

PERANCANGAN ROBOT AVOIDER BERBASIS ARDUINO UNO MENGUNAKAN TIGA SENSOR ULTRASONIK

Oky Supriadi¹

Prodi Teknik Elektro FT UNPAM

Jln. Puspiptek Raya No 11 Buaran, Tangerang Selatan 15310 INDONESIA

¹Okysupriadi29@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya angka kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan lalu lintas di jalan raya membuat kita mencari solusi untuk memberikan keselamatan bagi pengemudi dan penumpang kendaraan bermotor, sehingga angka kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan lalu lintas dapat diturunkan. Oleh karena itu dilakukan perancangan robot *avoider* yang dapat menghindari penghalang yang berada disekitarnya. Tujuan utama penulisan adalah merancang suatu robot yang memiliki kemampuan untuk menghindari segala rintangan dilintasan yang dilaluinya dan dapat menjadi suatu ide untuk diaplikasikan pada kendaraan bermotor. Robot *avoider* ini dibuat dengan modul mikrokontroler Arduino Uno dan sensor ultrasonik PING untuk bagian depan, sisi kanan dan kirinya. Sensor ultrasonik PING ini difungsikan untuk mencari jalan yang benar sehingga robot dapat melewati halangan. Dari hasil perancangan diperoleh robot *avoider* dapat menghindari halangan yang berada 10 cm didepan, kanan dan kiri dengan baik.

Kata kunci : Perancangan, Robot Avoider, Sensor Ultrasonik, Arduino Uno.

ABSTRACT

Design Avoider Robot With Arduino Uno Using Three Ultrasonic Sensors. The high number of deaths caused by road traffic accidents makes us looking for solutions to provide safety for drivers and passengers of motor vehicles, so that the deaths rate can be lowered. Therefore designed avoider robot that has ability to avoid obstacles around the robot. The main purpose of this writing is to design a robot that has ability to avoid all obstacles in its path and can be an idea to applied to motor vehicles. This avoider robot is made with Arduino Uno microcontroller module and PING ultrasonic sensor at front, right and left sides. PING ultrasonic sensor use to find the correct path so that the robot can pass through obstacles. From the design result obtained avoider robot can avoid obstacles 10 cm at front, right and left without problems.

Keywords : Design, Robot Avoider, Ultrasonic Sensors, Arduino Uno.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi elektronika dan otomasi mendorong setiap individu untuk meningkatkan kemampuan dibidang teknologi, salah satunya dibidang robotika. Negara-negara maju seperti Amerika, Jerman, Inggris, Jepang, dan Perancis berlomba-lomba untuk menciptakan robot dengan keistimewaan khusus.

Saat ini hampir semua industri manufaktur menggunakan robot. Hal itu karena biaya operasional per jam untuk robot lebih murah dibandingkan menggunakan tenaga manusia. Robot pada awalnya hanya digunakan untuk melakukan fungsi spesifik, misalnya pengecoran, penyolderan atau yang lain, tetapi saat ini sudah banyak robot yang dapat melakukan berbagai fungsi [3].

Polri mencatat pada tahun 2010 korban tewas akibat kecelakaan lalu lintas di Indonesia berjumlah 31.244 jiwa yang meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas. Tahun 2011 sebesar 32.657 jiwa, 2012 korban meninggal dunia 27.441 jiwa dan pada tahun 2013 sebesar 25.157 jiwa [9].

Banyaknya kecelakaan lalu lintas di jalan raya dengan angka kematian yang tinggi, seharusnya membuat kita mencari suatu cara yang efektif untuk memberikan keselamatan bagi pengemudi dan penumpang kendaraan bermotor sehingga dapat mengurangi angka kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan lalu lintas.

Oleh karena itu, penulis merancang robot *avoider* dimana robot ini dapat menghindari segala rintangan yang ada pada lintasan yang dilaluinya. Aplikasi robot *avoider* ini dapat diterapkan pada sistem keamanan kendaraan, sehingga tidak beresiko untuk mengalami suatu kecelakaan yang sangat fatal.

Robot *avoider* yang dirancang adalah robot penghindar halangan yang berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan navigasi menggunakan sensor ultrasonik PING buatan Parallax, motor penggerak menggunakan 2 buah motor servo dan pemrograman dengan menggunakan *software* Arduino 1.0.5.

Pembahasan penelitian ini dibatasi pada mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno, sensor ultrasonik yang digunakan adalah 3 buah sensor ultrasonik PING buatan parallax, sistem penggerak yang digunakan adalah 2 buah motor *servo continuous*, jarak antara robot dan obyek minimum 10 cm dan tinggi obyek minimum 3 cm dan Alat penampil hasil sensor yang digunakan adalah LCD 2x16.

II. LANDASAN TEORI

Sensor

Dalam melakukan kerja, robot membutuhkan kemampuan untuk mengidentifikasi objek. Seperti halnya manusia, yang memiliki panca indra, maka robot memerlukan sensor sebagai peralatan untuk mengukur. Sensor tersebut akan menghitung dan menganalisis informasi yang diterima oleh robot sehingga akan timbul kerja akibat dari informasi tersebut. Sensor adalah sebuah transduser yang digunakan untuk mengkonversi besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu.[4]

Sensor yang digunakan pada tugas akhir ini merupakan sebuah sensor ultrasonik buatan Parallax (Sensor PING *Ultrasonik Range Finder*). Sensor jarak ultrasonik PING adalah sensor 40kHz produksi Parallax, yang banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dan Vdd. Bentuk sensor yang digunakan dalam tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sensor jarak ultrasonik PING

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang

ultrasonik (40 kHz) selama $t = 200 \mu s$, kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan pulsa trigger dari mikrokontroler sebagai pengendali (pulsa trigger dengan tout min $2 \mu s$) [10].

Spesifikasi sensor ultrasonik PING :

1. Kisaran pengukuran 3cm-3m.
2. Masukkan *trigger*: pulsa TTL positif, 2 μs min, 5 μs tipikal.
3. *Echo hold off* 750 μs dari pulsa *trigger*.
4. Selang waktu sebelum pengukuran berikutnya 200 μs .
5. Indikator LED menampilkan aktivitas sensor [10].

Gelombang ini merambat melalui udara dengan kecepatan 344 m/s kemudian mengenai obyek, dan memantul kembali ke sensor. Ping mengeluarkan pulsa output high pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik, dan setelah gelombang pantulan terdeteksi, Ping akan membuat output low pada pin SIG. Lebar pulsa high akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik (t_{in}) untuk 2x jarak ukur dengan obyek [5].

Maka jarak yang diukur ialah:

$$S = \frac{(t_{IN} \times V)}{2}$$

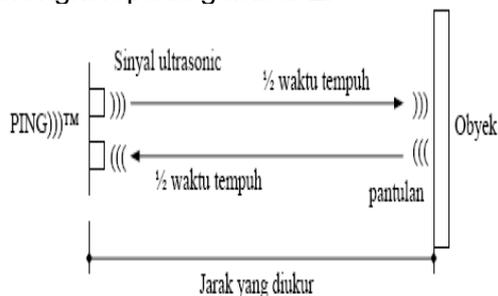
Dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi.

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik diudara (344 m/s)

t_{in} = Waktu tempuh gelombang ultrasonik

Prinsip kerja sensor ultrasonik PING diterangkan pada gambar 2.



Gambar 2. Prinsip kerja sensor ultrasonik PING

Pada gambar 2 diketahui bahwa waktu tempuh yang dibutuhkan sensor Untuk

menempuh jarak sepanjang 1 cm maka gelombang ultrasonik memerlukan waktu :

$$S = \frac{(t_{IN} \times V)}{2}$$

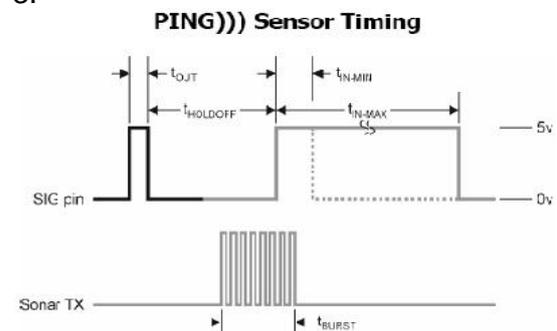
$$1 \text{ cm} = \frac{(t_{IN} \times 34400 \text{ cm/s})}{2}$$

$$t_{IN} = \frac{(1 \text{ cm} \times 2)}{34400 \text{ cm/s}} = 58 \mu s$$

Maka untuk mengukur jarak tempuh gelombang ultrasonik diperlukan timer dengan waktu *overflow* sebesar 58 μs (0x17 heksa desimal pada register TCNT0 dengan *prescaler* 1). Setiap terjadi *overflow* pada *timer* tersebut maka telah terjadi jarak tempuh sebesar 1 cm. Perhitungan jarak akan dihentikan pada saat terjadi perubahan logika *low* pada PINB.2 dari sensor PING™ sebagai isyarat bahwa sinyal ultrasonik telah kembali [5].

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz), gelombang ini berjalan melalui udara, menabrak suatu obyek dan memantulkan kembali ke sensor. Sensor PING menyediakan pulsa keluaran ke alat yang akan dimatikan ketika pantulan gelombang terdeteksi. Oleh karena itu lebar pulsa sama dengan jarak ke obyek [10].

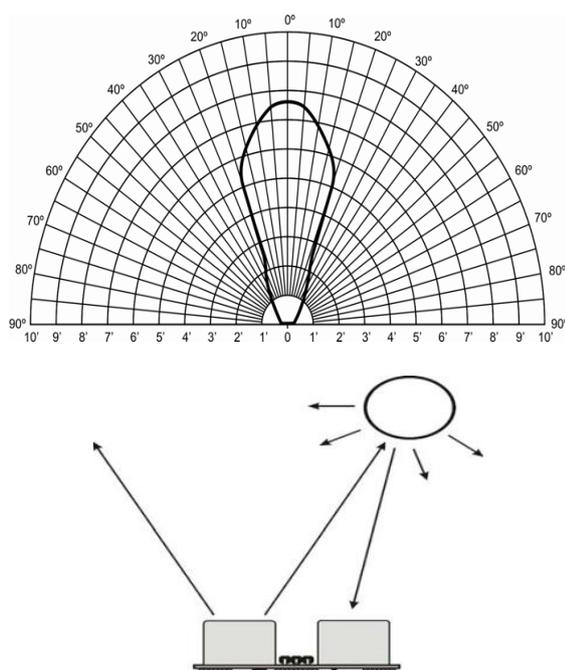
Timing diagram sensor ultrasonik PING yang menggambarkan cara kerja sensor ultrasonik PING dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Timing Diagram dari sensor PING [10]

Pada Gambar 3 diketahui bahwa sensor ultrasonik PING akan bekerja jika mendapat *supply* tegangan sebesar 5V DC, tegangan 5V DC dihubungkan dengan konektor Vdd dan Vss pada sensor. Untuk

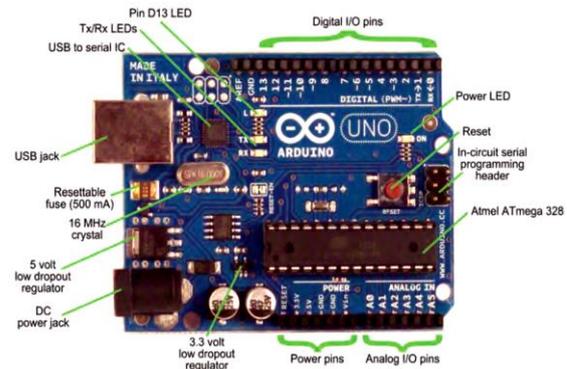
konektor SIG dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Konektor SIG adalah sebagai kontrol sensor dalam pendeteksian objek, sekaligus pembacaan jarak objek dengan sensor. Pengguna dapat mengatur sensor, dengan jarak yang telah ditentukan sesuai dengan ring deteksi dari sensor ultrasonik PING, dengan kebutuhan penggunaan dari sensor tersebut. Ketika sensor diatur jaraknya, maka dengan jarak yang telah ditentukan, sensor akan bekerja dalam pendeteksian objek. Kisaran jarak yang dapat di baca sensor ultrasonik PING ini adalah 3 cm sampai 3 m. Selain jarak antara 3 cm sampai 3 m yang mampu dideteksi oleh sensor ultrasonik PING, sudut pancaran dari sensor jarak ultrasonik PING adalah dari 0° sampai dengan 20° dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Sudut pancar sensor ultrasonik PING

Pengendali (kontroler).

Pengendali yang digunakan dalam perancangan robot *avoider* ini adalah mikrokontroler Aduino Uno. Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian terintegrasi yang didalamnya terkoneksi Mikroprosesor, Memori, Port I/O dan *peripheral* lainnya. Bentuk umum Arduino Uno diperlihatkan pada gambar 5.



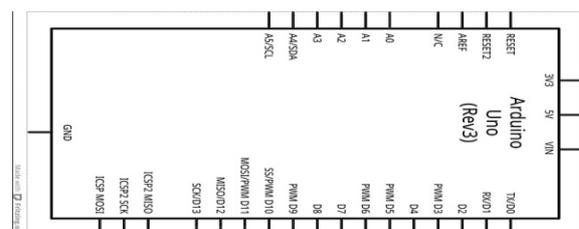
Gambar 5. Arduino Uno

Keunggulan Arduino dibandingkan dengan *platform* yang lain adalah :

1. *Multiplatform*, Arduino dapat berjalan pada sistem operasi Windows, Macintosh, dan Linux. Sementara yang lain terbatas pada Windows.
2. Sangat mudah untuk dipelajari dan digunakan. Arduino Uno menggunakan bahasa pemrograman *Processing*. *Processing* merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang mirip dengan C++ dan Java. Sedangkan *platform* lain umumnya menggunakan bahasa pemrograman tingkat rendah seperti *Assembler* sehingga cukup sulit untuk digunakan. Baik *hardware* maupun *software* dari Arduino bersifat *open source* [8].

Sumber tegangan Arduino Uno dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan tegangan eksternal. Sumber tegangan dipilih secara otomatis. Tegangan eksternal (non-USB) dapat bersumber dari adaptor atau baterai. Adaptor dapat dikoneksi dengan memasukkan ke *jack power* di Arduino Uno. Sedangkan jika menggunakan baterai dapat di hubungkan dengan pin *ground* dan pin *Vin* (tegangan masuk) dari penghubung tegangan.

Untuk koneksi pin-pin Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. PIN-PIN pada Aduino Uno

Motor Servo

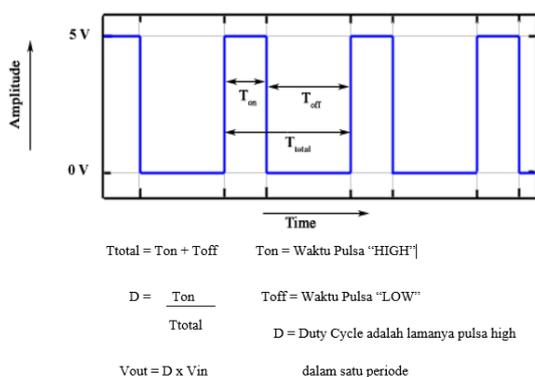
Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. Yaitu motor servo *standard* dan motor servo *Continuous* [3].

Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standar sering dipakai pada sistem robotika misalnya untuk membuat “*Robot Arm*” (Robot Lengan). sedangkan Servo motor *continuous* dapat berputar sebesar 360 derajat. motor servo *Continuous* sering dipakai untuk *Mobile Robot*. Pada badan servo tertulis tipe servo yang bersangkutan. Bentuk motor servo diperlihatkan pada gambar 7.



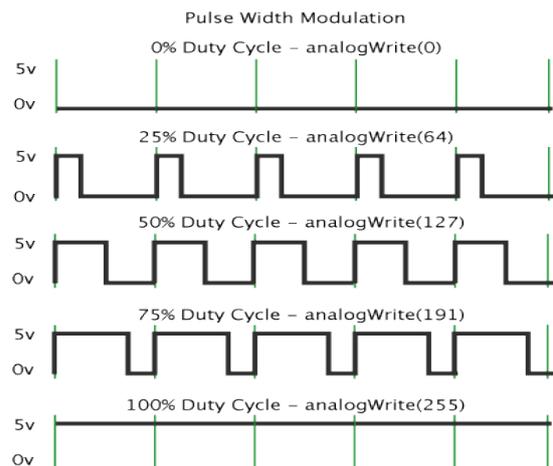
Gambar 7. motor servo

Prinsip utama pengontrolan motor servo adalah pemberian nilai PWM pada kontrolnya. PWM secara umum adalah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% - 100%) [2]. Grafik sinyal PWM diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik sinyal PWM dan perhitungannya

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWMnya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut [2]. Perubahan pulsa PWM diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Pulsa PWM

Perubahan *duty cycle* akan menentukan perubahan posisi dari motor servo. Untuk lebih jelas, perhatikan gambar 11 Frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrolan motor servo selalu 50Hz sehingga pulsa dihasilkan setiap 20ms. Teknik ini menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan

semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi *center*, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa $\leq 1.3\text{ms}$, dan pulsa $\geq 1.7\text{ms}$ untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms. Delay 20ms terjadi karena frekuensi PWM yang ada pada pengontrolan motor servo adalah 50Hz sehingga pulsa akan dihasilkan setiap 20ms. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu :

1. Vcc
2. Gnd
3. Kontrol (PWM)

Output Informasi

Output informasi diperlukan untuk mengetahui jarak robot dengan penghalang yang ada didepannya, maka sebagai output informasi digunakan LCD 2x16. relatif kecil, lebih ringan dan tampilan yang lebih bagus. Bentuk dari LCD yang digunakan diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. LCD 2x16

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada *display*. Keuntungan dari LCD ini adalah :

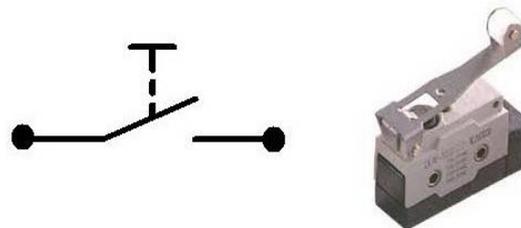
1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O, karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit kontrol.
3. Ukuran modul yang proposional.
4. Daya yang digunakan relatif sangat kecil.

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi

membaca kondisi sibuk dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift dan Display Shift*.

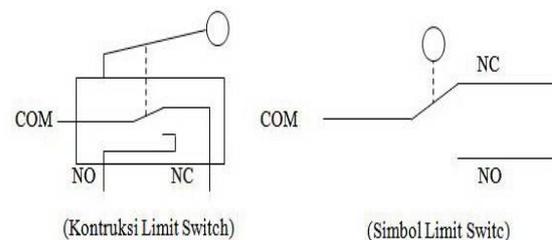
Limit Switch

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Simbol dan bentuk limit switch ditunjukkan pada gambar 11.:



Gambar 11. Simbol dan bentuk Limit Switch

Prinsip kerja limit switch adalah dengan penekanan pada tombol limit switch sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan simbol limit switch dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Simbol Limit Switch.

Catu daya

Perangkat elektronika dicatu oleh supply arus searah DC (*direct current*) yang stabil, Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi

yang membutuhkan catu daya yang besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Rangkaian yang berfungsi memberikan / membagi tegangan DC pada rangkaian. Fungsi dari catu daya sangatlah vital, karena sumber tegangan dari semua rangkaian yaitu catu daya. Catu daya ini hanya menggunakan baterai 9 Volt DC dan 5 baterai AA 1.5V.

Program Arduino 1.0.5.

Sistem program pendukung yang digunakan pada modul ini adalah *software* Arduino 1.0.5. *Software* Arduino 1.0.5 adalah *software* yang dikhususkan untuk mikrokontroler Arduino dan merupakan *software open source* yang dapat didownload gratis melalui situs Arduino.

Software Arduino 1.0.5 terdiri dari:

1. *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam *board* Arduino.

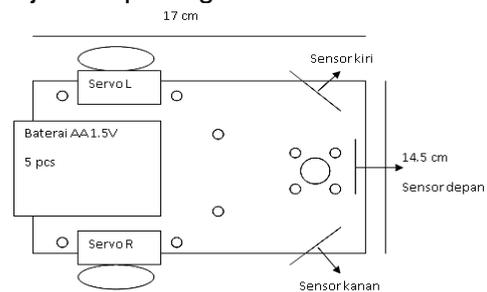
III. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan adalah metode studi literatur, eksperimen dan analisa data.

Perancangan sistem mekanik

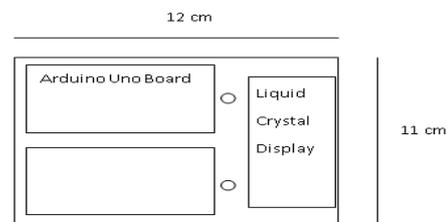
Robot *avoider* ini memiliki dimensi panjang 17 cm, lebar 14.5 cm dan tinggi 2 cm. Badan robot ini menggunakan bahan *acrylic* setebal 5 mm pada bagian bawah dan lembar *PVC* setebal 2 mm pada bagian atas. Badan robot dibuat menjadi dua tingkat yaitu bagian bawah dan bagian

atas. Sedangkan pada bagian atas digunakan untuk Desain robot *avoider* ditunjukkan pada gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Desain robot bagian bawah

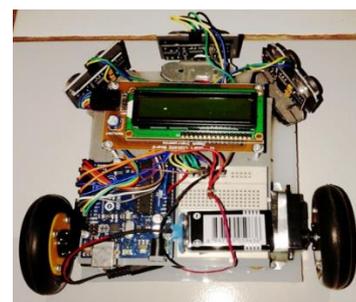
Pada gambar 13 diketahui bahwa pada bagian bawah digunakan sebagaiudukan motor servo, baterai AA 1.5V (5 buah), roda bebas (*caster wheels*), sensor ultrasonik dan *limit switch*.



Gambar 14. Desain robot bagian atas

Pada gambar 14 diketahui bahwa pada bagian bawah digunakan sebagaiudukan Arduino Uno, LCD, *miniboard*, dan baterai 9V.

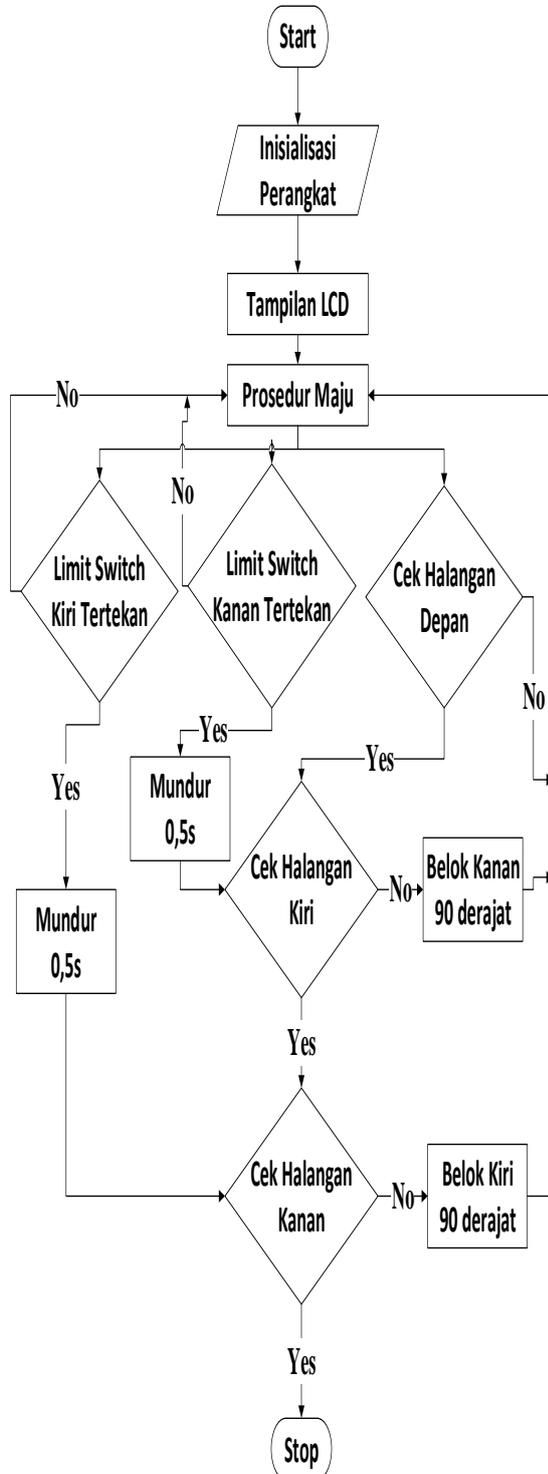
Robot *avoider* yang dibuat ini menggunakan dua buah roda yang digerakkan oleh motor servo. Pergerakan robot memanfaatkan pengaturan kecepatan putar roda kanan dan kiri yang berbeda sehingga melalui pengaturan ini posisi dan orientasi robot dapat diatur dengan mudah. Gambar robot *avoider* secara keseluruhan diperlihatkan pada gambar 15.



Gambar 15. Desain robot keseluruhan

Sistem kendali robot

Agar robot dapat melakukan *manuver* sesuai yang diharapkan maka dibutuhkan sistem kendali yang baik pula. Sistem pengendalian robot *avoider* secara umum diperlihatkan pada gambar 16.



Gambar 16. Diagram alir robot *avoider*

Pengujian Sensor Ultrasonik

Langkah pengujian sensor Ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan catu daya 5V pada signal SIG sensor Ultrasonik
2. Menghidupkan rangkaian mikro-kontroler yang telah diprogram, untuk menguji sensor ultrasonik dan mematikan rangkaian aplikasi yang lain.
3. Mengukur jarak deteksi sensor, pada jarak antara objek dengan sensor ultrasonik saat sensor ultrasonik terhalang atau tidak terhalang.
4. Melakukan pengujian dengan media yang berbeda, untuk mengetahui kualitas sensor tersebut.

Hasil pengukuran jarak sensor ultrasonik PING diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran jarak sensor ultrasonik

No	Jarak Sebenarnya	Servo Kanan	Servo Kiri	Sensor Depan	Kesalahan
1	10 cm	10	10	10	0 %
2	20 cm	20	20	20	0 %
3	30 cm	30	30	30	0 %
4	40 cm	40	40	40	0 %
5	50 cm	50	50	50	0 %
6	60 cm	60	60	60	0 %
7	70 cm	69	69	69	0 %
8	80 cm	79	79	79	1,25 %
9	90 cm	89	89	89	1,25 %
10	100 cm	99	99	99	1,25 %

Dari data yang telah didapat menunjukkan keakuratan pengukuran dari sensor ultrasonik PING. Dari 10 percobaan pengukuran jarak hanya terdapat 3 kesalahan pengukuran. Masing-masing pengukuran memiliki kesalahan 1.25%. Selain itu data tersebut juga menunjukkan bahwa semakin jauh jarak obyek pengukuran maka akurasi pengukurannya cenderung menurun.

Kemudian dilakukan pengujian sensor ultrasonik PING terhadap media halangan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sensor ultrasonik PING diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh media terhadap sensor ultrasonik

No	Media yang digunakan (objek)	Sensor Ultrasonik	
		Kisaran maksimum (cm)	Kisaran minimum (cm)
1	Dinding	256	3
2	Papan / Kayu	185	3
3	Stereofoam	Tidak Dipantulkan	Tidak Dipantulkan
4	Plastik	Tidak dipantulkan	Tidak Dipantulkan

Data–data hasil pengukuran jarak sensor ultrasonik digunakan untuk proses kinerja robot. Data jarak dari sensor ultrasonik, akan digunakan untuk acuan bagi robot dalam menentukan arah belokan, sehingga robot tidak dapat menabrak saat terdapat halangan yang menghambat laju robot tersebut. Dari data pada tabel diketahui bahwa sensor ultrasonik PING sangat efektif bila dinding penghalangnya adalah benda padat dan keras.

Pengujian gerakan motor

Pengujian gerak motor adalah, dengan menghubungkan Arduino Uno dengan motor servo kanan dan kiri. Melalui program diberikan nilai PWM tertentu ke motor servo, sehingga motor dapat bergerak searah jarum jam (*Clock Wise* = *CW*), maupun berlawanan arah jarum jam (*Contra Clock Wise* = *CCW*). Kombinasi gerakan putaran motor kanan dan motor kiri berdasarkan logika yang diberikan, menyebabkan robot bergerak maju,

mundur atau berbelok. Hasil pengujian nilai PWM pada motor servo diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai PWM pada motor servo

No	Nilai PWM	Servo Kanan	Servo Kiri
1	0	CW	CW
2	10	CW	CW
3	20	CW	CW
4	30	CW	CW
5	40	CW	CW
6	50	CW	CW
7	60	CW	CW
8	70	CW	CW
9	80	CW	CW
10	90	STOP	STOP
11	100	CCW	CCW
12	110	CCW	CCW
13	120	CCW	CCW
14	130	CCW	CCW
15	140	CCW	CCW
16	150	CCW	CCW
17	160	CCW	CCW
18	170	CCW	CCW
19	180	CCW	CCW

Jika dilihat dari hasil pemberian nilai PWM yang berbeda-beda kita dapat melihat bahwa nilai PWM antara 0 sampai dengan 80, maka motor servo akan berputar searah jarum jam (*CW*). Sedangkan nilai PWM antara 100 sampai dengan 180, maka motor servo akan berputar berlawanan arah jarum jam. Didalam program Arduino Uno digunakan nilai PWM 0, 90 dan 180 untuk membuat motor servo berputar searah jarum jam, stop dan berputar berlawanan arah.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa terhadap sistem rancang bangun robot beroda penghinder halangan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot *avoider* dapat menghindari halangan yang ada didepan, kanan dan kiri dengan baik.
2. Hasil dari pengujian dan analisis dari program dan *hardware* dapat diambil kesimpulan bahwa, keduanya dapat berkomunikasi dengan benar dan dapat mengeluarkan nilai yang benar.
3. Hasil pengiriman data dari sensor ultrasonik ke mikrokontroler,

mikrokontroler ke motor servo, dan LCD sesuai dengan batasan yang telah ditentukan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur hanya milik ALLAH. Atas rahmat dan hidayah-NYA lah penelitian ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Kiswanta, S.Si., M.Si., sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan kesabaran untuk membimbing saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Syaiful Bakhri, ST., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Kaprodi Program studi Teknik Elektro.
3. Dosen-dosen Teknik Elektro atas pengetahuan dan bimbingannya selama menjalankan studi S1.
4. Orang tua saya yang tercinta atas doa, dukungan baik moril dan materil, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Istri ku yang tercinta Rini kurniawati atas doa dan dukungan semangatnya dalam proses penyelesaian skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abadi, Delta Agus Setya. "Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Navigasi Robot Pada Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535." Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
2. Marzuki, Andri. "Pulse Width Modulation." Universitas Pertanian Bogor, Bogor, 2013.
3. Budiharto, Widodo. "Robotika Teori dan Implementasi." Yogyakarta, Andi, 2010.
4. Daryanto. 2011. "Teknik Mekatronika." Bandung, Satu Nusa, 2011.
5. Hartanti, Endang Dwi. "Rancang Bangun Robot Penjejak Benda Bergerak Berbasis Pengendali PD (*Proportional Derivative*) menggunakan mikrokontroler AVR

Atmega 8535." Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.

6. Laksono, Edi. "Teknik kontrol otomatis Katsuhiko Ogata." Jakarta, Erlangga, 1995.
7. Marindani, Elang Derdian. "Robot Mobile Penghindar Halangan (Avoider Mobile Robot) Berbasis Mikrokontroler AT89S51." Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2011.
8. M, Banzi. "Getting Started with Arduino." Boston, USA: O'Reilly Media, 2011.
9. Malau, Srihandiatmo. "Angka Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia Memprihatinkan." Jakarta, Tribunews, 2014.
10. Parralax. "PING Ultrasonic Distance Sensor." Rocklin, USA: Parralax Inc, 2008.

