IT-EXPLORE
Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi
ISSN 2828-7940, e-ISSN 2829-1727
Volume 02 Nomor 02 Tahun 2023

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL UNTUK TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO DAN SENSOR ULTRASONIK

Jonathan Putera Perdana[1], Theophilus Wellem[*2]

[1,2)]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. O. Notohamidjojo No. 1-10 Blotongan, Salatiga, Jawa Tengah, 50715
Email: 672018197@student.uksw.edu[1], theophilus.wellem@uksw.edu[*2]

Riwayat artikel:
Submitted: 02-04-2023 *Revised: 14-05-2023* *Published: 15-06-2023*

Abstrak **–** *Internet-of-Things* (IoT) merupakan teknologi yang mengintegrasikan berbagai peralatan dengan Internet. Salah satu pemanfaatan IoT adalah sistem kontrol elektronik pada berbagai peralatan rumah. Peralatan rumah dapat dilengkapi dengan mikrokontroler, sensor, dan aktuator, serta modul komunikasi, sehingga dapat dihubungkan ke internet dan dipantau dari jarak jauh. Salah satu peralatan atau objek yang ada di rumah adalah tempat sampah yang umumnya terbuat dari plastik, tetapi umumnya belum dapat dipantau dan dikontrol otomatis. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sistem kontrol untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis menggunakan Arduino sebagai pengontrol sistem, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek yang mendekat, motor servo yang berguna untuk menggerakkan tutup tempat sampah, dan *buzzer* serta LED sebagai indikator ketika terdapat objek yang mendekat. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa tempat sampah dapat membuka tutupnya secara otomatis saat mendeteksi objek pada jarak paling jauh 50 cm dengan *delay* selama dua detik, dan kemudian akan tertutup secara otomatis ketika objek tersebut menjauh dari tempat sampah tersebut.

Kata Kunci **–** tempat sampah, Arduino Uno, sensor ultrasonik, IoT.

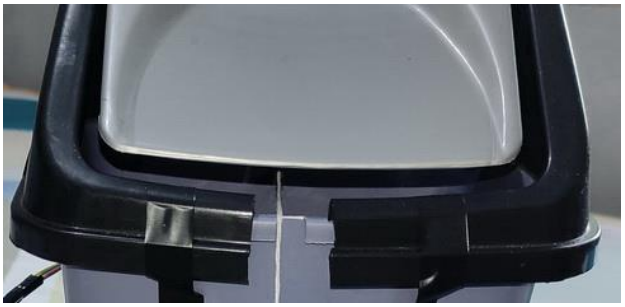
Abstract **–** *Internet of Things (IoT) is a technology that integrates various devices with the Internet. One of the most common uses of IoT is the electronic control system for various home appliances. Currently, various home appliances are equipped with microcontrollers, sensors and actuators, and communication modules to be connected to the Internet and monitored remotely. One of the equipment or objects in the house is the trash bin which is generally made of plastic but typically cannot be monitored and controlled automatically. This study aims to design a control system to automatically open and close a trash can using Arduino as the system controller, an ultrasonic sensor as the approaching object detector, a servo motor as the actuator for closing the trash bin, and a buzzer and an LED as indicators when an object approaches. The system test results show that the trash bin opens the lid automatically when it detects an object at a distance of less than or equal to 50 cm with a delay of two seconds. It then closes the lid automatically when the object moves away from the trash can.*

Keywords **–** *trash bin, Arduino Uno, ultrasonic sensor, IoT.*

I. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi informasi, komunikasi, dan elektronika yang semakin pesat, pemanfaatan sistem kontrol elektronik berbasis *Internet-of-Things* (IoT) telah diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang, salah satunya adalah pada aplikasi *home automation* untuk mewujudkan suatu *smart home* [1]–[3]. Berbagai peralatan rumah (*home appliances*) telah dilengkapi dengan mikrokontroler, sensor, dan aktuator, serta modul komunikasi, sehingga dapat dihubungkan ke internet dan dipantau dari jarak jauh. Sebaliknya, jika peralatan tersebut belum dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis, maka sistem kontrol tersebut dapat ditambahkan sesuai kebutuhan karena saat ini tersedia *board* mikrokontroler [4], modul sensor, aktuator, dan komponen lainnya (termasuk perangkat lunak) yang dapat diperoleh dengan mudah. Selain itu, proses untuk mempelajari bagaimana memprogram mikrokontroler dan merangkai komponen-komponen tersebut menjadi suatu sistem dapat dilakukan dengan cepat karena adanya dukungan dari komunitas pengguna. Beberapa contoh peralatan atau objek di rumah yang sering dijadikan penelitian untuk sistem kontrol berbasis IoT adalah: lampu [5], akuarium [6], pintu [7], dan CCTV [8]. Secara umum, sistem kontrol pada aplikasi IoT untuk *smart home* ditujukan untuk meningkatkan kenyamanan penghuni rumah.

Seiring berkembangnya penerapan teknologi IoT dan sistem kontrol otomatis pada peralatan rumah, semakin banyak peralatan rumah yang diharapkan dapat dikontrol secara otomatis maupun dipantau (*monitor*) dari jarak jauh melalui Internet. Tempat sampah merupakan salah satu peralatan atau objek yang ada di rumah, yang umumnya terbuat dari plastik, tetapi belum dapat dikontrol secara otomatis. Permasalahan pengontrolan tempat sampah secara otomatis telah dibahas pada beberapa penelitian sebelumnya [9]–[12], tetapi umumnya diterapkan pada tempat sampah yang didesain secara khusus, bukan tempat sampah yang umum digunakan di rumah sehari-hari. Sebagai contoh, pada penelitian [12], tempat sampah yang digunakan terbuat dari kardus. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol untuk tempat sampah dengan tutup ayun (tutup goyang) sebagai suatu studi kasus penerapan teknologi IoT pada *smart home*. Tempat sampah dengan tutup goyang yang umum digunakan di rumah ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tempat sampah dengan tutup ayun

Sistem kontrol untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis ini penting untuk dikembangkan agar tangan pengguna tempat sampah tidak perlu untuk bersentuhan dengan tutup tempat sampah. Hal ini dapat mencegah debu atau bakteri yang terdapat pada tempat sampah mengenai tangan dan menyebabkan masalah kesehatan. Sistem kontrol untuk tempat sampah pada penelitian ini berfungsi membuka atau menutup tutup tempat sampah secara otomatis ketika ada orang yang mendekat/menjauh

dari tempat sampah tersebut. Saat seseorang mendekat ke tempat sampah untuk membuang sampah, tutup tempat sampah akan otomatis terbuka. Hal ini menghilangkan kontak antara tangan dengan tempat sampah karena tangan tidak perlu menyentuh penutup kotak sampah, sehingga juga dapat menjaga kebersihan tangan dan memudahkan dalam membuang sampah. Sistem ini diimplementasikan menggunakan *board* Arduino Uno R3 sebagai pengendali, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak orang atau objek dengan tempat sampah, motor servo sebagai penggerak untuk membuka atau menutup tempat sampah, dan komponen-komponen perangkat keras pendukung lainnya (*buzzer*, LED, baterai). Selain itu, sistem ini dapat memberikan notifikasi kepada pengguna jika tempat sampah telah penuh melalui internet (menggunakan modul WiFi ESP8266-01 dan Telegram). Pengukuran tinggi sampah dalam tempat sampah juga dilakukan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

II. KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terkait perancangan dan implementasi sistem kontrol untuk tempat sampah dijelaskan sebagai berikut. Wafi, dkk. [9] merancang prototipe sistem *smart trash* berbasis IoT pada aplikasi Android. Sistem untuk tempat sampah otomatis tersebut menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, sensor *proximity* kapasitif dan induktif yang dapat mengidentifikasi jenis-jenis sampah (anorganik dan organik), dan motor servo. Pada sistem tersebut, jika sampah telah menumpuk dan tempat sampah penuh, maka akan dikirimkan notifikasi ke sebuah aplikasi berbasis Android. Pada penelitian [10], Ramadhan, dkk. mengembangkan tempat sampah berbasis Arduino menggunakan komponen-komponen seperti sensor ultrasonik, motor servo, dan sensor logam (*metal detector*). Sensor logam digunakan untuk mendeteksi sampah yang mengandung unsur logam seperti *aluminium foil*. Penelitian oleh Hajar dan Jupri [13] membahas tentang pembuatan tempat sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai mengukur tinggi sampah dan sensor inframerah serta sensor *proximity* yang berfungsi mendeteksi sampah logam dan non logam. Sistem tersebut diimplementasikan menggunakan NodeMCU. Tempat sampah pintar berbasis IoT dikembangkan oleh Ismail, dkk. pada penelitian [14]. Penelitian tersebut membahas perancangan tempat sampah otomatis menggunakan Raspberry Pi sebagai *controller*, sensor ultrasonik HC-SR04, dan motor servo. Pemantauan kondisi tempat sampah dilakukan melalui aplikasi berbasis web. Serupa dengan penelitian [14], penelitian oleh Budiarti, dkk. [15] mengembangkan aplikasi berbasis Android *DIY smart trash*. Perangkat keras yang dipasang pada tempat sampah diimplementasikan menggunakan *Raspberry Pi Zero W* dan sensor ultrasonik. Sistem tersebut dapat memberikan notifikasi kepada pengguna bahwa tempat sampah telah penuh melalui pesan yang dikirimkan melalui MQTT *broker*. MQTT merupakan suatu protokol yang umum digunakan untuk messaging pada aplikasi IoT.

Penelitian oleh Rumansyah, dkk. [16] mengembangkan peralatan pemilah sampah logam dan non logam seperti pada penelitian oleh Wafi, dkk. [9] dan penelitian oleh Hajar dan Jupri [13]. Peralatan tersebut diimplementasikan menggunakan NodeMCU sebagai *controller*, sensor ultrasonik, sensor *proximity* induktif dan kapasitif, serta motor servo. Peralatan dapat dipantau melalui aplikasi berbasis Android untuk memeriksa apakah tempat sampah telah penuh atau belum. Penelitian oleh Aldisa, dkk. [17] juga mengembangkan tempat sampah otomatis dengan sensor ultrasonik, motor servo, dan Arduino Uno. Pada penelitian tersebut, tutup tempat sampah yang terbuat dari kardus

dapat dibuka dan ditutup secara otomatis menggunakan motor servo.

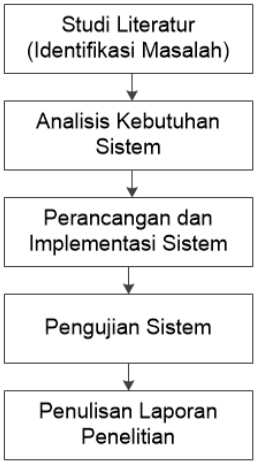
Tempat sampah otomatis menggunakan Arduino Nano/Uno, sensor ultrasonik, dan motor servo dikembangkan pada penelitian [18], [19], dan [20]. Penelitian oleh Nugroho, dkk. [21] mengembangkan alat pemisah sampah otomatis (logam dan anorganik) menggunakan Arduino Mega dan sensor PIR (inframerah) untuk mendeteksi gerakan. Sampah logam dideteksi menggunakan sensor *proximity* induktif, sedangkan sampah anorganik dideteksi menggunakan sensor *proximity* kapasitif. Selain itu digunakan juga sensor ultrasonik untuk mengukur jarak dan motor servo untuk menggerakkan tutup tempat sampah.

Berdasarkan kajian yang dilakukan terhadap beberapa penelitian sebelumnya, secara umum, sistem kontrol untuk tempat sampah otomatis yang diimplementasikan pada penelitian ini menggunakan peralatan (perangkat keras) yang mirip dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Perbedaannya terletak pada jenis tempat sampah yang digunakan dan spesifikasi sistem (misalnya, *board* mikrokontroler yang digunakan, jenis sensor yang digunakan, jarak untuk menentukan tempat sampah harus dibuka/ditutup, dan sudut putaran motor servo untuk menggerakkan tutup tempat sampah).

III. METODE PENELITIAN

Metode dalam merancang dan mengimplementasikan tempat sampah otomatis berbasis Arduino dan sensor ultrasonik pada penelitian ini mengikuti atau mengadopsi metode pengembangan sistem pada umumnya, yaitu *Systems Development Life Cycle* (SDLC) dengan penyesuaian sesuai kebutuhan. Secara umum, fase-fase pada SDLC terdiri dari perencanaan, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, dan perawatan sistem. Pada penelitian ini, tahap perawatan tidak disertakan atau tidak dilakukan karena sistem yang diimplementasikan tidak untuk digunakan secara luas. Tahap-tahap pada SDLC yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem.

Tahapan penelitian untuk merancang dan mengimplementasikan tempat sampah otomatis menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1, dan dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1: Tahapan penelitian

1. Studi Literatur

   Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi dengan mempelajari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan implementasi tempat sampah otomatis berbasis Arduino. Studi literatur ini bertujuan untuk melakukan identifikasi masalah yang akan diangkat dalam penelitian dan melakukan perencanaan (*planning*) mengenai sistem atau peralatan yang akan dirancang. Penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dikumpulkan dijadikan sebagai referensi untuk penelitian ini.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

   Analisis kebutuhan sistem terdiri dari analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan, berikut ini adalah perangkat keras yang digunakan: *board* Arduino Uno R3, sensor ultrasonik, *project board* (*breadboard*), motor servo, *buzzer*, *light emitting diode* (LED), modul WiFi ESP8266-01 dan baterai 9V sebagai sumber daya (*power supply*). Penjelasan secara singkat mengenai komponen-komponen perangkat keras tersebut diuraikan sebagai berikut:

   a. Arduino Uno R3 merupakan *board* mikrokontroler yang sering digunakan untuk pengembangan sistem kontrol elektronik maupun sistem kontrol pada aplikasi *Internet-of-Things* (IoT) karena dapat dihubungkan ke jaringan. *Board* ini menggunakan mikrokontroler Atmel ATmega 328P dengan *clock frequency* 16 MHz. *Board* Arduino Uno R3 memiliki 14 pin I/O digital (6 sebagai output PWM, 6 sebagai input analog), SRAM dengan kapasitas 2 KB, EEPROM dengan kapasitas 1 KB, dan *flash memory* dengan kapasitas 32 KB. Selain itu, *board* ini juga mempunyai koneksi USB serta fitur komunikasi serial dengan protokol UART, SPI, dan I2C [4]. *Board* Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengontrol utama dari tempat sampah otomatis yang dirancang pada penelitian ini.

   b. Sensor ultrasonik adalah sensor yang umum digunakan untuk mendeteksi suatu benda atau objek ketika objek tersebut berada pada jarak tertentu di depan sensor tersebut. Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip gelombang suara yang ditransmisikan dan dipantulkan kembali jika mengenai suatu benda. Pada penelitian ini sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi adanya orang yang mendekat ke tempat sampah untuk membuang sampah. Selain itu, sensor ini juga digunakan untuk mengukur ketinggian sampah di dalam tempat sampah sehingga dapat memberikan informasi apabila tempat sampah telah penuh. Terdapat empat pin pada modul sensor ultrasonik yang digunakan, yaitu Vcc, Trig, Echo, dan Gnd.

   c. Motor servo adalah komponen elektronik berupa motor dengan gerakan terbatas yang dapat diatur sudut pergerakannya (90 derajat atau 180 derajat). Motor servo berbeda dengan motor DC dan motor *stepper* yang dapat berotasi atau berputar hingga 360 derajat. Motor servo pada penelitian ini digunakan sebagai komponen penggerak untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah. Motor servo yang digunakan adalah motor servo SG90. Motor servo SG90 mempunyai tiga pin atau koneksi, yaitu Vcc, Gnd, dan Pwm.

   d. *Buzzer* adalah suatu komponen elektronika untuk mengubah energi listrik mejadi getaran suara. Secara umum, *buzzer* digunakan pada peralatan elektronik sebagai

alarm atau sebagai indikator mengenai suatu kondisi. Jenis *buzzer* yang umum digunakan adalah *buzzer* yang berjenis *piezoelectric.* Pada penelitian ini, *buzzer* berfungsi sebagai indikator bunyi ketika ada orang yang mendekat ke tempat sampah (tutup tempat sampah terbuka).

e. LED merupakan komponen elektronika yang berguna memancarkan cahaya ketika diberi input tegangan. Pada penelitian ini, LED menjadi indikator ketika ada orang yang mendekat ke tempat sampah.

f. ESP8266-01 merupakan modul WiFi yang digunakan untuk menghubungkan board Arduino Uno R3 ke internet melalui koneksi WiFi. Pada penelitian ini, ESP8266-01 digunakan agar sistem dapat memberikan notifikasi melalui Telegram.

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, Microsoft Visio, Telegram, dan Fritzing. Arduino IDE digunakan untuk menulis *source code* program, melakukan kompilasi *source code*, dan melakukan *upload* program ke mikrokontroler pada *board* Arduino. Fritzing digunakan untuk menggambar skematik rangkaian perangkat keras, Telegram digunakan untuk memberikan notifikasi kepada pengguna mengenai kondisi tempat sampah telah penuh, dan Microsoft Visio digunakan untuk menggambar diagram alir (*flowchart*) program.

3. Perancangan dan Implementasi Sistem

   Perancangan dalam penelitian ini berupa perancangan perangkat keras untuk tempat sampah otomatis, yang dilakukan dengan merangkai komponen-komponen elektronika yang digunakan. Skematik rangkaian juga digambar menggunakan menggunakan Fritzing. Selain itu, dilakukan penulisan kode program pada Arduino IDE dan di-*upload* ke mikrokontroler pada *board* Arduino Uno R3.

4. Pengujian Sistem

   Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah peralatan bekerja sesuai dengan tujuan yang ditetapkan, atau masih terdapat hal-hal yang belum memenuhi. Jika terdapat kesalahan, maka dilakukan perbaikan yang perlu, sehingga peralatan dapat berjalan sesuai harapan. Pengujian dilakukan dengan pengujian masing-masing komponen dan kemudian dilanjutkan dengan pengujian sistem secara keseluruhan, di mana peralatan dipasangkan pada sebuah tempat sampah yang sebenarnya.

5. Penulisan Laporan Penelitian

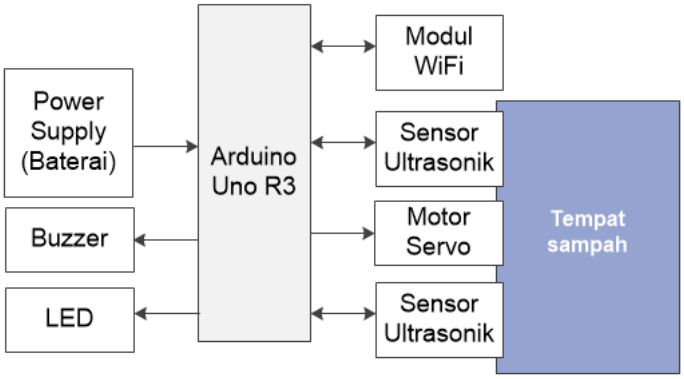
   Penulisan laporan disusun berdasarkan hasil yang diperoleh dari seluruh tahapan pelaksanaan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

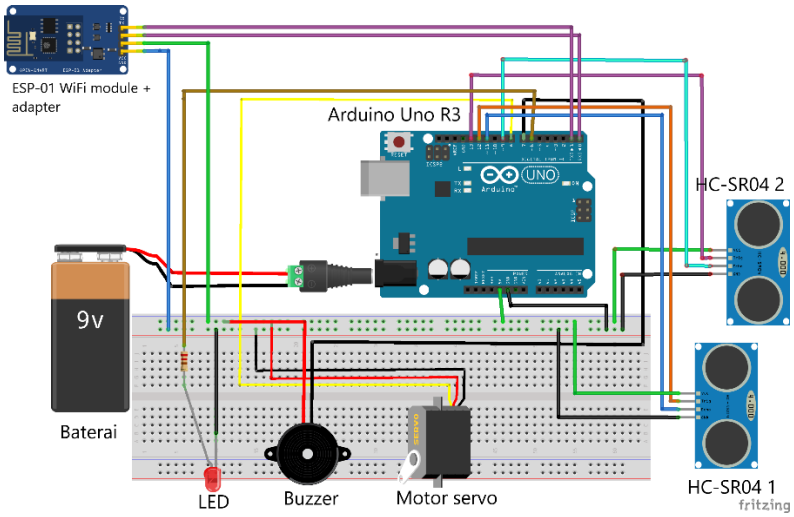
A. Perancangan dan Implementasi Sistem

Diagram blok sistem kontrol tempat sampah otomatis yang dirancang pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem menggunakan *board* Arduino Uno R3 sebagai pengendali dan komponen-komponen pendukungnya. Sensor ultrasonic HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi adanya orang yang akan membuang sampah. Jika ada orang mendekat, maka mikrokontroler akan mengaktifkan motor servo untuk membuka tempat sampah, dan menutupnya kembali jika orang tersebut meninggalkan atau

menjauhi tempat sampah tersebut. *Buzzer* (alarm) akan diaktifkan sebagai peringatan jika tempat sampah telah penuh. Hasil dari perancangan perangkat keras dalam bentuk skematik rangkaian yang digunakan untuk sistem kontrol tempat sampah otomatis ditunjukkan pada Gambar 3. Komponen-komponen perangkat keras yang dihubungkan dengan *board* Arduino Uno R3 adalah sensor ultrasonik, *buzzer*, LED, motor servo, modul WiFi dan baterai. Sebelum digunakan, modul WiFi diprogram terlebih dahulu melalui koneksi Tx/Rx pada *board* Arduino Uno dan pin TXD/RXD pada modul WiFi. Modul WiFi yang digunakan bekerja pada tegangan 3.3V dan memiliki 8 pin yaitu, GND, GPIO1/TXD, GPIO2, ChPD/ChEn, GPIO0, RESET, GPIO3/RXD, dan VCC. Modul ini dihubungkan ke *board* Arduino Uno R3 menggunakan ESP-01 *adapter* karena *board* Arduino Uno R3 menggunakan tegangan 5V. Konversi tegangan dari 5V ke 3.3V dilakukan oleh *adapter* ini.



Gambar 2. Diagram blok sistem kontrol tempat sampah otomatis



Gambar 3. Skematik rangkaian sistem

Pada skematik rangkaian yang ditunjukkan oleh Gambar 3, koneksi pin dari komponen *buzzer*, motor servo, LED, dan sensor ultrasonik dengan *board* Arduino Uno R3 ditunjukkan pada Tabel 1.

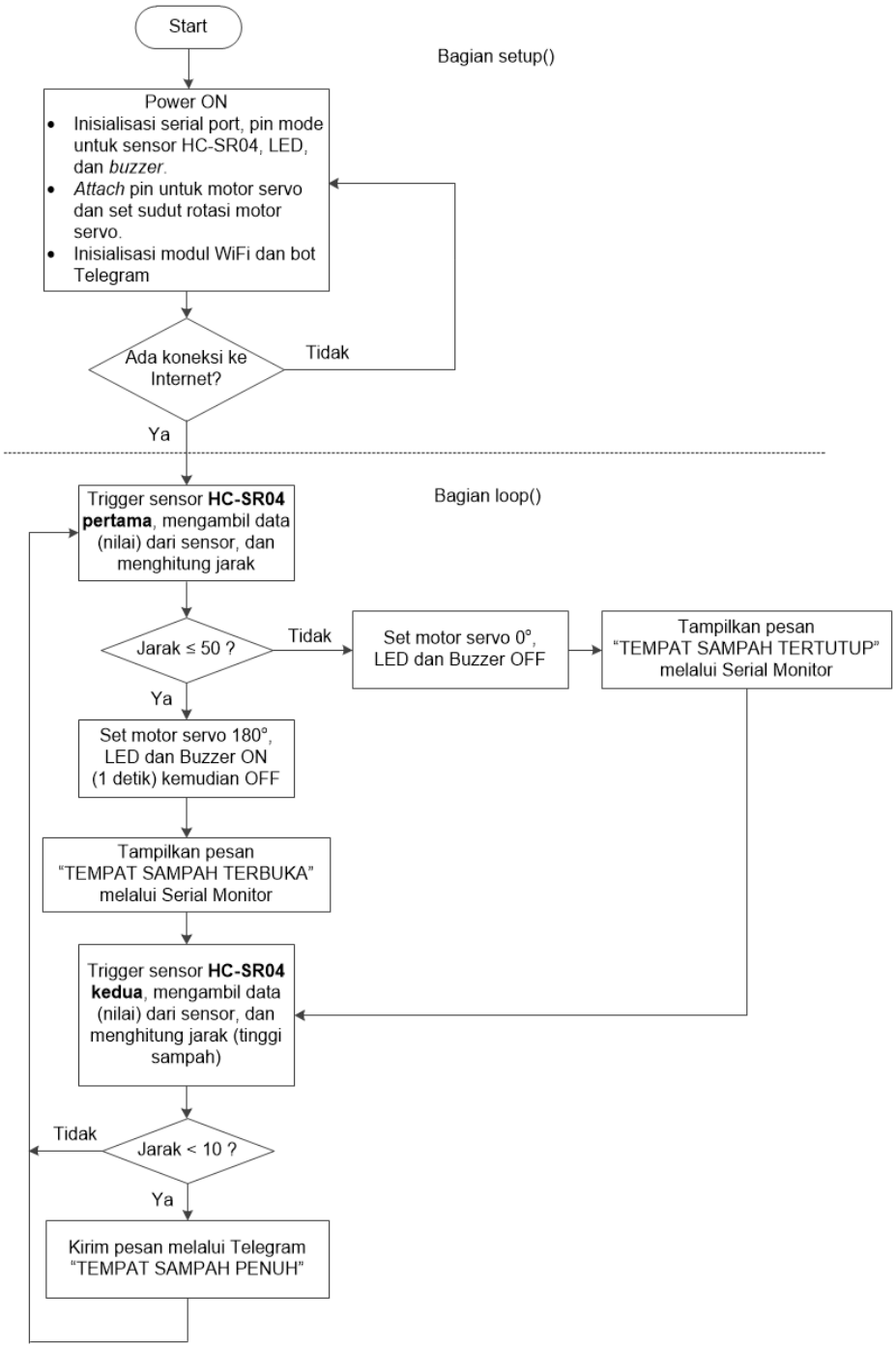
Tabel 1. Koneksi komponen dengan *board* Arduino Uno R3

Komponen	Pin	Pin pada Arduino Uno R3
Sensor HC-SR04 1 (deteksi jarak)	Vcc	5V
	Trig	D12
	Echo	D11
	Gnd	GND
Sensor HC-SR04 2 (deteksi tinggi sampah)	Vcc	5V
	Trig	D13
	Echo	D9
	Gnd	GND
Motor servo	Vcc	5V
	Gnd	GND
	Pwm	D8
Buzzer	Supply (+)	D7
	GND (-)	GND
LED	Anode (+)	D6
	Cathode (-)	GND
ESP-01 adapter	Vcc	5V
	GND	GND
	TX	D0/RX
	RX	D1/TX

Gambar 4 menunjukkan diagram alir (*flowchart*) dari program untuk sistem kontrol tempat sampah otomatis ini. Saat sistem dihidupkan, mikrokontroler pada *board* Arduino Uno R3 akan melakukan inisialisasi komponen-komponen yang gunakan, yaitu sensor HC-SR04, motor servo, *buzzer* dan LED. Pin untuk *input*/*output* (I/O) digital diinisialisasi untuk masing-masing komponen. Untuk pengendalian motor servo, fungsi-fungsi yang digunakan diambil dari *library* `Servo.h`, misalnya `attach()` untuk mengasosiasikan pin yang digunakan oleh motor servo dan `write()` untuk mengatur sudut putaran motor servo. Selanjutnya, untuk pengukuran jarak menggunakan sensor HC-SR04, pin Trig merupakan pin *output* yang digunakan untuk memancarkan gelombang ultrasonik dan pin Echo merupakan pin *input* yang akan menerima kembali pantulan gelombang, jika ada objek (atau orang) yang mendekat. Program akan mendeteksi gelombang (pulsa) yang diterima oleh pin Echo, dan nilai yang terbaca digunakan untuk menghitung jarak (*distance*) antara objek yang mendekat tersebut dengan sensor. Jika jarak yang dihitung menghasilkan nilai lebih kecil atau sama dengan 50 cm, maka motor servo akan melakukan rotasi 180 derajat untuk membuka tutup tempat sampah. Sebaliknya, jika jarak lebih besar dari 50 cm, maka motor servo akan mengatur posisinya pada 0 derajat dan tutup tempat sampah tetap pada posisi semula (tertutup), atau akan kembali tertutup jika sebelumnya dalam posisi terbuka. Untuk membuka dan menutup tempat sampah, motor servo dan tutup tempat sampah dihubungkan menggunakan benang. Saat motor servo melakukan rotasi, benang akan ditarik untuk membuka atau menutup tempah sampah.

Pada sistem kontrol tempat sampah yang dirancang, terdapat juga sensor HC-SR04 kedua yang digunakan untuk mengukur tinggi sampah. Sensor ini diletakkan pada bagian

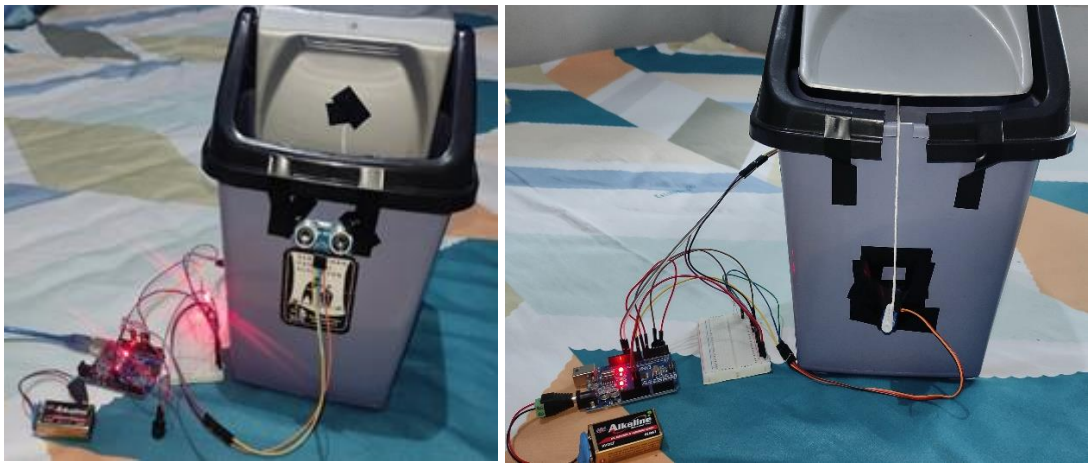
dalam tutup tempat sampah. Jika jarak yang dihitung oleh sensor ini lebih kecil dari 10 cm, maka tempat sampah dianggap telah penuh dan sistem akan mengirimkan notifikasi melalui Telegram kepada pengguna bahwa tempat sampah telah penuh. Sebagai catatan, pembacaan data dari dua sensor HC-SR04 pada sistem ini dilakukan dilakukan secara sekuensial. Sensor pertama memberikan data jarak orang dari tempat sampah dan sensor kedua memberikan data tinggi sampah di dalam tempat sampah.



Gambar 4. *Flowchart* program untuk tempat sampah otomatis

Komponen LED digunakan untuk indikator atau notifikasi ketika ada objek yang mendekat ke tempat sampah. LED akan diaktifkan jika ada yang mendekat ke tempat sampah (tempat sampah dibuka) dan akan dimatikan ketika objek tersebut menjauh dari

tempat sampah (tempat sampah ditutup). Notifikasi melalui LED ini dilakukan bersamaan dengan notifikasi bunyi melalui *buzzer.* Hasil implementasi perangkat keras untuk sistem tempat sampah otomatis menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik HC-SR04 ditunjukkan pada Gambar 5. Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian depan tempat sampah dengan ketinggian kurang lebih 20 cm dari permukaan lantai. Motor servo ditempatkan pada bagian belakang tempat sampah dan dihubungkan dengan benang ke tutup tempat sampah.



Gambar 5. Hasil implementasi pada tempat sampah

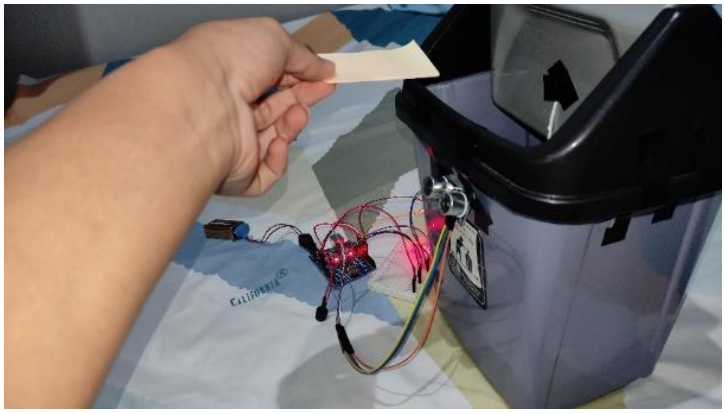
B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan menguji terlebih dahulu komponen-komponen perangkat keras (sensor ultrasonik, *buzzer*, motor servo, LED) yang digunakan dan mengobservasi apakah komponen-komponen tersebut dapat berfungsi dengan baik. Setelah semua komponen dapat berfungsi dengan baik, pengujian dilakukan untuk sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem dan kemudian mensimulasikan proses pembuangan sampah (orang mendekati tempat sampah, membuang sampah ke dalam tempat sampah, lalu pergi menjauhi tempat sampah). Proses pengujian ini mirip dengan metode *black box testing* yang umum digunakan pada pengujian perangkat untuk menguji fungsionalitas dari suatu sistem. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sistem. Gambar 6 menunjukkan pengujian saat orang akan membuang sampah. Tempat sampah akan terbuka ketika terdapat objek yang mendekat dengan jarak kurang dari 50 cm. Pada saat tempat sampah terbuka atau tertutup, sistem akan menampilkan pesan melalui *Serial Monitor* pada Arduino IDE mengenai kondisi tempat sampah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

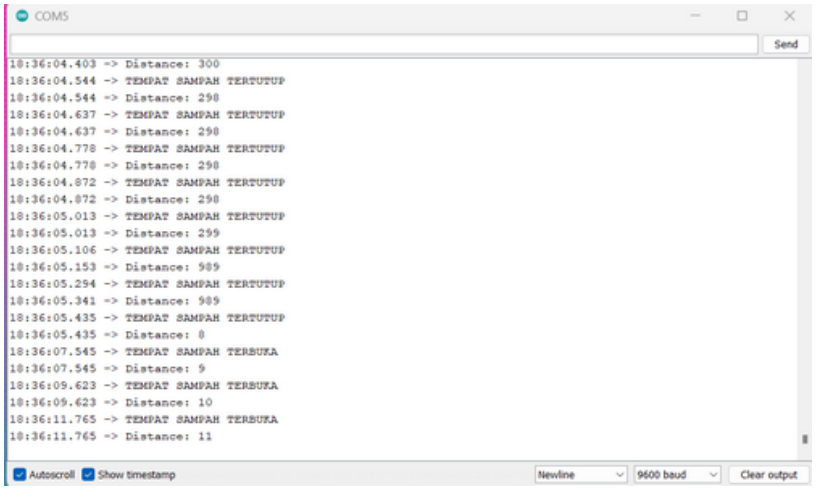
Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

No.	Pengujian	Kondisi atau aksi yang dilakukan	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh	Kesimpulan
1	Sensor ultrasonik	Jarak orang dari tempat sampah lebih besar dari 50 cm.	Tempat sampah tidak terbuka.	Tempat sampah tidak terbuka.	Valid
2	Sensor ultrasonik	Jarak orang dari tempat sampah kurang dari 50 cm.	Tempat sampah terbuka.	Tempat sampah terbuka.	Valid

3	*Buzzer*	Jarak orang dari tempat sampah lebih besar dari 50 cm.	*Buzzer* tidak berbunyi.	*Buzzer* tidak berbunyi.	Valid
4	*Buzzer*	Jarak orang dari tempat sampah kurang dari 50 cm.	*Buzzer* berbunyi selama 1 detik.	*Buzzer* berbunyi selama 1 detik.	Valid
5	Motor servo	Jarak orang dari tempat sampah lebih besar dari 50 cm. Tempat sampah pada posisi tertutup.	Motor servo pada posisi 0 derajat (tidak berotasi), tempat sampah tidak terbuka.	Motor servo pada posisi 0 derajat (tidak berotasi), tempat sampah tidak terbuka.	Valid
6	Motor servo	Jarak orang dari tempat sampah kurang dari 50 cm. Orang yang mendekat akan membuang sampah.	Motor servo melakukan rotasi dari posisi 0 derajat ke 180 derajat untuk membuka tempat sampah.	Motor servo melakukan rotasi dari posisi 0 derajat ke 180 derajat, tempat sampah terbuka.	Valid
7	Motor servo	Jarak orang dari tempat sampah lebih besar dari 50 cm setelah membuang sampah. Tempat sampah pada posisi terbuka	Motor servo melakukan rotasi dari posisi 180 derajat ke 0 derajat untuk menutup tempat sampah.	Motor servo melakukan rotasi dari posisi 180 derajat ke 0 derajat, tempat sampah tertutup.	Valid
8	LED	Jarak orang dari tempat sampah lebih besar dari 50 cm.	LED tidak menyala (OFF).	LED tidak menyala (OFF).	Valid
9	LED	Jarak orang dari tempat sampah kurang dari 50 cm.	LED menyala (ON)	LED menyala (ON).	Valid
10	Sensor ultrasonik	Jarak sampah dari sensor kurang dari 10 cm.	Sistem mengirimkan notifikasi melalui Telegram menggunakan koneksi WiFi.	Sistem mengirimkan notifikasi melalui Telegram menggunakan koneksi WiFi.	Valid



Gambar 6. Pengujian tempat sampah otomatis



Gambar 7. Tampilan *Serial Monitor* mengenai kondisi tempat sampah

V. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mempresentasikan perancangan dan implementasi sistem kontrol untuk tempat sampah otomatis menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik. Proses untuk membuka atau menutup tempat sampah ditentukan berdasarkan jarak dari objek (orang yang akan membuang sampah) dengan tempat sampah yang diukur menggunakan sensor ultrasonik. Sebuah motor servo sebagai komponen untuk menggerakkan tutup tempat sampah terbuka atau tertutup ketika sesorang mendekat atau menjauh dari tempat sampah tersebut. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang dilakukan disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan tujuannya. Tempat sampah dapat terbuka secara otomatis ketika ada orang atau objek yang mendekat lalu akan menutup ketika orang atau objek tersebut menjauh dengan *delay* sebesar dua detik.

Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor atau aktuator untuk membuka tempat yang lebih handal misalnya, *proximity sensor*, motor DC, dan lain sebagainya. Selain itu, juga dapat ditambahkan fungsi agar pembukaan/penutupan tempat sampah dapat dilakukan dari jarak jauh menggunakan remote dengan sensor *infrared* atau melalui koneksi internet, maupun ditambahkan sistem pemantauan (*monitoring*) yang dapat memantau kondisi dari tempat sampah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. A. Fadhil, O. A. Omar, and Q. I. Sarhan, "A Survey on the Applications of Smart Home Systems," *Proc. 2020 Int. Conf. Comput. Sci. Softw. Eng. CSASE 2020*, pp. 168–173, Apr. 2020, doi: 10.1109/CSASE48920.2020.9142103.

[2] S. Dash and P. Choudekar, "Home Automation using Smart Devices and IoT," *2021 9th Int. Conf. Reliab. Infocom Technol. Optim. (Trends Futur. Dir. ICRITO 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICRITO51393.2021.9596533.

[3] I. Santoso, M. F. Adiwisastra, B. K. Simpony, D. Supriadi, and D. S. Purnia, "Implementasi NodeMCU dalam Home Automation dengan Sistem Kontrol Aplikasi Blynk," *Swabumi (Suara Wawasan Sukabumi) Ilmu Komputer, Manajemen, dan Sos.*, vol. 9, no. 1, pp. 32–40, Apr. 2021, doi: 10.31294/SWABUMI.V9I1.10459.

[4] "Arduino UNO R3." https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3 (accessed Aug. 25, 2022).

[5] M. Y. Efendi and J. E. Chandra, "Implementasi Internet of Things pada Sistem Kendali Lampu Rumah menggunakan Telegram Messenger Bot dan Nodemcu Esp 8266," *Glob. J. Comput. Sci. Technol.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–11, 2019.

[6] P. Wijaya and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 225–233, Sep. 2022, doi: 10.30865/JSON.V4I1.4539.

[7] W. Kurniasih, A. Rakhman, and I. Salamah, "Sistem Keamanan Pintu dan Jendela Rumah Berbasis IoT," *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 266–274, Jul. 2020, doi: 10.30645/JURASIK.V5I2.212.

[8] S. Septiandari and D. Setiyadi, "Sistem Monitoring CCTV Berbasis IoT dengan Raspberry Pi Menggunakan Metode PPDIOO pada SMKN 15 Bekasi," *Pros. Mat.*, vol. 7, no. 1, pp. 40–47, Jan. 2021, doi: 10.29313/.V7I1.26112.

[9] A. Wafi, H. Setyawan, and S. Ariyani, "Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis IOT (Internet Of Things) dengan Aplikasi Android," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 20–29, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3134.

[10] B. A. Ramadhan, I. Rizianiza, and F. Manta, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 265, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3283.

[11] O. Puadi and Hambali, "Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–14, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.195.

[12] T. I. Solihati, I. Nuraida, and N. Hidayanti, "Pemanfaatan Kardus Menjadi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino UNO R3," *ABDIMAS J. Pengabdi. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 342–350, Oct. 2020, doi: 10.35568/ABDIMAS.V3I2.962.

[13] M. H. Ibnu Hajar and S. Jupri, "Sistem Perancangan Tempat Sampah Logam dan Non Logam dengan menggunakan Aplikasi M.I.T Inventor," *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 35, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i1.007.

[14] M. A. Ismail, R. K. Abdullah, and S. Abdussamad, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–12, 2021, doi: 10.37905/jjeee.v3i1.8099.

[15] R. P. N. Budiarti, J. Maulana, and S. Sukaridhoto, "Aplikasi DIY Smart Trash berbasis IoT Open Platform," *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 93–104, 2018, doi: 10.33086/atcsj.v1i2.857.

[16] D. A. Rumansyah, S. Amini, S. Mulyati, and Purwanto, "Rancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04, Microcontroller Nodemcu Dan Sensor Proximity," *Skanika*, vol. 5, no. 1, pp. 125–135, 2022, doi: 10.36080/skanika.v5i1.2920.

[17] R. T. Aldisa, M. A. Abdullah, and Andilaw, "Perancangan Tempat Sampah Anorganik Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Arduino Uno," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 3, p. 283, 2022, doi: 10.30865/json.v3i3.3911.

[18] H. Sanjaya, N. K. Daulay, J. Triyanto, and R. Andri, "Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, p. 451, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.4058.

[19] I. Purnama, S. Z. Harahap, and A. A. Ritonga, "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Pada Universitas Labuhanbatu," *J. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 81–84, 2020, doi: 10.36987/informatika.v8i2.1780.

[20] R. Kurniawan, N. Rubiati, and S. Y. ZR, "Tutup Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Informatika*, vol. 13, no. 2, p. 1, 2022, doi: 10.36723/juri.v13i2.257.

[21] E. C. Nugroho, A. R. Pamungkas, and I. P. Purbaningtyas, "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 24, no. 2, p. 124, 2018, doi: 10.36309/goi.v24i2.96.