

RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

Dannie Febrianto H

Program Studi Sistem Informasi, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

danniefebrianto@gmail.com

Abstrak

Tempat sampah otomatis adalah inovasi yang bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan kebersihan dalam pembuangan sampah dengan meminimalkan interaksi fisik langsung antara pengguna dan tempat sampah. Sistem ini memanfaatkan teknologi sensor ultrasonik untuk mendeteksi kedatangan pengguna dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Rancang bangun tempat sampah otomatis ini menggunakan Arduino Nano V3 sebagai mikrokontroler utama, yang mengendalikan motor servo untuk membuka dan menutup tempat sampah. Sensor ultrasonik dipasang pada bagian depan tempat sampah untuk mendeteksi jarak antara objek dan tutup, sehingga sistem dapat membuka tutup ketika jarak yang terdeteksi berada dalam rentang tertentu, misalnya 10 hingga 30 cm. sistem ini diuji untuk memastikan respons sensor yang akurat, keandalan motor servo, serta kestabilan kinerja selama penggunaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tempat sampah otomatis dapat bekerja dengan baik, dengan respons cepat dalam membuka tutup tempat sampah begitu objek terdeteksi oleh sensor. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan dalam pengelolaan sampah, serta mengurangi penggunaan energi manusia dalam proses pembuangan sampah sehari-hari.

Kata kunci: Tempat Sampah Otomatis, Sensor Ultrasonik HC-SR-04, Arduino Nano V3

1. PENDAHULUAN

Menurut (V. B. Silahooy, M. Kaihena, A. Killay, and M. Nindatu, 2024), Kebersihan lingkungan merupakan keadaan bebas dari kotoran, termasuk di dalamnya debu, sampah, dan bau. Di Indonesia, masalah kebersihan lingkungan selalu menjadi masalah yang masih terus berkembang. Kasus-kasus yang menyangkut masalah kebersihan lingkungan setiap tahunnya terus meningkat. Kebersihan lingkungan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup manusia.

Tempat sampah memiliki fungsi secara umum yaitu untuk memisahkan sampah organik, non organik, B3, dan kertas, mencegah penumpukan sampah di lingkungan sekitar, menjaga kebersihan lingkungan, serta mencegah penyebaran penyakit. Banyaknya sampah yang berserakan di jalan raya maupun tempat umum, dapat dijadikan sebagai gambaran bahwa masyarakat belum tertarik untuk membuang sampah pada tempatnya. Khususnya di DKI Jakarta, banyak tempat sampah dalam keadaan kurang bersih karena tercemar oleh kotoran dari sisa-sisa makanan maupun tercemar dari limbah sampah rumah tangga. Kelalaian masyarakat dalam menjaga kebersihan tempat sampah juga menjadi masalah yang cukup serius. Disisi lain,

banyak tempat sampah di tempat umum yang tidak terdapat tutupnya sehingga aroma tidak sedap dapat tercium yang menyebabkan masyarakat enggan untuk mendekati dan membuang sampah pada tempatnya.

Sejumlah warga membuang limbah secara sembarangan dengan dalih ketakutan terhadap kuman dan enggan menyentuh penutup tempat pembuangan yang telah disediakan karena kekhawatiran akan penyebaran mikroorganisme. Kondisi tersebut menjadi persoalan dikarenakan masyarakat menganggap kurang praktis dan tidak efisien.

2. METODOLOGI

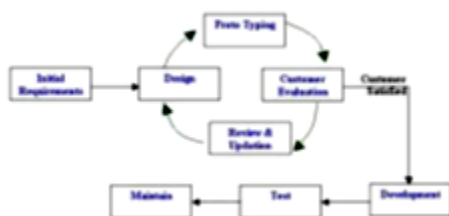
2.1 Metode Pengembangan Sistem

Menurut (Y. N. S. Sidiq, N. S. Fathonah, dan N. Riza, 2020), Metode *prototype* merupakan sebuah metode pengembangan sistem yang didasarkan pada konsep *working model*. *Prototype* ini akan digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna untuk memahami dan mengidentifikasi kebutuhan sebenarnya. Metode *prototype* membantu mengurangi risiko kesalahan desain dan kegagalan aplikasi atau sistem karena perbaikan sebelum penerapan keseluruhan.

Pengembangan sistem penelitian ini menggunakan model *prototype*. *Prototype*

adalah suatu proses yang memungkinkan *developer* membuat sebuah model *software* maupun *hardware*, metode ini baik digunakan apabila masyarakat tidak bisa memberikan informasi yang maksimal mengenai kebutuhan yang diinginkannya.

Metode *prototype* dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pengembangan perangkat lunak, perangkat keras, desain dan bahkan dalam proses pengembangan product fisik. Metode *prototype* telah menjadi alat yang populer untuk menghadapi tantangan kompleksitas dan ketidakpastian dalam proyek pengembangan sistem.



Gambar 1 : Model *Prototype*
Sumber : www.google.com

2.1.1 Pengumpulan Kebutuhan (*Initial Requirements*)

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan alat-alat yang akan digunakan seperti Sensor Ultrasonik, Motor Servo, Arduino Nano V3, Kabel Data Arduino Nano, Breadboard SYB-170, Kabel Jumper.

2.1.2 Design

Pada proses desain, dilakukan beberapa perancangan sebagai berikut :

1. Bentuk tempat sampah:

Tempat sampah dengan bentuk persegi panjang dengan tutup yang dapat terbuka secara vertikal atau horizontal, tergantung pada mekanisme motor servo.

2. Penempatan sensor:

Sensor gerakan dipasang di bagian depan tempat sampah pada posisi yang strategis untuk mendeteksi kedekatan tangan atau objek yang akan dibuang.

3. Penempatan motor servo dan mekanisme pembuka:

Motor servo dipasang di bagian bawah penutup tempat sampah untuk menggerakkan tutup tempat sampah.

2.1.3 Prototyping

Membangun prototyping dengan membuat perancangan arsitektur sistem dengan menghubungkan semua alat-alat.

1. Sensor Pendeteksi Gerakan:

- Sensor ini akan mendeteksi gerakan tangan atau objek pada jarak tertentu.
- Sensor dapat mengirimkan sinyal ke Arduino Nano ketika gerakan terdeteksi.

2. Arduino Nano:

- Arduino Nano akan menerima sinyal dari sensor dan memprosesnya untuk mengaktifkan motor servo.
- Ketika sensor mendeteksi gerakan, Arduino akan memberikan sinyal ke motor servo untuk membuka tutup tempat sampah.
- Arduino juga dapat diprogram untuk mengatur waktu membuka dan tutup tempat sampah sebelum menutup kembali secara otomatis.

3. Motor Servo dan Mekanisme pembuka tutup:

- Motor servo digunakan untuk membuka dan menutup tempat sampah.
- Jika menggunakan motor servo, motor servo dipasang pada bagian bawah penutup tempat sampah untuk membuka tutup ke atas atau bawah.

4. Power Supply:

- Tempat sampah otomatis membutuhkan daya untuk menjalankan komponen seperti motor servo dan Arduino nano.
- Penggunaan baterai bisa menjadi pilihan untuk daya yang tahan lama, atau adaptor jika tempat sampah digunakan dalam ruangan dengan sumber listrik.

2.1.4 Customer Evaluation

Pada tahap ini memastikan bahwa seluruh alat-alat bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, berikut alat-alat yang harus dipastikan:

1. Pastikan sensor dapat mendeteksi gerakan dengan akurat.
2. Verifikasi bahwa motor servo dapat membuka dan menutup tutup dengan baik dan dalam waktu yang tepat.
3. Pastikan Arduino Nano dapat membaca data dari sensor.
4. Pastikan kabel jumper menghubungkan ke pin yang ada pada Arduino Nano, Motor Servo dan Sensor Ultrasonik.
5. Pastikan kabel USB Arduino Nano terhubung pada laptop, baterai dan aliran listrik.
6. Pastikan *breadboard* dalam keadaan menyatu dengan Arduino Nano agar mempermudah kabel *jumper* untuk menghubungkan ke pin Arduino Nano.

2.1.5 Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian sistem, koding yang telah dibuat sebelumnya akan diuji apakah aplikasi Arduino IDE dapat berjalan dengan baik ataukah masih ada bagian-bagian yang perlu diperbaiki atau apakah masih ada bagian yang belum sesuai dengan keinginan pengguna, berikut kodingan dari aplikasi sistem Arduino IDE:

1. Pengguna memberikan batas jarak pengukuran sensor ultrasonik 30cm.
2. Pengguna membuat motor servo berputar 10° untuk membuka kotak sampah.
3. Pengguna memberikan jeda waktu kotak sampah terbuka 2 detik.
4. Pengguna membuat motor servo berputar 360° untuk menutup kotak sampah.
5. Pengguna memberikan jeda waktu kotak sampah menutup 1,5 detik.

2.1.6 Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem adalah dengan melakukan evaluasi ulang pada perangkat lunak apakah sudah sesuai dengan keinginan atau belum. Jika belum, maka sistem akan direvisi kembali dan kembali ketahap empat dan lima, berikut evaluasi sistem:

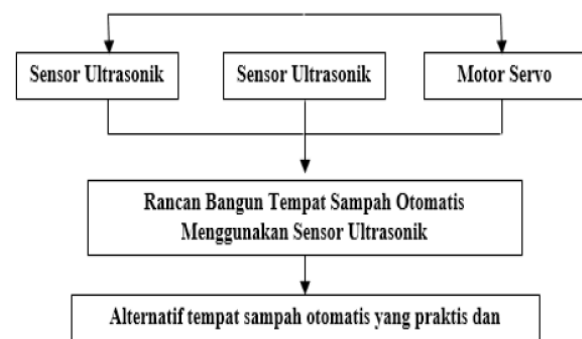
- Penggerak penutup otomatis sistem Arduino mengontrol motor servo untuk membuka dan menutup tempat sampah, Evaluasi dapat mencakup kecepatan respons sistem dan keandalannya.
- Indikator Arduino Nano memiliki lampu LED merah (TX) untuk memberi tahu status siap digunakan untuk membaca sensor pada tangan atau objek, Evaluasi dapat berfungsinya indikator.
- Ketepatan sensor harus bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan jarak atau bentuk sampah yang berbeda, Evaluasi dilakukan dengan menguji sensor dalam berbagai kondisi nyata.
- Keandalan motor servo sistem harus mampu membuka dan menutup penutup tempat sampah secara konsisten, Evaluasi dilakukan dengan melihat apakah motor servo berdurasi dengan baik dalam jangka waktu lama tanpa hambatan.
- Sumber daya listrik Arduino dan komponen lain memerlukan daya listrik untuk berfungsi, Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan

daya dengan menjamper kabel USB Arduino ke laptop atau adaptor untuk dapat bertahan dalam waktu lama.

2.1.7 Penggunaan Sistem

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pembuatan sistem dengan metode *prototyping* model. Pada tahap ini tidak hanya perangkat lunak saja yang sudah jadi dan sudah lulus uji, dipasang dan siap untuk digunakan, berikut penjelasannya:

1. Uji coba dalam berbagai kondisi sistem diuji dalam berbagai kondisi untuk memastikan keandalan tempat sampah berbagai ukuran, berat atau jenis. Pengujian meliputi kondisi lingkungan, suhu, kelembapan. Untuk memastikan sistem bekerja tanpa gangguan.
2. Durabilitas komponen pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa komponen, seperti motor servo dapat bertahan dalam penggunaan jangka panjang. Sistem diuji dalam jangka waktu yang lama untuk melihat apakah ada komponen yang aus atau rusak.
3. Daya tahan baterai jika sistem menggunakan daya baterai, pengujian dilakukan untuk mengukur berapa lama baterai bertahan dalam kondisi normal. Mencakup pengujian terhadap penggunaan daya yang efisien.



Gambar 2 : Kerangka Pemikiran
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

2.2 Tahapan Penelitian

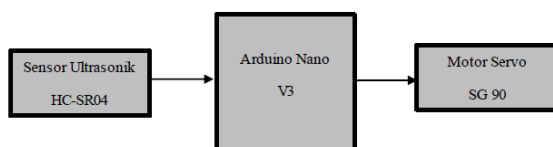


Gambar 3 : Tahapan Pemikiran
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

2.3 Arsitektur

Prosedur komputasi merupakan sebuah penerapan cara atau metode di dalam penelaahan. Prosedur komputasi memiliki peran krusial dalam pembentukan sebuah sistem yang akan dikembangkan ke dalam sebuah aplikasi. Realisasi algoritma digunakan untuk membuat sistem dapat terhubung dan diatur.

Perancangan tempat sampah otomatis berbasis Sensor Ultrasonik terdiri dari Arduino Uno dan Moto Servo. Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi jarak dan *volume* sampah.

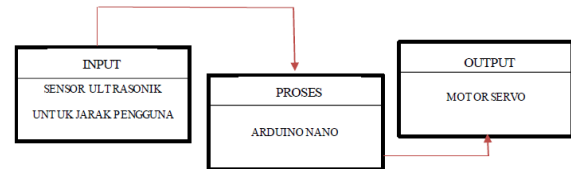


Gambar 4 : Arsitek Pengiriman Data
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

2.4 Diagram Prototype

Konsep skema pada sistem rancang bangun tempat sampah berbasis sensor ultrasonik digambarkan pada diagram pada Gambar 4. Pada diagram tersebut menjelaskan umum

mengenai cara kerja dari sistem rancang bangun berbasis sensor ultrasonik.

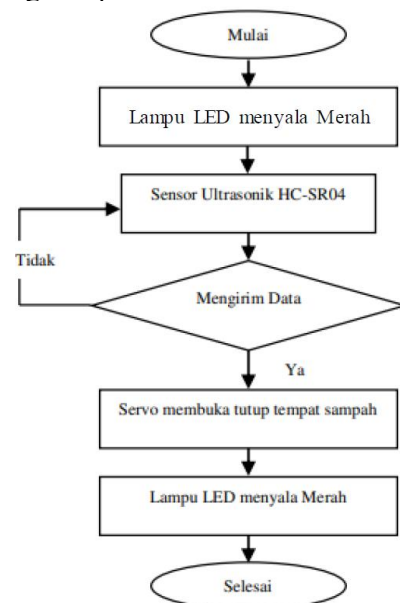


Gambar 5 : Diagram *Prototype*
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dimulai dari sensor ultrasonik yang mendeteksi benda yang kemudian akan diproses, jika benda terdeteksi sama dengan database maka tempat sampah akan terbuka, tetapi jika benda tidak terdeteksi maka tong sampah tidak akan terbuka.

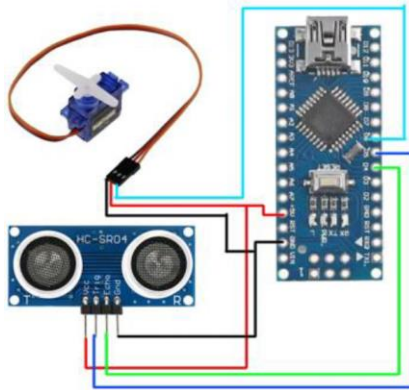


Gambar 6 : Flowchart Sistem Tempat Sampah Otomatis

Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.2 Perancangan Sistem Elektrikal

Perancangan dimulai dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang dihubungkan ke Arduino Nano V3 untuk menerima data, selanjutnya menghubungkan ke Motor Servo SG-90.



Gambar 7 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04, Arduino Nano V3 dengan Motor Servo SG-90.
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.3 Rangkaian Keseluruhan

Pada skema rangkaian keseluruhan menunjukan data ke Arduino Nano V3 suplai melalui Sensor Ultrasonik dan mulai mendeteksi benda jika benda terdeteksi maka otomatis Motor Servo akan membuka tempat sampah.



Gambar 8 : Rangkaian Keseluruhan
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.4 Pemrograman Alat

Pada tahap ini melakukan pemrograman dengan menggunakan Arduino IDE sebagai *software* untuk dapat melakukan penulisan *coding*, meng-*compile*, dan kemudian meng-*upload* ke Arduino Nano V3.

```

kotak_sampah_otomatis
#include <Servo.h> // memanggil library servo
#include <NewPing.h> // memanggil library sensor ultrasonik

Servo myservo; // inialisasi myservo
#define TRIGGER_PIN 5 // Pin Trigger dihubungkan ke Pin Digital 5 Arduino
#define ECHO_PIN 6 // Pin Echo dihubungkan ke pin Digital 6 Arduino
#define MAX_DISTANCE 30 // Batas jarak pengukuran sensor ultrasonik
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

void setup() {
  myservo.attach(2); // Pin Out Servo dihubungkan ke Pin Digital 2 Arduino
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  delay(50);
  int jarak = sonar.ping_cm(); // Variabel "Jarak" untuk menampung hasil pengukuran jarak
  Serial.println(jarak);
  if((jarak>0) && (jarak<=30))
  {
    delay(50); // jeda waktu 50 ms
    myservo.write(10); // Membuat servo berputar 10° (membuka kotak sampah)
    delay(2000); // jeda waktu kotak sampah terbuka 2 detik
    myservo.write(360); // Membuat servo berputar 360° (menutup kotak sampah)
    delay(1500); //jeda waktu kotak sampah tertutup 1,5 detik
  }
}

```

Gambar 9 : Pemrograman Alat
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.5 Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 1 : Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak (cm)	Sensor Ultrasonik	Motor Servo
60cm	0	Diam
55cm	0	Diam
50cm	0	Diam
45cm	0	Diam
40cm	0	Diam
35cm	0	Diam
30cm	30	Bergerak

Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.6 Pengujian Arduino Nano V3

Arduino Nano V3, dapat terhubung dengan komputer melalui kabel USB Arduino Nano dengan baik. Setelah dihubungkan LED Arduino menyala merah, *board* terdeteksi oleh Arduino IDE dan *port serial* juga muncul sesuai dengan pengaturan yang dipilih di dalam IDE. Koneksi USB harus dalam keadaan berfungsi dengan baik, sehingga memungkinkan Arduino Nano menerima program dari komputer tanpa masalah. Jika terjadi kesalahan deteksi, bisa jadi disebabkan oleh masalah kabel USB yang tidak sesuai.

3.6 Pengujian Motor Servo SG-90

Tabel 2 : Pengujian Motor Servo SG-90

No.	Perintah Aplikasi	Hasil	Keterangan
1	Sudut awal	Servo Katrol: 360° Servo Gripper: 360°	Sesuai
2	Membuka	Servo Gripper: 0° Servo Katrol: 180°	Sesuai
3	Menutup	Servo Katrol: 0° Servo Gripper: 360°	Sesuai

Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.5 Pengujian Black Box Testing Alpha

Black Box Alpha adalah tahap pengujian awal perangkat lunak atau sistem, yang biasanya dilakukan oleh pengembang atau tim internal sebelum perangkat lunak tersebut dirilis untuk pengujian yang lebih lanjut.

Tempat sampah otomatis yang menggunakan sensor ultrasonik berfungsi dengan baik jika sensor dapat mendeteksi sebuah objek atau sampah yang berada didekatnya. Sensor ultrasonik mendeteksi adanya gerakan yang terbaca, Arduino Nano menerima data dari sensor ultrasonik yang membaca adanya objek atau sampah yang terdeteksi dan Motor Servo bergerak sesuai dengan adanya kiriman data dari Arduino Nano selanjutnya Motor Servo bergerak sesuai dengan data yang terdeteksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan serta pengujian sistem yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa proses rancang bangun tempat sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonik melibatkan beberapa langkah penting, mulai dari perencanaan desain hingga implementasi dan pengujian sistem. Berikut tahapan untuk membuat tempat sampah otomatis dengan sensor ultrasonik:

1. Identifikasi tujuan dan kebutuhan tentukan tujuan sistem tempat sampah otomatis.
2. Desain sistem elektronik komponen yang dibutuhkan.
3. Pemrograman dengan Arduino IDE untuk mengontrol sensor ultrasonik dan Motor Servo.
4. Instalasi sensor ultrasonik dilakukan dengan pemasangan sensor ultrasonik pada bagian depan tempat sampah. Sensor ultrasonik diarahkan ke arah depan tempat sampah untuk mendeteksi jarak antara sensor dengan sampah atau objek.

5. Perakitan akhir sebelum pengujian dilakukan perakitan akhir dengan memastikan semua komponen terpasang dengan baik dan aman.
6. Pengujian *prototype* tempat sampah otomatis dilakukan untuk menguji sensor pada saat terdapat objek yang mendekat. Jika diperlukan, jarak deteksi sensor dan waktu penutupan dapat disesuaikan dengan cara diatur ulang jaraknya dengan Arduino IDE.

DAFTAR PUSTAKA

- V. B. Silahooy, M. Kaihena, A. Killay, and M. Nindatu. 2024. "Alam dan Perkembangannya". CV Tohar Media. Gowa.
- Y. N. S. Sidiq, N. S. Fathonah, and N. Riza. 2020. "Metode Klasifikasi Menentukan Kenaikan Level UKM Bandung Timur Dengan Algoritma Naïve Bayes,". Informatics Research Center. Bandung.