

SKRIPSI

PENGENDALIAN ROBOT PENGHALANG BERBASIS *ARDUINO UNO* MENGUNAKAN KONTROL PROPORTIONAL INTEGRAL *DERIVATIVE*

Oleh:

Satya Wisnu Dwi Raharjo

065120136



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024

SKRIPSI

PENGENDALIAN ROBOT PENGHALANG BERBASIS *ARDUINO UNO* MENGUNAKAN KONTROL PROPORTIONAL INTEGRAL *DERIVATIVE*

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh:
Satya Wisnu Dwi Raharjo
065120136



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada ke empat orang tua tercinta saya. yang pertama adalah pasangan dari kedua orang tua asuh saya, yang telah membantu memberikan dukungan dalam berbagai bentuk yang tidak bisa terukur berapapun besarnya. Dan yang kedua ialah pasangan dari kedua orang tua kandung saya, Terima kasih untuk semua dukungan yang telah diberikan, kasih sayang dan pengorbanan yang dilakukan demi memberikan yang terbaik untuk saya.

Terima kasih atas setiap dukungan dan motivasi yang selalu membuat penulis yakin untuk terus berkarya. Tidak ada kata yang cukup untuk menggambarkan betapa besarnya rasa terima kasih ini, Semoga karya sederhana ini bisa menjadi bukti kecil dari dedikasi dan cinta yang telah kalian berikan.

"Apapun aktivitas yang selalu kita lakukan, selalu sadar apa yang kita perbuat dan biarkan alam yang berkehendak."

"Keajaiban adalah ilusi yang disebabkan oleh kurangnya pengamatan dan pemahaman. Itu semua hanya.. kesalahpahaman."

- *Tanya Degurechaff*

"*Eine Idee, die nicht zur Tat wird, ist eine schlechte Idee.*"
(Sebuah ide yang tidak diwujudkan adalah ide yang buruk.)

- *Adolf Hitler*



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : *Pengendalian Robot Penghalang Berbasis Arduino Uno Menggunakan Kontrol Proportional Integral Derivative*

Nama : Satya Wisnu Dwi Raharjo

NPM : 065120136

Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA - UNPAK



Agus Ismangil, S.Si., M.Si.

Pembimbing Utama
Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA - UNPAK



Arie Qur'ania, M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer
FMIPA - UNPAK



Arie Qur'ania, M.Kom.

Dekan
FMIPA - UNPAK



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasi atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelas dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, Agustus 2024



Satya Wisnu Dwi Raharjo
065120136

PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Satya Wisnu Dwi Raharjo
NPM : 065120136
Judul Skripsi : Pengendalian Robot Penghalang
Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan
Kontrol Proportional Integral
Derivative

Dengan ini saya menyatakan bahwa Paten dan Hak Cipta dari produk Skripsi dan Tugas Akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.



Bogor, Agustus 2024

Satya wisnu Dwi Raharjo
065120136

RIWAYAT HIDUP



Satya Wisnu Dwi Raharjo lahir pada tanggal 8 September 2002 di Banyumas. Putra pasangan dari bapak Slamet dan ibu Elinawati, merupakan anak sulung dari 2 bersaudara. Bertempat tinggal di Desa Klinting Kec. Somagede Kab. Banyumas, Provinsi Jawa tengah. Pendidikan yang pernah di tempuh : Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Klinting pada tahun 2009, lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Somagede, Dan lulus pada tahun 2016, meneruskan Pendidikan ke SMK Negeri 1 Banyumas dan lulus pada tahun 2020. Kemudian penulis tercatat sebagai mahasiswa perguruan tinggi swasta Universitas Pakuan Bogor pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Program Studi Ilmu Komputer pada tahun 2020. Pada saat menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti program MBKM di desa tegal, menjadi Asisten Praktikum di Laboratorium Workshop dari tahun 2021-2024, mengikuti program exchange philippines-indonesia, melaksanakan program Praktek Lapang selama 2 bulan yang dilaksanakan oleh pihak Universitas Pakuan di PT. Honoris Industry posisi *Application Developer* untuk mengembangkan sistem monitoring sales dan client support, yang dilaksanakan pada semester 7. Penulis melaksanakan penelitian untuk menyelesaikan skripsi ini di Laboratorium Workshop agar tercapainya suatu keberhasilan penelitian maka penulis mengikuti arahan yang diberikan dosen pembimbing dengan melaksanakan penelitian pada tanggal 10 Maret sampai dengan 2 Juli 2024. Dengan ketekunan dan mempunyai motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi teknologi baru. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral Derivative”**.

RINGKASAN

Penggunaan teknologi berbasis kontrol PID semakin berkembang dalam bidang robotika. Robot penghalang ini menggunakan sensor jarak ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan rintangan dan mengatur pergerakan secara otomatis. *Arduino Uno* sebagai pengendali utama memproses data dari sensor dan menerapkan algoritma Proportional Integral *Derivative* (PID) untuk memastikan pergerakan robot stabil dan responsif dalam menghindari hambatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kontrol PID mampu meningkatkan akurasi navigasi robot, terutama dalam mengatur kecepatan dan arah gerak agar lebih halus. Meskipun demikian, terdapat beberapa tantangan, seperti keterbatasan sensor dalam mendeteksi objek dengan permukaan yang tidak rata, yang memerlukan perbaikan lebih lanjut di masa depan.

Kata kunci: Kontrol PID, *Arduino Uno*, Robot Penghalang, Sensor Ultrasonik, Navigasi Robot, Penghindaran Hambatan.

KATA PENGANTAR

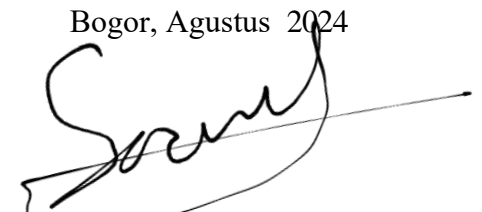
Puji syukur kehadiran Tuhan YME, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul: “Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative*”. Penulisan tugas akhir ini ditunjukkan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Ilmu Komputer FMIPA – UNPAK Bogor.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis dengan senang hati ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Arie Qur’ania, M.Kom selaku Pembimbing Utama dan Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Pakuan yang telah banyak membantu terutama dalam memberikan bimbingan, dukungan dan menyediakan saran yang mendukung.
2. Agus Ismangil M.Si, selaku Pembimbing Pendamping dan kepala laboratorium Workshop yang telah memberikan penulis bimbingan dan nasehat serta waktunya dalam membuat laporan prosposal ini.
3. Keempat orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
4. Rekan-rekan dan Laboratorium Workshop yang selalu memberi dukungan dan bantuan.
5. Oliver Scott Sykes dan Tappei Nagatsuki yang selalu memberikan motivasi dan saran kepada penulis.
6. Serta semua pihak yang sudah membantu penyusunan baik secara langsung maupun tidak secara langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari memiliki keterbatasan waktu dan kemampuan dalam penulisan laporan skripsi ini, sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik serta saran yang membangun dan tentunya akan diterima dengan senang hati. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan juga Tuhan YME akan membalas semua kepada semua pihak.

Bogor, Agustus 2024



Satya Wisnu Dwi Raharjo
065120136

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSEMBAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS.....	iii
PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBERINFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
RIWAYAT HIDUP	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	1
1.3. Ruang Lingkup.....	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Landasan Teori	3
2.1.1 Robot Penghindar Halangan (<i>Avoider</i>)	3
2.1.2 <i>PID (Propotional-Integral-Derivative)</i>	3
2.1.3 <i>Arduino Uno</i>	5
2.1.4 Kelebihan kekurangan <i>Arduino Uno</i>	5
2.1.5 Motor DC	6
2.1.6 Sensor Ultrasonik.....	6
2.1.7 Driver L298N.....	7
2.1.8 Baterai	7
2.2. Penelitian Terdahulu	8
BAB III.....	11
METODE PENELITIAN	11
3.1 Metode Penelitian	11
3.1.1 Perencanaan	11
3.1.2 Rancangan Diagram Blok	11
3.1.3 Studi Referensi.....	12

3.1.4	Desain Hardware.....	12
3.1.5	Pengadaan Komponen.....	12
3.1.6	Desain Software	13
3.1.7	Implementasi Software	14
3.1.8	Uji Software	14
3.1.9	Desain Mekanik	14
3.1.10	Implementasi Mekanik.....	14
3.1.11	Integrasi.....	14
3.1.12	Uji Keseluruhan	14
3.1.13	Aplikasi	14
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	15
3.3.1	Alat Penelitian.....	15
3.3.2	Bahan Penelitian	15
BAB IV		16
DESAIN DAN IMPLEMENTASI		16
4.1.	Hardware Programming.....	16
4.1.1	Perencanaan	16
4.1.2	Studi Referensi	16
4.1.1	Desain Elektrik	16
4.1.1	Pengadaan Komponen	17
4.1.2	Pengujian Komponen.....	17
4.1.3	Implementasi Elektrik.....	19
4.1.4	Desain Software.....	20
4.1.5	Implementasi Software	20
4.1.6	Desain Mekanik	20
4.1.7	Implementasi Mekanik	21
4.1.8	Integrasi	21
4.1.9	Uji Keseluruhan.....	21
4.1.10	Aplikasi.....	21
BAB V.....		22
HASIL DAN PEMBAHASAN		22
5.1	Hasil Penelitian	22
5.1.1	Rangkaian Arduino Uno	22
5.1.2	Rangkaian Motor Driver.....	22
5.1.3	Rangkaian Sensor Ultrasonik	23

5.2	Hasil Desain Robot.....	23
5.3	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	25
5.4	Pembahasan.....	26
5.5	Uji Keseluruhan	30
BAB VI.....		33
KESIMPULAN DAN SARAN		33
6.1	Kesimpulan	33
6.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN.....		36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. robot Avoider (Jusman et al., 2020).....	3
Gambar 2. Metode PID (Lamatenggo et al., 2020).....	4
Gambar 3. Arduino Uno (Supriadi, 2020)	5
Gambar 4. Motor DC(Fauzan, 2022).....	6
Gambar 5. Sensor Ultrasonik(Fauzan, 2022).....	6
Gambar 6. Driver L298N(Jusman et al., 2020).....	7
Gambar 7. Baterai (Fauzan, 2022).....	7
Gambar 8. Metode Penelitian Hardware Programming	11
Gambar 9. Diagram blok robot avoider	12
Gambar 10. Perancangan Robot halang rintang	12
Gambar 11. Flowchart Robot Avoider.....	13
Gambar 12. Pengaplikasian Robot.....	14
Gambar 14. Perancangan Robot halang rintang	17
Gambar 15. Pengujian Arduino Uno	18
Gambar 16. Pengujian Driver L298N	18
Gambar 17. Pengujian Driver L298N	19
Gambar 18. Rangkaian Alat Optimalisasi dan Monitoring	19
Gambar 18. Implementasi Software	20
Gambar 19. Desain Mekanik Tampak Belakang	21
Gambar 20. Desain Mekanik Tampak Depan.....	21
Gambar 21. Hasil rancangan Arduino Uno.....	22
Gambar 22. Rangkaian Driver L298N.....	22
Gambar 23. Rancangan Deteksi Temperatur dan Sistem Pendingin	23
Gambar 24. Bagian depan robot avoider	24
Gambar 25. Bagian belakang robot avoider.....	24
Gambar 26. Bagian atas robot avoider.....	25
Gambar 27. Lintasan robot avoider	25
Gambar 28. Grafik data robot tanpa beban dan dengan beban	30
Gambar 29. Kode untuk jarak sensor ultrasonik tengah	31
Gambar 30. Kode untuk serong ke kanan	31
Gambar 31. Kode untuk serong ke kiri.....	31
Gambar 32. kode untuk belok ke kanan dan ke kiri.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2. Pengujian Arduino Uno	18
Tabel 3. Pengujian Driver L298N.....	19
Tabel 4. Pengujian jarak Sensor Ultrasonik.....	26
Tabel 5. Pengujian Berdasarkan Berat Beban.....	26
Tabel 6. Hasil pengujian membawa beban 200 gram	27
Tabel 7. Hasil pengujian membawa beban 400 gram	27
Tabel 8. Hasil pengujian membawa beban 600 gram	27
Tabel 9. Hasil pengujian membawa beban 800 gram	28
Tabel 10. Hasil pengujian tanpa beban dan dengan beban	29
Tabel 11. Hasil Rata-rata Pengujian	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1	36
Lampiran. 2	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin maju tidak lepas dengan semakin berkembangnya ilmu dalam bidang robotika, robot semakin banyak digunakan untuk menggantikan tenaga manusia untuk keperluan yang memerlukan perulangan secara terus menerus. Kemajuan teknologi yang terjadi dapat dimanfaatkan dalam mempermudah pekerjaan manusia yang membutuhkan konsentrasi maupun kepresisian dalam bekerja seperti halnya peranan robot dalam berkendara yang dapat digunakan sebagai self-driving car (Jayadi *et al.*, 2021).

Permasalahan 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 pembawa barang atau yang lain, tetapi saat ini sudah banyak robot yang dapat melakukan berbagai fungsi (Supriadi, 2020). Robot penghindar halangan dapat digunakan untuk menjelajah daerah yang sulit untuk dijangkau oleh manusia, keperluan mata-mata, maupun navigasi. Robot ini tidak dikendalikan oleh manusia secara terus menerus karena robot ini bergerak secara otomatis (Jayadi *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, Penelitian ini merancang robot avoider dimana robot ini dapat menghindari segala rintangan yang ada pada lintasan yang dilaluinya (Supriadi, 2020). Robot penghindar rintangan membutuhkan sistem kontrol yang mampu membuat robot mampu menghindari rintangan tanpa terjatuh karena jika menabrak rintangan yang ada, robot akan kehilangan kemampuan navigasinya. bahkan dapat membuat robot terbalik, seperti halnya pada penelitian kestabilan pesawat tanpa awak yang memerlukan sistem kendali agar pesawat tidak jatuh (Amirul Ummah FAB, 2023)

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka harus dilakukan penelitian khusus di Universitas Pakuan untuk membuat sistem pengendali pada robot yang dapat digunakan untuk menghindari dari segala rintangan pada lintasan di Universitas Pakuan sebagai bentuk upaya peningkatan inovasi robot. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk memastikan bahwa kondisinya memungkinkan untuk membuat robot. Dengan adanya sistem pengendali robot penghindar Universitas Pakuan dapat memberikan potensi untuk dapat menggunakan sistem tersebut sebagai sarana pembelajaran dan penelitian bagi mahasiswa. Mereka dapat meneliti lebih lanjut mengenai robot penghindar, mengembangkan sistem penghindar agar lebih baik, atau melakukan penelitian lain yang terkait dengan robot penghindar. Ini akan memberikan kesempatan bagi Universitas untuk berkontribusi pada inovasi mengenai robot.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol *Proportional Integral Derivative* untuk membawa barang di Universitas Pakuan.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup permasalahan ini dibatasi oleh:

1. Studi kasus yang diangkat adalah untuk mengendalikan robot agar dapat menghindari segala rintangan di Universitas Pakuan.
2. Mengetahui seberapa cekatan robot tersebut dapat menghindar dari berat beban dan waktu.
3. Robot penghindar ini menggunakan komponen *Arduino Uno* sebagai otak dari robot.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari pengendalian robot ini yaitu:

1. pengendalian robot memungkinkan untuk respons yang lebih cepat dan akurat terhadap perubahan lingkungan.
2. Menambah wawasan dalam bidang terkait robotik.
3. Dapat mengetahui seberapa besar ketepatan dan pengendalian robot yang dibuat di Universitas Pakuan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1 Robot Penghindar Halangan (*Avoider*)

Adalah robot beroda atau berkaki yang diprogram untuk dapat menghindari jika ada halangan, misalnya dinding atau benda lain yang dapat dideteksi oleh sensor sebagai halangan (Sendari *et al.*, 2020). Robot *Avoider* membutuhkan secara umum menggunakan 3 buah sensor sebagai pendeteksi halangan yaitu sensor depan, sensor kanan, dan sensor kiri. Dalam hal ini penulis menggunakan sensor *ultrasonic*, dan hanya menggunakan sensor sebanyak satu buah. Sensor untuk mendeteksi halangan melakukan dengan metode scanning dengan dibantu oleh Standard Servo yang digunakan untuk membuat sensor bergerak berputar kekanan dan kekiri (Jusman *et al.*, 2020). Untuk gambar robot *Avoider* ada pada gambar 1.



Gambar 1. robot *Avoider* (Jusman *et al.*, 2020)

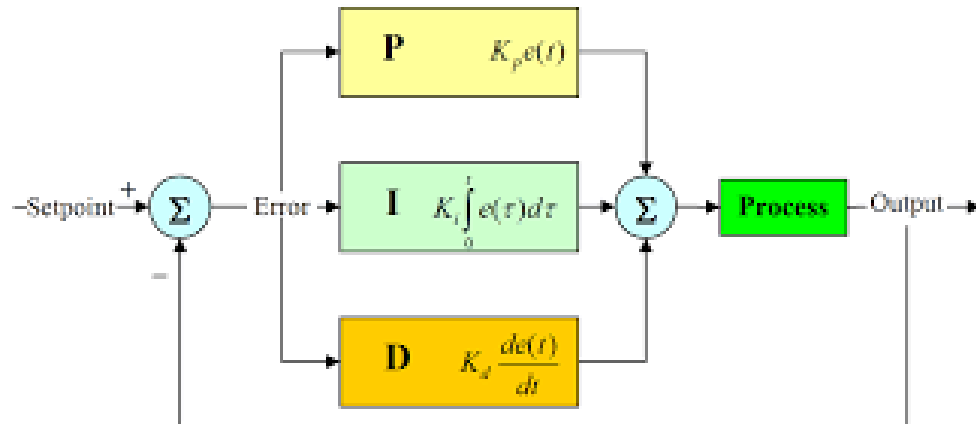
Prinsip dasar dari robot *Avoider* adalah robot yang mendeteksi adanya benda atau halangan yang berada di depan robot. Robot akan mendeteksi objek jika robot terhalang, robot *Avoider* ini akan terus berjalan jika tidak ada objek atau halangan, dan jika robot terhalang maka robot akan berbelok ke arah dimana robot tidak terdeteksi objek atau halangan (Jusman *et al.*, 2020).

2.1.2 *PID (Proportional-Integral-Derivative)*

Kontrol PID merupakan salah satu algoritma kontrol yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang dapat menghitung sinyal kesalahan secara berulang dengan membandingkan setpoint dengan variabel proses yang diinginkan aktual (Amirul Ummah FAB, 2023).

Keluaran pengontrol diferensial (D) memiliki sifat seperti halnya suatu operasi derivatif. Perubahan yang mendadak pada masukan pengontrol akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Ketika masukannya tidak mengalami perubahan, keluaran pengontrol juga tidak mengalami perubahan, sedangkan apabila

sinyal masukan berubah mendadak dan menaik (berbentuk fungsi step), keluaran menghasilkan sinyal berbentuk impuls. Jika sinyal masukan berubah naik secara perlahan (fungsi ramp), keluarannya justru merupakan fungsi step yang besar magnitudenya sangat dipengaruhi oleh kecepatan naik dari fungsi ramp dan factor konstanta K_d . Kontrol Derivatif hanya berubah saat ada perubahan error sehingga saat error statis kontrol ini tidak akan bereaksi, hal ini pula yang menyebabkan kontroler *Derivative* tidak dapat dipakai sendiri (Lamatenggo *et al.*, 2020).



Gambar 2. Metode *PID* (Lamatenggo *et al.*, 2020)

Berdasarkan Gambar 2, ketiga parameter dapat dijumlahkan sehingga persamaan kendali *PID* didapat sebagai berikut.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

atau

$$u(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

Dengan:

$u(t)$ = sinyal keluaran pengendali *PID*

K_p = konstanta proporsional

T_i = waktu integral

T_d = waktu derivatif

K_i = konstanta integral

K_d = konstanta derivatif

$e(t)$ = sinyal kesalahan = referensi – output

2.1.3 *Arduino Uno*



Gambar 3. *Arduino Uno* (Supriadi, 2020)

Pengendali yang digunakan dalam perancangan robot *Avoider* ini adalah mikrokontroler *Arduino Uno*. Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian terintegrasi yang didalamnya terkoneksi Mikroprosesor, Memori, Port I/O dan peripheral lainnya. Bentuk umum *Arduino Uno* diperlihatkan pada gambar 3. 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(Supriadi, 2020).

2.1.4 Kelebihan kekurangan *Arduino Uno*

Kelebihan *Arduino Uno*

- Multiplatform*, *Arduino* dapat berjalan pada sistem operasi Windows, Macintosh, dan Linux. Sementara yang lain terbatas pada Windows.
- 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*.
- Semua spesifikasi dan desain *Arduino Uno* tersedia secara online, memungkinkan pengembang untuk mengakses dan memodifikasi perangkat keras serta perangkat lunaknya.
- Ada komunitas yang besar dan aktif yang mendukung *Arduino Uno*. Ini berarti ada banyak sumber daya, tutorial, dan forum yang tersedia bagi pengguna untuk berbagi pengetahuan dan meminta bantuan.
- Arduino Uno* kompatibel dengan banyak sensor dan perangkat keras tambahan lainnya, menjadikannya pilihan yang baik untuk berbagai macam proyek.

Kekurangan *Arduino Uno*

- a. *Arduino Uno* memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan dan kapasitas memori jika dibandingkan dengan mikrokontroler yang lebih canggih.
- b. Jumlah pin input/output pada *Arduino Uno* terbatas, yang mungkin menjadi masalah jika proyek memerlukan banyak koneksi.
- c. *Arduino Uno* menggunakan bahasa pemrograman C/C++, yang mungkin memerlukan waktu bagi pemula untuk mempelajarinya.
- d. *Arduino Uno* tidak memiliki dukungan LAN atau WiFi bawaan, meskipun modul tambahan dapat ditambahkan, hal ini membatasi kemampuannya dalam proyek yang memerlukan konektivitas jaringan.
- e. Untuk proyek yang membutuhkan daya yang lebih besar atau efisiensi energi yang tinggi, *Arduino Uno* mungkin tidak cukup, terutama jika dibandingkan dengan mikrokontroler yang lebih canggih.

2.1.5 Motor DC



Gambar 4. Motor DC(Fauzan, 2022)

Motor listrik DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (motion). Motor DC ini juga bisa disebut dengan motor arus searah. Seperti namanya, DC motor mempunyai dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (Direct Current) untuk bisa menggerakannya. Pada motor listrik ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator ponsel, kipas DC dan Bor listrik DC(Jusman *et al.*, 2020).

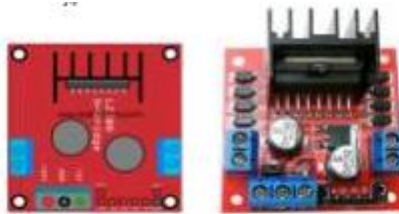
2.1.6 Sensor Ultrasonik



Gambar 5. Sensor Ultrasonik(Fauzan, 2022)

HC-SR04 merupakan sebuah sensor ultrasonik yang dapat membaca jarak kurang lebih 2 cm hingga 4 meter. Sensor ini sangat mudah digunakan pada mikrokontroler karna menggunakan empat buah pin yang terdapat pada sensor tersebut, yaitu dua buah pin suplay daya untuk sensor ultrasonik dan dua buah pin trigger dan echo sebagai input dan output data dari sensor ke arduino. Sensor ultrasonic bekerja dengan cara memancarkan gelombang suara ultrasonik sesaat dan kemudian akan menghasilkan output berupa pulsa yang sesuai dengan waktu pantulan dari gelombang suara ultrasonik yang dipancarkan sesaat kemudian kembali menuju sensor(Jusman *et al.*, 2020).

2.1.7 Driver L298N



Gambar 6. Driver L298N(Jusman *et al.*, 2020)

Modul L 298 N atau yang biasa disebut dengan motor dual H- Bridge ini adalah modul *driver* yang menggerakkan motor DC. *Driver* motor dual H-bridge ini dapat digunakan untuk kontrol dua arah dari dua motor DC yang mempunyai input sumber tegangan motor yang memiliki tegangan kerja dalam rentang 5 – 12 V(Amirul Ummah FAB, 2023).

2.1.8 Baterai



Gambar 7. Baterai (Fauzan, 2022)

Baterai adalah sebuah perangkat yang dapat menghasilkan tegangan DC, sistem kerjanya dengan cara mengubah energi kimia yang terdapat didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia dan redoks (reduksioksidasi). Jenis baterai yang digunakan dalam pembuatan robot ini adalah baterai 18650 yang

memiliki tegangan kerja 3,7 V DC nantinya akan dirangkai secara seri, sehingga menjadi 14,8 V DC serta memiliki arus sebesar 2050 mAh(Fauzan, 2022).

2.2. Penelitian Terdahulu

1. Nama : (M.Fauzan, 2022)
Judul : Pengembangan Prototipe Robot Berbasis Sensor Untuk Pengantar Makanan Otomatis.
Isi : Proses pengantaran makanan pada rumah makan di Indonesia umumnya masih menggunakan sistem manual dan sering terjadi antrian yang panjang diwarungwarung pada saat waktu makan siang, apalagi jika ada karyawan yang tidak masuk atau sakit. Hal ini membuat pelanggan harus menunggu cukup lama untuk bisa mendapatkan makanan. Dari permasalahan diatas peneliti berinisiatif untuk membuat sebuah prototipe robot yang dapat mengantarkan makanan secara otomatis sehingga meringankan kerja para pelayan dalam mengantarkan makanan ke konsumen. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode prototipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot akan akan bergerak ke meja tujuan dengan cara memilih menu yang tersedia pada tampilan LCD Keypad Shield. Setelah salah satu menu dipilih lalu tekan tombol right pada menu lcd sampai keluar tampilann Red Table On jika dipilih warna merah. Kemudian robot akan bergerak menuju meja tujuan sesuai inputan data yang diberikan. Apabila pesanan sudah siap diantar maka robot secara otomatis akan kembali ke tempat semula. Berdasarkan hasil penelitian diatas dapatdisimpulkan bahwa prototipe yang dibuat berjalan dengan baik serta memudahkan para pelaku usaha atau rumah makan dalam mengantarkan pesanan ke meja konsumen.
2. Nama : (Supriadi, 2020)
Judul : Perancangan Robot Avoider Berbasis Arduino Uno Menggunakan Tiga Sensor Ultrasonik
Isi : Tingginya angka kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan lalu lintas dijalan 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.

3. Nama : (Amirul Ummah FAB, 2023)
Judul : Rancang Bangun Robot Penghindar Halangan Dengan Metode PID
Isi : Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju telah menghasilkan banyak inovasi dalam memenuhi kebutuhan umat manusia. Salah satu kawasan yang berkembang secara komprehensif adalah teknologi robotik salah satunya robot penghindar halangan yang merupakan salah satu contoh perangkat yang digunakan untuk meningkatkan keselamatan dan efektivitas pekerjaan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan robot penghindar rintangan yang menggunakan metode PID (Proporsional, Integral, dan Derivatif) dan sensor ultrasonik. Robot dirancang untuk secara otomatis mendeteksi dan menghindari rintangan di lingkungannya dengan menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak antara robot dan obje yang ada. Metode PID digunakan untuk mengontrol pergerakan robot berdasarkan informasi yang diterima dari sensor ultrasonik dengan *arduino Uno* sebagai otak utama yang mengendalikan motor DC. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak antara robot dan rintangan di depannya. Data jarak yang diperoleh dari sensor ultrasonik kemudian diproses menggunakan metode PID untuk menghasilkan sinyal kendali yang mengatur kecepatan dan arah pergerakan robot.

4. Nama : (Jusman *et al.*, 2020)
Judul : Rancang Bangun Robot *Avoider* Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Satu Sensor Ultrasonik
Isi : Rancang Bangun Robot *Avoider* Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Satu Sensor Ultrasonik bertujuan untuk menghindari objek 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 Hc-sr04 untuk bagian depan. Sensor ultrasonik Hc-sr04 ini difungsikan untuk mencari jalan yang benar sehingga robot dapat melewati halangan. Robot ini bekerja sesuai sensor dengan memperhatikan lintasan yang dilaluinya dan memperhatikan kode yang diterima oleh arduino. Posisi motor servo pada sudut 90° , jika sensor mendeteksi halangan/rintangan di depan dengan jarak kurang dari 15 cm, maka posisi servo bergerak pada sudut 0° yang menyebabkan robot mendeteksi arah bagian kanan, yang membuat robot berbelok kekanan, pada sudut 0° , dan sensor mendeteksi ada halangan yang ada di hadapannya dan sampingnya, maka posisi servo berada pada sudut 180° yang mendeteksi arah bagian kiri, yang membuat robot berbelok ke kiri . Adapun hasil kerja Robot *avoider* ini adalah berjalan mengikuti lintasan dan menghindari halangan yang terdapat didepannya.

5. Nama : (Suyatmo *et al.*, 2020)
 Judul : Rancang Bangun Prototype Robot Pengantar Barang Cargo Berbasis Arduino Mega dengan IoT
 Isi : merupakan muatan barang yang diangkut dengan menggunakan kapal laut, pesawat udara, atau alat angkutan lainnya. Berdasarkan penjelasan tersebut dengan kata lain cargo terbagi dari tiga jenis angkutan yaitu, udara, darat, dan laut. Layanan khusus angkutan barang yang menggunakan pesawat udara angkutan khusus barang disebut juga sebagai cargo service. Service ini bisa diselenggarakan oleh suatu perusahaan penerbangan reguler yang melayani penumpang, tetapi dapat pula oleh suatu perusahaan penerbangan khusus angkutan barang. Dengan perkembangan teknologi otomasi pada industri sangat dibutuhkan robot untuk membantu memenuhi kebutuhannya dengan cepat. Dengan ini dikembangkan teknologi robotika untuk membantu meringankan pekerjaan manusia di masa depan. Robot pengantar barang adalah robot yang diciptakan untuk membantu pekerjaan dalam pengantaran barang ke dalam cargo pesawat. Robot ini dapat barang secara otomatis. Robot pengantar barang ini menggunakan metode *Internet Of Things* yang sudah terhubung dengan pengendali jarak jauh smartphone berbasis aplikasi android. Penulisan kode program menggunakan *Arduino IDE 1.8.9* serta menggunakan Android sebagai pengontrolan robot. Robot ini menggunakan 4 channel line tracker sensor, 2 buah motor DC dan *driver* motor sebagai pengendali, *Arduino uno* sebagai otak pada sistem robot ini. Hasil dari penelitian ini menghasilkan prototype robot yang dapat mengantarkan barang kedalam cargo pesawat yang ada di bandar udara.

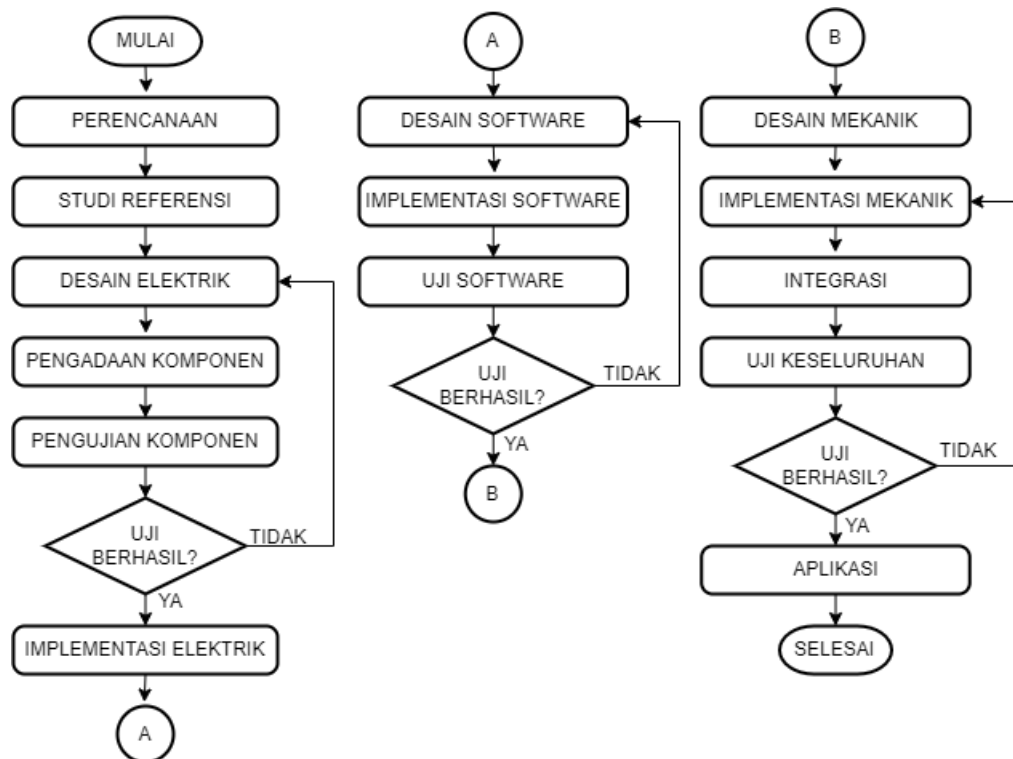
Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Kendali		Metode	
		<i>Arduino Uno</i>	L298N	PID	IOT
1	(Fauzan, 2022)		✓		
2	(Supriadi, 2020)	✓			
3	(Amirul Ummah FAB, 2023)	✓	✓		✓
4	(Jusman <i>et al.</i> , 2020)	✓			
5	(Suyatmo <i>et al.</i> , 2020)				✓
6	(Satya Wisnu Dwi Raharjo, 2024)	✓	✓	✓	

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk perancangan dan Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative* di Universitas Pakuan ini adalah menggunakan metode penelitian bidang *Hardware Programming* yang ditunjukkan pada gambar berikut. Metode penelitian ada pada gambar 8.



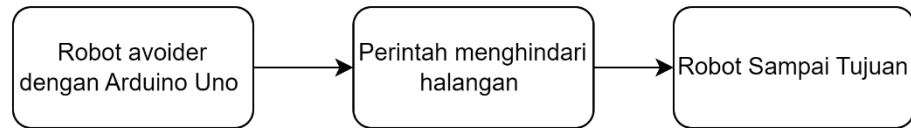
Gambar 8. Metode Penelitian *Hardware Programming*

3.1.1 Perencanaan

Tahap perencanaan diterapkan bahwa tujuan yang akan dicapai ialah Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative*. Metode penelitian yang digunakan, nilai dari perencanaan proyek penelitian sampai dengan pengaplikasian sistem.

3.1.2 Rancangan Diagram Blok

Rancangan diagram blok merupakan diagram sebuah sistem, yang dimana robot yang telah dirancang khusus untuk menghindari segala halangan menggunakan *arduino uno* sebagai otak dari robot tersebut. Lalu robot tersebut diberikan sebuah perintah yang dimana perintah tersebut akan menggerakkan robot untuk menghindari halangan pada lintasan. Diagram blok ada pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram blok robot *avoider*

3.1.3 Studi Referensi

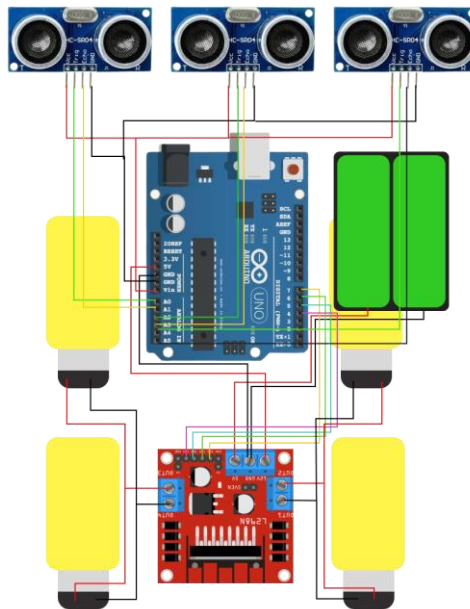
Studi referensi dari penelitian ini dibatasi oleh pencarian topik yang terkait dengan “Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative*”.

Studi referensi ini menggunakan jurnal dengan jangka waktu 5 tahun sebelum penelitian ini dilaksanakan. Studi referensi yang dicari berupa :

1. Skripsi terdahulu dengan topik yang serupa.
2. Jurnal nasional dengan topik yang serupa.
3. Jurnal internasional dengan topik yang serupa.
4. Buku pedoman panduan Skripsi.

3.1.4 Desain Hardware

Dalam desain robot *avoider* pada penelitian ini terdiri dari perancangan robot *avoider* agar dapat menghindari halangan pada lintasan. Desain hardware ada pada gambar 10.



Gambar 10. Perancangan Robot halang rintang

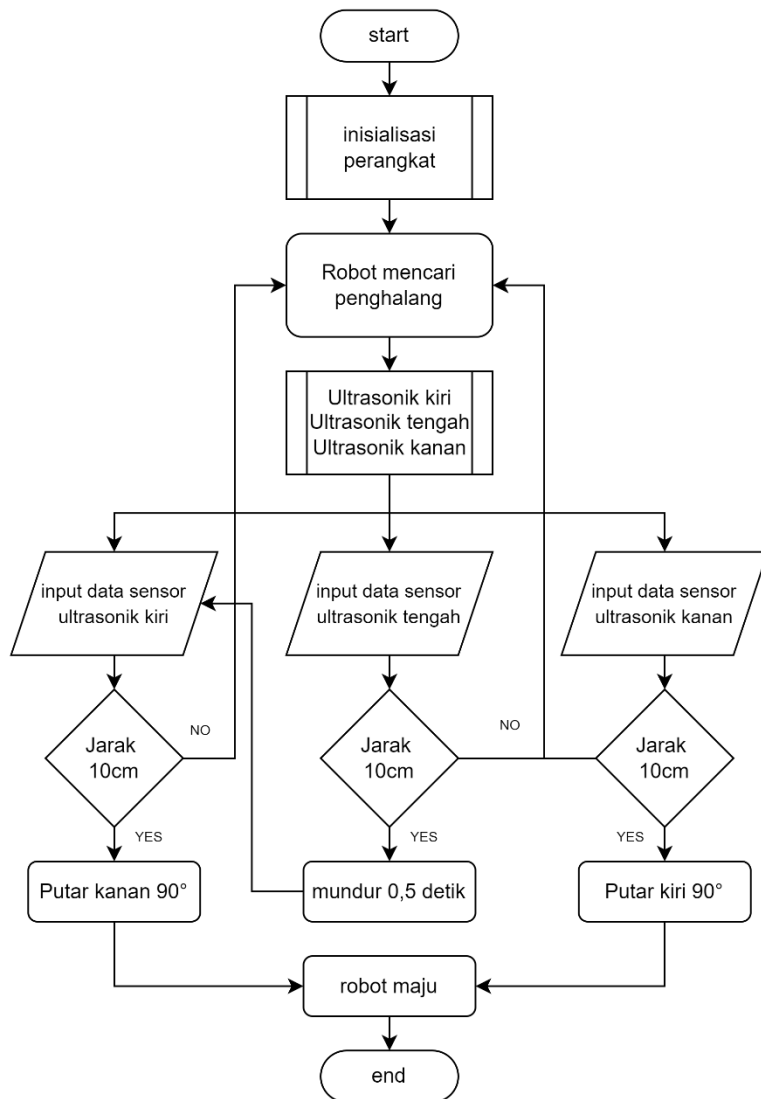
3.1.5 Pengadaan Komponen

Dalam tahapan ini bertujuan untuk mempersiapkan bahan-bahan yang diperlukan, meliputi :

1. *Arduino Uno*
2. *Driver L298N*
3. *Motor DC*
4. *Roda*
5. *Sensor Ultrasonik*
6. *Jumper*
7. *Kaca mika*

3.1.6 Desain Software

Desain perangkat lunak sistem harus mengutamakan cara kerja yang efisien, berikut flowchart dari desain software yang digunakan. Flowchart program utama terdapat pada gambar 11.



Gambar 11. Flowchart robot AVOIDER

3.1.7 Implementasi Software

Dalam tahapan ini bertujuan untuk menerapkan suatu sistem perangkat lunak yang sudah ditentukan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

3.1.8 Uji Software

Tahapan ini dilakukan guna mengetahui apakah software yang digunakan dapat berjalan sesuai dengan fungsinya.

3.1.9 Desain Mekanik

Tahapan ini dilakukan untuk mengatur tata letak seluruh komponen yang akan digunakan, hal ini bertujuan agar mempermudah ketika perbaikan dan pemeliharaan sistem. Untuk model yang dipakai mempunyai tinggi sekitar 8cm berbentuk lingkaran dengan diameter sekitar 14cm, desain dibuat berbentuk lingkaran agar memudahkan robot untuk bergerak dengan bebas.

3.1.10 Implementasi Mekanik

Dalam penerapannya, harus sesuai dengan desain mekanik yang sudah direncanakan sebelumnya. Hal ini dilakukan agar sistem dapat berjalan dengan semestinya dan mempermudah pasca penerapan sistem.

3.1.11 Integrasi

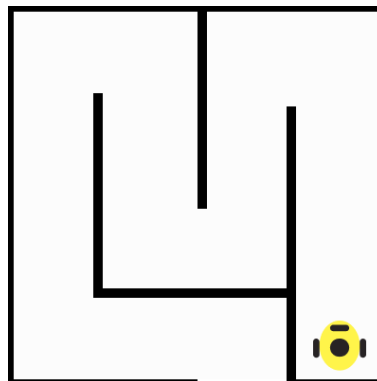
Integrasi atau penyatuan dilakukan dengan memperhatikan standar dan ketentuan komponen serta aplikasi pendukung lainnya, hal ini agar memastikan sistem baik ketika dalam tahap pengujian.

3.1.12 Uji Keseluruhan

Uji keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh fungsi sistem pada rancangan yang sudah ditentukan sesuai konsep. Jika sistem tidak berjalan dengan baik maka akan dilakukan pemeriksaan pada implementasi sistem robot.

3.1.13 Aplikasi

Pengaplikasian adalah tahapan dimana sistem sudah berjalan dengan semestinya dan sudah memenuhi syarat pengujian, untuk lintasan pada robot ini memiliki ukuran sekitar 2x2 meter dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Pengaplikasian Robot

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini berjalan dimulai pada awal bulan april di Kampus Universitas Pakuan Bogor.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

1. Perangkat Keras
 - a. Laptop Asus S451LB Processor Intel I5-4200U with NVIDIA GT 740M
 - b. OS Windows 10 (64-bit)
 - c. RAM 12 GB
 - d. SSD 500GB, SSHD 2TB
 - e. *Arduino Uno*
 - f. *Driver L298N*
 - g. Motor DC
 - h. Sensor Ultrasonik
 - i. Baterai
 - j. Printer
2. Perangkat Lunak
 - a. Draw.io
 - b. Microsoft Office
 - c. Google Chrome
 - d. Arduino IDE
 - e. Figma
 - f. Tinker cad

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Buku Panduan Skripsi Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan tahun 2020.
2. Jurnal – jurnal yang terkait dengan judul penelitian ini.
3. Internet dan aplikasi pendukung.

BAB IV

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

4.1. *Hardware Programming*

4.1.1 Perencanaan

Tahap perencanaan ini merupakan proses awal dari penelitian dengan judul “Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative*”. Dalam perancangan proyek penelitian, perancangan menentukan bagaimana sistem tersebut berjalan dari awal hingga ke tujuan akhir yang sudah ditetapkan. Pada tahap ini pembuatan diagram blok sistem. Blok sistem ini bertujuan untuk memperoleh pengertian dari alur sistem yang dibuat. Berikut dibawah ini adalah gambar diagram blok dapat dirujuk pada gambar 9.

Perintah robot menghindari halangan diharapkan robot agar robot dapat bergerak sesuai keinginan sehingga robot dapat sampai ke tujuan. Sensor ultrasonik sebelah kanan berfungsi untuk mendeteksi halangan agar dapat berbelok ke kiri, Sensor ultrasonik tengah berfungsi untuk mendeteksi halangan agar dapat menyesuaikan posisi dengan bergerak mundur, Sensor ultrasonik sebelah kiri berfungsi untuk mendeteksi halangan agar dapat berbelok ke kanan.

4.1.2 Studi Referensi

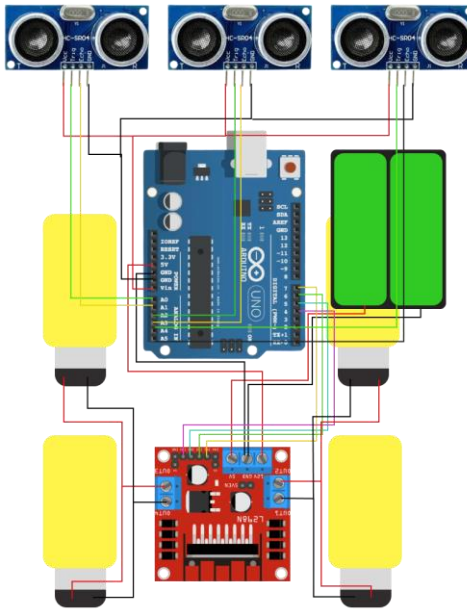
Studi referensi dari penelitian ini dibatasi oleh pencarian topik yang terkait dengan “Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative*”.

Studi referensi ini menggunakan jurnal dengan jangka waktu 5 tahun sebelum penelitian ini dilaksanakan. Studi referensi yang dicari berupa :

1. Skripsi terdahulu dengan topik yang serupa.
2. Jurnal nasional dengan topik yang serupa.
3. Jurnal internasional dengan topik yang serupa.
4. Buku pedoman panduan Skripsi.

4.1.1 Desain Elektrik

Dalam desain robot *avoider* pada penelitian ini terdiri dari perancangan robot *avoider* agar dapat menghindari halangan pada lintasan. Desain hardware ada pada gambar 13.



5. zzzz.

Gambar 13. Perancangan Robot halang rintang

4.1.1 Pengadaan Komponen

Tahapan ini membutuhkan pengamatan dan ketelitian dalam memilih komponen yang tepat dan sesuai. Berikut adalah komponen yang disiapkan dalam penelitian ini:

1. Pemilihan Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah modul mikrokontroler *Arduino Uno* dan *Driver L298N*.

A. *Arduino Uno*

Arduino Uno digunakan untuk membaca dan memproses data dari sensor DHT22, sensor tegangan dan sensor arus ACS712. Kemudian *Arduino Uno* ini digunakan untuk memberi intruksi kepada Relay untuk memutus atau menghubungkan arus listrik yang terhubung pada catu daya dan kipas. Data-data yang didapatkan dan diproses didalam *Arduino Uno* ini akan diberikan kepada NodeMCU ESP8266 yang nantinya akan diunggah kedalam database dan ditampilkan pada LCD dan website.

B. *Driver L298N*

Driver L298N ini digunakan dan difokuskan sebagai penerima data-data dari *Arduino Uno*. Data tersebut akan disalurkan ke motor DC agar motor bergerak sesuai arahan *Arduino Uno*.

2. Pemilihan Sensor

Pemilihan sensor dalam sistem ini adalah sensor jarak, sensor ultrasonik HC-SR04.

A. Sensor Jarak

Sensor ini merupakan sensor pembaca tegangan DC yang dihubungkan dengan panel surya lalu akan diberikan kepada *Arduino Uno* untuk diolah. Sensor ini dapat membaca data tegangan dari 0V hingga 25V.

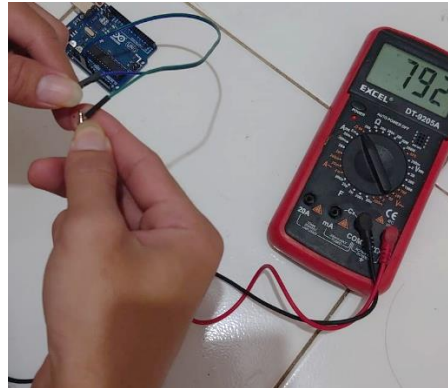
4.1.2 Pengujian Komponen

Tahapan ini dilakukan untuk mengetes komponen yang akan digunakan pada model sistem ini. Dalam pengetesan ini dilakukan testing terhadap fungsi komponen

menggunakan multimeter untuk mengetahui input dan output tegangan yang ada pada komponen tersebut.

1. Pengujian Mikrokontroler *Arduino Uno*

Untuk pengujian *Arduino uno* yang digunakan telah diberikan tegangan sebesar 6V dan 9V menggunakan catu daya. Setelah itu tegangan dicek pada pin 5V yang dihubungkan dengan probe positif dan pin GND terhubung dengan negative pada multimeter.



Gambar 14. Pengujian *Arduino Uno*

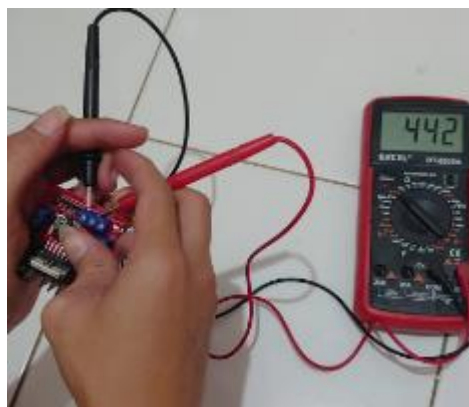
Tabel 2. Pengujian *Arduino Uno*

Tegangan masukan	Tegangan keluaran
6V	5.74V
9V	7.92V

Dari pengujian tersebut tegangan input 6V dari catu daya, menghasilkan keluaran daya sebesar 5.74V dimana komponen elektronik seperti sensor ultrasonik, *Driver* L298N dan Motor DC dapat bekerja pada daya $\pm 5V$. Output tegangan yang dikeluarkan oleh *Arduino UNO* sudah dikonversi IC regulator serta komponen tambahan lainnya untuk menyesuaikan tegangan yang dibutuhkan oleh modul elektronik.

2. Pengujian *Driver* L298N

Untuk pengujian *Driver* L298N yang digunakan telah diberikan tegangan sebesar 6V dan 9V menggunakan catu daya. Setelah itu tegangan dicek pada pin 5V yang dihubungkan dengan probe positif dan pin GND terhubung dengan negative pada multimeter.



Gambar 15. Pengujian *Driver* L298N

Tabel 3. Pengujian *Driver* L298N

Tegangan Masukan	Tegangan Keluaran Pin 5V
6V	4.42V
9V	7.61V

Dari pengujian tersebut tegangan input 6V dari catu daya, menghasilkan keluaran daya sebesar 4.42V dimana komponen elektronik *Driver* L298N dapat bekerja pada daya $\pm 5V$. Output tegangan yang dikeluarkan oleh *Driver* L298N sudah dikonversi IC regulator serta komponen tambahan lainnya untuk menyesuaikan tegangan yang dibutuhkan oleh modul elektronik.

3. Pengujian Sensor Ultrasonik

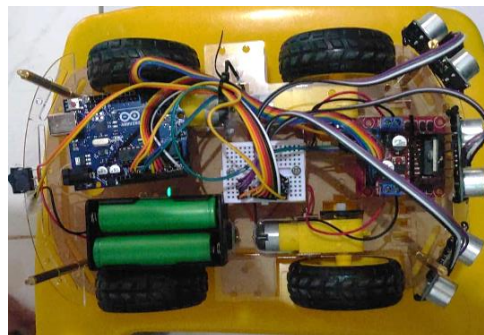
Untuk pengujian Sensor Ultrasonik yang digunakan telah diberikan dikalibrasikan menggunakan multimeter. Setelah itu tegangan dicek pada pin VCC yang dihubungkan dengan probe positif dan pin GND terhubung dengan negative pada multimeter.



Gambar 16. Pengujian *Driver* L298N

4.1.3 Implementasi Elektrik

Implementasi elektrik dilakukan untuk mengetes apakah tegangan yang dimasukan hingga dikeluarkan maksimal. Pengetesan ini bermaksud agar semua komponen berjalan dengan baik dan sesuai fungsi yang dituju. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Rangkaian Alat Optimalisasi dan Monitoring

Keterangan:

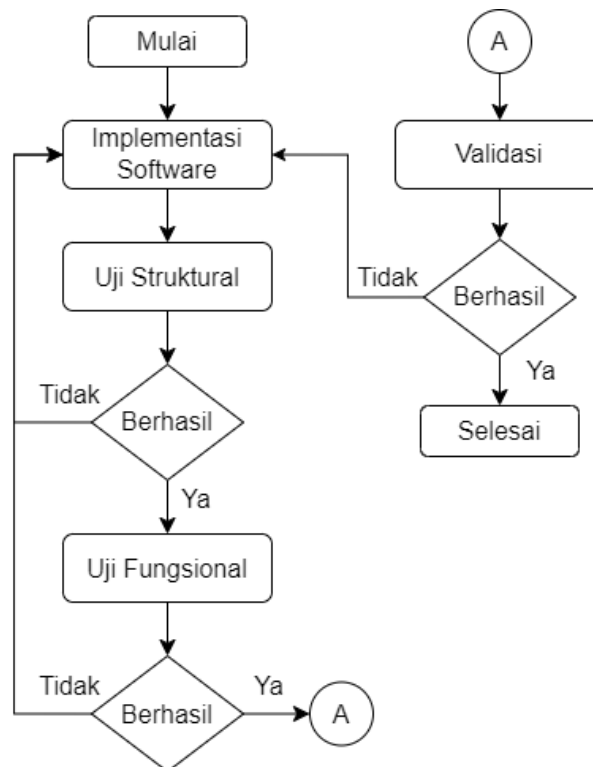
1. Project Board digunakan untuk menjadi tempat sistem dan komponen terhubung.
2. *Arduino Uno* sebagai pengolah data dari sensor-sensor.

3. *Driver* L298N sebagai penerima data yang sudah diolah oleh *Arduino Uno* lalu salurkan kedalam Motor DC.
4. Sensor Ultrasonik sebagai pembaca jalur yang dihasilkan oleh pantulan frekuensi.
5. Baterai sebagai pemberi tegangan pada robot.
6. Motor DC sebagai penggerak robot.

4.1.4 Desain Software

Diagram alir atau biasa disebut dengan *flowchart* berisi sebuah alur dari kerja sistem yang berjalan, tujuan dari diagram alir ini adalah bentuk dari mempermudah pembacaan dari masukan, proses dan keluaran dari pada sistem yang dibuat. Diagram alir bisa dirujuk pada Gambar 11.

4.1.5 Implementasi Software

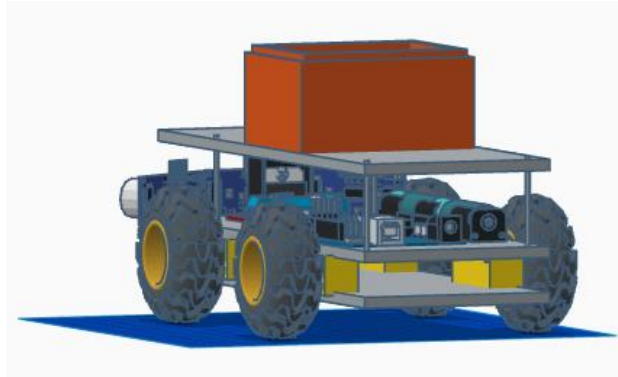


Gambar 18. Implementasi Software

Pada tahap ini dilakukan pengetesan semua perangkat lunak yang akan digunakan pada model sistem ini. Dalam pengetesan ini dilakukan testing terhadap fungsi komponen yang digunakan dan melihat output pada aplikasi.

4.1.6 Desain Mekanik

Desain mekanik merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam perancangan sistem perangkat keras. Berikut merupakan desain mekanik pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 19 dan Gambar 20.



Gambar 19. Desain Mekanik Tampak Belakang



Gambar 20. Desain Mekanik Tampak Depan

Keterangan:

1. Gambar 19 menunjukkan tampak belakang desain mekanik.
2. Gambar 20 dapat dilihat terdapat 3 buah sensor ultrasonik berada pada sisi depan robot *avoider* dan di atasnya terdapat box untuk membawa barang.

4.1.7 Implementasi Mekanik

Tahapan ini merupakan pengimplementasian sebuah sistem robot *avoider* serta sistem ini dapat mengatasi lintasan yang rumit. Penempatan sistem ini berada didalam lintasan sehingga sistem dapat bekerja dengan optimal.

4.1.8 Integrasi

Tahap ini melakukan perakitan berdasarkan proses desain elektrik, desain mekanik dan desain *software*.

4.1.9 Uji Keseluruhan

Tahapan ini adalah pengujian fungsionalitas keseluruhan dari sistem yang sudah dibuat untuk memastikan sistem berjalan dengan baik dan optimal. Sistem ini melakukan pengujian structural, fungsional dan validasi.

4.1.10 Aplikasi

Aplikasi pada penelitian ini dapat dilihat pada kecekatan robot dalam mengatasi yang tersedia.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Pada tahapan sebelumnya sudah dijelaskan proses perancangan hingga implementasi dari Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno*. Robot ini tidak perlu tempat yang begitu besar, alat ini dapat digunakan pada lintasan ataupun tanpa lintasan, namun membutuhkan baterai dengan tegangan yang cukup untuk dapat menggerakkan robot tersebut.

5.1.1 Rangkaian *Arduino Uno*

Mikrokontroler *Arduino Uno* pada perancangan robot ini merupakan bagian utama sebagai sistem pengendali input dan output. Rangkaian *Arduino Uno* dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Hasil rancangan *Arduino Uno*

Pada gambar terlihat bahwa sistem mikrokontroler *arduino uno* terhubung dengan komponen-komponen yang lain seperti sensor ultrasonik, *Driver L298N*, motor DC, dan baterai. Rangkaian ini berfungsi sebagai otak sebuah robot dalam mengendalikan sensor-sensor untuk bisa bekerja secara optimal.

5.1.2 Rangkaian Motor *Driver*

Motor *driver* adalah salah satu sistem penggerak pada robot pengantar makanan ini. Pada perancangan robot ini memakai motor *driver L298N* sebagai penggerak motor dc karena memiliki ukuran yang mini dan juga simpel dalam proses pengkodingannya. Hasil perancangan motor *driver* dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Rangkaian *Driver L298N*

5.1.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik pada perancangan robot ini berfungsi untuk mendeteksi jarak yang menghalangi jalannya robot. Ada 3 sensor ultrasonik yang digunakan, sensor ultrasonik sebelah kiri dan sebelah kanan berfungsi untuk mendeteksi halangan yang ada di kiri dan kanan robot, sedangkan sensor depan berfungsi untuk menghindari jika ada halangan atau benda didepannya. Rangkaian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Rancangan Deteksi Temperatur dan Sistem Pendingin

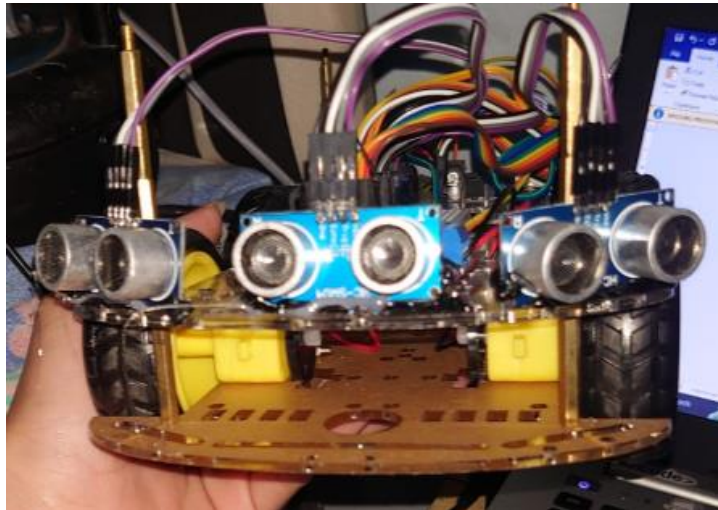
Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa rangkaian sensor ultrasonik terhubung ke papan *arduino uno* dengan Vcc sensor ultrasonik terhubung ke Vcc +5 V arduino, dan Gnd ultrasonik terhubung ke Gnd arduino menggunakan media penghubung project board. Kemudian kode trig pada masing-masing sensor ultrasonik dihubungkan ke pin A1, A3, A5 arduino, serta kode echo ultrasonik dihubungkan ke pin A0, A2, A4 *arduino uno*.

5.2 Hasil Desain Robot

Terdapat hasil dari desain robot yang telah dibuat, pada bab ini akan menjelaskan detail dari robot yang telah di desain secara virtual dan di implementasikan menjadi robot pada aslinya.

5.2.1 Bagian Depan Robot

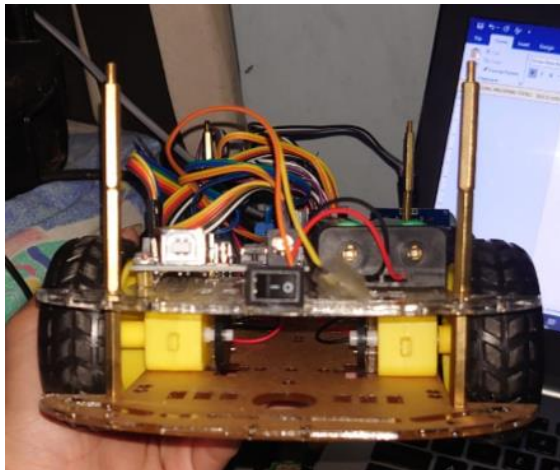
Sisi bagian depan robot terdapat tiga buah sensor ultrasonik. Bentuk fisik robot dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Bagian depan robot *avoider*

5.2.2 Bagian Belakang Robot

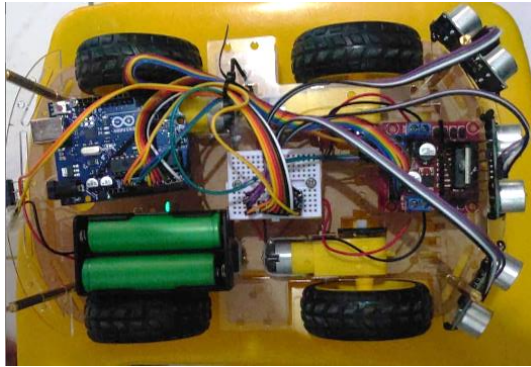
Sisi bagian belakang robot terdapat satu buah baterai holder, dua buah baterai 3.7 volt, dan *Arduino Uno*. Baterai adalah sumber tegangan robot jadi memiliki peran yang sangat penting dalam membuat sebuah proyek. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Bagian belakang robot *avoider*

5.2.3 Bagian Atas Robot

Sisi bagian tengah robot terdapat mikrokontroler *Arduino Uno*, *Driver L298N*, kabel jumper, baterai, dan project. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Bagian atas robot *avoider*

5.2.4 Lintasan Robot

Lintasan yang dibuat sebagai tempat mensimulasikan robot dalam mengantarkan barang. Lintasan ini memiliki panjang 2 meter dan lebar 2 meter dan didesain secara berliku liku. Bentuk fisiknya dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Lintasan robot *avoider*

5.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik merupakan proses penting dalam memastikan bahwa sensor tersebut berfungsi dengan optimal dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Sensor ultrasonik menggunakan gelombang suara dengan frekuensi tinggi untuk mendeteksi objek dan mengukur jarak. Proses pengujiannya ada beberapa tahap antara lain sebagai berikut :

1. Pengujian Berdasarkan Jarak Benda

Sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak paling jauh 4 m dan jarak paling dekat yang dapat dideteksi oleh sensor ultrasonik adalah 2 cm. Berikut ini hasil pengujian jarak sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian jarak Sensor Ultrasonik

Jarak (cm)	Keadaan robot
2	berhenti
4	berhenti
6	berhenti
8	berhenti
10	berhenti
12	jalan
14	jalan
16	jalan
18	jalan
20	jalan

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa robot akan berjalan ke garis finish setelah di dinyalakan, kemudian akan mendeteksi jika sensor ultrasonik berada pada jarak 10 cm.

2. Pengujian Berdasarkan Berat Beban

Pada pengujian ini peneliti melakukan percobaan terhadap robot dengan cara menentukan berat beban yang dapat dibawa oleh robot. Hasil penelitiannya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Berdasarkan Berat Beban

Berat beban (gram)	Keadaan robot
0	Stabil
2	Stabil
4	Stabil
6	Stabil
8	Stabil
10	Tidak Stabil
12	Tidak Stabil
14	Tidak Stabil

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa robot tidak dapat membawa beban yang beratnya lebih dari 800 gram. Jika berat suatu beban lebih dari 800 gram maka robot akan bergerak melambat dan kemungkinan besar beberapa komponen robot akan rusak. Hal ini dapat kita ambil kesimpulan bahwa robot masih bisa membawa beban dengan berat maksimal 800 gram.

5.4 Pembahasan

Pada tahapan ini akan menjelaskan bagaimana sistem bekerja, ada beberapa komponen beserta fungsinya diantaranya mikrokontroler *Arduino Uno* dan *Driver L298N* sebagai pemrosesan dan penggerak robot, Baterai 3.7V untuk menghidupkan robot, moto DC penggerak robot, sensor ultrasonik untuk membaca jarak pada robot.

5.4.1 Hasil Perbandingan Robot

1. Hasil robot membawa beban 200-800 gram

Hasil yang diperoleh ketika pengujian robot dengan membawa beban 200-800 gram pada tanggal 9 Juli 2024 dapat dilihat pada Tabel 6 dan grafik pada Gambar 30.

Tabel 6. Hasil pengujian membawa beban 200 gram

Jam Pengujian	berat beban (Gram)	waktu ditempuh dengan beban (detik)
19,07	200 gram	14,58
19,07	200 gram	15,03
19,08	200 gram	16,30
19,08	200 gram	15,13
19,08	200 gram	18,48
19,09	200 gram	14,13
19,09	200 gram	15,53
19,09	200 gram	16,05
19,09	200 gram	17,41
19,10	200 gram	16,52
rata rata		16

Tabel 7. Hasil pengujian membawa beban 400 gram

Jam Pengujian	berat beban (Gram)	waktu ditempuh dengan beban (detik)
19,24	400 gram	17,01
19,25	400 gram	20,30
19,25	400 gram	15,54
19,25	400 gram	16,27
19,26	400 gram	16,17
19,26	400 gram	19,02
19,27	400 gram	15,06
19,30	400 gram	15,35
19,31	400 gram	16,11
19,31	400 gram	17,16
rata rata		17

Tabel 8. Hasil pengujian membawa beban 600 gram

Jam Pengujian	berat beban (Gram)	waktu ditempuh dengan beban (detik)
19,24	600 gram	15,42
19,25	600 gram	17,01
19,25	600 gram	22,11
19,25	600 gram	19,27
19,26	600 gram	19,35
19,26	600 gram	16,53
19,27	600 gram	16,32
19,30	600 gram	26,21
19,31	600 gram	16,46
19,31	600 gram	17,09
rata rata		19

Tabel 9. Hasil pengujian membawa beban 800 gram

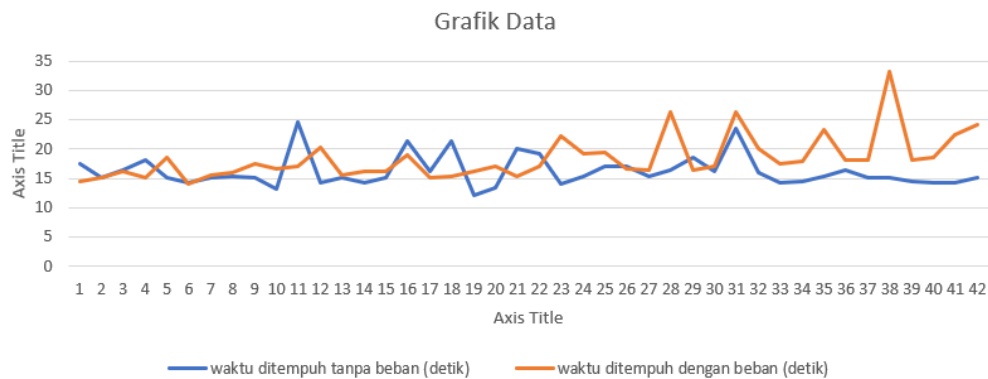
Jam Pengujian	berat beban (Gram)	waktu ditempuh dengan beban (detik)
20,11	800 gram	26,39
20,21	800 gram	20,06
20,22	800 gram	17,57
20,22	800 gram	18,02
20,22	800 gram	23,19
21,25	800 gram	18,21
21,25	800 gram	18,12
21,26	800 gram	33,20
21,27	800 gram	18,13
21,27	800 gram	18,59
21,27	800 gram	22,48
21,28	800 gram	24,15
rata rata		22

2. Hasil robot tanpa beban dan dengan membawa beban
 Hasil yang diperoleh ketika pengujian robot dengan membawa beban pada tanggal 4-9 Juli 2024 dapat dilihat pada Tabel 10 dan grafik pada Gambar 30.

Tabel 10. Hasil pengujian tanpa beban dan dengan beban

No	Jam Pengujian	berat beban (Gram)	waktu ditempuh tanpa beban (detik)	Jam Pengujian	berat beban (Gram)	waktu ditempuh dengan beban (detik)
1	12,09	0 gram	17,58	19,07	200 gram	14,58
2	12,09	0 gram	15,03	19,07	200 gram	15,03
3	12,09	0 gram	16,33	19,08	200 gram	16,30
4	12,10	0 gram	18,09	19,08	200 gram	15,13
5	12,10	0 gram	15,04	19,08	200 gram	18,48
6	12,10	0 gram	14,32	19,09	200 gram	14,13
7	12,11	0 gram	15,05	19,09	200 gram	15,53
8	16,44	0 gram	15,41	19,09	200 gram	16,05
9	16,44	0 gram	15,16	19,09	200 gram	17,41
10	16,45	0 gram	13,27	19,10	200 gram	16,52
11	16,45	0 gram	24,48	19,24	400 gram	17,01
12	16,45	0 gram	14,28	19,25	400 gram	20,30
13	7,41	0 gram	15,09	19,25	400 gram	15,54
14	7,42	0 gram	14,29	19,25	400 gram	16,27
15	7,42	0 gram	15,11	19,26	400 gram	16,17
16	7,42	0 gram	21,29	19,26	400 gram	19,02
17	7,42	0 gram	16,30	19,27	400 gram	15,06
18	7,43	0 gram	21,36	19,30	400 gram	15,35
19	7,43	0 gram	12,08	19,31	400 gram	16,11
20	7,43	0 gram	13,41	19,31	400 gram	17,16
21	20,17	0 gram	20,02	19,32	600 gram	15,42
22	20,17	0 gram	19,23	19,35	600 gram	17,01
23	20,17	0 gram	14,08	19,35	600 gram	22,11
24	20,18	0 gram	15,36	19,36	600 gram	19,27
25	20,19	0 gram	17,04	20,02	600 gram	19,35
26	20,20	0 gram	17,01	20,02	600 gram	16,53
27	20,20	0 gram	15,40	20,04	600 gram	16,32
28	20,20	0 gram	16,33	20,04	600 gram	26,21
29	20,21	0 gram	18,59	20,05	600 gram	16,46
30	22,05	0 gram	16,14	20,11	600 gram	17,09
31	22,05	0 gram	23,52	20,11	800 gram	26,39
32	22,06	0 gram	16,04	20,21	800 gram	20,06
33	22,06	0 gram	14,18	20,22	800 gram	17,57

34	22,06	0 gram	14,39	20,22	800 gram	18,02
35	22,07	0 gram	15,26	20,22	800 gram	23,19
36	22,07	0 gram	16,48	21,25	800 gram	18,21
37	22,08	0 gram	15,08	21,25	800 gram	18,12
38	22,08	0 gram	15,11	21,26	800 gram	33,20
39	22,08	0 gram	14,44	21,27	800 gram	18,13
40	22,09	0 gram	14,17	21,27	800 gram	18,59
41	22,10	0 gram	14,29	21,27	800 gram	22,48
42	22,10	0 gram	15,10	21,28	800 gram	24,15
Rata-rata			16,20	Rata-rata		18,36



Gambar 28. Grafik data robot tanpa beban dan dengan beban

3. Perbandingan

Berdasarkan pengujian robot tanpa beban dan pengujian robot menggunakan beban sesuai dengan Tabel 10 serta Gambar 30, diketahui didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Rata-rata Pengujian

Rata-rata nilai	keterangan
16,20 detik	Robot tanpa beban
18,36 detik	Robot dengan beban

5.5 Uji Keseluruhan

1. Uji Coba Struktural

Tahapan ini dilakukan untuk menentukan keterhubungan perangkat keras terhubung dengan benar dan sistem berfungsi dengan baik serta alat berjalan dengan perencanaan awal.

2. Uji Coba Fungsional

Uji fungsional meliputi perangkat keras yang terkoneksi dengan database, untuk memastikan data tersebut bisa tersimpan dengan benar. Untuk melakukan

pengiriman data dari perangkat keras ke database, dapat menggunakan seperti gambar 29,30,31, dan 32.

```
128 void loop()
129 {
130 Left_Distance = Left_Distance_test();
131 delay(10);
132 Middle_Distance = Middle_Distance_test();
133 delay(10);
134 Right_Distance = Right_Distance_test();
135 delay(10);
136 Serial.println("Left_Distance\tMiddle_Distance\tRight_Distance\tStatus\n");
137 Serial.print(Left_Distance);
138 Serial.print("cm\t\t");
139 Serial.print(Middle_Distance);
140 Serial.print("cm\t\t");
141 Serial.print(Right_Distance);
142 Serial.print("cm\t\t");
143 if(Middle_Distance<=25)
```

Gambar 29. Kode untuk jarak sensor ultrasonik tengah

```
if(Right_Distance>Left_Distance)
{
if((Right_Distance<=10)&&(Left_Distance<=10))
{_Stop();
//delay(200);
_Back();
//delay(500);
}
else{
//_Back();
// delay(2000);
_right();
//delay(500);
}
```

Gambar 30. Kode untuk serong ke kanan

```
165 else if(Right_Distance<Left_Distance)
166 {
167 if((Right_Distance<=10)&&(Left_Distance<=10))
168 {_Stop();
169 //delay(200);
170 _Back();
171 //delay(500);
172 }
173 else{
174 //_Back();
175 // delay(3000);
176 _left();
177 //delay(500);
178 }
179 }
```

Gambar 31. Kode untuk serong ke kiri

```

182     else if(Right_Distance<=10)
183     {
184         _left();
185         //delay(500);
186     }
187
188     else if(Left_Distance<=10)
189     {
190         _right();
191         //delay(500);
192     }
193     else{
194         _Forward();
195     }
196     //delay(500);
197 }

```

Gambar 32. kode untuk belok ke kanan dan ke kiri

3. Uji Coba Validasi

Pada tahapan ini melakukan pengetesan terhadap alat perangkat keras dan perangkat lunak terhubung dengan baik, hal ini dimaksudkan agar sistem keseluruhan berjalan sesuai dengan perencanaan dan tujuan penelitian ini.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative* berhasil dirancang. Dalam perancangan robot ini menggunakan *arduino Uno* sebagai mikrokontrolernya dalam mengendalikan sensor-sensor yang berfungsi sebagai alat indra/pendeteksi robot. Sistem kerja robot ini yaitu: cara menjalannya dengan mengaktifkan tombol power yang ada belakang robot. Setelah diaktifkan semua rangkaian robot akan hidup dan akan mencari garis finish dengan membawa barang.

Robot Pengendalian Robot Penghalang Berbasis *Arduino Uno* Menggunakan Kontrol Proportional Integral *Derivative* ini dapat terwujud karena peneliti melihat di Negara Indonesia umumnya proses pengiriman barang masih menggunakan sistem manual. Dari permasalahan diatas peneliti berinisiatif untuk membuat sebuah robot yang dapat mengantarkan barang secara otomatis sehingga meringankan kerja karyawan khususnya barang yang sangat berat. Penggunaan robot sebagai pembawa barang juga lebih ekonomis dibandingkan dengan menambah karyawan karena dapat meminimalisir pengeluaran.

6.2 Saran

Proses pembuatan projek atau robot ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan-kekurangan yang harus diperbaiki, sehingga perlu banyak perbaikan dan penambahan agar projek ini menjadi lebih baik dan sempurna ke depan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Robot ini hanya dapat mengantarkan barang, maka sangat diharapkan agar peneliti selanjutnya dapat mengembangkannya lagi.
2. Robot ini berjalan berdasarkan jarak jika pada saat berjalan jaraknya berubah maka robot tidak lagi bekerja sesuai kebutuhan.
3. Membuat logika robot supaya lebih cerdas agar dapat bekerja lebih efektif sesuai perkembangan zaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, m., & novelan, m. S. (2020). Sistem kendali obstacle avoidance robot sebagai prototype social distancing menggunakan sensor ultrasonic dan arduino. *Infotekjar: jurnal nasional informatika dan teknologi jaringan*, 5(1), 148-153.
- amirul ummah fab, m. (2023). Rancang bangun robot penghindar halangan dengan metode pid. *Jtmei*, 2(3), 212–222. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i3.2352>
- Azis, p. F. A. (2020). Implementasi robot beroda menggunakan driver l298n melalui mpu-6050 sebagai kendali gestur tangan (doctoral dissertation, universitas sumatera utara).
- Dahale, r., chaudhari, r., bathe, m., chavan, a., & phulay, g. R. Robot for obstacle avoidance.
- D kumar, m., & mohan raj, s. (2019). Msp430 based obstacle avoidance robot. *International journal of research*, 8(v), 2627-2630.
- Endra, r. Y., aprilinda, y., cucus, a., ariani, f., erlangga, e., & kurniawan, d. (2020). Otomatisasi navigasi penghindar obstacle pada mobile robot dengan metode fuzzy sugeno dan mikrokontroler arduino. *Explore: jurnal sistem informasi dan telematika (telekomunikasi, multimedia dan informatika)*, 11(2), 110-117.
- Fandidarma, b., praditya, y. R., & kurniawan, y. G. (2020). Prototipe robot avoider sebagai mesin penggerak robot medical assistant. *Electra: electrical engineering articles*, 1(1), 10-15.
- Fauzan, m. (2023). Pengembangan prototipe robot berbasis sensor untuk pengantar makanan otomatis (doctoral dissertation, uin ar-raniry banda aceh). <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/25274/>
- Jayadi, a., susanto, t., & adhinata, f. D. (2021). Sistem kendali proporsional pada robot penghindar halangan (avoider) pioneer p3-dx. *Majalah ilmiah teknologi elektro*, 20(1), 47. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p05>
- Jusman, m. R. R., mashinton, a., jilan aqilah, f., nur, m., & bosowa, p. (2020). Rancang bangun robot avoider berbasis arduino uno menggunakan satu sensor ultrasonik. *Mechatronics journal in professional and entrepreneur*, 2(2), 43–47.
- Lamatenggo, m., wiranto, i., & ridwan, w. (2020). Perancangan balancing robot beroda dua dengan metode pengendali pid berbasis arduino nano. *Jambura journal of electrical and electronics engineering*, 2(2), 39-43.
- Mardiyansyah, z. (2022). Rancang bangun pengontrol otomatis irigasi berbasis arduino. *Jurnal portal data*, 2(3).

- Pendidikan, p., elektro, t., tarbiyah, f., & keguruan, d. (2022). *Pengembangan prototipe robot berbasis sensor*.
- Roziqin, m. F., joni, k., & ulum, m. Rancang bangun robot pengambil bola tenis lapangan dengan kendali hand gesture recognition berbasis wifi menggunakan metode pid.
- Safarudin, m., & patah, a. (2020). Pengembangan purwarupa robot pemadam api dengan kendali berbasis mikrokontroler. *Jurnal online sekolah tinggi teknologi mandala*, 15(2), 92-98.
- Sanjaya, m., & rohman, a. (2024). Pemanfaatan mikrokontroller untuk mengontrol dan memadamkan api dengan metode proportional integral derivative (pid) menggunakan sensor sonar. *Jurnal riset sistem informasi*, 1(1), 1-14.
- Saputra, a. D. (2023). Implementasi iot dan pid tuning cohen-coon pada robot self-balancing-submit journal/konferensi (doctoral dissertation, institut teknologi kalimantan).
- Sendari, s., fajar syahputra, a., nurutami, a., kartika sari, e., agus rahma dani, a., & desti yanti, d. (2020). Pemetaan arena kerja menggunakan sensor ultrasonik pada robot omnidireksional. *Jurnal fortech*, 1(1), 20–27. <https://doi.org/10.32492/fortech.v1i1.219>
- Sopyan, e., suarna, d., & ashar, m. H. (2023). Rancang bangun robot pengantar obat dan makanan pasien berbasis internet of things. *Bulletin of information technology (bit)*, 4(3), 344-352.
- Supriadi, o. (2020). Perancangan robot avoider berbasis arduino uno menggunakan tiga sensor ultrasonik. *Journal of electrical power, instrumentation and control*, 1–11.
- Suyatmo, s., cahyadi, c. I., syafriwel, s., khair, r., & idris, i. (2020). Rancang bangun prototype robot pengantar barang cargo berbasis arduino mega dengan iot. *Jurnal sistem komputer dan informatika (json)*, 1(3), 215-219.
- Venkatesh, s. (2021). Obsatacle avoidance robotic vehicle using hc-sr04 ultrasonic sensor. *Turkish journal of computer and mathematics education (turcomat)*, 12(12), 2358-2362.

LAMPIRAN

Lampiran. 1

```
int Echo1 = A4; //left_sensor echo
int Trig1 = A5; //left_sensor trig
int Echo2 = A2; //central_sensor echo
int Trig2 = A3; //central_sensor trig
int Echo3 = A0; //right_sensor echo
int Trig3 = A1; //right_sensor trig

int in1 = 6; //pin 6 arduino
int in2 = 5; //pin 5 arduino
int in3 = 4; //pin 4 arduino
int in4 = 3; //pin 3 arduino
int ENA = 7; //pin 7 arduino
int ENB = 2; //pin 2 arduino
int PWM = 150; //ATUR KECEPATAN 10 SAMPAI 255
int Left_Distance = 0, Right_Distance = 0, Middle_Distance = 0 ;
void _Forward()
{
    digitalWrite(in1,HIGH); //maju
    digitalWrite(in2,LOW);
    digitalWrite(in3,HIGH);
    digitalWrite(in4,LOW);
    analogWrite(ENA,PWM);
    analogWrite(ENB,PWM);
    Serial.println("cm");
}
void _Back()
{
    digitalWrite(in1,LOW); //mundur
    digitalWrite(in2,HIGH);
    digitalWrite(in3,LOW);
    digitalWrite(in4,HIGH);
    analogWrite(ENA,PWM);
    analogWrite(ENB,PWM);
    Serial.println("cm\t\t");
}
void _left()
{
    digitalWrite(in1,LOW); //belok kiri
    digitalWrite(in2,HIGH);
    digitalWrite(in3,HIGH);
```

```

digitalWrite(in4,LOW);
analogWrite(ENA,PWM);
analogWrite(ENB,PWM);
Serial.println("cm\t\t");
}
void _right()
{

digitalWrite(in1,HIGH);//belok kanan
digitalWrite(in2,LOW);
digitalWrite(in3,LOW);
digitalWrite(in4,HIGH);
analogWrite(ENA,PWM);
analogWrite(ENB,PWM);
Serial.println("cm\t\t");
}
void _Stop()
{
digitalWrite(in1,LOW);//stop
digitalWrite(in2,LOW);
digitalWrite(in3,LOW);
digitalWrite(in4,LOW);
digitalWrite(ENA,LOW);
digitalWrite(ENB,LOW);
Serial.println("cm\t\t");
}
/*Ultrasonic distance measurement Sub function*/
int Left_Distance_test()
{
digitalWrite(Trig1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(Trig1, HIGH);
delayMicroseconds(20);
digitalWrite(Trig1, LOW);
float Fdistance = pulseIn(Echo1, HIGH);
delay(10);

Fdistance= Fdistance/ 29 / 2;
return (int)Fdistance;
}
int Middle_Distance_test()
{
digitalWrite(Trig2, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(Trig2, HIGH);
delayMicroseconds(20);

```

```

digitalWrite(Trig2, LOW);
float Fdistance = pulseIn(Echo2, HIGH);
delay(10);
Fdistance= Fdistance/ 29 / 2;
return (int)Fdistance;
}
int Right_Distance_test()
{
digitalWrite(Trig3, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(Trig3, HIGH);
delayMicroseconds(20);
digitalWrite(Trig3, LOW);
float Fdistance = pulseIn(Echo3, HIGH);
delay(10);
Fdistance= Fdistance/ 29 / 2;
return (int)Fdistance;
}
void setup()
{
Serial.begin(9600);
pinMode(Echo1, INPUT);
pinMode(Trig1, OUTPUT);
pinMode(Echo2, INPUT);
pinMode(Trig2, OUTPUT);
pinMode(Echo3, INPUT);
pinMode(Trig3, OUTPUT);
pinMode(in1,OUTPUT);
pinMode(in2,OUTPUT);
pinMode(in3,OUTPUT);
pinMode(in4,OUTPUT);
pinMode(ENA,OUTPUT);
pinMode(ENB,OUTPUT);

_Stop();
}
void loop()
{
Left_Distance = Left_Distance_test();
delay(10);
Middle_Distance = Middle_Distance_test();
delay(10);
Right_Distance = Right_Distance_test();
delay(10);
Serial.println("Left_Distance\tMiddle_Distance\tRight_Distance\tStatus\n");
Serial.print(Left_Distance);

```

```

Serial.print("cm\t\t");
Serial.print(Middle_Distance);
Serial.print("cm\t\t");
Serial.print(Right_Distance);
Serial.print("cm\t\t");
if(Middle_Distance<=25)
{
/* _Stop();
delay(1000);*/

if(Right_Distance>Left_Distance)
{
if((Right_Distance<=10)&&(Left_Distance<=10))
{
_Stop();
//delay(200);
_Back();
//delay(500);

}
else{
// _Back();
// delay(2000);
_right();
//delay(500);
}

}
else if(Right_Distance<Left_Distance)
{
if((Right_Distance<=10)&&(Left_Distance<=10))

{
_Stop();
//delay(200);
_Back();
//delay(500);
}
else{
// _Back();
// delay(3000);
_left();
//delay(500);
}
}
}
else if(Right_Distance<=10)
{

```

```

_left();
//delay(500);
}

else if(Left_Distance<=10)
{
_right();
//delay(500);
}
else{
_Foward();
}
//delay(500);
}

```

Lampiran. 2

