

Implementasi Kendali *Google Voice* Pada Robot *Avoider HC-SR04* Dengan Koneksi *Bluetooth HC-05*

Antonius Jonathan Hulu^{1*}, Gogor Christmass Setyawan², Kristian Juri Damai Lase³
 Informatika, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, Indonesia
 *e-mail *Corresponding Author.* jonathanhulu10@gmail.com

Abstract

There are hurdles to ensure the integration of Google Voice and Bluetooth can run together smoothly. This research aims to develop an Avoider robot that can be voice controlled through smart applications with the integration of bluetooth technology and ultrasonic sensors. The research process uses Arduino Uno as a microcontroller to control the hardware and execute the program that has been made, and 2 L9110 Motor Drivers to drive the four wheels of the Avoider robot. Based on the tests that have been carried out, the results of the study show that the integration of sensors and bluetooth is successful. Where bluetooth is able to receive data up to 12 meters in stable connection conditions and ultrasonic sensors are able to detect surrounding objects. And the intelligent application supports users with a friendly interface and can recognize voices, so controlling the Avoider robot becomes smooth.

Keywords: *Avoider Robot; Bluetooth HC-05; Ultrasonic Sensor HC-SR04; Smart Application; Arduino Uno*

Abstrak

Terdapat rintangan untuk memastikan integrasi *Google Voice* dan *Bluetooth* dapat berjalan bersamaan dengan lancar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot *Avoider* yang dapat dikendalikan suara melalui aplikasi cerdas dengan integrasi teknologi *bluetooth* dan sensor ultrasonik. Adapun proses penelitian ini dengan menggunakan *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler untuk pengendalian perangkat keras dan mengeksekusi program yang telah dibuat, dan 2 buah *Motor Driver L9110* untuk menggerakkan keempat roda robot *Avoider*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka hasil dari penelitian menunjukkan bahwa integrasi sensor dan *bluetooth* berhasil. Dimana *bluetooth* mampu menerima data hingga 12 Meter dalam kondisi koneksi stabil dan sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek sekitar. Serta Aplikasi cerdas mendukung pengguna dengan antarmuka yang ramah dan dapat mengenal suara, menjadi pengontrolan robot *Avoider* menjadi lancar.

Kata kunci: *Robot Avoider; Bluetooth HC-05; Sensor Ultrasonik HC-SR04; Aplikasi Cerdas; Arduino Uno*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi khususnya dibidang *robotika* telah mengalami kemajuan pesat, salah satunya interaksi manusia dan robot yang dapat dikendalikan dengan suara. [1] Salah satu teknologi yang populer yaitu mengendalikan robot dengan perintah suara menggunakan aplikasi cerdas. [2] Implementasi kendali suara untuk mengontrol robot tidak hanya menawarkan kemudahan dan efisiensi bagi pengguna, tetapi juga dapat meningkatkan aksesibilitas dengan berbagai kebutuhan.

Robot *Avoider* yang dilengkapi dengan dua [3] Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan jenis robot yang dirancang untuk menghindari rintangan. Sistem ini biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari eksplorasi lingkungan hingga *navigasi* otonom di area yang kompleks. Namun, sistem kendali suara yang menggunakan aplikasi berbasis *android* memiliki ketergantungan dengan lingkungan dan keterbatasan bahasa.

Pada perancangan robot tersebut, akan dilakukan integrasi teknologi *Google Voice* dengan modul [4] *Bluetooth HC-05* sebagai koneksi *wireless* antara *smartphone* dan robot *Avoider*. Integrasi ini memungkinkan robot dapat dikendalikan dengan perintah suara yang dikirim melalui aplikasi cerdas. [5] *Arduino Uno* digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat keras dan mengeksekusi program yang telah dibuat. Selain itu, dua

buah [6] *Motor Driver L9110* digunakan untuk menggerakkan keempat roda pada robot serta memastikan mobilitas yang stabil dan responsif. Adapun [7] *Motor servo SG90* digunakan sebagai penggerak posisi putar kanan dan kiri pada sensor ultrasonik untuk membantu mendeteksi objek yang ada di sekitarnya.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem kendali robot menjadi lebih *intuitif* dan *user-friendly*, dengan optimasi *navigasi* robot menggunakan sensor ultrasonik memungkinkan robot dapat mendeteksi tabrakan dan menghindari rintangan dengan lebih akurat di berbagai lingkungan. Serta integrasi modul *bluetooth* hc-05 yang dapat memudahkan pengguna untuk mengendalikan robot *Avoider* dengan perintah suara, sehingga interaksi menjadi lebih *intuitif* dan tidak memerlukan teknis yang tinggi. Dengan tercapainya tujuan ini yang dapat memberi manfaat, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang *robotika* dan teknologi, serta memberikan solusi praktis dan inovatif berbagai aplikasi bagi banyak orang terutama di kalangan pelajar.

2. Tinjauan Pustaka

Menurut Amin, Ananda dan Eska dari Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Royal Kisanan pada tahun 2019 yang berjudul "Analisis Penggunaan *Driver Mini L298N* Terhadap Mobil Robot Dengan Dua Perintah *Android* Dan *Arduino Nano*". [8] Dengan studi kasus merancang mobil robot menggunakan dua perintah *google voice* dan *button android*. Pada proses penelitian tersebut setiap modul pada robot menggunakan tegangan 5V, sedangkan untuk *motor DC* menggunakan tegangan eksternal sebesar 7.4 VDC. Sehingga penelitian ini menunjukkan mobil robot tersebut hanya bisa dihubungkan ke satu perintah.

Pada penelitian Susanti dan Sagala dari program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan tahun 2019 dengan judul "Desain Sistem Gerak Robot *Quadruped* Berbasis *Arduino* Menggunakan *Bluetooth* HC-05". [9] Studi kasus yaitu perancangan robot *quadruped* menggunakan *bluetooth* hc-05 sebagai pengontrol gerak yang disinkronkan dengan *smartphone* sebagai *remote control*. Jarak maksimal koneksi dari *bluetooth* hc-05 pada robot 10 meter, dan akan putus serta tidak dapat terkoneksi kembali ketika lebih dari 10 meter. Adapun hasil penelitian ini pergerakan robot *quadruped* lambat yang menyebabkan sumber daya robot tersebut cepat terkuras karena menambah kecepatan motor yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan oleh Wirawan dari Universitas Putra Indonesia "YPTK" 2018 yang berjudul "Pemanfaatan *Smartphone* Pada Robot Beroda Untuk Monitoring Jarak Robot Dengan Halangan Menggunakan *Bluetooth* HC-05 Sebagai Media Komunikasi". [10] Studi kasus penelitian ini yaitu pengembangan robot untuk monitoring dengan sensor ultrasonik menggunakan *bluetooth* hc-05. Proses penelitian bertujuan untuk mengembangkan robot yang memonitoring hambatan yang ada pada sekitar robot dengan menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi hambatan dan *bluetooth* hc-05 sebagai alat komunikasi antara robot dengan *smartphone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dibuat berfungsi dengan baik serta dapat dikembangkan untuk skala yang lebih besar lagi.

Menurut Hidayat dan Hidayah dari Prodi Teknik Informatika Universitas Padjadjaran 2020 dengan judul "*Prototipe Mobile Robot* Pemindah Barang Dengan Kendali *Smartphone Android* Berbasis *Arduino*". [11] Studi kasus pada penelitian ini membuat alat kendali *mobile robot* pemindah barang dengan memanfaatkan *smartphone android*. Proses pada penelitian *mobile robot* ini dibangun menggunakan *Arduino Uno R3*, *Motor Driver Shield L293D*, *Motor DC* untuk penggerak ban dan *Motor Servo* sebagai penggerak *Gripper*, serta Modul *Bluetooth* HC-06 untuk koneksi antara perangkat *Arduino* dan *Smartphone Android*. Hasil penelitian sistem kendali *mobile robot* dapat memindahkan barang, mengurangi risiko kecelakaan menggunakan aplikasi *android* dengan tombol *navigasi* dan suara bahasa Inggris.

Andrian dan Ariadi dari Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia tahun 2023 pada penelitiannya "Rancang Bangun *Mindstorm Ev3* Untuk Robot Pelayan Menggunakan Sensor *Ultrasonic* Dan Sensor Warna (Studi Kasus: Smk Ricardo Auto Machine Tangerang)". [12] Dengan masalah pada penelitian masih belum terdapat sistem yang mengatur antrian pada robot pelayanan. Adapun proses penelitian dengan memanfaatkan peranan robot untuk meningkatkan pelayanan dan efisiensi menggunakan sensor ultrasonik. Sehingga menghasilkan robot yang mampu mengantar pesanan pembeli dengan baik sesuai instruksi sistem yang dihasilkan sesuai dengan tujuan peneliti.

Pada penelitian Rachman, Yanti dari Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Balikpapan tahun 2016 dengan judul "Robot Penjejak Ruangan Dengan Sensor Ultrasonik Dan Kendali

Ganda Melalui *Bluetooth*". [13] Studi kasus mobil robot otomatis dengan sensor dan *bluetooth*. Penelitian ini bertujuan implementasi mobil robot otomatis dan manual menggunakan teknologi sensor ultrasonik sebagai pendeteksi tabrakan dan *bluetooth* sebagai koneksi *smartphone* untuk mengendalikannya. Dimana pada proses penelitian tersebut rangkaian pada mobil robot terdiri dari *Arduino Mega 2560*, modul *driver*, sensor ultrasonik, dan *bluetooth* hc-05. Serta menggunakan aplikasi yang terdiri dari rangkaian *controller* untuk mengendalikan mobil robot. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa mobil robot mampu melakukan komunikasi *bidirectional*, proses *sensing*, dan mengenali ID ataupun karakter dari *controller*.

Sihombing, Setiawan dan Akbar dari Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya tahun 2022 pada penelitiannya "Sistem Kendali Robot Beroda *Wall-Follower* pada Tembok Lurus dan Berbelok menggunakan Metode *PID*". [14] Dengan studi kasus sistem kendali dengan *navigasi wall following* menggunakan metode *PID*. Metode *PID* memungkinkan dapat membantu memperbaiki gerakan sistem dengan stabil dan memiliki koreksi *error* yang bagus. Adapun proses penelitian dalam pembuatan robot menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno R3*, sensor ultrasonik dan *motor driver L298N*. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa dengan kontroler *PID*, robot *wall follower* dapat mengambil keputusan gerakan mengikuti dinding dimana hasil parameter *PID* yang dicapai peroleh nilai $K_p=6$, $K_i= 17.1$ dan $K_d= 0.525$.

Penelitian ini memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan penelitian terdahulu dalam beberapa aspek. Model robot pada penelitian ini merupakan robot *Avoider* yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk menghindari rintangan, dikendalikan melalui perintah suara *Google Voice* dan *Bluetooth* HC-05. Metode kendalinya unik karena memanfaatkan perintah suara, berbeda dengan penelitian [8] yang menggunakan *Google Voice* dan tombol *Android*, atau penelitian [9] yang hanya menggunakan *Bluetooth* HC-05 untuk kontrol gerak. Mekanisme robot ini melibatkan penerimaan perintah suara melalui *Google Voice*, pengiriman perintah ke robot melalui *Bluetooth*, dan penghindaran rintangan berdasarkan *input* sensor ultrasonik, berbeda dengan penelitian [10] yang menggunakan sensor ultrasonik untuk deteksi hambatan dan *Bluetooth* untuk komunikasi. Proses kerja penelitian ini menekankan pada pengendalian melalui suara, sedangkan penelitian [11] fokus pada kendali melalui aplikasi *Android*. Hasil penelitian diharapkan menunjukkan bahwa robot dapat menerima perintah suara secara akurat dan efektif menghindari rintangan, berbeda dengan hasil penelitian [13] yang menyoroti kemampuan komunikasi *bidirectional* dan deteksi hambatan, atau penelitian [14] yang menunjukkan efektivitas kontrol *PID* dalam mengikuti dinding.

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai dari analisa kebutuhan perangkat *hardware* dan *software*, perancangan dan pengembangan sistem robot dan aplikasi, implementasi serta melakukan uji coba sehingga mendapat hasil dari keseluruhan penelitian.

3.1 Analisa Kebutuhan

Implementasi kendali *Google Voice* pada robot *Avoider* dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan koneksi *Bluetooth* HC-05 memerlukan analisis kebutuhan yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak, serta kebutuhan fungsional dan *non-fungsional*. Perangkat keras yang dibutuhkan meliputi *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler, dua *motor driver L9110* untuk menggerakkan keempat roda, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi rintangan, modul *Bluetooth* HC-05 untuk komunikasi *nirkabel*, serta *mikrofon* atau perangkat *mobile* untuk menerima perintah suara. Perangkat lunak yang dibutuhkan mencakup *Google Voice* untuk pengenalan suara, [15] *Arduino IDE* sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk menulis, mengunggah kode program ke papan *arduino* dan aplikasi *mobile* untuk mengirimkan perintah ke robot.

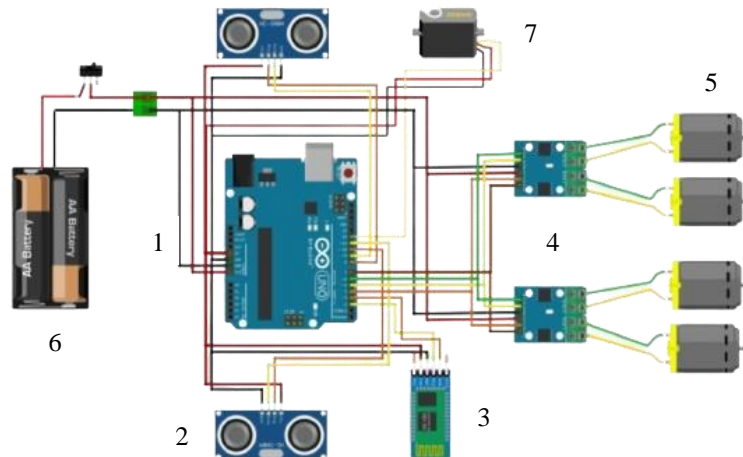
Kebutuhan fungsional meliputi kemampuan sistem untuk menerima perintah suara, mengirimkan perintah melalui *Bluetooth*, mengendalikan motor, mendeteksi dan menghindari rintangan, serta mengeksekusi perintah dengan akurat. Kebutuhan *non-fungsional* mencakup keandalan sistem, respon cepat, kemudahan penggunaan, *portabilitas*, keamanan data, dan ketahanan perangkat. Dengan memenuhi semua kebutuhan ini, sistem dapat berfungsi secara efektif, memungkinkan robot untuk dikendalikan dengan perintah suara dengan respon yang cepat dan akurat.

3.2 Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem robot *Avoider* dengan kendali *google voice* sebagai antarmuka pengguna. Robot *Avoider* tersebut dilengkapi dengan dua buah sensor ultrasonik *hc-sr04* untuk mendeteksi dan menghindari rintangan di sekitarnya. Modul *bluetooth hc-05* sebagai jalur komunikasi antara robot dan aplikasi, serta perangkat berupa *smartphone* sebagai pengendali robot *Avoider*.

3.3 Desain Sistem

Setelah menganalisa kebutuhan pada robot *Avoider*, selanjutnya melakukan integrasi antar komponen secara keseluruhan.



Gambar 1. Desain sistem keseluruhan

Desain sistem pada gambar 1, menunjukkan pengaturan beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk mengendalikan robot *Avoider* menggunakan perintah suara melalui *Google Voice* dan koneksi *Bluetooth*. Berikut adalah uraian modul-modul utama, fungsinya, spesifikasi komponen, dan mekanisme kerjanya.

Mikrokontroler (*Arduino Uno*): bertindak sebagai otak sistem, mengendalikan operasi robot berdasarkan *input* dari sensor dan modul komunikasi. *Arduino Uno* menggunakan mikrokontroler *ATmega328P*, dengan tegangan operasional 5V dan tegangan *input* 7-12V. *Arduino* memiliki 14 pin *I/O* digital (6 di antaranya *PWM*) dan 6 pin *input analog*. *Arduino* menerima sinyal dari sensor ultrasonik dan modul *Bluetooth*, memproses data, dan mengirimkan sinyal kontrol ke *motor driver* untuk menggerakkan robot.

Sensor Ultrasonik HC-SR04: digunakan untuk mendeteksi rintangan di sekitar robot. Beroperasi pada tegangan 5V, sensor ini mampu mendeteksi jarak antara 2cm hingga 400cm menggunakan gelombang ultrasonik 40kHz. HC-SR04 mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu yang diperlukan untuk pantulan kembali ke sensor, kemudian menghitung jarak ke objek terdekat.

***Bluetooth* HC-05:** memungkinkan komunikasi *nirkabel* antara *smartphone* atau *tablet* dengan *Arduino Uno*. Beroperasi pada tegangan 3.6V - 6V, modul ini memiliki jarak komunikasi hingga 10 Meter dan kecepatan *transfer data* hingga 3Mbps. HC-05 menerima perintah dari aplikasi *Google Voice* di *smartphone/tablet* dan mengirimkannya ke *Arduino* untuk diproses lebih lanjut.

***Motor Driver* L9110:** mengontrol kecepatan dan arah putaran *motor DC*. Dengan tegangan *input* 2.5V – 12V dan arus maksimum 800mA, *driver* ini menggunakan sinyal *PWM* untuk mengatur arus dan polaritas ke *motor DC*. *Motor driver* menerima sinyal kontrol dari *Arduino* dan mengatur arah serta kecepatan putaran motor sesuai instruksi.

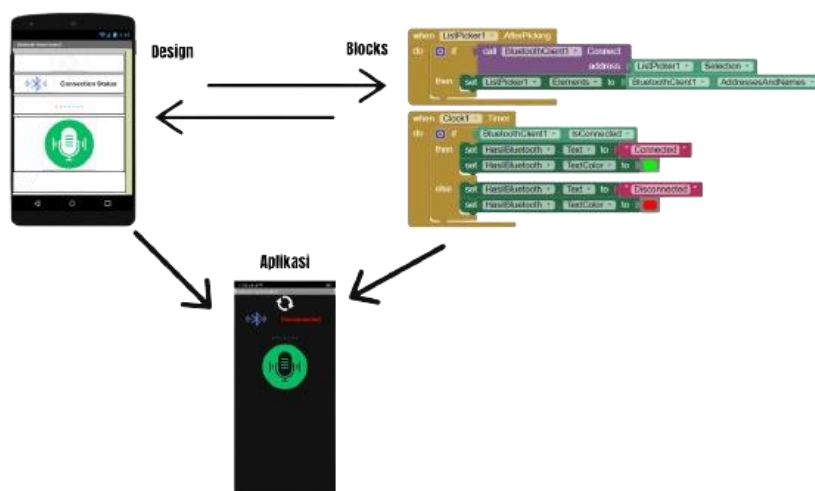
***Motor DC*:** menggerakkan roda robot untuk bergerak maju, mundur, belok kiri, atau kanan. Motor ini beroperasi pada tegangan 3V - 12V dan kecepatannya bervariasi tergantung tegangan dan spesifikasi motor tertentu. *Motor DC* digerakkan oleh sinyal dari *motor driver*, dengan arah dan kecepatan diatur oleh sinyal *PWM*.

Catu Daya: menyediakan daya listrik untuk seluruh komponen sistem. Menggunakan sumber daya 3.7V per baterai dan regulator tegangan untuk memastikan tegangan yang stabil ke *Arduino* dan komponen lainnya. Baterai menyediakan tegangan yang diperlukan, sedangkan regulator tegangan menjaga stabilitas *input*.

Servo Motor: menggerakkan sensor ultrasonik untuk memindai lingkungan sekitar dan menentukan posisi rintangan. *Servo* ini beroperasi pada tegangan 4.8V – 7.2V, dengan arus 100mA – 250mA dan sinyal kontrol 2000 mikrodetik. *Servo* memiliki torsi 1.5kg/cm – 2.5kg/cm, kecepatan 0.1 – 0.2 detik untuk pergerakan 60 derajat, dan sudut putar 0 - 180 derajat. *Servo* digerakkan oleh sinyal *PWM* dari *Arduino*, menggerakkan sensor ultrasonik untuk memberikan data jarak yang lebih akurat.

3.4 Pengembangan Aplikasi Cerdas

Untuk mengontrol robot agar dapat dikendalikan dengan baik, maka akan dilakukan pembuatan dan pengembangan aplikasi [16] *MIT App Inventor* merupakan sebuah *platform* pengembangan aplikasi *visual* untuk membuat aplikasi *android* yang interaktif, fungsional dan mudah digunakan bahkan untuk pemula sekalipun. Adapun proses untuk membuat aplikasi terdiri dari *Design* (antarmuka) dan *Blocks* (elemen logika pemrograman). Berikut beberapa tampilan aplikasinya.



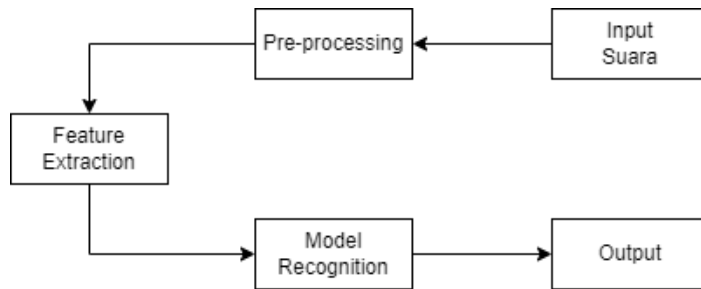
Gambar 2. Aplikasi cerdas berbasis *google voice*

Setelah berhasil melakukan pengembangan aplikasi cerdas, pengguna dapat mengunduh aplikasi tersebut dalam format (.apk) di *smartphone* dengan ukuran file yang kecil. Adapun cara pengoperasian aplikasi cerdas sebagai berikut:

- 1) Mengaktifkan robot *Avoider* dan nyalakan *bluetooth* pada *smartphone*.
- 2) Pada saat membuka aplikasi, terlihat tulisan “DISCONNECTED” berwarna merah menandakan *bluetooth* belum tersambung. Klik icon *bluetooth* berwarna biru untuk mengkoneksikannya, jika sudah terkoneksi maka tulisan akan berubah menjadi “CONNECTED” berwarna hijau menandakan *bluetooth* pada robot dan *smartphone* sudah saling terhubung.
- 3) Kemudian, klik icon *speaker* besar berwarna hijau untuk memberi perintah berbasis suara (*Google Voice*). Ketika pengguna dengan benar sesuai mengucapkan kata berupa perintah, maka suara pengguna akan diterima, diolah, dieksekusi jika sesuai dan mengirimkannya ke *bluetooth-hc05* pada robot, maka robot akan jalan sesuai perintah.
- 4) Tetapi ketika salah ucapan, maka aplikasi tidak bisa mengolah ucapan tersebut sampai perintah yang diucapkan benar sesuai yang telah diprogram di aplikasi.
- 5) Ketika sambungan terputus secara mendadak, klik tombol *refresh* berupa icon di posisi paling atas berwarna putih untuk menyegarkan kembali aplikasinya. Kemudian sambungkan kembali *bluetooth*nya persis seperti langkah ke-2.

Tombol *refresh* juga berfungsi untuk memutuskan hubungan koneksi pada *bluetooth*.

Setelah aplikasi berhasil dikembangkan, berikut adalah cara kerja pengenalan suara (*speech recognition*).

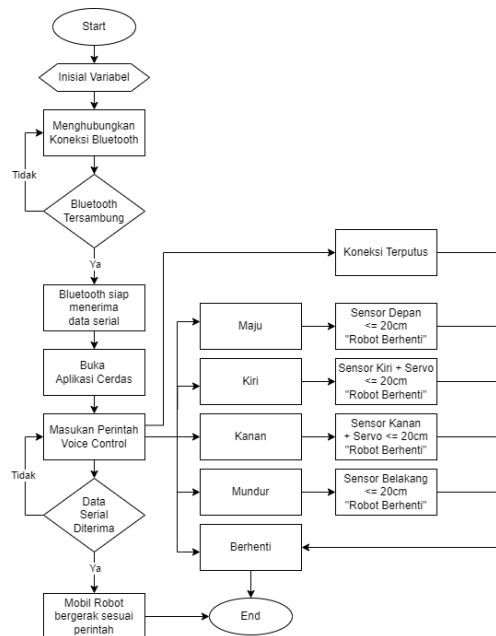


Gambar 3. Cara kerja pengenalan suara (*speech recognition*)

Untuk mengendalikan robot *Avoider* sesuai instruksi, maka didalam aplikasi perlu fungsi *speech recognition* agar sistem dapat mengenali suara dari aplikasinya. Dimulai dari tahapan pertama yaitu menerima input suara dari *mikrofon* yang kemudian dijadikan sebagai data masukan untuk diproses pengenalan suara. Setelah *input* suara diterima, suara akan diolah untuk mengurangi adanya *noise* dan gangguan yang lainnya sehingga suara menjadi lebih jelas dan akurat.

Selanjutnya suara akan *dikonvers* menjadi bentuk yang lebih sederhana lagi dimana pada tahap ini digunakan *Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)* untuk mempresentasikan sifat dari suara. Kemudian pengenalan pola suara sebelumnya dibandingkan dengan suara yang telah dikenali. Metode dalam tahap ini menggunakan *Hidden Markov Model (HMM)*. Tahap terakhir yaitu *output* dari sistem pengenalan suara dapat berupa teks yang dihasilkan sebagai perintah untuk dieksekusi sistem sehingga robot melakukan tindakan sesuai aplikasi yang telah diprogram sebelumnya.

Setelah melakukan perancangan dan integrasi sistem serta pengembangan aplikasi, berikut cara pengoperasian robot *Avoider*.



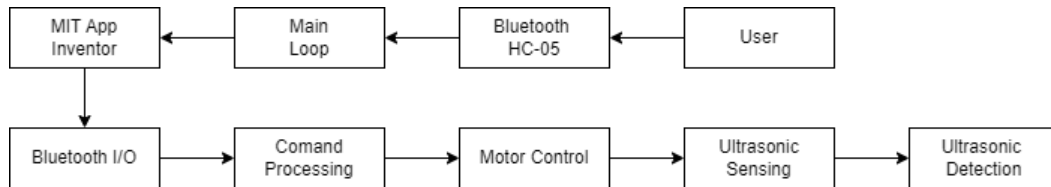
Gambar 4. *Flowchart* pengoperasian robot *Avoider*

Flowchat diatas merupakan prosedur atau tahapan pengendalian robot *Avoider* dari awal hingga selesai dengan memberi instruksi menggunakan *voice control* di aplikasi cerdas.

Kemudian ada beberapa perintah untuk mengendalikan robot yang dibantu *Bluetooth* HC-05 sebagai koneksi dan Sensor Ultrasonik sebagai alat pendeteksi objek yang ada disekitarnya.

3.5 Implementasi

Setelah selesai melakukan perancangan sistem keseluruhan dan pengembangan aplikasi cerdas, maka aplikasi dapat berinteraksi dengan robot sesuai program dan metode yang telah dirancang.



Gambar 5. Proses implementasi robot *Avoider*

Setelah semua program baik aplikasi dan robot telah selesai dan saling berinteraksi, pengguna dapat menyalakan robot dimana semua komponen aktif termasuk *bluetooth* hc-05 sebagai jalur komunikasi antara robot dan perangkat eksternal (*smartphone*). *Main loop* merupakan program utama dimana semua proses dapat dilakukan berulang kali. Kemudian pengguna dapat membuka aplikasi sebagai pengontrol robot *Avoider*. *Bluetooth* siap menerima masukan dan keluaran sesuai instruksi. Setelah perintah diterima dari *smartphone* yang masuk ke *bluetooth* hc-05, perintah tersebut akan diproses seperti maju, mundur, putar kiri, putar kanan, dan berhenti.

Dalam tahap ini program pada aplikasi dan robot harus memiliki *command* yang sama persis agar aplikasi dan robot bisa saling berinteraksi. Seperti maju = ^, mundur = _, putar kiri = <, putar kanan = >, dan berhenti = *. Setelah suara dikenal, maka semua motor akan bergerak sesuai perintah yang diterima. Setelah robot *Avoider* bergerak, maka sensor akan memeriksa jarak objek yang ada di sekitar dan akan berhenti jika mendeteksi objek berupa penghalang sesuai jarak yang telah ditentukan.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem berdasarkan metode penelitian. Berikut adalah hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

4.1 Hasil Uji Coba *Bluetooth* HC-05

Tabel 1. Hasil pengujian *bluetooth*

Jarak(m)	Koneksi	Respon	Perintah	Hasil
6	Stabil	Kuat	Maju	Robot bergerak sesuai instruksi
			Mundur	
			Kanan	
9	Stabil	Kuat	Kiri	Robot bergerak sesuai instruksi
			Maju	
			Mundur	
12	Stabil	Sedang	Kanan	Robot bergerak sesuai instruksi
			Mundur	
			Kiri	

Dari pengujian diatas maka *Bluetooth* hc-05 pada robot *Avoider* dapat menerima data yang terkirim lewat aplikasi pada *android* dengan baik tanpa penghalang, walaupun pada jarak 12 Meter memiliki respon yang tidak kuat, tetapi koneksi pada *bluetooth* tetap stabil dan robot berhasil menjalankan perintah sesuai instruksi.

4.2 Hasil Uji Coba Sensor Ultrasonik HC-SR04

Tabel 2. Hasil pengujian sensor ultrasonik

Objek	Sensor Depan			Sensor Belakang		
	Perintah	Jarak Objek (<=30cm)	Hasil	Perintah	Jarak Objek (<=30cm)	Hasil
Buku	Maju	16 cm	Robot berhenti	Mundur	10 cm	Robot berhenti
Kayu	Maju	12 cm	Robot berhenti	Mundur	6 cm	Robot berhenti
Tembok	Maju	12 cm	Robot berhenti	Mundur	10 cm	Robot berhenti

Dari hasil pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 bagian depan dan belakang pada robot, sensor dapat mendeteksi adanya objek di sekitar dan robot berhenti. Walaupun jarak sensor bagian depan dan belakang yang dideteksi sensor ultrasonik berbeda-beda pada setiap objek, hal ini tidak membuat perbedaan yang terlalu signifikan dan sensor ultrasonik pada robot *Avoider* berjalan dengan baik tanpa adanya tabrakan. Adapun rumus pada sensor ultrasonik untuk menghitung jarak objek berdasarkan durasi pada waktu tertentu dalam satuan sentimeter (cm) sebagai berikut.

$$distance (cm) = \frac{duration \div 2}{29.1} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- 1) *Distance* (cm) = jarak sensor ultrasonik dengan objek yang terdeteksi dalam satuan sentimeter (cm).
- 2) *Duration* = durasi waktu yang diperlukan sensor ultrasonik untuk menerima pantulan gelombang dari objek yang terdeteksi.
- 3) 29.1 = angka pembagi untuk menghitung jarak dalam satuan sentimeter (cm).

4.3 Hasil Uji Coba Aplikasi Cerdas

Tabel 3. Hasil pengujian aplikasi cerdas

Instruksi	Simbol	Data Voice Command
maju	^	Mobil Robot Bergerak Maju
mundur	_	Mobil Robot Bergerak Mundur
kanan	>	Mobil Robot Putar Kanan
kiri	<	Mobil Robot Putar Kiri
berhenti	*	Mobil Robot Berhenti

Dari hasil pengujian diatas aplikasi cerdas yang dibuat di *MITAppInventor* berhasil menerima data berupa instruksi suara dengan penyesuaian logika berupa simbol yang diolah

sehingga bisa mengenal perintah suara dari penggunanya. Dan berikut hasil keluaran dari *serial monitor*.

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM9')
Bluetooth Tersambung
^ = Mobil Robot Bergerak Maju
_ = Mobil Robot Bergerak Mundur
> = Mobil Robot Putar Kanan
< = Mobil Robot Putar Kiri
* = Mobil Robot Berhenti
^ = Mobil Robot Bergerak Maju
23 cm objek didepan terdeteksi dan mobil robot berhenti
_ = Mobil Robot Bergerak Mundur
19 cm objek dibelakang terdeteksi dan mobil robot berhenti
> = Mobil Robot tetap diam karena mendeteksi objek dikanan
< = Mobil Robot tetap diam karena mendeteksi objek dikiri

```

Gambar 6. Hasil keluaran *serial monitor*

4.4 Hasil Uji Coba Keseluruhan (Aplikasi cerdas, *Bluetooth*, Sensor Ultrasonik)

Tabel 4. Hasil pengujian keseluruhan

Perco baan	Jarak(m)	Respon	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Pengenalan	Perintah	Keterangan
1	6 m	Kuat	Sensor berhasil mendeteksi objek	1 kali perintah	Maju	Robot bergerak maju
				1 kali perintah	Mundur	Robot bergerak mundur
				1 kali perintah	Kanan	Robot putar kanan
				1 kali perintah	Kiri	Robot putar kiri
				1 kali perintah	Berhenti	Robot berhenti
2	9 m	Kuat	Sensor berhasil mendeteksi objek	1 kali perintah	Maju	Robot bergerak maju
				1 kali perintah	Mundur	Robot bergerak mundur
				1 kali perintah	Kanan	Robot putar kanan
				1 kali perintah	Kiri	Robot putar kiri
3	12 m	Sedang	Sensor berhasil mendeteksi objek	1 kali perintah	Berhenti	Robot berhenti
				1 kali perintah	Maju	Robot bergerak maju
				1 kali perintah	Mundur	Robot bergerak mundur
				5 kali perintah	Kanan	Robot putar kanan
				3 kali perintah	Kiri	Robot putar kiri
				1 kali perintah	Berhenti	Robot berhenti

Berdasarkan hasil uji coba keseluruhan dari tabel diatas, robot *Avoider* dapat menerima perintah dari *bluetooth* sejauh 12 Meter dan bisa mendeteksi tabrakan dengan bantuan sensor ultrasonik dengan lancar tanpa adanya penghambat dalam Bergeraknya robot. Serta aplikasi yang dapat mengolah dan mengenal perintah suara dengan sangat baik walaupun di jarak 12 Meter terjadi beberapa perulangan perintah, robot *Avoider* tetap berjalan sesuai instruksi suara pengguna.

Dengan hasil pengujian diatas, maka peneliti dapat menyimpulkan relevansi antara hasil uji coba diatas dengan hasil temuan peneliti terdahulu yang relevan antara lain:

- 1) Respon *Bluetooth* HC-05 pada penelitian ini lebih stabil ketimbang respon *bluetooth* penelitian [4]. Hal ini dimungkinkan karena terdapat perbedaan dari integrasi teknologi dan pengoperasian aplikasi cerdas yang digunakan.

- 2) Dengan respon yang lebih stabil sejauh 12 meter, teknologi seperti sensor ultrasonik masih bisa mendeteksi tabrakan dan *motor servo* dapat bergerak. Walaupun terjadi beberapa pengulangan perintah di jarak maksimal tersebut, robot masih tetap berjalan sesuai instruksi suara. Berbeda dengan penelitian [3] yang mendeteksi tembok terbatas hanya dengan acuan jarak sentimeter.
- 3) *Motor Servo* dapat membantu pergerakan posisi kanan dan kiri pada sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya objek sekitar, hal ini membuat robot *Avoider* lebih presisi, fleksibilitas dan efisiensi sehingga robot *Avoider* dapat melakukan pemindaian lingkungan lebih baik, mengumpulkan data yang akurat dan *navigasi* dengan lebih efektif di berbagai kondisi. *Motor servo* pada penelitian ini menggunakan tipe *SG90* yang mampu berputar 180 derajat sesuai dengan kebutuhan peneliti, berbeda dengan penelitian [11] menggunakan *servo MG996R* dengan putaran 360 derajat.
- 4) Pengembangan Aplikasi Cerdas pada penelitian ini termasuk *user-friendly*, interaktif dan efisien. Dimana respon waktu aplikasi mengirim data ke *bluetooth* hanya memerlukan waktu 2 sampai 3 detik, serta pengenalan suara yang akurat pada aplikasi membuat robot *Avoider* menjadi responsif dan mudah dikendalikan. Dibandingkan dengan penelitian [16] yang memakan respon waktu aplikasi mengirim data 2 sampai 5 detik.

5. Kesimpulan

Dengan selesainya melakukan analisa, perancangan dan pengembangan, implementasi serta pengujian pada kendali *google voice* robot *Avoider hc-sr04* dengan koneksi *bluetooth hc-05*. Maka dapat ditarik kesimpulan pemanfaatan teknologi *bluetooth* dan sensor yang saling terintegrasi pada robot *Avoider* berjalan dengan baik dan lancar, dimana *bluetooth* bisa menerima data dengan jarak maksimal 12 Meter dalam keadaan koneksi stabil dan sensor dapat mendeteksi tabrakan dengan objek sekitar yang berbeda sehingga robot *Avoider* dapat dikendalikan dengan sangat lancar sesuai instruksi suara.

Serta Aplikasi Cerdas sederhana yang dapat menerima, mengolah dan mengubah suara menjadi perintah yang dapat dikenali membuat aplikasi cerdas tersebut dapat berkomunikasi dengan robot *Avoider*. Dengan tampilan yang ramah dan cara pakai yang mudah untuk pengguna dalam mengontrol robot *Avoider*, sehingga aplikasi cerdas merupakan salah satu alat kontrol robot *Avoider* yang mudah digunakan, interaktif, dan ramah pengguna.

Daftar Referensi

- [1] I. P. A. Cendana, A. A. K. A. C. Wiranatha, K. S. Wibawa, "Aplikasi Pengontrol Robot Mobil Menggunakan Suara Berbasis Android," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 1–10, 2017, doi: 10.24843/jim.2017.v05.i02.p01.
- [2] J. W. Oktabri, F. Y. Suratman, R. F. Rahayu, "Desain dan Implementasi Kendali Robot Jari Dengan Perintah Suara Menggunakan metode Hidden Markov Model (HMM)," vol. 3, no. 3, pp. 4314–4321, 2016, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/2566/2437>
- [3] A. A. Farhan, U. Sunarya, D. N. Ramadan, "Perancangan Dan Implementasi Alat Bantu Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Dan Global Positioning System (GPS) Designing and Implementing of A Blind Tool Using Ultrasonik Sensors and Global Positioning System (GPS)," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 1569–1576, 2015, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/4416>
- [4] A. P. Zanofa, M. Fahrizal, "Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis," *J. Portal Data*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2021, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/23/22>
- [5] Ridarmin, Fauzansyah, Elisawati, E. Prasetyo, "Prototype Robot Line Follower Arduino Uno Menggunakan 4 Sensor TCRT5000," *J. Inform. Manaj. dan Komputer.*, vol. 11, no. 2, pp. 17–23, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.stmikdumai.ac.id/index.php/path/article/viewFile/183/87>
- [6] T. F. Prasetyo, Y. Nurhidayat, W. Rohmanudin, "Rancang Bangun Prototipe Simulator Robot Pemadam Api," *Semin. Nas. ...*, vol. 1, no. 2, pp. 724–732, 2018, [Online]. Available: <http://prosiding.uika-bogor.ac.id/index.php/semnati/article/view/129%0Ahttp://prosiding.uika-bogor.ac.id/index.php/semnati/article/download/129/109>

- [7] Felycia, "Solar Cell Tracking System Dengan Lux Meter Berbasis Arduino Uno R3," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 132–140, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i2.2491.
- [8] M. Amin, R. Ananda, and J. Eska, "Analisis Penggunaan Driver Mini Victor L298N Terhadap Mobil Robot Dengan Dua Perintah Android Dan Arduino Nano," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 51–58, 2019, doi: 10.33330/jurteksiv6i1.396.
- [9] E. Suanti, H. Sagala, "Desain Sistem Gerak Robot Quadruped Berbasis Arduino Menggunakan Bluetooth Hc-05," *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 20–31, 2019, doi: 10.33373/sigma.v2i1.1804.
- [10] N. T. Wirawan, "Pemanfaatan Smartphone pada Robot Beroda untuk Monitoring Jarak Robot dengan Halangan Menggunakan Bluetooth Hc-05 Sebagai Media Komunikasi," *J. KomtekInfo*, vol. 5, no. 1, pp. 110–121, 2018, doi: 10.35134/komtekinfo.v5i1.16.
- [11] A. Hidayat and M. Hidayah, "Prototipe Mobile Robot Pemindah Barang Dengan Kendali Smartphone Android Berbasis Arduino," *JUTEKIN (Jurnal Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 2, pp. 84–93, 2020, doi: 10.51530/jutekin.v8i2.481.
- [12] T. Andrian and F. Ariadi, "Rancang Bangun Mindstorm Ev3 Untuk Robot Pelayan Menggunakan Sensor Ultrasonic Dan Sensor Warna (Studi Kasus : Smk Ricardo Auto Machine Tangerang)," *J. Penelit. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 149–155, 2023, [Online]. Available: <https://mypublikasi.com/index.php/JUPIK/article/view/57>
- [13] F. Z. Rachman, Yanti, "Robot Penjejak Ruangan Dengan Sensor Ultrasonik Dan Kendali Ganda Melalui Bluetooth," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 4, no. 2, pp. 114–119, 2016, doi: 10.32487/jtt.v4i2.173.
- [14] H. Sihombing, E. Setiawan, S. R. Akbar, "Sistem Kendali Robot Beroda Wall-Follower pada Tembok Lurus dan Berbelok menggunakan Metode PID," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 11, pp. 5129–5138, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [15] B. S. Sihombing, Sumarno, I. O. Kirana, Poningsih, Irawan, "Rancang Bangun Alat Pengereng Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *STORAGE J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2022, doi: 10.55123/storage.v1i1.155.
- [16] Y. Widiyanto, A. Budijanto, B. Widjanarko, "Kendali Mobile Robot dengan Suara Menggunakan Android Smart Phone," *Semin. Nas. Sist. Inf. Fak. Teknol. Inf. Univ. Merdeka Malang*, vol. 2, no. 1, pp. 1027–1033, 2018, [Online]. Available: <https://jurnalfti.unmer.ac.id/index.php/senasif/article/view/147/122>