

Rancang Bangun Pembuatan *Smart Trash Bin* Berbasis Arduino Uno

Habib Muhammad Rifai¹, Hafni Hafsah², Rahmi Mulyati³, Femitri Eka Putri⁴

¹²³Teknik Komputer, Akademi Manajemen Informatika & Komputer (AMIK) Tri Dharma Pekanbaru,

⁴Manajemen Informatika, Akademi Manajemen Informatika & Komputer (AMIK) Tri Dharma Pekanbaru
Jalan Melati, No.16, Kec. Tampan, Pekanbaru

email: habibrifai026@gmail.com¹ or amiktridharmapekanbaru@kampus.ac.id¹,
hafniedu@gmail.com², rahmiatd@gmail.com³, femiitri@amiktridharmapku.ac.id⁴

Abstrak

Membuang sampah pada tempatnya sangat penting dilakukan oleh setiap orang, demi menjaga kebersihan, keindahan dan kelestarian lingkungan tempat tinggal dan lingkungan sekitar. Namun demikian, masih banyak orang yang malas membuang sampah pada tempatnya, meskipun tempat sampah sudah disediakan, terlebih pada saat mereka harus menyentuh tutup dari tempat sampah tersebut. Hal ini disebabkan karena di dalam tempat sampah itu banyak sekali kuman atau bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Untuk itu diperlukan sebuah tempat sampah yang dapat terbuka dan tertutup secara otomatis untuk mendorong masyarakat membuang sampah pada tempat yang disediakan. Tempat sampah otomatis ini memerlukan alat yang dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu bagian hardware dan software. *Hardware* terdiri dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek, mikrokontroler sebagai rangkaian pengendali input dan output untuk menggerakkan motor servo, dan *buzzer* sebagai penanda tempat sampah penuh, sedangkan software yang dibuat menggunakan program arduino adalah bahasa pemrograman C (arduino). Hasil yang dicapai adalah bahwa perancangan bentuk fisik alat secara rinci sangat penting untuk dilakukan guna memperoleh hasil yang maksimal. Hal ini dimaksudkan agar prinsip kerja alat serta komponen yang digunakan dalam sistem dapat terlihat dengan jelas.

Kata kunci : *Smart Trash Bin, Ultrasonic, Buzzer, Motor Servo*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari banyak orang yang malas membuang sampah pada tempatnya. Meskipun tempat sampah sudah disediakan, tetapi orang masih juga membuang sampah tidak pada tempatnya, terlebih pada saat mereka harus menyentuh tutup dari tempat sampah tersebut. Hal ini disebabkan karena di dalam tempat sampah itu banyak sekali kuman atau bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Untuk itu diperlukan sebuah tempat sampah yang dapat terbuka dan tertutup secara otomatis yang memudahkan cara membuang sampah tanpa harus menyentuh tempat atau tutupnya.

Alat yang digunakan dalam merancang tempat sampah otomatis ini terdiri dari 2 (dua) bagian, yaitu bagian *hardware* dan *software*. *Hardware* terdiri dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek, mikrokontroler sebagai rangkaian pengendali input dan output untuk menggerakkan motor servo, dan *buzzer* sebagai penanda tempat sampah penuh, sedangkan *software* yang dibuat menggunakan program arduino adalah bahasa pemrograman C (arduino).

Jika sensor jarak (ultrasonik) yang pertama menangkap suatu objek di dekat tempat sampah, dengan jarak kurang dari 35 cm maka mikrokontroler akan menggerakkan motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis, setelah terbuka jika disekitar tempat sampah tidak ada objek yang mengenai sensor maka mikrokontroler akan menggerakkan motor servo untuk menutup

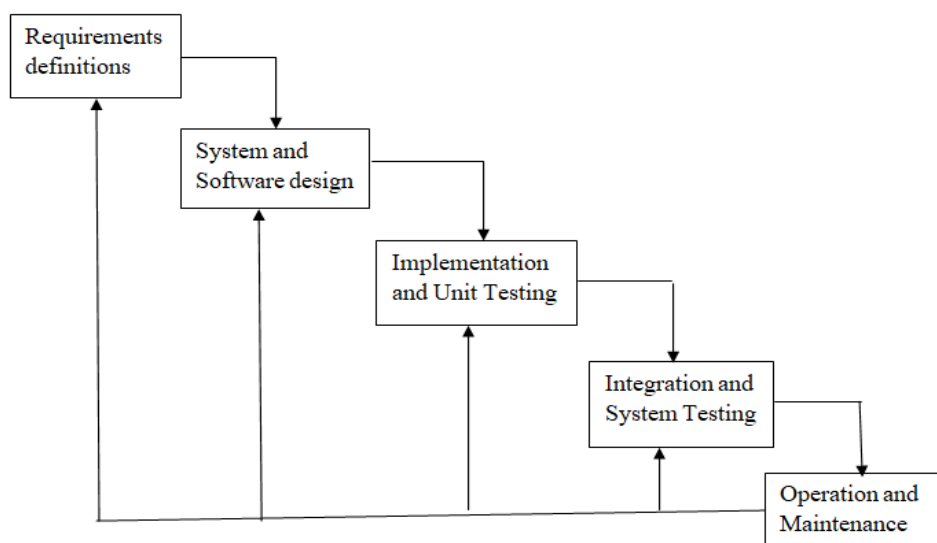
tempat sampah kembali. Sensor jarak (ultrasonik) yang kedua memberi pengaruh pada sistem tempat sampah otomatis ini yaitu saat sampah yang masuk kedalam kotak sampah mendekati sensor dengan jarak kurang dari 10 cm maka sensor ini akan memberi perintah pada *buzzer* untuk menyala.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis bermaksud merancang bangun *Smart Trash Bin* Berbasis Arduino Uno. Dengan adanya tempat pembuangan sampah otomatis ini diharapkan akan mendorong masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya tanpa merasa berat hati untuk menyentuh benda tersebut karena khawatir terkena kotoran ataupun terinfeksi kuman penyakit. Dengan demikian lingkungan sekitar akan lebih terjaga kebersihan dan keindahannya.

2. METODE PENELITIAN

Pembuatan Tempat sampah otomatis ini memerlukan alat yang dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian *hardware* dan *software*. Hardware terdiri dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek, mikrokontroler sebagai rangkaian pengendali input dan output untuk menggerakkan motor servo, dan *buzzer* sebagai penanda tempat sampah penuh, sedangkan software yang dibuat menggunakan program arduino adalah bahasa pemrograman C (arduino). Alat bantu perancangan sistem dan logika program menggunakan *Context Diagram*, *Data Flow Diagram* dan *Flow Chart*.

Siklus Hidup Pengembangan Sistem (*System Development Life Cycle/SDLC*) digunakan untuk perancangan dan pengembangan sistem seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Langkah dalam SDLC

Dalam SDLC terdapat 5 (lima) tahapan penting dalam proses pengembangan sistem informasi, yaitu:

1. *Requirements Defenitions*

Tahap ini merupakan langkah awal sebelum membangun sistem informasi, dimana pada tahap ini merupakan proses untuk mendapatkan informasi mengenai sistem atau perangkat lunak yang dibutuhkan. Kelayakan tehnis, jaminan kualitas dan resiko yang mungkin timbul dapat diketahui, sehingga sistem informasi yang akan dibuat dapat membantu dalam menyelesaikan permasalahan atau kendala yang ada.

2. *System and Software Design*

Pada tahap ini diperlukan rencana yang baik mengenai perancangan sistem dan *software*, termasuk didalamnya mengenai analisa informasi kebutuhan yang diperlukan untuk membuat Spesifikasi Dokumen Perancangan.

3. *Implementation and Unit Testing*

Database admin membuat dan mengimpor data yang diperlukan kedalam database dan bahasa pemrograman disesuaikan dengan kebutuhan. Selanjutnya membangun interface (antar muka) sesuai dengan panduan *coding*, dan kemudian melakukan pengujian unit.

4. *Integration and System Testing*

Pada pengujian integrasi yang dilakukan adalah memverifikasi *interface* dan interaksi yang terjadi antara komponen-komponen *software* atau modul. Memastikan setiap komponen terinteraksi dengan baik dan berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi perilaku sistem dan fungsionalitas keseluruhan sistem.

5. *Operation and Maintenance*

Setelah pengujian di atas, maka sistem mulai dioperasikan dalam beberapa waktu dan melihat perkembangan dari sistem yang sedang berjalan. Selanjutnya, seiring penggunaan sistem tersebut, pemeliharaan sistem diperlukan agar pengoperasian berjalan dengan baik.

Dalam perancangan sistem diperlukan beberapa komponen pendukung agar sistem dapat berjalan dengan baik.

1. **Arduino**

Arduino ini merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (Sokop, dkk, 2016). Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram *hardware* eksternal.

2. **Liquid Crystal Display (LCD)**

Menurut Simbar dan Syahrin (2016), LCD dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Modul LCD matrix tersedia dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh baris pixel. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah: 1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris. 2. Mempunyai 192 karakter tersimpan. 3. Terdapat karakter generator terprogram. 4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit. 5. Dilengkapi dengan *back light*.

LCD 16x2 memiliki 16 nomor pin, dimana masing-masing pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya. LCD 16x2 ini beroperasi pada *power supply* +5V, tetapi juga dapat beroperasi pada *power supply* +3V.

3. **Sensor HC-SR04**

Menurut Anindya dan Rachmat (2015:67), modul HC-SR04 merupakan modul sensor ultrasonik yang memiliki fungsi utama sebagai pengukur jarak. Modul ini terdiri atas sepasang transduser dengan empat pin, yaitu pin suplai tegangan (*Vcc*), pin *trigger*, pin *echo*, dan pin *ground*. Modul akan memulai pengukuran saat diberi sinyal pulsa *trigger* sepanjang 10 μ s, di mana *transmitter* akan mengirimkan gelombang ultrasonik yang akan diterima kembali oleh *receiver* saat gelombang tersebut mengenai obyek dan memantul.

4. **Kapasitor**

Menurut Handayani, S.Y., dkk. (2021), kapasitor adalah komponen yang berfungsi

menyimpan dan memberikan energi yang terbatas sesuai dengan kapasitasnya. Pada dasarnya kapasitor terdiri atas dua keping sejajar yang dipisahkan oleh medium dielektrik. Kapasitor pada sistem daya listrik menimbulkan daya reaktif untuk memperbaiki tegangan dan faktor daya, karenanya memasang atau menghubungkan kapasitor secara seri terhadap kumparan bantu (*starting*) motor induksi satu fasa jenis motor kapasitor adalah untuk memperoleh beda phase antara arus lilitan/kumparan utama (*running*) dan arus lilitan/kumparan bantu (*starting*) yang lebih besar, sehingga dihasilkan cukup torsi untuk menggerakkan rotor sangkar pada saat *starting*.

5. Motor Servo

Menurut Saefullah, dkk (2015:49), motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closedfeed* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

6. Buzzer

Menurut Risanti, D.R., dan Arianto, L. (2017), buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

7. Kapasitor

Menurut Zain (2013:153), kapasitor merupakan komponen pasif elektronika yang sering dipakai didalam merancang suatu sistem yang berfungsi untuk mengeblok arus DC, *filter*, dan penyimpan energi listrik. Didalamnya 2 (dua) buah pelat elektroda yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh sebuah *insulator*. Ketika kapasitor diberikan tegangan DC maka energi listrik disimpan pada tiap elektrodanya.

8. Resistor

Menurut Arpin, M.R.. (2020), resistor adalah komponen elektronik dua kutub yang didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik yang dapat memproduksi tegangan listrik diantara kedua kutubnya. Nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir, berdasarkan hukum ohm (Ω). Menurut Jaelani, dkk. (2016), resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya.

9. I2C (Integrated Circuit)

Meurut Syarmuji, dkk (2022), I2C (Inter Integrated Circuit) merupakan standar komunikasi dua arah menggunakan saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Kecepatan komunikasi yang digunakan yaitu mode kecepatan 3,4Mbps. I2C untuk menghubungkan komponen yang terhubung melalui kabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis dan perancangan sistem

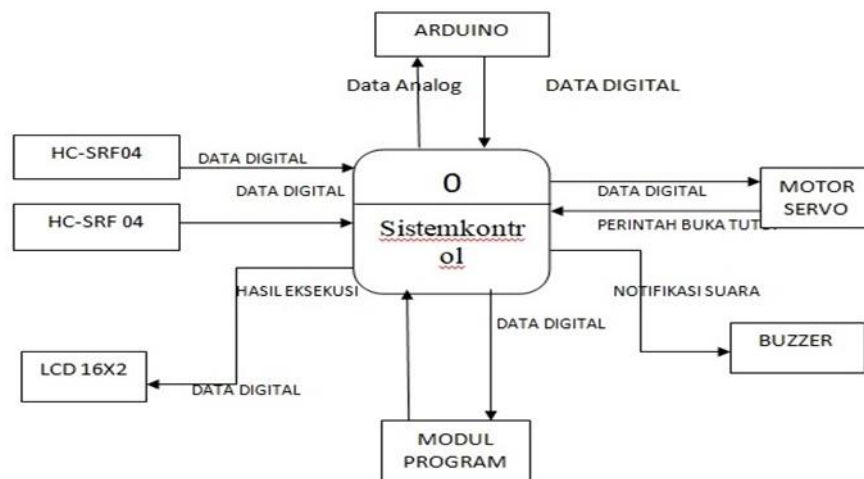
3.1.1. Desain sistem secara umum

Tujuan dari desain sistem secara umum adalah untuk memberikan gambaran secara umum kepada pengguna tentang sistem *Smart Trash Bin*. Desain sistem secara umum

merupakan persiapan dari desain terinci. Desain secara umum mengidentifikasi komponen – komponen sistem yang akan di desain secara rinci dan detail.

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, penulis menggunakan tahap perancangan aplikasi dengan menggunakan *Context diagram* dan *Data Flow Diagram* serta mendesain rancangan fisik alat.

Untuk menggambarkan sistem yang dirancang adalah dengan menentukan *context diagram*. Dengan menggunakan *Context diagram* ini diharapkan dapat mempermudah penulis dalam merancang sistem yang akan dibangun tersebut. Berikut ini gambar 2. *context diagram* yang dimaksud, dimana terdiri atas sebuah lambang proses yang diberi nama *Smart Trash Bin*.

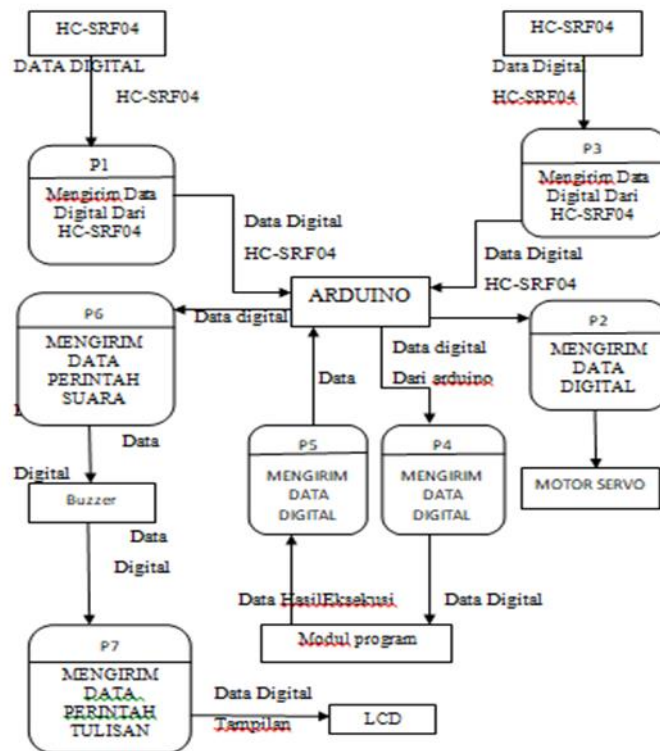


Gambar 2. *Context Diagram* Perancangan

Berikut adalah penjelasan mengenai *Context Diagram* di atas :

1. HC-SRF04 berfungsi sebagai alat inut. Sensor HC-SRF04 dimanfaatkan untuk mendeteksi adanya jarak mendekat.
2. Mikrokontroler arduino board berfungsi sebagai pusat pengelola data atau dapat dikatakan sebagai CPU (Cetral Processing Unit), yang mana tugasnya mengelola semua data yang masuk dan data yang keluar.
3. Motor servo berfungsi sebagai penggerak buka dan tutup tempat sampah.
4. Buzzer berfungsi sebagai notifikasi suara. Prinsip dari buzzer sendiri akan bekerja sebagai notifikasi suara ketika keadaan sensor HC-SRF04 mendeteksi jarak tumpukan sampah yang hampir penuh.
5. LCD berfungsi sebagai tampilan

Data Flow Diagram merupakan suatu bagian yang menggambarkan arus data dan proses yang terjadi dalam suatu system secara logika, gambaran ini tidak tergantung dari perangkat keras, perangkat lunak ataupun organisasi *file* yang digunakan. Keuntungan dalam menggunakan *Data flow diagram* memudahkan pemakaian yang kurang menguasai bidang komputer untuk memahami sistem yang dikembangkan. *Data flow diagram* untuk sistem ini dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini:



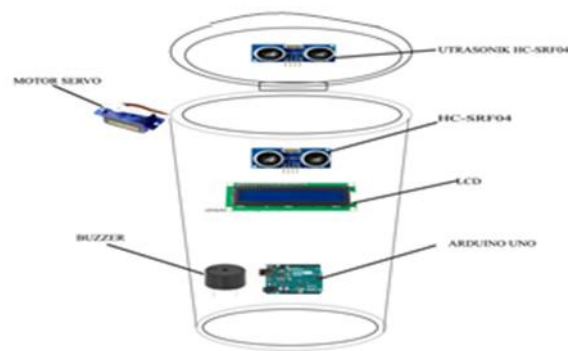
Gambar 3. Data Flow Diagram

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa:

- Pada proses pertama sensor [P1] HC-SRF04 mengirimkan data digital ke arduino.
- Proses kelima [P2] Arduino mengirimkan data digital yang telah diolah berupa output ke motor servo.
- Pada proses ketiga [P3] sensor HC-SRF04 mengirimkan data digital ke arduino.
- Pada Proses keempat [P4] Arduino mengirimkan data input dari HC-SR04 ke Modul program untuk menghasilkan hasil eksekusi yang ditentukan
- Proses eksekusi berlangsung pada modul program sehingga menghasilkan hasil eksekusi.
- Pada proses kelima [P5] hasil data yang telah diolah dari modul program akan dikirim kembali ke Arduino.
- Proses keenam [P6] arduino mengirimkan data digital yang telah di olah ke buzzer dan menghasilkan perintah suara.
- Proses ketujuh [P7] Buzzer mengirimkan data digital ke LCD
- Proses delapan [P8] LCD menghasilkan tampilan tulisan.

Rancangan Fisik Alat

Merupakan gambaran dari alat secara keseluruhan. Dengan adanya desain ini, maka tata letak dari komponen-komponen yang digunakan dapat diketahui. Adapun rancangan fisik alat yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini :



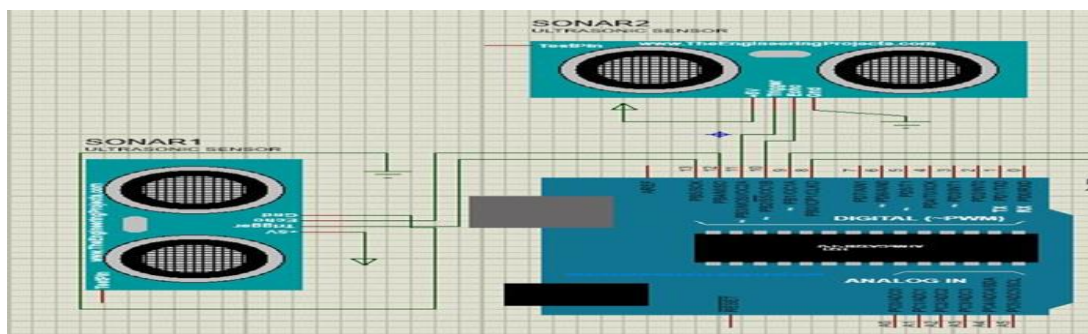
Gambar 4. Rancangan Fisik Alat

3.2 Desain Secara Terinci

Desain terinci dimaksudkan untuk pemrograman komputer dan ahli teknik lainnya yang akan mengimplementasikan sistem yang dirancang. Dengan adanya desain ini, maka prinsip kerja alat serta komponen-komponen yang digunakan dalam sistem dapat terlihat dengan jelas.

3.2.1 Rangkaian Sensor HC-SR04

Sensor ini merupakan sensor *ultrasonic* siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini biasa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk *ground*-nya. Pin *Trigger* untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Pin *trigger* ketiga sensor disambungkan ke pin 13,11, pada arduino sedangkan pin *Echo* dari ketiga sensor di sambungkan ke pin 12,10, pada arduino dan juga pin vcc dan *ground*-nya dihubungkan ke pin vcc dan ground dari arduino. Dibawah ini merupakan rangkaian dari sensor HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 5 berikut:

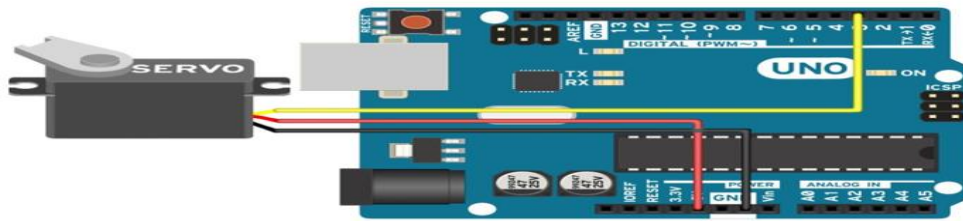


Gambar 5 Rangkaian sensor HC-SR04

3.2.2 Motor Servo

Servo adalah jenis motor DC yang dapat diatur dengan mudah berdasarkan derajat, karena di dalamnya sudah terdapat gear, potensio dan rangkaian untuk servo itu sendiri (Hilal, A., dan Manan, S. , 2013). Motor servo adalah sebuah motor dengan system umpan balik tertutup dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali kerangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor .Secara standar, motor servo terdiri

atas 3 kabel yaitu kabel power / VCC, kabel GND serta kabel signal. Berikut ini merupakan gambar rangkaian motor servo dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



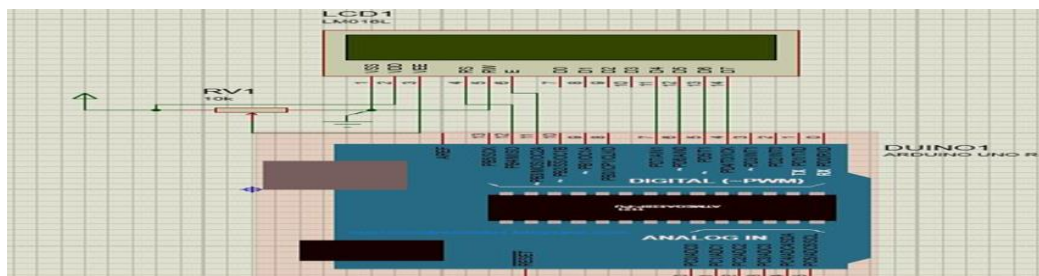
Gambar 6. Rangkaian Motor Servo

Keterangan :

- Warnamerah servo, dihubungkan ke pin 5V Arduino
- Warnahitam/coklat servo, dihubungkan ke pin Gnd Arduino
- Warna orange servo (kabel data/perintah), dihubungkan ke pin 9 Arduino (dapat digunakan pin lainnya).

3.2.3 Rangkaian LCD 16x2

LCD 16×2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16×2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Dalam Smart Trash Bin LCD ini berfungsi untuk menampilkan pemberitahuan apabila tong sampah penuh. Berikut ini merupakan gambar rangkaian LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Rangkaian LCD 16x2

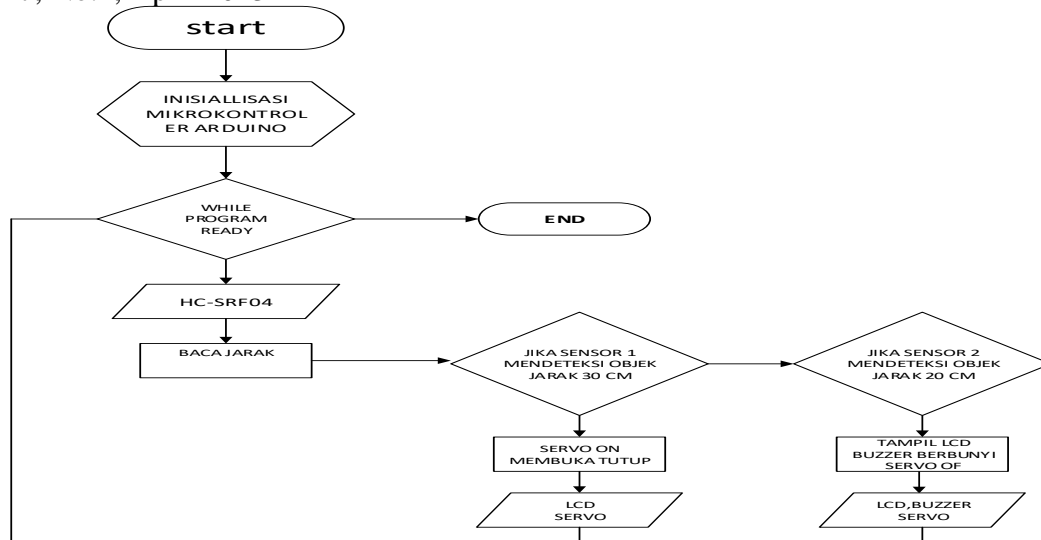
3.3 Rancangan Modul Program

3.3.1 Modul Program

Modul program merupakan uraian tentang system smart trash bin berbasis arduino uno. Dengan menggunakan IDE arduino bahasa pemrograman yang digunakan berbasis bahasa C.

3.3.2 Urutan Langkah Kerja dengan flowchart

Flowchart merupakan urutan-urutan langkah kerja suatu proses yang digambarkan dengan menggunakan simbol-simbol yang disusun secara sistematis. *Flowchart* untuk alat *Smart Trash Bin* ini dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini :



Gambar 8. Flowchart

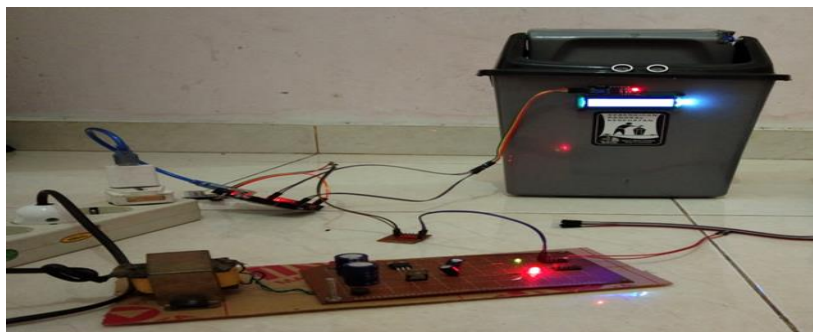
Adapun penjelasan *flowchart* sistem *smart trash bin* menggunakan sensor ultrasonik di atas sebagai berikut:

1. Mulai/ start
2. Inisialisasi controller arduino dan semua program hingga selesai dan siap digunakan.
3. Input dari sensor HC-SR04
4. Jika sensor 1 mendeteksi objek dengan jarak kurang dari 30 cm maka mikrokontroler akan menggerakkan motor servo untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis, setelah terbuka jika di sekitar tempat sampah tidak ada objek yang mengenai sensor maka mikrokontroler akan menggerakkan motor servo untuk menutup tempat sampah kembali.
5. Jika sensor 2 mendeteksi objek dengan jarak kurang dari 20 cm maka tampilan di LCD akan member perintah pada *buzzer* untuk berbunyi.
6. End/stop

3.4. Pengujian Sistem

Suatu rencana implementasi perlu dibuat terlebih dahulu, supaya Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah pengoperasian *Smart Trash Bin*.

1. Sebelum Smart Trash Bin ini digunakan, hubungkan terlebih dahulu kabel power pada catu daya listrik, agar semua komponen yang membutuhkan daya akan teraliri listrik. Gambar pemasangan kabel power dapat dilihat pada gambar 9.



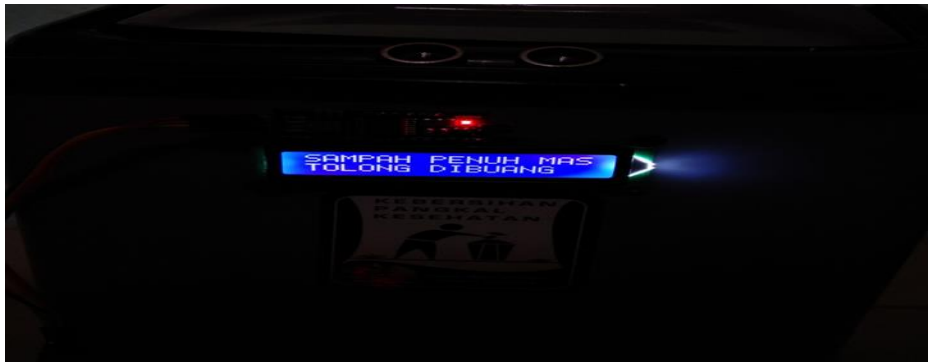
Gambar 9. Cara memasang kabel power

2. Setelah itu *Smart Trash Bin* Menyala. Prosesnya dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini:



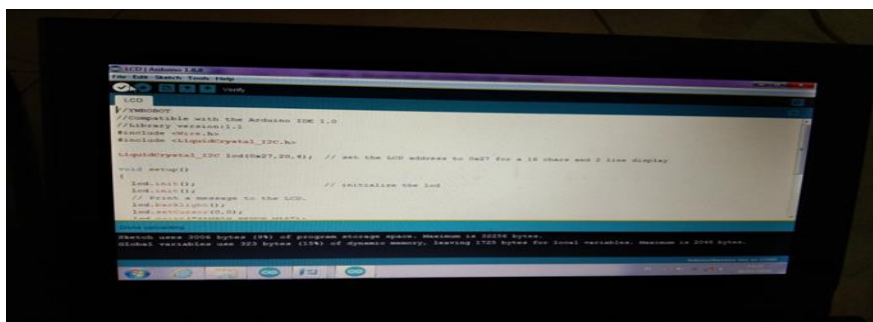
Gambar 10. Sistem *Smart Trash Bin* Menyala

3. Setelah itu objek benda agar sensor dapat membaca jatrak objek. Hasil deteksi sensor dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11. Hasil Membaca Sensor

4. Selanjutnya buka Aplikasi Arduino yang sudah dibuat dan dirancang khusus untuk sistem *Smart Trash Bin*. Prosesnya dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini:



Gambar 12. Program Arduino

4. KESIMPULAN

Sistem alat yang dirancang ini sangat membantu dan mempermudah dalam hal membuang sampah sehingga tidak perlu membuka tempat sampah secara manual. Pembukaan secara otomatis akan membatasi sentuhan sehingga akan mengurangi penyebaran kotoran. Berdasarkan pada pengalaman saat melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian alat ini, ada beberapa kendala yang terjadi. Terkait dengan ini, penting untuk diketahui beberapa hal yang bermanfaat bagi penyempurnaan alat dan pengembangan alat ini selanjutnya, yaitu semua komponen yang digunakan dalam pembuatan *Smart Trash Bin* harus dalam keadaan baik dan berfungsi sebagaimana mestinya; Dapat membuat sistem yang membedakan antara manusia dan obyek lain; Dapat membuat sistem dimana sensor mampu merespon ketika ada obyek dari samping dengan kata lain sudut respon sensor $> 20^\circ$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindya, S. F., & Rachmat, H. H. (2015). *Implementasi Sistem Bel Rumah Otomatis berbasis Sensor Ultrasonik*. 3(1), 64–74.
- Arpin, R. M. (2020). Skematik Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang pada Rangkaian Elektronika Analog. *Dewantara Journal of Technology*, 1(1), 22–24.
- Handayani, Y. S., Haidi, J., & Mardian, A. (2021). Analisis Sistem Kelistrikan pada Beban Motor Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 2(1), 3–7. <https://doi.org/10.22146/juliet.v2i1.61278>
- Hilal, A., & Manan, S. (2015). Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu. *Gema Teknologi*, 17(2), 95–99. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i2.8924>
- Jaelani, ISkandar; Sompie, Sherwin RUA; Mamahit, D. J. (2016). *Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis Suhu, sensor Cahaya, dan Sensor Hujan*. 5(1).
- Risanty, D. R., & Arianto, L. (2015). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LISTRIK RUANGAN DENGAN MENGGUNAKAN ATMEGA 328 DAN SMS GATEWAY SEBAGAI MEDIA INFORMASI*. 7.
- Saefullah, A., Immaniar, D., & Juliansah, R. A. (2015). *SISTEM KONTROL ROBOT PEMINDAH BARANG MENGGUNAKAN*.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., & Sompie, S. R. U. A. (2016). *Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. 5(3).
- Syarmuji, M., Sumpena, I. M., Raden Muh Sultoni, I., Teknik Elektro, J., & Dirgantara Marsekal Suryadarma Abstrak, U. (2022). Sistem Jemuran Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Industri*, 11(1).
- Veronika Simbar, R. S., & Syahrin, A. (2017). Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 48. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i4.1225>
- Zain, H. R. (2013). *Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruangan Berbasi Mikrokontroller ATmega 328 dan Real Time Clock DS13007*. 6(1), 146–162.