

# ADVANCED LINE FOLLOWER ROBOT DENGAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK DYNAMIC OBSTACLE AVOIDANCE DAN SMARTPHONE-BASED CONTROL

Gregorius Dwi Perkasa<sup>1)</sup>, dan Felix Yustian Setiono<sup>2)</sup>,

<sup>1, 2)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Unika Soegijapranata

Jl. Pawiyatan Luhur Sel. IV No.1, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah

e-mail: grego.dwi@unika.ac.id<sup>1)</sup>, felixyustian@gmail.com<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*This research aims to develop functions for a line follower robot by adding the ability to detect objects in front of the robot using an HC-SR04 ultrasonic sensor, enabling the robot to stop and avoid collisions. In addition, the robot is equipped with a smartphone control function using Bluetooth. With the ultrasonic sensor positioned at the front of the robot, it can detect the distance of objects ahead, allowing the robot to stop its wheel movement when an object is detected nearby. In addition, the integration of the HC-05 Bluetooth module into the robot's system enables wireless control of the robot's movement via Bluetooth commands sent from a smartphone application. The methods used in this research include designing the robot's hardware circuitry, programming the Arduino microcontroller, developing a smartphone application, and testing the robot's performance in various scenarios. The results of the tests show that the robot can accurately follow the designated path, stop when an obstacle is detected in front of it, and respond to commands from the smartphone. The additional features implemented in this research extend the robot's functionality beyond simply following a predefined path.*

**Keywords:** Bluetooth HC-05, Robot Line Follower, Smartphone Control, Ultrasonic Sensor

## ABSTRAK

*Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan fitur pada robot line follower dengan penambahan fitur mendeteksi benda atau objek didepan robot menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 agar robot dapat berhenti dan tidak membentur objek tersebut, serta penambahan fitur control robot menggunakan smartphone menggunakan bluetooth. Dengan adanya sensor ultrasonik yang terletak pada bagian depan robot, maka robot dapat mendeteksi jarak objek yang berada didepan robot sehingga robot mampu memiliki kemampuan untuk menghentikan gerakan roda Ketika terdeteksi ada objek dekat yang berada didepan robot. Selain itu dengan adanya modul Bluetooth HC-05 yang terintegrasi dengan sistem pada robot, maka robot dapat dikendalikan arah gerakannya secara nirkabel menggunakan protocol Bluetooth yang diperintahkan melalui aplikasi pada smartphone. Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi perancangan rangkaian perangkat keras pada robot, pemrograman mikrokontroler Arduino, pembuatan aplikasi pada smartphone serta pengujian kinerja robot pada beberapa skenario yang diujikan. Hasil dari pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, menunjukkan bahwa robot dapat mengikuti garis lintasan yang yang dibuat serta mampu berhenti Ketika terdapat objek yang menghalangi pergerakan robot dari sisi depan, dan robot mampu untuk merespon perintah yang dikendalikan dari smartphone. Penambahan fitur-fitur yang diberikan pada penelitian ini, menjadikan robot memiliki fungsi yang lebih dari sekedar bergerak mengikuti lintasan yang telah ada.*

**Kata Kunci:** Bluetooth HC-05, Kontrol melalui Smartphone, Robot Line Follower, Sensor Ultrasonik

## I. PENDAHULUAN

DUNIA industri modern saat ini otomisasi perangkat sangatlah diperlukan[1], salah satu perangkat otomatis yang dapat digunakan dalam dunia industri adalah robot line follower. Robot line follower dapat bergerak dari satu titik ketitik lain melalui lintasan yang pada umumnya berupa garis dengan warna gelap diatas permukaan yang memiliki warna lebih cerah. Perinsip dasar dari robot line follower adalah membaca pantulancahaya disekitar lintasan yang gelap, dimana robot akan mendeteksi bidang yang tidak memiliki pantulan Cahaya sebagai lintasan, dan bidang yang memiliki pantulan bukan sebagailintasan[2].

Robot line follower memiliki kemampuan yang efektif dan efisien untuk lingkungan yang terkondisikan karena mampu bergerak dari satu titik ketitik lain secara otomatis melalui lintasan yang telah tersedia[3], namun robot line follower ini memiliki kendala yang sangat

signifikan dimana jika lintasan tidak tersedia atau ketika lingkungan menjadi gelap maka robot tidak dapat digerakan untuk menuju titik yang diinginkan. Keterbatasan ini menjadi permasalahan utama karena jika tidak ada garis lintasan yang dideteksi oleh robot maka robot sama sekali tidak bisa digunakan untuk bernafikasi, keterbatasan lainnya adalah robot line follower akan bergerak sesuai lintasan yang ada tanpa mempedulikan ada tidaknya halangan yang berada didepanya, sehingga robot akan sangat rentan bertabrakan dengan objek lain jika terdapat suatu benda yang berada pada lintasan garis robot tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti mengusulkan mengembangkan robot line follower dengan menggunakan sensor Bluetooth agar arah pergerakan robot line follower dapat dikendalikan menggunakan *smartphone* sehingga jika robot line follower tidak berada pada lingkungan yang terkondisikan, robot tersebut tetap dapat dipakai dengan kendali manual, selain penambahan penggunaan

Bluetooth, peneliti juga menambahkan sensor ultrasonic untuk meminimalisir terjadinya tabrakan pada robot line follower, dimana ketika sensor mendeteksi terdapat objek didepannya maka robot akan otomatis berhenti. Kombinasi antara control manual menggunakan Bluetooth dan fitur pendeteksi halangan pada bagian depan robot memungkinkan robot line follower beroperasi pada medan yang lebih banyak dan tidak hanya pada lingkungan yang telah terkondisikan.

Robot line follower yang dikembangkan oleh peneliti memiliki kemampuan lebih yang tidak hanya bergerak mengikuti lintasan yang telah ada, namun juga dapat beroperasi pada lingkungan yang lebih kompleks dan tidak terkondisi. Penambahan fitur yang diberikan peneliti diharapkan agar pemanfaatan robot line follower dapat digunakan pada berbagai bidang yang lebih banyak daripada sebelumnya.

## II. KAJIAN PUSTAKA

Sebelum penelitian yang dilakukan oleh peneliti ini, sebelumnya sudah banyak penelitian mengenai robot line follower. Penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas mengenai robot line follower 3 diantaranya adalah, Penelitian oleh A. Latif[4] menggunakan sensor photodiode untuk mendeteksi ada tidaknya pantulan dari alas lintasan, prinsip kerja dari robot ini adalah dengan membaca lintasan yang gelap yang diletakan pada alas yang cerah sehingga robot akan membaca daerah yang tidak memiliki pantulan Cahaya merupakan lintasan robot yang perludilalui, robot ini ditenagai oleh mikrokontroler ATmega32A sebagai otak utama dalam instruksi robot, dalam penelitian ini robot difungsikan hanya untuk mengikuti garis lintasan yang telah disediakan tanpa mampu membaca kondisi lainnya.

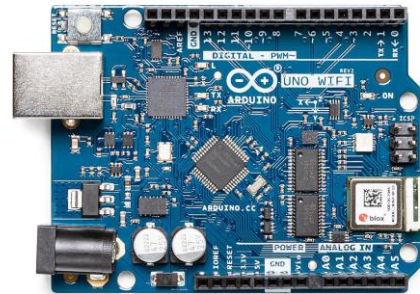
Penelitian oleh V. Barua[5] meimpletasikan fobot line follower menggunakan 2 buah sensor IR untuk membaca lintasan dan tambahan sensor ultrasonic HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan objek didepan robot yang menghalangi, sistem kerja robot ini adalah akan bekerjamengikuuti jalur rlintasan yang telah tersedia dan otomatis akan berhenti jika terdapat objek pada jalur lintasan yang menghalangi.

Penelitian yang dilakukan oleh A.Sarada[6] pada dasar memiliki kesamaan dengan penelitian sebelumnya, yaitu penambahan sensor ultrasonic untuk mendeteksi ada atau tidaknya halangan yang menutupi lakur lintasan sehingga robot tidak akan menabrak halangan tersebut, perbedaan pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada algoritma yang digunakan.

Pada penelitian yang diajukan oleh penulis ini, selain robot memiliki fungsi sebagai robot line follower yang dapat mengikuti garis hitam, penulis juga menambahkan sensor ultrasonic untuk menghindari benturan, seperti yang telah dilakukan pada dua penelitian sebe-

lumnya yang telah disebutkan. Namun selain fungsi tersebut, penulis juga menambahkan komunikasi nirkabel antara robot dengan dengan *smartphone melalui antarmuka* Bluetooth yang mampu digunakan untuk mengendalikan arah pergerakan robot dapat dikendalikan secara manual tanpa memerlukan jalur lintasan yang harus tersedia.

### A. Arduino Uno



Gambar 1. Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino merupakan mikrokontroler yang dirancang untuk profesional dan pelajar yang memiliki lisensi *open-source* sehingga dapat dengan mudah diprogram oleh siapa saja[7]. Arduin Uno merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang diproduksi oleh Arduino. Arduino Uno yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno Rev.3 yang memiliki *interface* USB, soket adaptor, pin header ICSP, serta tombol reset dan diotaki oleh mikrokontroler ATmega 328 yang memiliki 14 pin I/O digital serta 6 buah pin input analog, ATmega 328 yang digunakan pada Arduino Uno ini memiliki resonator kristal yang bekerja pada frekuensi 16 MHz. Arduino uno memiliki tegangan operasi sebesar 5 Volt dengan daya masukan 7 Volt – 12 Volt yang dapat ditenagai dari soket AC, USB, serta Baterai[6].

### B. Sensor Infrared

Sensor *infrared* merupakan komponen aktif yang bisa memancarkan sinar *infrared* menggunakan *light emitting diode infrared* (LED infrared) dan menerima kembali pantulan sinar *infrared* yang telah dipancarkan sebelumnya dengan *position sensitive detector* (PSD)[8]. Sinar *infrared* memiliki rentang gelombang 0.75-1000μ[9].

Salah satu sensor *infrared* yang dibuat kusus dalam satu modul salah satunya adalah *IR Detector Photomoduls*. Modul tersebut merupakan suatu *chip* yang didalamnya memuat *photodiode* dan *amplifier* dengan konfigurasi pin yang inframerah tipe TSOP terdiri dari *output*, *VCC* +5 volt DC, dan *Ground* [10].

TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules (TSOP) merubah sinyal inframerah yang terbanya menjadi logika 0 dan 1, Dimana nilai 0 berarti sensor menerima sinyal inframerah dan TSOP akan mengeluarkan sinyal 1 jika sensor tidak membaca adanya sinyal *infrared* [10].



Gambar 2. Sensor *Infrared*

### C. Sensor Ultrasonik

Sesuai namanya, sensor ultrasonik bekerja pada rentang gelombang ultrasonik (20kHz sampai 400kHz). Sensor Ultrasonik secara umum bekerja dengan mengubah besaran listrik menjadi besaran bunyi dan sebaliknya mengubah besaran bunyi menjadi besaran Listrik. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan mengeluarkan gelombang suara dan menerima kembali pantulan suara yang sebelumnya telah dikeluarkan, dengan menghitung selisih waktu yang dikirimkan dengan yang diterima, maka jarak pengukuran dapat diperkirakan [10].

HC-SR04 adalah jenis modul sensor ultrasonic yang bekerja pada frekuensi 40.000Hz serta bisa digunakan dengan Arduino uno dan mampu untuk mengukur jarak objek mulai dari 2cm – 4mm dengan tingkat keakurasian 3mm[11].

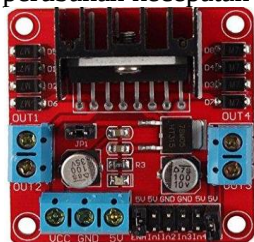


Gambar 3. Sensor *Ultrasonic HC-SR04*

### D. Driver Motor

*Driver motor* berfungsi sebagai jembatan antara mikrokontroler dengan motor DC, hal ini karena daya yang dikeluarkan oleh mikrokontroler tidak cukup kuat untuk mampu mengoperasikan motor DC yang digunakan sehingga diperlukan daya tambahan yang diberikan oleh *Driver*.

*Driver L298N* merupakan driver motor yang mampu digunakan untuk mengontrol hingga 2 buah motor dc dengan daya masing-masing motor mulai dari 3-30V dengan arus yang dapat dilewatkan sebesar 2A, serta driver L298N ini memiliki antarmuka keluaran sebesar 5V yang dapat digunakan untuk berbagai hal termasuk digunakan untuk mentenagai Arduino Uno. Driver L298N ini mampu mengatur kecepatan motor dengan cara mengatur arus serta tegangan yang secara langsung berakibat dengan perubahan kecepatan motor DC[12].



Gambar 4. Driver *L298N*

### E. Modul Bluetooth

Modul *Bluetooth* merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk mengkomunikasikan *microcontroller* dengan perangkat lain secara nirkabel, salah satu modul bluetooth yang dapat digunakan adalah modul HC-05. Modul HC-05 merupakan tipe modul *Bluetooth SPP (Serial Port Protocol)* yang memiliki kemudahan pengaturan koneksi serial secara nirkabel[13].

Modul HC-05 ini dapat difungsikan sebagai *Master* ataupun *Slave* sehingga mempermudah fleksibilitas dalam pemakaiannya, modul ini bekerja dengan teknologi *Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate)* dengan kecepatan kirim data hingga 3Mbps dengan frekuensi baseband 2.4Ghz[13].



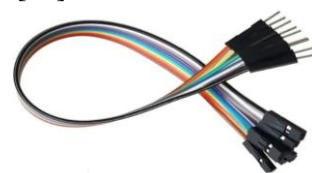
Gambar 5. Modul *Bluetooth HC-05*

### F. Gear Motor DC

Motor DC merupakan atuatur yang memiliki sifat perputaran yang berkelanjutan, memiliki kecepatan variable perputaran, serta mudah dikendalikan untuk aplikasi yang membutuhkan perpindahan posisi dari titik A ke titik B. Motor dc memiliki gear train yang mampu mengendalikan torsi yang relative besar untuk menggerakan roda benda kecil agar mampu digerakan untuk menuju Lokasi yang dikehendaki. Untuk spesifikasi Motor DC yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah Tegangan DC 4,8 ~ 6.0 V, kecepatan putaran 300rpm dengan torsi maksimal di 2,4 kgf.cm/6,0 V [10].

### G. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang memiliki fungsi untuk menghubungkan 1 pin dengan pin lainnya agar pin yang dikehendaki dapat saling terhubung secara sepat tanpa perlu melakukan solder. Kabel ini memiliki 2 buah ujung dengan masing – masing ujung terdapat konektor *male* atau konektor *female* yang digunakan untuk menyambungkan pin 1 dengan pin lainnya, dengan 2 jenis konektor yang dimiliki oleh kabel jumper ini, kabel jumper memiliki 3 buah tipe yaitu kabel jumper *Male to Female*, *Male to Male*, dan *Female to Female*[14]



Gambar 6. Kabel *Jumper*

### H. Baterai 18650

Baterai merupakan komponen catu daya yang biasa digunakan untuk peralatan portable, karena kemampuannya untuk menyimpan dan menyediakan energi untuk perangkat. Fungsi baterai secara umum adalah menyimpan energi kimia yang bisa diubah menjadi energi listrik saat dibutuhkan. Hal tersebut membuat peralatan elektronik yang ditenagai oleh baterai dapat berfungsi tanpa harus selalu tersambung dengan pembangkit listrik konvensional, seperti sambungan listrik rumah dan lainnya.

Salah satu tipe baterai yang banyak digunakan adalah baterai Li-Ion (Lithium-Ion) tipe 18650, baterai ini termasuk dalam tipe baterai yang *rechargeable* atau dapat diisi ulang, sehingga lebih hemat digunakan dan ramah lingkungan jika dibandingkan dengan baterai sekali pakai. Baterai 18650 memiliki tegangan sebesar 3,7 volt dan kapasitas penyimpanan energi sebesar 2500 mAh (milliampere-hour), yang membuat baterai ini cocok digunakan untuk berbagai aplikasi[15]



Gambar 7. Baterai Li-Ion 18650

### I. MIT App Inventor

MIT app inventor merupakan sebuah tool pengembangan aplikasi *mobile smartphone* berbasis web yang dirancang untuk mempermudah dalam proses pembuatan suatu aplikasi *mobile*, terutama bagi pemula atau bagi orang yang tidak memiliki latar belakang bahasa pemrograman yang baik. Tool ini dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT) dan menjadi salah satu solusi untuk pembelajaran dan pengembangan aplikasi sederhana. Tool MIT App Inventor ini memiliki keunggulan utama pada antarmuka yang mudah dipahami, intuitif, dan dapat digunakan untuk membuat suatu aplikasi tanpa perlu mempelajari bahasa pemrograman yang kompleks terlebih dahulu[16].

Pada antarmuka MIT app inventor memiliki dua bagian utama yaitu blok desain untuk membuat antarmuka aplikasi *mobile* dan blok editor untuk membuat aplikasi dapat berjalan sesuai yang dikehendaki. Kedua bagian tersebut bekerja secara tersinkron untuk memungkinkan pengguna dapat merancang antarmuka aplikasi sekaligus membuat logika dari setiap fungsi aplikasi yang dibuat.

#### 1. Blok Desain (Designer)

- Blok ini digunakan untuk merancang tampilan antarmuka aplikasi. Disini antarmuka dapat didesain dengan menggunakan komponen-

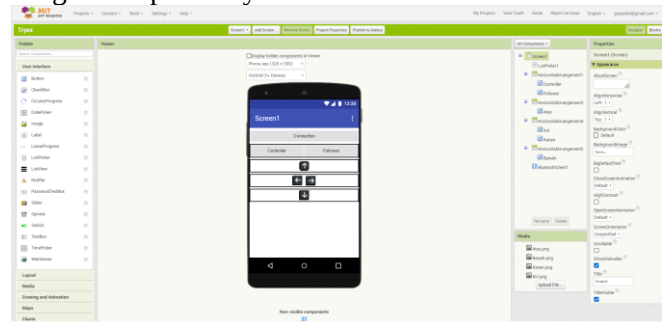
komponen seperti tombol, teks, *input form*, gambar dan komponen antar muka lainnya yang telah disediakan dalam *template* yang ada.

- Proses perancangan antarmuka dilakukan dengan cara menyeret (*drag and drop*) komponen yang diinginkan dari panel komponen ke area antarmuka aplikasi. Pengguna bisa mengatur beberapa property komponen seperti warna, teks, ukuran, serta posisi sesuai dengan desain yang diinginkan.
- Blok ini hanya berfokus kepada antarmuka aplikasi tanpa perlu memikirkan program yang bekerja pada setiap komponen yang digunakan.

#### 2. Blok Editor (Blocks)

- Blok Editor ini digunakan untuk membuat aplikasi dapat bekerja seperti yang diinginkan dengan cara menentukan logika dengan menyusun blok-blok logika yang telah disediakan sesuai logika yang diinginkan.
- Proses pemrograman hanya dilakukan dengan cara menyambungkan blok-blok logika yang ada. Setiap blok logika mewakili fungsi tertentu, seperti fungsi perintah kondisional, perulangan, operasi matematika, atau interaksi dengan komponen antarmuka aplikasi.

Kombinasi kedua blok antara blok desain dan blok editor memungkinkan pengguna membuat aplikasi *mobile* secara efisien dan cepat[17]. Selain itu, tool MIT App Inventor ini juga menyediakan fitur pengujian aplikasi menggunakan perangkat Android atau dengan Emulator. Sehingga pengguna dapat melihat secara langsung hasil aplikasinya tersebut.



Gambar 6. Pembuatan aplikasi Smartphone

## III. METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Penelitian

Alur metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7, yang menampilkan *flowchart* penelitian. Penelitian ini dimulai dari melakukan studi literatur untuk memperoleh berbagai data serta informasi yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian, sumber studi literatur dapat diperoleh dari berbagai sumber terpercaya seperti jurnal ilmiah, buku, artikel penelitian, dan sumber *online* lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan. Studi literatur yang dilakukan oleh penulis bertujuan untuk memahami konsep dasar, teori dan

teknologi-teknologi yang berkaitan atau menunjang proses penelitian, selain itu proses ini dapat mengidentifikasi celah pengetahuan yang dapat diisi oleh penelitian yang dilakukan oleh penulis ini.

Setelah proses studi literatur selesai, penelitian selanjutnya dilanjutkan dengan perancangan sistem kerja robot. Tahap ini dibagi menjadi 4 tahapan utama, yang pertama adalah pembuatan desain rangkaian, kemudian pembuatan program atau coding, pembuatan aplikasi *mobile* dan dilanjutkan dengan simulasi kerja robot. Ketiga tahapan tersebut dibutuhkan untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang diinginkan oleh penulis.

Tahap awal dalam perancangan rangkaian adalah membuat rangkaian secara simulasi menggunakan *software proteus*. Pembuatan rangkaian secara simulasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa penggunaan setiap *port* yang diperlukan baik *port* pada Arduino Uno maupun *port* dari perangkat lainnya telah diatur dengan benar sesuai dengan kebutuhan sistem yang dikehendaki. Setelah konfigurasi *port* yang digunakan telah betul, tahap selanjutnya adalah pembuatan *coding* atau program untuk Arduino Uno yang digunakan menggunakan *software* Arduino IDE. Coding yang dibuat ini merupakan coding yang berfungsi untuk menjalankan robot secara langsung dan jembatan komunikasi penghubung antara robot dengan aplikasi *mobile* yang digunakan pada *smartphone*.

Setelah *coding* dan aplikasi *mobile* telah selesai serta siap digunakan, maka kinerja sistem diuji terlebih dahulu secara simulasi menggunakan *software proteus*. Simulasi ini memiliki tujuan untuk verifikasi kinerja sistem secara virtual sebelum nantinya diimplementasikan secara langsung ke perangkat keras. Dengan proses verifikasi sistem secara virtual ini dilakukan, peneliti lebih mudah mendeteksi kesalahan atau masalah yang mungkin terjadi oleh coding, aplikasi *mobile*, atau karena kesalahan desain rangkaian, Sehingga kedepannya jika robot setelah dibuat memiliki kesalahan sistem namun pada tahap simulasi sistem dapat berjalan dengan betul, maka dapat dipastikan bahwa kesalahan ada pada perangkat keras yang ada dan tidak perlu Kembali membuat *coding*, aplikasi *mobile*, atau desain rangkaian yang baru.

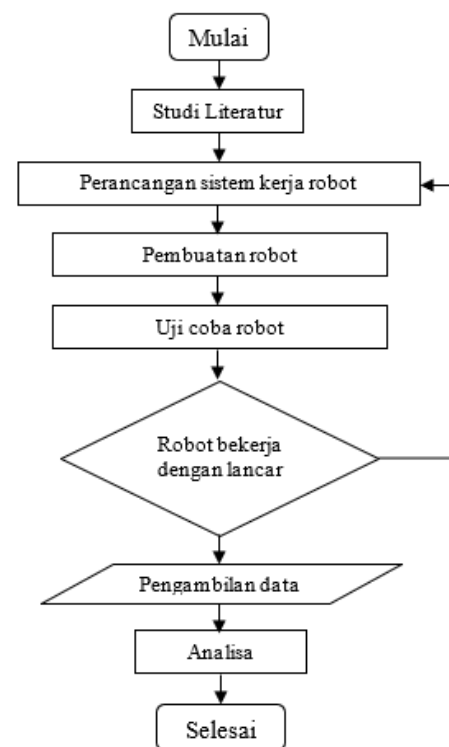
Setelah tahap perancangan dan simulasi selesai tahap selanjutnya adalah pembuatan robot asli sesuai dengan skema serta desain yang telah dirancang. Proses pembuatan robot asli ini meliputi perakitan komponen elektronik serta mekanik dan perlengkapan pendukung lainnya sesuai yang telah ditentukan. Setelah robot selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah proses uji coba robot untuk memastikan kinerja robot apakah dapat berfungsi secara semestinya ataupun perlu dilakukan perbaikan jika ditemukan adanya permasalahan.

Dalam tahap ujicoba ini, penulis akan mengoperasikan robot dan mengamati setiap kinerja robot secara menyeluruh sesuai fungsi yang dimiliki, yaitu sebagai *line follower*, berhenti ketika ditemukan

penghalang didepan robot, dan pengendalian arah gerakan robot menggunakan aplikasi *mobile*. Jika diperoleh kesalahan sistem yang mengakibatkan salah satu fungsi atau seluruh fungsi robot tidak bekerja sebagaimana semestinya, langkah selanjutnya adalah menganalisa kesalahan apa yang terjadi dan bagian mana yang terindikasi sebagai sumberpermasalahanya. Analisa ini dimulai dengan pengecekan terhadap komponen elektronik dari robot, koneksi antara komponen atau bahkan kembali kepembuatan dan atau pembuatan aplikasi *mobile* kembali, hal ini dimungkinkan jika ternyata terdapat perbedaan spesifikasi dari simulasi dan spesifikasi asli yang digunakan oleh robot.

Proses selanjutnya setelah robot terdeteksi dapat berfungsi secara semestinya. Proses yang perlu dilakukan selanjutnya adalah proses uji coba pengambilan data untuk setiap fungsi yang dimiliki oleh robot, proses ini dilakukan dengan melakukan serangkaian uji terhadap setiap fungsi robot yang dimiliki. Proses ini memastikan apakah setiap fungsi yang dimiliki robot apakah dapat bekerja secara semestinya atau masih terjadi kesalahan, jika ditemukan kesalahan, maka perlu dianalisa pada bagian apakah kesalahan tersebut terjadi.

Dari data yang terkumpul, penulis kemudian melakukan analisa terhadap setiap fungsi robot. Analisa ini mencakup evaluasi terhadap setiap kinerja fungsi yang diuji, mengidentifikasi kendala yang mungkin muncul, serta menentukan kondisi “ideal” untuk robot dapat bekerja secara semestinya. Hasil analisa ini memastikan robot dapat bekerja dengan baik sesuai kondisi “ideal” yang telah diujikan oleh penulis.



Gambar 7. Flowchart Penelitian

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini merupakan Arduino Uno Rev3. Pemilihan penggunaan mikrokontroler Arduino Uno Rev 3 berdasarkan pada kemudahan penggunaannya serta kompatibilitas terhadap berbagai perangkat pendukung. Karena penggunaan Arduino Uno Rev 3 pada penelitian ini, pembuatan program untuk pengendalian robot digunakan *software* Arduino Uno. Dalam pemrograman untuk Arduino menggunakan modifikasi Bahasa pemrograman C dengan *library* kusus yang dibuat untuk Arduino, sehingga memudahkan penulis dalam mengembangkan program yang diperlukan.

Sistem kerja robot dalam penelitian ini dirancang memiliki 2 mode operasi yaitu mode *line follower* dan mode *remote control* yang secara *default* robot akan beroperasi pada mode *line follower*, dimana robot akan bergerak mengikuti bentuk lintasan yang tersedia. Mekanisme pergerakan dari robot ini dengan cara sensor inframerah yang terletak dibagian bawah depan akan mendeteksi lintasan yang tersedia dengan cara membaca kontras lintasan yang gelap dibandingkan sekitarnya kemudian robot akan bergerak mengikuti rute lintasan tersebut.

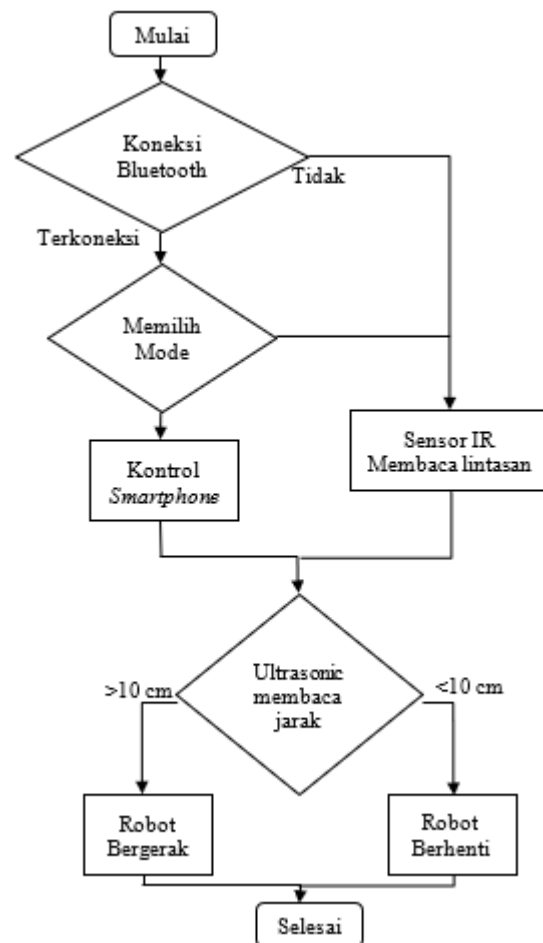
Selain fungsi dasar *line follower* yang umum yaitu robot bergerak mengikuti lintasan, robot dalam penelitian ini juga dilengkapi dengan sensor *ultrasonic* yang diletakan dibagian depan robot. Fungsi dari sensor *ultrasonic* yang diletakan didepan robot adalah untuk mendeteksi ada tidaknya halangan atau objek yang berada didepan robot tersebut. Jika sensor membaca keberadaan objek yang berada pada jarak tidak lebih dari 10 cm, maka sistem otomatis menghentikan gerakan perputaran roda secara otomatis. Pemberian fitur ini bertujuan untuk meminimalisir atau bahkan mencegah tabrakan yang akan mungkin terjadi ketika robot bergerak sehingga meningkatkan keamanan robot saat beroperasi.

Selain kemampuan robot yang bergerak secara mandiri menggunakan mode *line follower*, robot juga mampu dikendalikan menggunakan perangkat *smartphone*. Ketika robot dihubungkan dengan *smartphone* menggunakan koneksi *Bluetooth*, robot dapat dikendalikan arah pergerakannya seperti mobil *remote control* ataupun tetap beroperasi dalam mode *line follower* seperti mode *default* robot, tergantung perintah dari aplikasi *smartphone* yang di-input oleh pengguna. *Smartphone* yang dapat digunakan untuk mengendalikan robot dalam penelitian ini adalah *smartphone* yang menggunakan *operating system* Android dengan versi Android 5 (Lollipop) ke atas. Karena aplikasi *smartphone* yang dibuat, didesain untuk kompatibilitas dengan *operating sistem* tersebut.

Pada lintasan yang tersedia dengan kondisi yang ideal (cahaya melimpah) robot dapat bekerja dengan mode *line follower*, dimana robot dapat bergerak secara otomatis mengikuti rute lintasan yang tersedia. Namun Ketika tidak ada lintasan yang tersedia atau kondisi

ideal tidak terpenuhi, maka robot dapat dialihkan oleh pengguna menjadi mode *remote control*, pengguna bisa mengarahkan arah gerak robot secara manual ke depan, kiri, kanan, atau kebelakang secara bebas menggunakan aplikasi pada *smartphone*. Kombinasi mode *line follower* dan mode *remote control* ini memberikan fleksibilitas penggunaan robot untuk sekenario yang lebih banyak dalam berbagai tujuan seperti eksperimen, edukasi maupun berbagai aplikasi lain yang memungkinkan. Untuk lebih jelasnya mengenai alur kerja sistem robot pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 8.

#### B. Perancangan Program Microcontroler



Gambar 8. Flowchart sistem kerja robot

Sistem kerja robot berpusat dari mikrokontroler Arduino Uno Rev 3 yang perancangan programnya dapat dilihat pada gambar 8. Sistem dimulai dari memeriksa ada atau tidaknya koneksitas antara robot dengan perangkat *smartphone* menggunakan koneksi *Bluetooth*, jika tidak ada koneksi yang terbentuk sistem akan terus menunggu koneksi dan disaat yang sama sistem akan masuk ke mode *default* yaitu mode *line follower*, pada mode ini sensor inframerah aktif untuk membaca lintasan yang ada dan jika sensor inframerah tersebut telah membaca lintasan maka robot akan bergerak mengikuti lintasan yang terbaca oleh sensor, selain mengandalkan sensor inframerah untuk membaca lintasan

san, robot juga membaca sensor ultrasonic untuk membaca jarak robot dengan jarak objek didepanya, jika didapati terdapat objek lain yang memiliki jarak tidak lebih dari 10 cm maka robot secara otomatis dan sebaliknya jika tidak terdapat objek didepan robot dalam jarak kurang dari 10 cm maka robot akan terus bergerak.

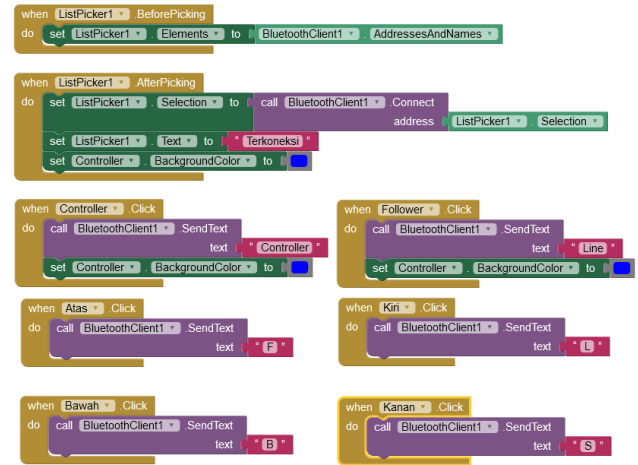
Pada sisi lain jika koneksi antara robot dengan *smartphone* terbentuk maka mode Gerak robot dapat dipilih menggunakan mode *line follower* atau kontrol menggunakan *smartphone*, pada mode kontrol dari *smartphone* ini arah gerak robot akan bergerak sesuai perintah yang diberikan oleh pengguna dengan robot tetap membaca sensor ultrasonic untuk membaca jarak robot dengan jarak objek didepanya, sehingga sekalipun robot diperintahkan untuk maju namun didepan robot terdapat objek lain yang berjarak kurang dari 10 cm, maka robot tidak akan bisa diperintahkan maju namun dapat diperintahkan untuk mundur atau berbelok. Proses sistem akan selesai hanya ketika sistem telah mati baik dengan cara dimatikan melalui tombol atau daya baterai yang digunakan telah habis sehingga kelistrikan robot akan otomatis mati.

### C. Perancangan Aplikasi Mobile Pada Smartphone.

Aplikasi *mobile* yang dirancang pada penelitian ini dirancang untuk dapat bergerak pada sistem operasi android 5 keatas. Antar muka yang disajikan dari aplikasi ini dibuat sederhana dengan hanya memiliki 7 tombol yang terdiri dari

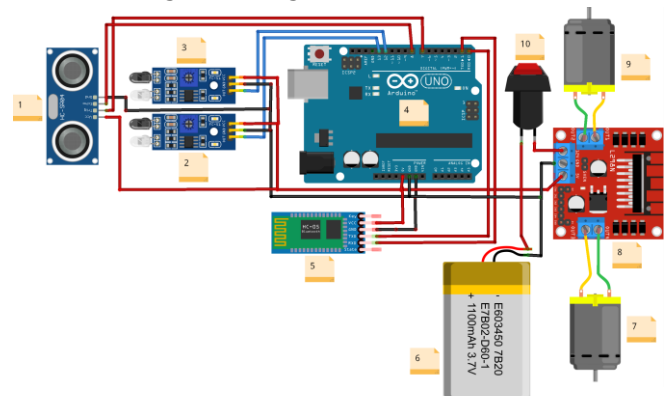
- Connection : tombol “Connection” tombol ini berfungsi untuk menyambungkan antara ponsel pintar dengan robot follower.
- Controller : tombol ini berfungsi untuk memfungsikan robot dengan pengaturan jalan melalui perangkat mobile dan tidak memfungsikan pembacaan dari sensor inframerah.
- Follower : tombol ini memfungsikan pergerakan robot sesuai pembacaan jalur yang dibaca oleh sensor inframerah
- ↑ : tombol ini berfungsi untuk menjalankan robot ke arah depan.
- ← : tombol ini berfungsi untuk membelokkan mobil kearah kiri.
- → : tombol ini berfungsi untuk membelokkan mobil kearahkanan.
- ↓ : tombol ini berfungsi untuk menjalankan robot mundur.

Gambar 9 berikut merupakan gambar blok kerja dari aplikasi *mobile* yang dibuat menggunakan *MIT APP Inverter*. Pada gambar 9 tersebut menggambarkan perintah yang dijalankan untuk setiap tombol yang ditampilkan pada antarmuka.



Gambar 9. blok kerja dari aplikasi *mobile*

### D. Perancangan Perangkat



Gambar 10. Rangkaian perangkat keras

Perangkat – perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini tersusun sebagai berikut

1. Sensor ultrasonic untuk mendeteksi ada tidaknya objek penghalang didepan robot, dimana pada program diatur untuk mendeteksi keberadaan halangan pada 10 cm didepan
2. Sensor inframerah sebelah kiri untuk mendeteksi sisi kiri rute lintasan
3. Sensor inframerah sebelah kanan untuk mendeteksi sisi kanan rute lintasan, dengan perpaduan sensor 2 inframerah yang diposisikan bersebelahan didepan robot, maka robot dapat membaca arah dari lintasan yang dilalui
4. Arduino Uno, Arduino berfungsi sebagai “otak” dari robot dengan membaca berbagai *input* yang terbaca oleh sensor dan meneruskan untuk memberikan perintah pengendalian robot
5. HC-05 berfungsi sebagai perangkat penghubung komunikasi antara robot dengan *smartphone android* melalui koneksi *Bluetooth*
6. Baterai, digunakan sebagai sumber energi robot
7. Motor DC sisi kiri, berfungsi sebagai roda yang menggerakkan robot dari sisi kiri
8. L293D
9. Motor DC sisi kanan, berfungsi sebagai roda yang menggerakkan robot dari sisi kanan

IV. HASIL DAN ANALISA

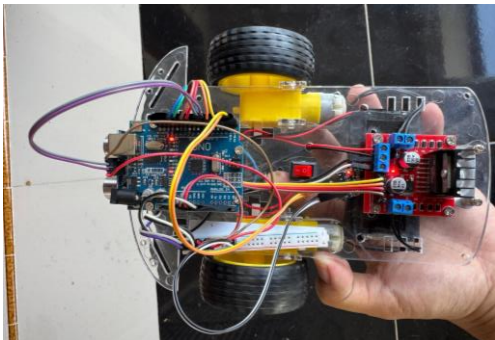
Pada bagian hasil dan Analisa ini membahas mengenai pengujian kinerja robot dan Analisa dari hasil kinerja robot. Pengujian pada penelitian ini secara umum dibagi menjadi 3 pengujian yaitu, pengujian *line follower*, pengujian kontrol menggunakan *smartphone*, dan pengujian menghindari benturan terhadap objek didepan.

A. Pengujian Line Follower

Pada Pengujian *line follower* ini, pengujian dilakukan pada lintasan yang kontras atau dalam penelitian ini, lintasan dibuat menggunakan lakban hitam selebar 4cm yang diletakan diatas keramik putih, lintasan dibuat lurus dan juga berbelok ke kekiri melingkar dengan sudut setiap belokanya lebih dari 90° pada waktu siang hari dan Cahaya yang melimpah seperti yang ditampilkan pada gambar 11 untuk menguji kemampuan sensor inframerah dalam membaca lintasan yang ada

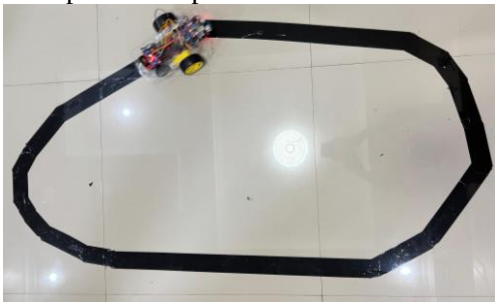


Gambar 11 Lintasan robot



Gambar 12 Robot

Pengujian dilakukan pada 1 lintasan yang sama sebanyak 10 kali, dimana percobaan pertama sampai kelima mobil diuji arah belok kekiri dan percobaan keenam sampai terakhir arah jalan robot dibalik sehingga robot menjadi berbelok kekanan, dimana untuk hasil percobaan dari percobaan pertama hingga percobaan kesepuluh dapat dilihat pada tabel 1 berikut:



Gambar 12 Pengujian fungsi *line follower*

TABEL I  
UJI COBA *LINE FOLLOWER*

| Nomor | Setatus | Nomor | Setatus |
|-------|---------|-------|---------|
| 1     | Sukses  | 6     | Sukses  |
| 2     | Sukses  | 7     | Sukses  |
| 3     | Sukses  | 8     | Sukses  |
| 4     | Sukses  | 9     | Sukses  |
| 5     | Sukses  | 10    | Sukses  |

Dari hasil uji coba diatas, menunjukan bahwa robot *line follower* dapat melewati lintasan sebanyak 10 kali secara lancer yang menandakan bahwa robot dapat bergerak secara otomatis mengikuti arah lintasan yang tersedia.

B. Pengujian Kontrol menggunakan *smartphone*

Pengujian kedua ini adalah untuk menguji pengendalian robot yang dilakukan secara langsung menggunakan *smartphone*. Pengujian yang dilakukan adalah mengendalikan arah gerak robot ke sisi depan, kiri, kanan, dan belakang. Pengujian yang dilakukan tidak menggunakan lintasan sehingga arak gerak *robot line follower* sepenuhnya dikendalikan melalui *smartphone* dengan uji coba yang dilakukan meliputi jalan maju, mundur, belok kiri dan belok kanan. Hasil pengujian yang dilakukan ditampilkan pada tabel 2

TABEL II  
UJI COBA KONTROL ROBOT DENGAN *SMARTPHONE*

| Uji coba Sukses |         | Uji coba Sukses |         |
|-----------------|---------|-----------------|---------|
| Nomor           | Setatus | Nomor           | Setatus |
| 1               | Maju    | 6               | Maju    |
| 2               | Mundur  | 7               | Mundur  |
| 3               | Kiri    | 8               | Kiri    |
| 4               | Kanan   | 9               | Kanan   |
| 5               | Maju    | 10              | Maju    |



Gambar 13 uji coba control robot

C. Pengujian mengindari benturan

Pengujian ini dilakukan pada lintasan *line follower* yang sama seperti pada pengujian *line follower* pertama yang telah dilakukan sebelumnya, namun dengan penambahan penghalang berupa yang diletakan pada

lintasan lurus seperti yang ditampilkan pada gambar 14. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada lintasan dan halangan yang sama dengan hasil setiap ujicobanya robot dapat berhenti sebelum membentur objek penghalang dengan hasil setiap percobaanya ditampilkan pada tabel 3 serta bukti ujicoba yang ditampilkan pada gambar 14 berikut.

TABEL III  
UJI BERHENTI SEBELUM MENABRAK

| Nomor | Setatus  | Nomor | Setatus  |
|-------|----------|-------|----------|
| 1     | Berhenti | 6     | Berhenti |
| 2     | Berhenti | 7     | Berhenti |
| 3     | Berhenti | 8     | Berhenti |
| 4     | Berhenti | 9     | Berhenti |
| 5     | Berhenti | 10    | Berhenti |



Gambar 14 uji coba menghindari benturan

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, dapat diambil beberapa Kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan sensor *Ultrasonic* HC-SR04 pada robot *line follower* dapat digunakan secara efektif untuk membaca jarak objek yang terdapat didepan robot, sehingga sensor ini dapat difungsikan untuk penambahan fitur menghentikan jalan robot jika terdeteksi terdapat objek yang menghalangi didepanya.
2. Modul *Bluetooth* HC-05 memberikan fungsi komunikasi Arduino secara nirkabel sehingga robot dapat dikendalikan secara nirkabel.
3. Penambahan sensor *Ultrasonic* HC-SR04 dan modul *Bluetooth* HC-05 serta aplikasi yang dikembangkan oleh peneliti berhasil menambahkan fitur tambahan pada robot *line follower* untuk menghindari benturan dan pengendalian robot secara nirkabel, sehingga kedepanya robot *line follower* dapat diaplikasikan pada skenario yang lebih luas dan tidak terbatas pada lintasan yang harus terkondisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. K. Anaam, T. Hidayat, R. Y. Pranata, H. Abdillah, A. Yhuto, and W. Putra, "Vocational Education National Seminar ( VENS ) Pengaruh trend otomasi dalam dunia manufaktur dan industri," pp. 46–50, 2022.
- [2] S. Tayal, "Line Follower Robot: Design and Hardware Application," pp. 10–13, 2020.
- [3] M. Sodikin, R. Corputty, and A. Azizah, "Implementasi Perancangan Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32A," vol. 1, no. 2, pp. 53–60, 2019.
- [4] A. Latif, H. A. Widodo, R. Rahim, and K. Kunal, "Implementation of Line Follower Robot based Microcontroller ATMEGA32A," vol. 1, no. 2, pp. 70–74, 2020, doi: 10.18196/jrc.1316.
- [5] V. Barua, "An Ultrasonic Line Follower Robot to Detect Obstacles and Edges for Industrial and Rescue Operations," vol. 176, no. 31, pp. 31–37, 2020.
- [6] A. Sarada, B. Saritha, V. V. L. K. Likhitha, J. Himavarshini, and M. Akshethra, "Line Follower with Obstacle Avoiding Robot," vol. 11, no. 11, 2023.
- [7] A. S. Ismailov, "Study of arduino microcontroller board," vol. 3, no. 3, pp. 172–179, 2022.
- [8] S. Kendali-tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer, "Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection," vol. 6, no. 1, pp. 33–41, 2017.
- [9] D. Almada, H. Isyanto, and R. Samsinar, "Perancangan Prototype Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Solar Panel 100 Wp Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan," 2018.
- [10] F. Azukruf, A. Azis, P. Studi, T. Elektro, and F. Teknik, "Perancangan Prototipe Robot Pembawa Barang Otomatis Berbasis Arduino Uno DIP dengan Sensor Ultrasonic," vol. 15, no. 1, pp. 29–38, 2023.
- [11] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," 2017.
- [12] Y. D. Widiarto, M. E. I. Najoran, M. D. Putro, and J. T. Elektro-ft, "Sistem Penggerak Robot Beroda Vacuum Cleaner Berbasis Mini Computer Raspberry pi," vol. 7, no. 1, pp. 25–32, 2018.
- [13] S. Mehta, N. Saraff, S. S. Sanjay, and S. Pandey, "Automated Agricultural Monitoring and Controlling System Using HC- 05 BT Module," 2018.
- [14] B. A. Uno, "Perancangan prototipe pengendali pintu pagar otomatis menggunakan sensor sidik jari dan sensor proximity infrared berbasis arduino uno," vol. 16, no. 1, pp. 35–44, 2024, doi: 10.26623/elektrika.v16i1.8252.
- [15] A. A. Yusuf and A. Asrori, "Perbandingan Konsumsi Daya Baterai Li-Ion 18650 Dengan Lifepo4 32700 Berdasarkan Jarak Tempuh," vol. 6, no. 2, pp. 26–30, 2023.
- [16] B. Xie and H. Abelson, "Skill Progression in MIT App Inventor," pp. 213–217, 2016.
- [17] S. Kong and H. Abelson, *Computational Thinking Education*. 2019.