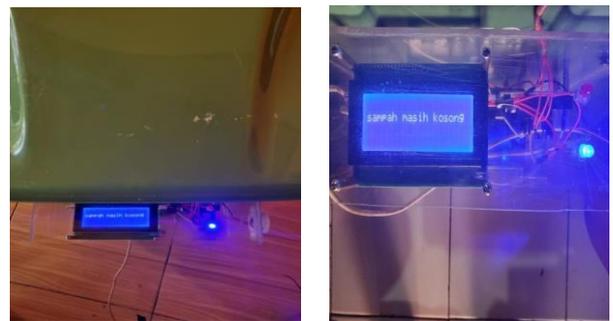
Tabel 6. Tegangan sensorultrasonic dan jangkauan

Sensor	Tegangan (Volt)	Jangkauan D (cm)
Mendeteksi	4,98	<6
Tidak mendeteksi	5,00	>6

Pengujian LCD dan LED

LED dan LCD merupakan pusat informasi bagi pelaku yang ingin membuang sampah. LED biru dan LCD sampah masih kosong berfungsi sebagai indikator kondisi pada tempat sampah cerdas sedangkan LED merah dan LCD sampah sudah penuh.

Pada gambar 24. di bawah ini menampilkan tempat sampah kosong atau belum penuh dan pada gambar 25. Tempat sampah dalam keadaan sudah penuh.



Gambar 24. Indikator tempsampah kosong

Pada gambar 4.8 di atas menampilkan kondisi sampah dalam tempas sampah cerdas yang belum penuh LCD ' SAMPAH MASIH KOSONG' dan LED biru menyala di sertai bunyi buzzer.



Gambar 25. Indikator tempat sampah penuh.

Pada gambar di atas ketika sensor ultrasonic mendeteksi benda, maka LCD menampilkan tulisan "SAMPAH SUDAH PENUH" , lampu LED berwarna

merah menyala, buzzer berbunyi dan wemos D1 mengirimkan notifikasi ke aplikasi blynk di petugas sampah.

Berikut ini dapat diperlihatkan tengangan yang mengalir pada komponen LCD, LED dan Buzer pada tabel 7 pada saat kondisi tempat sampah penuh dan tempat sampah dalam keadaan belum penuh.

Tabel 7. Tampilan LCD dan LED

LCD	Tegangan n (Volt)	LED	Tegangan (Volt)	BUZZER	Tegangan (Volt)
Sampah sudah penuh	4,9	Merah	2,0	Bunyi	2,6
Sampah masih kosong	4,9	Biru	2,8	Stand by	0

Untuk LCD dan LED pengujian yang dilakukan adalah melihat karakter yang ditampilkan dan nyala lampu sesuai dengan perintah dari program Arduino atau tidak. Pada pengujian ini juga terlihat apakah terdapat tambahan karakter atau perpindahan posisi yang tidak sesuai dengan perintah Arduino. Dari pengujian ini LCD sudah dapat menampilkan karakter sesuai dengan list program yang diberikan, LED menyala dan buzzer sesuai yang di perintahkan.

```
Blynk.virtualWrite(V0, distance);

// Jika pembacaan sensor kurang dari 6cm, tempat sampah penuh
if (distance <= 6){
  Blynk.notify("sampah penuh"); // notif di blynk
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("sampah sudah penuh"); // tampilan pada LCD
  digitalWrite(D5, HIGH); // Led merah menyala, buzzer menyala
  digitalWrite(D0, LOW); // Led biru mati
}
```

Gambar 26. karakter pada LCD dan LED nyala merah, sampah penuh.

```
}

// Jika pembacaan sensor lebih dari 6cm, tempat sampah masih kosong
else if (distance > 6){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("sampah masih kosong"); // tampilan pada LCD
  digitalWrite(D0, HIGH); // led biru menyala
  digitalWrite(D5, LOW); // led merah mati
}
```

Gambar 27. karakter pada LCD dan LED biru, stand by

WEMOS D1

Pengujian Wemos D1 sebagai alat yang mengirim data ke semua alat yang telah terprogram dalam tempat sampah cerdas yang dimana semua sudah sesuai dengan pemrograman yang telah di seting dalam arduino dan juga sebagai wifi yang menghubungkan ke petugas sampah ketika sampah telah penuh pada tempat sampah cerdas berupa notif sampah PENUH.

```
arduino_lopat_sampah_pintar
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

//program sensor ultrasonik
#define trig D6
#define echo D7

long duration;
int distance;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

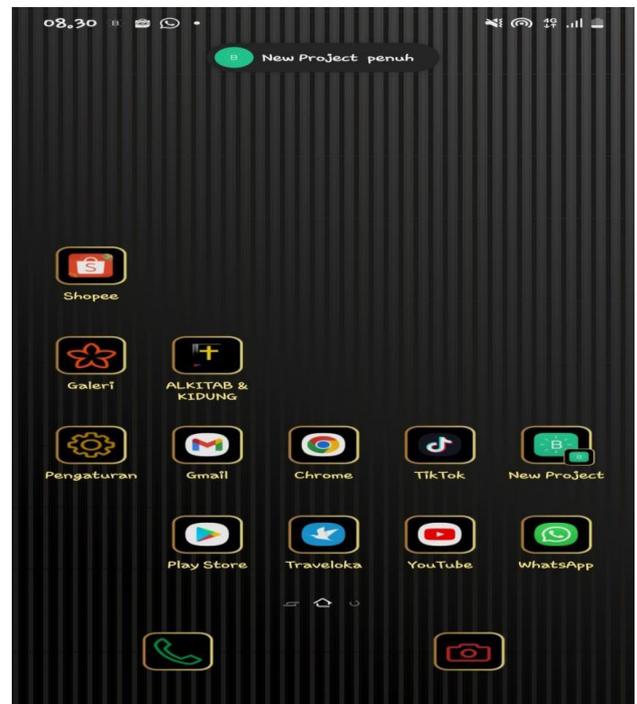
// You should get Auth Token in the Blynk App.

char auth[] = "ee3CEP48e0781B1N_FV91Ip6GR8377Ra";// token blynk
char ssid[] = "12345678"; // your ssid
char pass[] = "12345678"; // your pass

BlynkTimer timer;

void setup()
{
  // Debug console
  pinMode(trig, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
  pinMode(echo, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  pinMode(D5, OUTPUT);
}
```

Gambar 28. Menghubungkan BLYNK dan Wemos D1



Gambar 29. Pesan yang tampil pada petugas sampah.

Pada gambar 29 menunjukkan ketika wemos D1 mengirim informasi berupa notifikasi kepada petugas kebersihan 'sampah penuh' untuk siap mengangkut sampah yang sudah penuh pada tempat sampah cerdas.

Pengujian keseluruhan

Setelah dilakukan masing – masing pengujian pada setiap komponen rangkaian, selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah dapat berjalan sesuai dengan perancangan yang dibuat. Saat Arduino dinyalakan menggunakan adaptor, sistem akan menunggu jaringan untuk berfungsi seperti yang diprogramkan. Setelah itu sistem akan secara otomatis melakukan pengambilan data sensor serta mengendalikan system. Rangkain ini akan berjalan dengan lancar jika wifi pada lokasi tertentu terhubung dengan baik ke Wemos D1 agar tidak terjadi eror pada rangkain tempat sampah cerdas.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan, pembuatan dan pengujian alat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Pertama, hasil desain tempat sampah cerdas telah berfungsi dengan baik dengan penempatan sensor ultrasonik berjarak 6 cm dari penutup ke sampah.

Kedu hasil pengujian tempat sampah otomatis pada kondisi belum penuh atau kosong akan menampilkan tulisan pada LCD “ sampah masih kosong” , LED berwarna biru menyala dan buzzer dalam kondisi mati.

Ketiga hasil pengujian tempat sampah otomatis pada kondisi penuh akan menampilkan tulisan pada LCD “ sampah sudah penuh” , LED berwarna merah menyala ,buzzer berbunyi dan mengirim pesan ke petugas kebersihan melalui aplikasi blynk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi Razor** (2020). <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>, diakses pada 17 april 2022.
- Aris, Munandar** (2020). <https://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>, diakses pada 15 april 2022.
- Ausomtech** (2021). <https://www.ausomtech.com.au/product/dc-3-24v-12v-2-wire-intermittent-active-electronic-buzzer-alarm-white-sfm-27/>, diakses pada 19 april 2022
- Aqlandhafin** (2021). [https://shopee.co.id/Kabel-Jumper-Male-to-Male-for-Arduino-20-cm-\(Rainbow-Cable\)-i.54851657.1059828704](https://shopee.co.id/Kabel-Jumper-Male-to-Male-for-Arduino-20-cm-(Rainbow-Cable)-i.54851657.1059828704) diakses pada 25 april 2022.
- Dian Mustika Putri** (Lahir Sragen, 30 Mei 1997). *Mengenal Wemos D1 mini Dala Dunia IOT.*
- Dickson Kho** (2020). <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>, di dakses pada 17 april 2022
- Dickson Kho** (2020). <https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/>, diakses pada 17 april 2022
- Dwi Wahyu** .(2016). *Updating Running Text Berbasis Arduino Melalui Android.*
- Elang sakti** (2014). <https://www.elangsakti.com//sensor-ultrasonik.html> _____(2015/05), diakses pada 17 april 2022
- Shopee** (2021) <https://shopee.co.id/Green-Leaf-2160-Kotak-Tempat-Sampah-Injak-Pedal-50-Liter-Plastik-Dengan-Tutup-Bio-Step-On-Dustbin-i.20528499.1394947543>, diakses pada 19 april 2022
- Sunan Sarif Hidayatullah** (2020) <https://www.belajaronline.net/2020/10/pengertian-buzzer-elektronika-fungsi-prinsip-kerja.html/>, diakses pada 17 apriril 2022
- Sora, Katatas** .(2020). <https://www.katatatas.com/2022/03/mengakses-wemos-d1-r2-esp8266.html>, diakses pada 17 april 2022
- UU nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
- Wikimedia** (10 April 2022). <https://id.wikipedia.org/wiki/Sampah> diakses pada 19 april 2022
- Wikimedia**. (Juni 2019) . https://id.wikipedia.org/wiki/Bank_daya diakses pada 17 april 2022
- Wikimedia** (29 Oktober 2019). https://id.wikipedia.org/wiki/Tempat_sampah, diakes pada 17 april 2022
- Yudha Elasya, Didik Notosudjono, Evyta Wismiana** .(2016). *Aplikasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328 Untuk Merancang Tempat Sampah Pintar.*