

Desain Pengendali Sensor Jarak Pada Robot Mobil Dengan Penghalang Tidak Diketahui

Ir. Sahat Parulian, MT¹⁾, Libianko Sianturi, ST, MT²⁾, Simson Josua Sinaga³⁾

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen

email: sahat siahaan@uhn.ac.id

Abstrak

Robot mobil adalah konstruksi robot yang ciri khasnya mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain. Robot mobil yang dikendalikan dengan menggunakan Arduino Uno melakukan perhitungan jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 di bagian depan robot mobil, sehingga robot mobil mampu menghindari penghalang yang tidak diketahui. Pengujian desain sensor ultrasonik pada robot mobil ditempatkan pada suatu kondisi dengan posisi penghalang di depan. Dari pengujian dan analisis data yang dilakukan terhadap robot mobil tersebut, robot mobil dapat mengetahui batas tingkat keakuratan jarak yang terdeteksi.

Kata Kunci: Robot Mobil, Ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno

Abstract

Car robot is a robotic construction that characteristically has an actuator in the form of wheels to move the entire body of the robot, so that the robot can move positions from one point to another. The arduino uno-controlled car robot performs distance calculations using the HC-SR04 ultrasonic sensor on the front of the car robot, so that the car robot is able to avoid unknown obstructions. Ultrasonic sensor design testing on car robots is placed under a condition with a barrier position in front. From the testing and analysis of data conducted on the car robot, the car robot can know the limit of the level of accuracy of the distance detected.

Keywords: Car Robot, Ultrasonic HC-SR04, Arduino Uno

PENDAHULUAN

Robot adalah seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu. Robot mobil adalah konstruksi robot yang ciri khasnya mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain.

Dari sisi industri robot sudah banyak meraih kesuksesan besar, seperti robot manipulator, robot humanoid, dan robot android sudah digunakan perusahaan besar. Namun di luar semua kesuksesan yang sudah diraih, robot-robot ini mempunyai satu kekurangan mendasar yaitu keterbatasan mobilitas, maka dari itu robot mobil hadir dan mampu berpergian menjelajahi seisi perusahaan otomotif tanpa menggunakan kemudi, melakukan kemampuannya dimanapun se-efektifitas mungkin. Terinspirasi hal tersebut akan dikembangkan

robot mobil yang dikendalikan dengan menggunakan arduino sebagai kontrolnya dan sensor HC-SR04 sebagai sensor jarak untuk mendeteksi jarak terhadap penghalang disekitarnya serta komponen lain sebagai penunjangnya.

DASAR TEORI

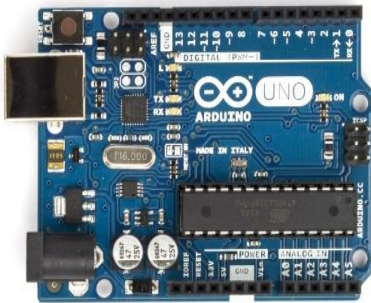
Robot Mobil

Robot mobil merupakan sebuah robot yang dapat bergerak dengan leluasa karena memiliki alat gerak untuk berpindah posisi. Secara umum dan mendasar sebuah robot mobil dibedakan oleh *locomotion system* atau sistem penggerak. *Locomotion* merupakan gerakan melintasi permukaan datar. Semua ini disesuaikan dengan medan yang akan dilalui dan juga oleh tugas yang diberikan kepada robot.

Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah sebuah board rangkaian elektronik yang bersifat open source didalamnya terdapat chip mikrokontroler keluaran Atmel. Arduino Uno R3 merupakan

board berbasis mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno R3 memiliki 14 digital pin input / output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB (Universal Serial Bus), jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Pin analog pada Arduino Uno R3 memiliki tegangan analog referensi (Aref) sebesar 5 volt. Pin analog memiliki fitur untuk mengubah sinyal analog yang masuk menjadi nilai digital yang mudah diukur. Pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 Volt sebagai nilai LOW dan 5 Volt sebagai nilai HIGH. Sedangkan Pin analog dapat mengenali sinyal pada rentang nilai voltase tersebut. Hal ini sangat berguna ketika kita hendak mengukur sesuatu dari sensor dan menggunakan nilai masukan tersebut untuk keperluan lain. Bentuk board Arduino Uno R3 dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Arduino UNO R3

Pemrograman IDE Arduino

Software IDE Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *platform wiring*, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang, hardware-nya menggunakan prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman C++ yang sederhana dan fungsi-fungsinya yang lengkap, sehingga arduino mudah dipelajari. Gambar 2 memperlihatkan tampilan awal software IDE Arduino.



Gambar 2. IDE Arduino

IDE (Integrated Development Environment) adalah aplikasi cross-platform ditulis dengan bahasa pemrograman java dan berasal dari IDE untuk bahasa pemrograman wiring project, hal ini dirancang untuk memudahkan pengguna mempelajari mikrokontroler dengan software development, termasuk didalam perangkat lunak dengan kode editor dan fitur seperti sintaks, brace pencocokan, dan identitas otomatis, serta mampu compile dan upload program dengan sekali perintah klik serta uji coba secara terminal serial. IDE arduino dapat dilihat pada gambar 2. Fungsi setiap icon pada IDE Arduino adalah sebagai berikut:

- Icon menu verify yang bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau error.
- Icon menu upload yang bergambar panah ke arah kanan berfungsi untuk memuat / transfer program yang dibuat di software arduino ke hardware arduino.
- Icon menu New yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.
- Icon menu Open yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan software arduino.
- Icon menu Save yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi.
- Icon menu serial monitor yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari hardware arduino.

Perangkat lunak Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang membantu operasi input/ output jauh lebih mudah dipahami. Pengguna hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat program dapat dijalankan ketika dieksekusi pada papan Arduino Uno R3. Fungsi tersebut diantaranya:

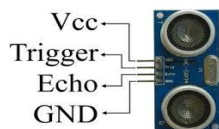
1. Setup (), baris program pada fungsi ini berjalan satu kali pada awal dari sebuah program yang dapat menginisialisasi masukan dan keluaran pada papan mikrokontroler Arduino Uno R3.
2. Loop (), baris program pada fungsi ini dieksekusi berulang kali sampai papan mikrokontroler Arduino Uno R3 dinonaktifkan.

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C++, dengan mendukung berkas library yang dapat menyederhanakan proses coding. C++ mendefinisikan beberapa jenis data yang berbeda.

Sign variable memungkinkan mengolah data negatif dan positif, serta unsigned variable hanya data positif. Tipe data yang digunakan dalam coding Arduino adalah void, boolean, char, unsigned char, byte, int, unsigned int, word, long, unsigned long, short, float, double, array, string (char array), dan string (object).

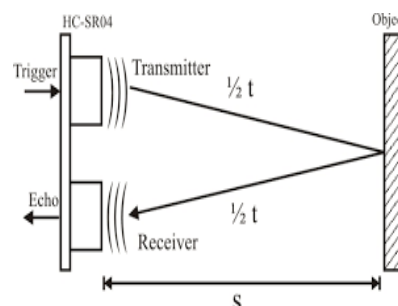
2.1 Sensor HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu ultrasonic transmitter dan ultrasonic receiver. Fungsi dari ultrasonic transmitter adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian ultrasonic receiver menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti yang diperlihatkan pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Prinsip Kerja Sensor HC-SR04

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah ketika pulsa trigger diberikan pada sensor, transmitter akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL (Time to Live) transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah receiver menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun. Jika waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s , maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s = t \times \frac{340 \text{ m/s}}{2} \tag{1}$$

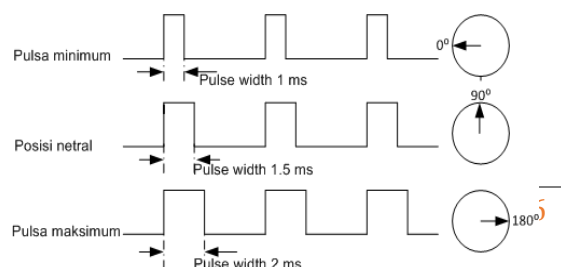
Dimana:

s = Jarak antara sensor dengan objek (m)

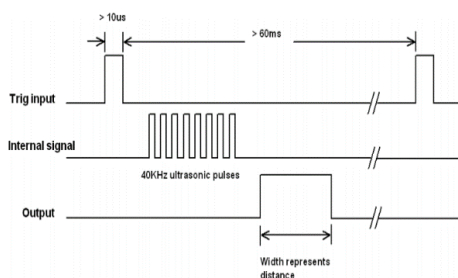
t = Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari transmitter ke receiver (s)

Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut: kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL.

Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut; awali dengan memberikan pulsa Low (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa High (1) pada trigger selama $10 \mu\text{s}$ sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan Persamaan 1 untuk mengukur jarak antara sensor dengan



objek. Timing diagram pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Timing Diagram Sensor Ultrasonik HC-SR04

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Gambar 6 memperlihatkan contoh motor servo.



Gambar 6. Motor Servo

Prinsip kerja motor servo adalah dengan cara memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation/PWM). Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

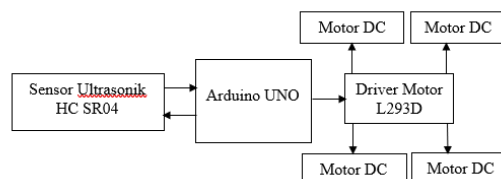
METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah rancang bangun, setelah mengetahui tujuan yang akan dicapai maka dirancang rangkaian yang sesuai untuk keperluan yang dimaksud. Setelah rancangan

rangkaian selesai dibuat kemudian dilanjutkan dengan membangun rancangan dalam bentuk rangkaian yang sebenarnya (hardware) sehingga dapat diuji dan dianalisa.

Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem tersebut digambarkan pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan berbagai permasalahan yang telah disebutkan dalam bab sebelumnya, maka dibuat suatu diagram blok sistem dari robot beroda yang mampu menghindari penghalang tidak diketahui yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

1. Input berupa sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi kondisi di sekitar robot apakah terdapat objek penghalang atau tidak yang juga akan menjadi umpan balik sistem.
2. Arduino UNO berfungsi sebagai sebuah hardware yang memiliki IC program yang telah di tanam boatloader Arduino. IC program ini lah yang akan mengontrol semua aktifitas dalam sistem kontrol yang di desain. Baik pembacaan sensor, input output, komunikasi data antar Arduino UNO dengan perangkat lain, mengendalikan motor dc, motor servo dan lain-lain.
3. Aktuator dan pengendali aktuator yang merupakan alat gerak robot beroda yaitu dengan menggunakan motor DC.

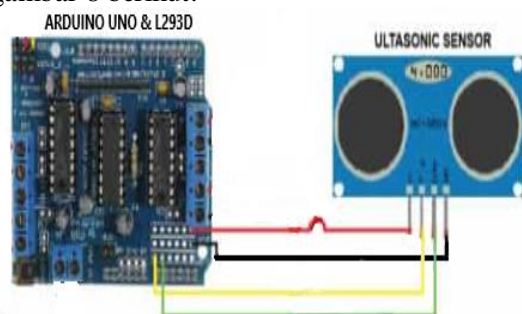
Keseluruhan proses kerja sistem dituangkan dalam program Arduino UNO dan disebut sebagai pengontrol utama. Arduino UNO menerima sinyal masukan dari sensor ultrasonik, dan memberi sinyal keluaran kepada driver, dan motor dc. Data dari sensor ultrasonik diproses dalam Arduino Uno. Data yang sudah diolah di kirim ke driver motor L293D dan untuk keperluan proses menghindari objek yang sudah ditentukan.

Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik HC SR04 Dengan Arduino UNO Dan L293D

Sensor ini dimulai dari gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu yang

dibangkitkan melewati alat yang disebut juga dengan nama piezoelektrik sebagai transmitter. Alat ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik yang berfrekuensi 40kHz (sesuai dengan osilator yang terpasang pada sensor). Biasanya alat ini akan memancarkan gelombang pada suatu target dan jika sudah mengenai permukaan target, maka gelombang tersebut akan terpantulkan kembali. Pantulan gelombang tersebut akan diterima oleh piezoelektrik (receiver) dan kemudian sensor akan mengkalkulasi perbedaan antara waktu pengiriman dan waktu gelombang pantul yang diterima.

Rangkaian untuk menghubungkan arduino dengan sensor ultrasonik, dimana pin VCC pada sensor dihubungkan dengan sumber tegangan 5 Volt pada arduino, kemudian pin trigger pada sensor dihubungkan ke pin 4 pada arduino, pin echo pada sensor dihubungkan ke pin 2 pada arduino, dan pin GND pada sensor dihubungkan pada pin GND pada arduino, atau dapat dilihat pada gambar 8 berikut:

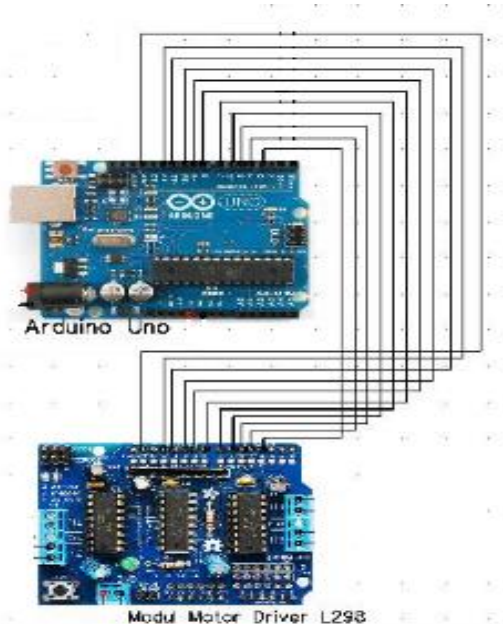


Gambar 8. Rangkaian Sensor HC SR04 Dengan Arduino UNO Dan L293D

Perancangan Rangkaian Motor Driver L293D Dengan Arduino UNO

IC L293D adalah sirkuit terpadu (IC) dual H-Bridge driver untuk rangkaian motor DC. Driver motor ini bertindak sebagai penguat arus dengan mengambil sinyal kontrol arus rendah dan memberikan output ke sinyal kontrol arus yang lebih tinggi. Sinyal arus yang lebih tinggi ini lah yang digunakan untuk menggerakkan motor.

Sirkuit terpadu IC L293D berisi dua buah sirkuit H-Bridge. Dalam modus umum, dua motor DC dapat digerakkan secara bersamaan, dengan arah gerak motor yang dapat ditentukan. Operasi motor dua motor dapat dikendalikan oleh input logic pada pin 2 & 7 dan 10 & 15. Input logic 00 atau 11 akan menghentikan motor. Input logic 01 dan 10 akan memutar di searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam.

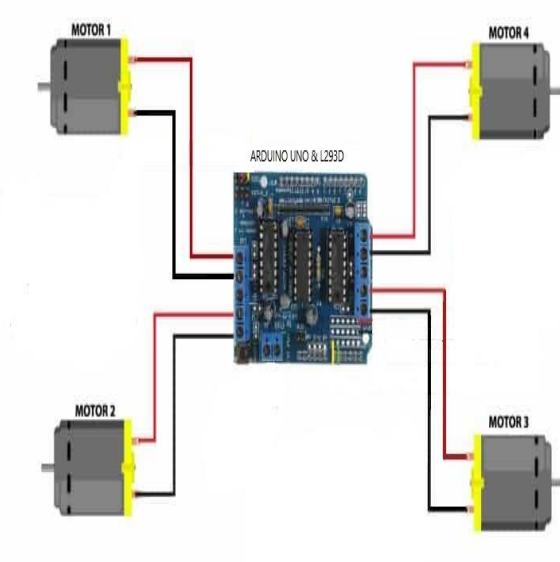


Gambar 9. Rangkaian Motor Driver L293D Dengan Arduino UNO

Berikan nilai HIGH pada pin 1 dan 9 (sesuai dengan dua motor) agar motor mulai beroperasi. Ketika pin tersebut diberi nilai HIGH, driver terkait akan diaktifkan. Sebaliknya ketika diberi nilai LOW maka motor akan berhenti. Adapun rangkaian driver L293D dapat di lihat pada gambar 9 di atas.

Perancangan Rangkaian Motor DC Dengan Arduino UNO Dan L293D

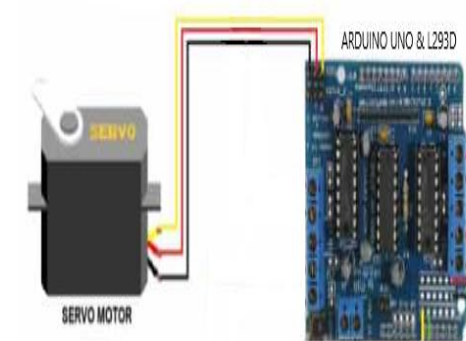
Motor dc merupakan motor listrik yang di suplay dengan tegangan dc 5 – 12 Volt. Pada motor ini di hubungkan dengan driver motor L293D yang terhubung dengan board arduino UNO yang di suplay dengan vcc 5 v dan vcc 12 v dari baterai, dari driver ini akan mengeluarkan tegangan yang akan mengontrol maju, mundur, belok kiri, belok kanan dan berhenti motor dc. Adapun rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 10 berikut:



Gambar 10. Rangkaian Motor DC Dengan Arduino UNO Dan L293D

Perancangan Rangkaian Motor Servo Dengan Arduino UNO Dan L293D

Motor servo adalah motor dengan torsi besar dan dengan sudut yang bisa diatur. Motor ini hampir sama dengan motor stepper hanya saja motor servo memiliki gerak terbatas. Motor stepper dapat berputar 360° sedangkan motor servo hanya dapat berputar 180° atau 90° saja. Motor servo lebih mudah untuk dikontrol sudutnya karena menggunakan input PWM. Adapun rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 11 berikut:

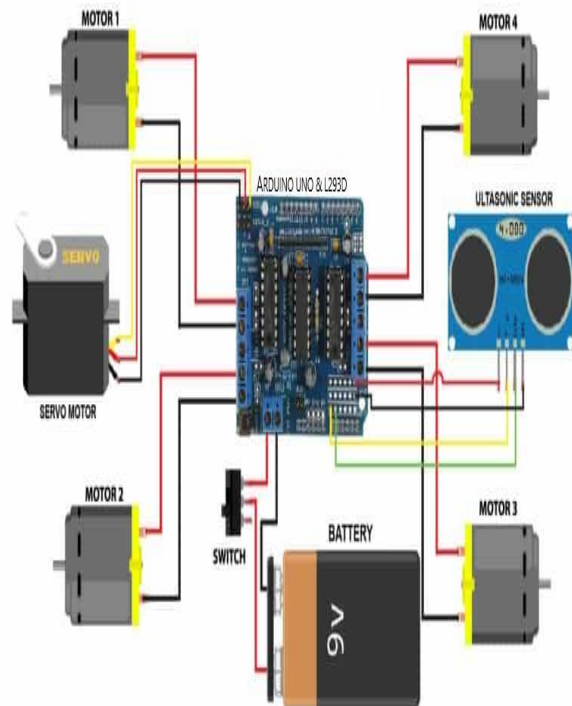


Gambar 11. Rangkaian Motor Servo Dengan Arduino UNO Dan L293D

Rangkaian Keseluruhan Sistem

Untuk mempermudah pembuatan program, penulis terlebih dahulu membuat diagram blok dan juga membuat rangkaian alat keseluruhan secara diagram skematik. Pembuatan diagram secara skematik mempermudah untuk menganalisa kesalahan elektrik. Dalam perancangan alat secara

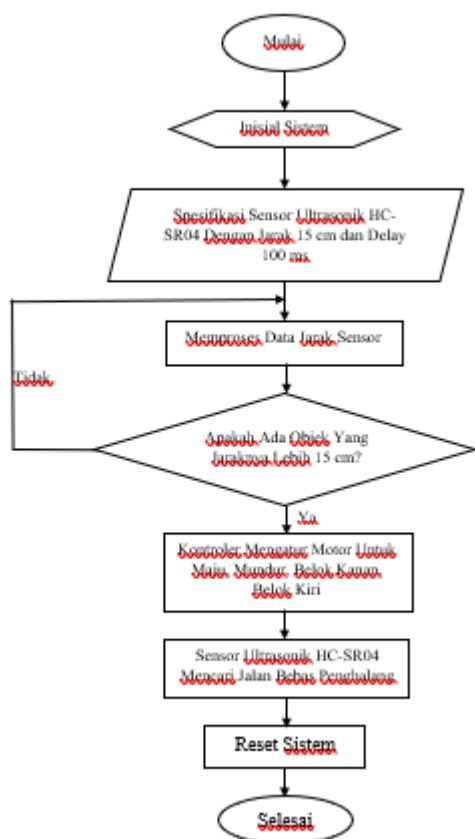
keseluruhan dapat di lihat pin pada setiap komponen terhubung pada pin yang terdapat pada Arduino UNO. Untuk rangkaian sistem skematik secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 12 berikut:



Gambar 12. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Flowchart

Untuk mempermudah pembuatan program maka terlebih dahulu dibuat diagram alir atau juga disebut dengan flowchart. Flowchart menjelaskan tahapan proses dari sistem yang dirancang. Secara garis besar terdapat alur utama yaitu inisialisasi, alur pembacaan kondisi input dan alur penulisan data waktu. Flowchart dapat dilihat pada gambar 13 berikut:



Gambar 13. Flowchart Sistem

HASIL DAN ANALISIS

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian pertama ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja alat sebenarnya. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur jarak/ panjang objek tertentu yang telah diukur jaraknya terlebih dahulu. Artinya, objek diletakkan pada jarak tertentu, sehingga secara otomatis sensor akan menampilkan jarak benda tersebut. Data yang diperoleh ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Jarak Objek

No.	Pengukuran (Cm)		Persentase Kesalahan
	Manual (Mistar)	Sensor Ultrasonik	
1.	0	0	0%
2.	1	1	0%
3.	5	5	0%
4.	10	10	0%
5.	15	15	0%
6.	20	20	0%
7.	25	25	0%
8.	30	30	0%

9.	35	34	-0,028%
10.	40	39	-0,025%
11.	45	44	-0,022%
12.	50	47	-0,06%
13.	55	52	-0,054%
14.	60	56	-0,066%
15.	65	61	-0,061%
16.	70	55	-0,214%
17.	75	58	-0,226%
18.	80	64	-0,2%
19.	85	70	-0,176%
20.	90	85	-0,055%
21.	95	90	-0,052%
22.	100	95	-0,05%

Dari data di atas dapat dianalisis bahwa kesalahan hasil ukur akan semakin tinggi apabila jarak benda yang diukur semakin jauh. Hal ini dapat dimungkinkan karena beberapa faktor, antara lain:

- Menurut datasheet HC-SR04, luas area pengukuran tidak lebih dari 0,5 meter persegi.
- Sudut pengujian yang mungkin melebihi spesifikasi yang ditujukan kepada HCSR04 yakni 15 derajat. Selain itu, permukaan benda pantul yang kurang rata akan mempengaruhi hasil pengukuran.
- Penggunaan timah solder yang kurang baik, baik dari segi manufaktur maupun kualitas timah. Hal ini akan berpengaruh pada transmisi sinyal listrik yang sangat penting bagi kemampuan kendali mikrokontroler maupun kemampuan deteksi sensor.
- Kondisi ruangan yang secara nyata *accessible*, artinya udara dan partikel lain bebas untuk berkeliaran. Udara dari pendingin maupun udara nafas akan mempengaruhi hasil ukur dari sensor.
- Kondisi lantai ukur yang kurang stabil, artinya masih ada gundukan kecil-kecil yang mengganggu transmisi sinyal ultrasonik yang dipancarkan ke objek pengukuran.

Pengujian Sensor HC-SR04 terhadap Jenis Benda yang Berbeda

Tahap pengujian ini adalah tahap untuk mengukur kemampuan dari sensor HC-SR04 dalam mendeteksi suatu benda. Benda-benda tersebut diletakkan didepan sensor guna mengetahui apakah sensor HC-SR04 yang digunakan dapat mendeteksi dengan baik atau

tidak. Berikut data hasil pengujian sensor HC-SR04 terhadap jenis benda yang berbeda:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 Terhadap Jenis Benda Yang Berbeda

No.	Jenis Benda	Sensor HC-SR04
1.	Dinding Beton	Terdeteksi
2.	Triplek	Terdeteksi
3.	Spons/Busa	Tidak Terdeteksi

Pengujian Output Motor Driver L293D

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan output motor DC pada kondisi pelan, normal, dan cepat. Hal ini agar dapat mengetahui berapa tegangan yang digunakan oleh robot ini pada kondisi pelan, normal, dan cepat, serta dapat mengukur berapa lama waktu yang bisa dapat digunakan agar robot bekerja dengan optimal. Berikut adalah gambar dan tabel output motor driver untuk motor DC. Kecepatan motor DC diperoleh dengan rumus perbandingan sebagai berikut:

$$\frac{V1}{rpm1} = \frac{V2}{rpm2} \quad (2)$$

Dari rumus diatas diketahui $V1 = 6$ volt, dan $rpm1 = 200$ (*datasheet motor gearbox*), maka dengan mengetahui $V2$ (tegangan output motor DC) diperoleh nilai $rpm2$ dengan membandingkan nilai sesuai rumus diatas.

Tabel 3. Data Pengukuran Output Motor Driver Untuk Motor DC

No.	Variabel Kendali	Tegangan (Volt)	Kecepatan Motor DC (rpm)
1.	Pelan	2,39	80
2.	Normal	3,28	109
3.	Cepat	4,05	135

Analisis Sensor Jarak Jauh pada Robot Mobil

Berdasarkan hasil pengujian pada robot mobil, maka didapatkan analisis sensor jarak pada robot mobil dengan jarak yang terdeteksi adalah 15 cm, maka robot mobil akan berjalan lurus. Sedangkan jika jarak yang terdeteksi diatas 15 cm, maka robot akan berhenti sesaat, kemudian belok ke kiri atau ke kanan. Cara berbelok robot tersebut tidak menggunakan kemudi layaknya mobil sungguhan, tetapi menggunakan teori H-Bridge MOSFET yaitu saat berjalan maju, roda kanan dan roda kiri maju secara bersamaan. Saat belok kiri, maka roda kanan

tetap maju, namun roda kiri berjalan mundur dan saat belok kanan, maka roda kiri maju kemudian roda kanan berjalan mundur.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dapat dituliskan :

- 1) Pengujian Desain sensor jarak pada mobile robot dapat dirancang dalam bentuk sederhana dengan menggunakan Arduino Uno dan sensor HC-SR04 telah berhasil dirancang.
- 2) Sensor yang digunakan mempunyai batas tingkat keakurasian yaitu pada jarak 1 cm sampai 30 cm.
- 3) Pada jenis bahan tertentu seperti spons/busas, sensor tidak dapat mendeteksi dengan baik atau dengan kata lain pengukuran tidak stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bejo, Agus. 2005. C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler Arduino uno. Edisi Pertama. Yogyakarta: Gava Media
- [2] Charles L. Philips, Royce D. Harbor, Sistem Kontrol, Penerbit PT Prenhallindo, Jakarta.
- [3] Hendra Jaya. Desain Dan Implementasi Sistem Robotika Berbasis Mikrokontroller. Penerbit: Edukasi Mitra Grafika, 2016.
- [4] Jatmiko, Wisnu dkk. 2012. Robotika: Teori dan Aplikasi. Jakarta. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia.
- [5] Junaedi. Yuliyani Dwi Prabowo. 2018. Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis ARDUINO. Bandar Lampung. Penerbit CV. Anugrah Utama Raharja.
- [6] Wardoyo, Siswo, dan Anggoro Suryo Pramudyo. 2015. Pengantar Mikrokontroler dan Aplikasi pada Arduino. Yogyakarta: Teknosain.
- [7] Wicaksono, Mochamad Fajar dan Hidayat. 2017. Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino. Bandung: Informatika Bandung.

- [7] WS, Mada. S. (2013). Membuat Robot Bersama Profesor BOLABOT Simulasi Menggunakan Code Vision AVR dan Proteus. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- [8] <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>
- [9] <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>
- [10] <https://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-l293d/>
- [11] <https://docplayer.info/45098048-Bab-ii-landasan-teori-robot-mobil-atau-mobile-robot-adalah-konstruksi-robot-yang-ciri-khasnya-adalah.html><http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>
- [12] <http://ramdhon-interface.blogspot.com/2014/10/atmega328-konfigurasi-pin.html>