

Perancangan Prototipe Robot Pembawa Barang Otomatis Berbasis Arduino Uno DIP dengan Sensor Ultrasonic

Fathir Azukruf¹⁾, Abdul Azis²⁾, dan Emidiana³⁾

^{1, 2, 3)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang

Jln. Jend. A. Yani, Lr. Gotong Royong 9/10 Ulu, Palembang, Indonesia

e-mail: fathirazukruf519@gmail.com¹⁾, azis@univpgri-palembang.ac.id²⁾, emidiana@univpgri-palembang.ac.id³⁾

ABSTRACT

The tool used to carry goods is a trolley. To simplify the process of carrying goods using a trolley, the trolley can be combined with robot technology. In order for the trolley robot to see objects or the surrounding atmosphere, it needs a sense that can be integrated with a sensory system that can sense the presence of an object, namely an ultrasonic sensor. An ultrasonic sensor is a device that captures the motion of an object and converts it into a sound reflection that can be read and processed by a computer. This sound reflection is an input signal that will be processed on a computer to produce information that is useful for certain purposes on the system. From the results of the tests that have been carried out, the performance of the Arduino Uno DIP-based automatic robot carrier prototype with ultrasonic sensors is in accordance with the design. Where for advanced control, the ultrasonic sensor still responds well to hand objects, bags, hats, plastic, clothes, and books, at a distance of 50 cm. Then for the right turn and left turn control, the ultrasonic sensor responds well to objects at a distance of 5 cm, and for reverse control, the ultrasonic sensor still responds well to objects at a distance of 11 cm-20.5 cm. Furthermore, the ultrasonic sensor still responds well in reading hand objects at a distance of 50 cm, when given a load with a weight of 1.0 kg-3.0 kg, where the prototype still moves forward even though it starts to become unstable and experiences a decrease in speed. When given a load of 3.5 kg, the prototype does not move forward or has an error. So it can be concluded that the maximum load of the goods carrier robot prototype is 3 kg.

Keywords: Design, Prototype, Carrier, Arduino, Ultrasonic Sensor.

ABSTRAK

Alat bantu yang digunakan untuk membawa barang adalah troli. Untuk mempermudah proses membawa barang dengan menggunakan troli, maka troli dapat dikombinasi dengan teknologi robot. Supaya robot troli dapat melihat objek atau suasana sekitarnya dibutuhkan sebuah indra yang dapat terintegrasi dengan sistem indra yang dapat merasakan keberadaan suatu objek, yaitu sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik merupakan perangkat yang berfungsi menangkap gerak suatu objek dan mengubahnya ke dalam bentuk refleksi bunyi yang dapat dibaca dan diproses oleh komputer. Refleksi bunyi ini merupakan sinyal masukan yang akan diproses pada komputer dapat menghasilkan informasi yang berguna untuk keperluan tertentu pada sistem. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kinerja prototipe robot pembawa barang otomatis berbasis Arduino Uno DIP dengan sensor ultrasonik sesuai dengan perancangan. Dimana untuk kontrol maju, sensor ultrasonik masih merespon dengan baik terhadap objek tangan, tas, topi, plastik, baju, dan buku, pada jarak 50 cm. Kemudian untuk kontrol belok kanan dan belok kiri, sensor ultrasonik merespon dengan baik terhadap objek pada jarak 5 cm, dan untuk kontrol mundur, sensor ultrasonik masih merespon dengan baik terhadap objek pada jarak 11 cm-20,5 cm. Selanjutnya sensor ultrasonik masih merespon dengan baik dalam membaca objek tangan pada jarak 50 cm, saat diberi beban dengan berat 1,0 kg-3,0 kg, dimana prototipe masih bergerak maju walaupun mulai tidak stabil dan mengalami penurunan kecepatan. Pada saat diberi beban 3,5 kg, prototipe tidak bergerak maju atau error. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beban maksimal prototipe robot pembawa barang adalah 3 kg.

Kata Kunci: Perancangan, Prototipe, Pembawa Barang, Arduino, Sensor Ultrasonik.

I. PENDAHULUAN

Proses pemindahan ataupun membawa barang terjadi setiap harinya, dan untuk barang yang berjumlah sedikit dapat dibawa dengan cara diangkat dengan tangan. Namun apabila barang yang dibawa berjumlah banyak dan berat, maka dibutuhkan sebuah alat bantu yang dapat membantu untuk membawa barang tersebut. Alat bantu yang biasanya digunakan untuk membawa ataupun memindahkan barang adalah troli. Troli merupakan sebuah kereta dorong yang sangat membantu untuk proses membawa barang supaya lebih mudah.

Untuk mempermudah proses membawa ataupun memindahkan barang dengan menggunakan troli, maka

troli dapat dikombinasi dengan teknologi robot. Robot dapat digunakan sebagai alat bantu untuk membawa barang. Supaya robot troli dapat melihat objek atau suasana sekitarnya dibutuhkan sebuah indra yang dapat terintegrasi dengan sistem indra yang dapat merasakan keberadaan suatu objek. Pada robot dapat digunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik merupakan perangkat yang berfungsi menangkap gerak suatu objek dan mengubahnya ke dalam bentuk refleksi bunyi yang dapat dibaca dan diproses oleh komputer. Refleksi bunyi ini merupakan sinyal masukan yang akan diproses pada komputer dapat menghasilkan informasi yang berguna untuk keperluan tertentu pada sistem. Pengolahan dengan komputer ini dikenal sebagai pengolahan refleksi bunyi [7].

Sebagai otak pengendali, digunakan Arduino Uno. Arduino adalah sebuah perangkat prototype elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Arduino dapat digunakan mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor, misal: cahaya, infrared, ultrasonic, jarak, tekanan, dan kelembapan, dan dapat mengendalikan peralatan sekitarnya seperti, lampu, berbagai jenis motor, dan akuator lainnya [1].

Pada penelitian ini akan dirancang prototipe robot pembawa barang otomatis berbasis Arduino Uno DIP dengan sensor ultrasonic. Perangkat ini nantinya dapat dimanfaatkan sebagai alat atau sarana untuk mempermudah membawa barang. Untuk menggerakkan prototipe robot pembawa barang, maka objek harus berada di depan prototipe robot. Kemudian sensor ultrasonic akan membaca pergerakan yang diberikan objek kemudian disalurkan kepada otak Arduino, dan selanjutnya akan disalurkan ke motor yang akan bergerak sesuai pergerakan yang dilakukan.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Arduino Uno DIP

Arduino Uno DIP adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328 yang memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk PWM), 6 analog *input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset [2]. Hal ini dibutuhkan untuk mensupport mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau baterai. Arduino Uno DIP berbeda dari semua *board* mikrokontroler diawal-awal yang tidak menggunakan *chip* khusus *driver* FTDI *USB-to-serial*. Sebagai penggantinya penerapan *USB-to-serial* adalah ATmega16U2 versi R2 (versi sebelumnya ATmega8U2). Versi Arduino Uno Rev.2 dilengkapi resistor ke 8U2 ke garis ground yang lebih mudah diberikan ke mode DFU [8].



Gambar 1. Arduino Uno DIP.

B. Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonic adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan

eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonic karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonic (bunyi ultrasonic) [6].

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonic siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonic. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2 cm-4 m dengan akurasi 3 mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda [6].



Gambar 2. Sensor Ultrasonic HC-SR04.

C. Sensor Infrared

Sensor Infrared (IR) adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah. Sensor infrared saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. *IR Detector Photomodules* merupakan sebuah chip detektor inframerah digital yang didalamnya terdapat fotodiode dan penguat (amplifier). Konfigurasi pin infrared (IR) receiver atau penerima infra merah tipe TSOP adalah *output* (Out), Vs (VCC +5 volt DC), dan Ground (GND) [11].

Sensor penerima inframerah TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*) memiliki fitur-fitur utama yaitu fotodiode dan penguat dalam satu chip, keluaran aktif rendah, konsumsi daya rendah, dan mendukung logika TTL dan CMOS. Sensor infrared jenis TSOP adalah penerima inframerah yang telah dilengkapi filter frekuensi 30-56 kHz, sehingga penerima langsung mengubah frekuensi tersebut menjadi logika 0 dan 1. Jika detektor inframerah (TSOP) menerima frekuensi carrier tersebut, maka pin keluarannya akan berlogika 0. Sebaliknya, jika tidak menerima frekuensi carrier tersebut, maka keluaran detektor inframerah (TSOP) akan berlogika 1 [11].



Gambar 3. Sensor Infrared.

D. Servo DC SG90

Servo Motor adalah perangkat listrik yang digunakan pada mesin-mesin industri pintar yang berfungsi untuk mendorong atau memutar objek dengan

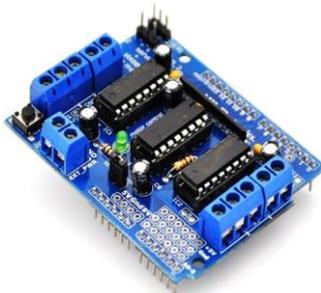
kontrol yang dengan presisi tinggi dalam hal posisi sudut, akselerasi dan kecepatan. Hal ini dimungkinkan dengan kombinasi motor biasa dan tambahan sensor dalam hal ini berupa encoder untuk umpan balik posisi. Kontroler dari servo motor yang lebih dikenal dengan nama servo drive adalah bagian yang paling penting dan canggih dari sebuah servo motor, karena dirancang untuk presisi tinggi tersebut [9].



Gambar 4. Servo DC SG90.

E. Motor Shield L293D

L293D merupakan driver motor yang bisa digunakan pada range tegangan dan arus yang tinggi dengan 4 channel driver. Pada intinya shield ini digunakan untuk mengontrol gerakan motor DC dengan power maksimal 36v dan dapat mensupply arus sebesar 600ma pada tiap channel, chip ini dikenal juga sebagai tipe H-Bridge [4].



Gambar 5. Motor Shield L293D.

F. Gear Motor



Gambar 6. Gear Motor.

Motor DC merupakan aktuator yang paling banyak digunakan dalam aplikasi robotik, dan telah dilengkapi dengan gear train yang mampu memberikan torque yang cukup besar. Dimana Daya yang dibutuhkan: DC

4.8 ~ 6.0V, Kecepatan operasi: 300 rpm/6.0V, Maksimal Torsi: 2.4 kgf.cm /6.0V, Ukuran: 40×20×36.6 mm, Berat: 38 gr, Gear: Ultra Resin type [4].

G. Kabel Jumper

Kabel *jumper* adalah komponen yang wajib ada saat belajar rangkaian elektronika dan komponen penghubung rangkaian Arduino dengan sensor-sensor yang diperlukan. Hal-hal yang kadi masalah pada kabel *jumper* antara lain jumlahnya tidak punya banyak atau kabel *jumper* gampang rusak karena saat beli kualitas tidak di perhitungkan. Kabel *jumper* memiliki 3 jenis kabel, yaitu *male to male*, *male to female*, *female to female* [3].



Gambar 7. Kabel Jumper.

H. Baterai

Baterai adalah salah satu alat penting untuk penyimpanan dan konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia reversibel. Reaksi elektrokimia reversibel di dalam baterai dapat berlangsung melalui proses perubahan kimia jadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik jadi tenaga kimia (proses pengisian). Baterai dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk menghidupkan benda yang bertenaga baterai seperti senter, jam dinding, senter, dan masih banyak lainnya [5].



Gambar 8. Baterai.

I. Aki

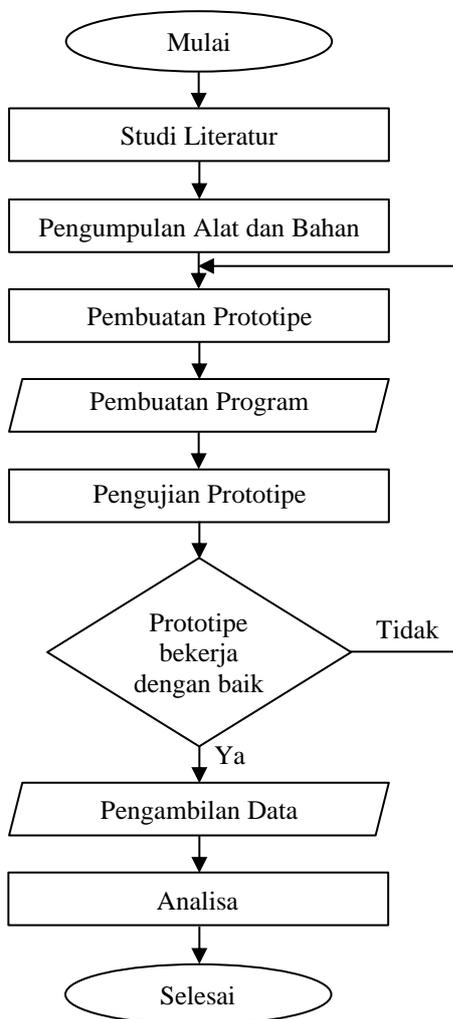
Aki berfungsi untuk menyimpan daya listrik yang nantinya dibutuhkan. Secara umum cara kerja aki adalah dengan menciptakan reaksi kimia supaya bisa menghasilkan aliran elektron. Aliran inilah yang bisa menyalakan beban listrik. Reaksi kimia yang diciptakan

membutuhkan komponen. Komponen aki kering maupun basah secara umum sama, yaitu: kotak aki, tutup aki, lubang ventilasi, pelat logam positif dan negatif, pelat separator, cell separator, cell connector, air aki/larutan elektrolit, terminal aki [10]



Gambar 9. Aki.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 10. Diagram alir penelitian.

1. Mulai adalah proses persiapan awal penelitian dan perancangan prototipe robot pembawa barang otomatis berbasis Arduino Uno DIP dengan sensor ultrasonic.
2. Studi literatur adalah proses pengumpulan data-data dan informasi yang berkaitan dengan penelitian melalui media buku, jurnal dan internet.

3. Pengumpulan alat dan bahan adalah proses mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, untuk mempermudah proses perancangan prototipe.
4. Pembuatan prototipe adalah proses pembuatan hardware, untuk membentuk rangkaian alat dengan bahan-bahan yang telah disiapkan sesuai dengan rancangan skema rangkaian prototipe.
5. Pembuatan program adalah proses pembuatan software, yang akan dimasukkan ke dalam hardware untuk memberikan perintah pada mikrokontroler untuk mengeksekusi sesuai perintah program.
6. Pengujian prototipe adalah proses pengujian hardware dan software, untuk mengetahui apakah alat telah bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan, baik dari hardware maupun software. Apabila alat bekerja dengan baik maka akan dilakukan pengambilan data, dan apabila alat tidak bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan maka akan dilakukan pengecekan kembali, baik dari hardware maupun software.
7. Pengambilan data adalah proses pengujian robot dengan pergerakan tanpa beban dan menggunakan beban. Robot dapat bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri dan ke kanan dengan beban maksimal yang diberikan kepada robot mencapai 3 kg.
8. Pengambilan data adalah proses pengujian prototipe dengan pergerakan tanpa beban dan menggunakan beban. Prototipe dapat bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri dan ke kanan dengan beban maksimal yang diberikan kepada prototipe mencapai 3 kg.
9. Analisa adalah proses analisa data dari hasil pengujian prototipe dengan pergerakan tanpa beban dan menggunakan beban.
10. Selesai adalah proses setelah pengujian dilakukan, apabila alat telah berfungsi sesuai dengan perancangan maka selanjutnya dilakukan penyelesaian akhir dengan pembentukan prototipe sesuai dengan perancangan.
- 11.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Alat dan Bahan

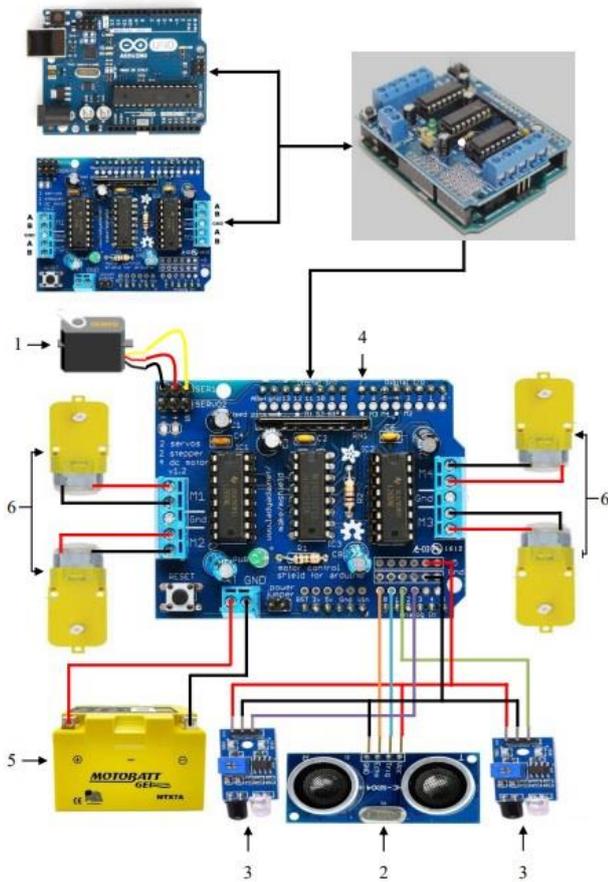


Gambar 11. Alat dan bahan.

Pengumpulan alat dan bahan merupakan proses mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, untuk mempermudah proses perancangan prototipe. Alat terdiri dari: obeng/tespen, gunting, solder, tang jepit runcing, laptop. Bahan terdiri dari: Arduino Uno DIP,

servo motor, sensor ultrasonic, sensor infrared, aki, kabel jumper, lem, soket baterai, charger 12 V, timah solder, kabel, motor relay, gear motor serta roda, papan.

B. Pembuatan Prototipe



Gambar 12. Skema rangkaian prototipe robot.

Keterangan Gambar 12:

1. Servo input pin pada servo 1
2. Pin VCC Sensor Ultrasonic connect pada pin 5 V arduino motor, pin GROUND sensor ultrasonic input pada Ground arduino motor, pin TRIG input pada pin no 2 A0-A5 arduino motor, Kemudian pin ECHO input pada pin no1 A0-A5 arduino motor
3. Sensor Infrared GROUND input pada pin GROUND no 5 pada arduino motor, pin VCC infrared input pada +5 V pada arduino motor bisa dikatakan jalur positif, kemudian pin OUT infrared input pada pin no 3 A0-A5 sebagai sensor belok kanan dan pin no 4 sebagai sensor belok kiri.
4. Arduino Uno DIP dan Motor Shield pengolah data dan sebagai keluaran tegangan kepada motor DC input positif pada pin positif arduino motor dan input negative pada pin negative arduino motor.
5. Aki 12 V sebagai catu daya/sumber listrik
6. Gear Motor sebagai penggerak roda robot dengan torsi 0,8 kg dengan tegangan input 3-6 V. input positif pada M1, M2, M3, M4, input negatif pada Ground.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan prototipe robot pembawa barang otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno DIP dengan sensor ultrasonic, sebagai berikut:

1. Mengumpulkan alat dan komponen bahan yang akan digunakan dalam pembuatan prototipe robot.
2. Merancang dan menempelkan Arduino pada papan atau badan prototipe robot yang sudah disiapkan.
3. Merancang prototipe dengan menempelkan gear motor pada papan menggunakan lem yang telah tersedia.
4. Memasang roda pada gear motor
5. Menempelkan servo pada papan atau badan prototipe robot yang sudah disiapkan
6. Pemasangan dan pengeleman sensor ultrasonic pada servo
7. Penyolderan untuk input Pin karena perlu dipasangkan soket agar dapat disatukan dengan kabel jumper dari sensor ke motor.
8. Pemasangan kabel jumper dari sensor ke motor
9. Bentuk prototipe yang telah terpasang seluruh komponennya dan siap diisi program.



Gambar 13. Prototipe robot.

C. Pembuatan Program

Program merupakan software yang akan digunakan pada prototipe robot pembawa barang otomatis berbasis Arduino Uno DIP dengan sensor ultrasonic. Setelah merancang program, selanjutnya mengisi program atau *source code* yang akan digunakan pada Arduino melalui laptop.



Gambar 14. Mengisi program Arduino.

1. Konfigurasi tampilan awal setting pada pc, pada include library code, disini arduino akan memasukan format program pada memory dengan membaca setiap soket yang terhubung di setiap sensor seperti

bagai sensor agar dapat berbelok ke kanan maka hubungkan *output* pada pin analog in 2 kemudian ground dipasangkan pada ground pin 5 kemudian vcc pada *output* 5 V pin 5. Kemudian pasang sensor infrared bagian kiri dimana *output* infrared dipasangkan pada pin 4 analog kemudian ground dipasangkan pada ground pin 6 dan vcc pada pin 6 *output*. Setelah semua rangkaian disatukan maka prototipe robot pembawa barang otomatis siap dioperasikan.

Rangkaian prototipe robot akan bekerja apabila mendapati objek yang terjangkau oleh sensor ultrasonic dengan jarak yang telah ditentukan kemudian disalurkan kepada Arduino DIP sehingga signal menjadi keluaran *output*. Pengujian prototipe robot pembawa barang otomatis, sebagai berikut:

1. Servo akan memindai sekitar apakah ada objek terdeteksi atau tidak
2. Sensor ultrasonic akan membaca keberadaan suatu objek yang diletakkan di depan prototipe maka sensor akan membaca pergerakan objek tersebut, namun bila tidak ada objek atau benda yang dapat di reson maka prototipe tidak akan bergerak.
3. Apabila objek terdeteksi atau berhasil terbaca maka sensor ultrasonic mendapat signal masukan kemudian dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Uno DIP.
4. Arduino menghantarkan signal ke pada motor shield.
5. Motor shield yang telah mendapat keluaran berupa perintah dari Arduino Uno DIP akan bertindak sebagai otak untuk menggerakkan gear motor secara otomatis.
6. Prototipe ini dapat diaplikasikan apabila bahan dan kelengkapan diperbesar atau ditambah dengan sensor pendeteksi lainnya sehingga dapat memuat beban berat sesuai yang diinginkan.

E. Pengambilan Data

1. Data Pengujian Kecepatan Motor

Proses pengujian *time tracking* dengan menggunakan objek tangan terdiri dari: kontrol maju, kontrol belok kanan, kontrol belok kiri, dan kontrol mundur.

Setelah dilakukan pengujian *time tracking* kontrol maju, maka diperoleh hasil pengujian *time tracking* kontrol maju yang dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN TIME TRACKING KONTROL MAJU

Jarak Objek (cm)	TIME TRACKING (MS)	Error
20	18,50	-
30	19,80	-
40	20,30	-
50	23,03	-
60	00,00	Error

Selanjutnya dilakukan pengujian *time tracking* kontrol belok kanan, maka diperoleh hasil pengujian

time tracking kontrol belok kanan yang dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN TIME TRACKING KONTROL BELOK KANAN

Jarak Objek (cm)	SUDUT BELOK KANAN (°)	Time Tracking (ms)	Error
5	180	19	-
10	180	0	Error

Selanjutnya dilakukan pengujian *time tracking* kontrol belok kiri, maka diperoleh hasil pengujian *time tracking* kontrol belok kiri yang dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN TIME TRACKING KONTROL BELOK KIRI

Jarak Objek (cm)	SUDUT BELOK KIRI (°)	Time Tracking (ms)	Error
5	180	18	-
10	180	0	Error

Selanjutnya dilakukan pengujian *time tracking* kontrol belok mundur, maka diperoleh hasil pengujian *time tracking* kontrol mundur yang dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN TIME TRACKING KONTROL MUNDUR

Jarak Objek (cm)	TIME TRACKING (MS)	Error
20,5	20,40	-
20	20,30	-
15	20,20	-
11	19,30	-
0-10	00,00	Error

2. Data Pengujian Sensor Ultrasonic

Pengujian sensor ultrasonic dilakukan untuk menguji *time tracking* kontrol maju, prototipe robot pembawa barang dengan *input* sensor ultrasonic, menggunakan objek tangan, tas, topi, plastik, baju, dan buku, pada jarak 50 cm. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN TIME TRACKING KONTROL BELOK KIRI

Objek	JARAK (CM)	Time Tracking (ms)	Error
Tangan	50	23,03	-
Tas	50	22,07	-
Topi	50	25,04	-
Plastik	50	25,03	-
Baju	50	25,03	-
Buku	50	23,10	-

3. Data Pengujian Dengan Beban

Pengujian kecepatan maju prototipe robot pembawa barang dengan *input* sensor ultrasonic menggunakan beban berupa botol berisi air dengan berat 1,0 kg-3,5 kg, dengan objek tangan pada jarak 50 cm. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel VI.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN KECEPATAN PROTOTIPE DENGAN BEBAN

Jarak (cm)	BEBAN BOTOL BERISI AIR (KG)	Kecepatan (cm/ms)	Error
50	Tanpa beban	20,03	-
50	1,0	18,03	-
50	1,5	16,07	-
50	2,0	12,02	-
50	2,5	9,07	-
50	3,0	5,07	-
50	3,5	0,00	error

F. Analisa

1. Analisa pengujian kecepatan motor

Setelah dilakukan pengujian *time tracking* kontrol maju, maka diperoleh hasil pengujian yaitu:

- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 20 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 18,50 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 30 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 19,80 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 40 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 20,30 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 23,03 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 60 cm, sensor ultrasonic tidak merespon atau error, dan prototipe tidak bergerak maju.

Dari hasil pengujian *time tracking* kontrol maju dengan objek tangan pada jarak 20 cm-50 cm, maka diperoleh rata-rata jarak objek per *time tracking* kontrol maju adalah 1,72 cm/ms.

Setelah dilakukan pengujian *time tracking* kontrol belok kanan, maka diperoleh hasil pengujian yaitu:

- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 5 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 19 ms, kemudian prototipe akan belok kanan dengan sudut 180°.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 10 cm, sensor ultrasonic tidak merespon atau error, dan prototipe tidak belok kanan.

Dari hasil pengujian *time tracking* kontrol belok kanan dengan objek tangan pada jarak 5 cm, maka diperoleh rata-rata sudut per *time tracking* kontrol belok kanan adalah 9,47°/ms.

Setelah dilakukan pengujian *time tracking* kontrol belok kiri, maka diperoleh hasil pengujian yaitu:

- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 5 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 18 ms, kemudian prototipe akan belok kiri dengan sudut 180°.

- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 10 cm, sensor ultrasonic tidak merespon atau error, dan prototipe tidak belok kiri.

Dari hasil pengujian *time tracking* kontrol belok kiri dengan objek tangan pada jarak 5 cm, maka diperoleh rata-rata sudut per *time tracking* kontrol belok kiri adalah 10°/ms.

Setelah dilakukan pengujian *time tracking* kontrol mundur, maka diperoleh hasil pengujian yaitu:

- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 20,5 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 20,40 ms, kemudian prototipe akan bergerak mundur.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 20 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 20,30 ms, kemudian prototipe akan bergerak mundur.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 15 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 20,20 ms, kemudian prototipe akan bergerak mundur.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 11 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 19,30 ms, kemudian prototipe akan bergerak mundur.
- Untuk pengujian objek tangan pada jarak 0-10 cm, sensor ultrasonic tidak merespon atau error, dan prototipe tidak bergerak mundur.

Dari hasil pengujian *time tracking* kontrol mundur dengan objek tangan pada jarak 11 cm-20,5 cm, maka diperoleh rata-rata jarak objek per *time tracking* kontrol mundur adalah 0,83 cm/ms.

2. Analisa pengujian sensor ultrasonic

Setelah dilakukan pengujian sensor ultrasonic, maka diperoleh hasil pengujian yaitu:

- Untuk pengujian tanpa beban dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 23,03 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju menuju objek tangan.
- Untuk pengujian tanpa beban dengan objek tas pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 22,07 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju menuju objek tas.
- Untuk pengujian tanpa beban dengan objek topi pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 25,04 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju menuju objek topi.
- Untuk pengujian tanpa beban dengan objek plastik pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 25,03 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju menuju objek plastik.
- Untuk pengujian tanpa beban dengan objek baju pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking*

selama 25,03 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju menuju objek baju.

- f. Untuk pengujian tanpa beban dengan objek buku pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik dan membutuhkan *time tracking* selama 23,10 ms, kemudian prototipe akan bergerak maju menuju objek buku.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa respon sensor ultrasonic terhadap objek tangan, tas, topi, plastik, baju, dan buku, mempunyai tingkat error yang sama, namun respon berbeda yang disebabkan permukaan objek yang terdeteksi tidak sama.

3. Analisa pengujian dengan beban

Setelah dilakukan pengujian kecepatan maju prototipe robot, maka diperoleh hasil pengujian yaitu:

- a. Untuk pengujian tanpa beban, dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe bergerak maju tanpa kendala dengan kecepatan 20,03 cm/ms menuju objek.
- b. Untuk pengujian dengan beban botol berisi air seberat 1 kg, dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe bergerak maju tanpa kendala dan masih stabil, dan mengalami penurunan kecepatan menjadi 18,03 cm/ms menuju objek.
- c. Untuk pengujian dengan beban botol berisi air seberat 1,5 kg, dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe bergerak maju tanpa kendala dan masih stabil, dan mengalami penurunan kecepatan menjadi 16,07 cm/ms menuju objek.
- d. Untuk pengujian dengan beban botol berisi air seberat 2,0 kg, dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe bergerak maju tanpa kendala dan masih stabil, dan mengalami penurunan kecepatan menjadi 12,02 cm/ms menuju objek.
- e. Untuk pengujian dengan beban botol berisi air seberat 2,5 kg, dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe bergerak maju tanpa kendala dan mulai tidak stabil, dan mengalami penurunan kecepatan menjadi 9,07 cm/ms menuju objek.
- f. Untuk pengujian dengan beban botol berisi air seberat 3,0 kg, dengan objek tangan pada jarak 50 cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe bergerak maju tanpa kendala dan mulai tidak stabil, dan mengalami penurunan kecepatan menjadi 5,07 cm/ms menuju objek.
- g. Untuk pengujian dengan beban botol berisi air seberat 3,5 kg, dengan objek tangan pada jarak 50

cm, sensor ultrasonic merespon dengan baik. Setelah proses *tracking*, prototipe tidak bergerak maju menuju objek atau error.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa sensor ultrasonic merespon dengan baik pada saat diberi beban 1,0 kg, 1,5 kg, 2,0 kg, 2,5 kg, 3,0 kg, 3,5 kg. Namun pada uji coba dengan beban 3,5 kg, prototipe tidak bergerak maju atau error. Sehingga dapat diketahui bahwa beban maksimal prototipe robot pembawa barang adalah 3 kg.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, kinerja prototipe robot pembawa barang otomatis berbasis Arduino Uno DIP dengan sensor ultrasonic sesuai dengan perancangan. Dimana untuk kontrol maju, sensor ultrasonic masih merespon dengan baik terhadap objek tangan, tas, topi, plastik, baju, dan buku, pada jarak 50 cm. Kemudian untuk kontrol belok kanan dan belok kiri, sensor ultrasonic merespon dengan baik terhadap objek pada jarak 5 cm, dan untuk kontrol mundur, sensor ultrasonic masih merespon dengan baik terhadap objek pada jarak 11 cm-20,5 cm. Selanjutnya sensor ultrasonic masih merespon dengan baik dalam membaca objek tangan pada jarak 50 cm, saat diberi beban dengan berat 1,0 kg-3,0 kg, dimana prototipe masih bergerak maju walaupun mulai tidak stabil dan mengalami penurunan kecepatan. Pada saat diberi beban 3,5 kg, prototipe tidak bergerak maju atau error. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beban maksimal prototipe robot pembawa barang adalah 3 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Putra, A. Azis, dan I. K. Febrianti. (September 2021). Rancang Bangun Alat Cuci Tangan Pintar Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Arduino. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. [Online]. 15(3), hal. 224-238. Tersedia: <https://doi.org/10.23960/elc.v15n3.2177>
- [2] A. Leo, A. Aziz, dan Emidiana. (Juni 2021). Perancangan Sistem Kunci Pintu Otomatis Menggunakan RFID Arduino Uno. *Jurnal Ampere*. [Online]. 6(1), hal. 43-48. Tersedia: DOI: <http://dx.doi.org/10.31851/ampere.v6i1.5242>
- [3] A. Razor. (2020). Kabel Jumper Arduino: Pengertian, Fungsi, Jenis, dan Harga. *Arduino*. [Online]. Tersedia: <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>
- [4] Elektronika Dasar. (Oktober 2020). Driver Motor DC L293D. *Komponen*. [Online]. Tersedia: <https://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-l293d/>
- [5] Elkimkor. (Januari 2013). *Baterai dan Jenisnya*. [Online]. Tersedia: <https://elkimkor.com/2013/01/04/baterai-dan-jenisnya/>
- [6] H. Santoso. (Juni 2016). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*. [Online]. Tersedia: www.elangsakti.com
- [7] Ilamsyah, H. I. Setyawan, dan A. Syahfitri. (Agustus 2017). Robot Pencari Benda Menggunakan Perintah

- Suara Berbasis Arduino Uno. *Journal CERITA*. [Online]. 3(2), hal. 206-216. Tersedia: DOI: <https://doi.org/10.33050/cerita.v3i2.658>
- [8] M. F. Wicaksono, dan Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Cetakan pertama, Bandung: Informatika, 2017.
- [9] Schneider Electric. (Mei 2019). Apa itu Servo Motor dan Kegunaannya ?. *Servo Motor*. [Online]. Tersedia: <https://www.se.com/id/id/faqs/FA374507/>
- [10] Suzuki Indonesia. (2021). *Yuk Mengenal Komponen Aki Kering dan Basah* [Online]. Tersedia: <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/yuk-mengenal-komponen-aki-kering-dan-basah?pages=all>
- [11] Yogabayu. (Januari 2021). Arduino #12: Tutorial Menggunakan Sensor Infrared. *Machine Learning*. [Online]. Tersedia: <https://dosenit.com/machine-learning/arduino-12-tutorial-menggunakan-sensor-infrared>