

Rancang Bangun Troli Pengikut Objek Otomatis

Murti Amangesti¹⁾, Della Puspita²⁾, Sulaeman³⁾, Muh. Chaerur Rijal⁴⁾

¹ Teknik Elektro/D3 Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang
murti5306@gmail.com

² Teknik Elektro/D3 Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang
dellagnt07@gmail.com

³ Teknik Elektro/D3 Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang
sulaeman@poliupg.ac.id

⁴ Teknik Elektro/D3 Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Ujung Pandang
ibe.chaerur@gmail.com

Abstrak

Troli merupakan sebuah keranjang dorong yang dapat membantu proses pemindahan barang. Biasanya troli ini digunakan dengan cara didorong. Beberapa orang merasa kesulitan berbelanja sambil mendorong troli dikarenakan pergerakan tangan yang terbatas. Karena itu dibutuhkan troli yang dapat bergerak secara otomatis mengikuti objek sehingga pelanggan bebas bergerak. Untuk membuat troli otomatis, dibutuhkan sebuah modul raspberry pi sebagai pengendali, motor DC, *driver* motor dan motor servo sebagai penggerak, serta sebuah kamera sebagai indra untuk mendeteksi objek disekitarnya. Kamera bekerja dengan cara *distant measure* yaitu mengukur jarak objek yang ditangkap oleh *frame* kamera, dimana dilakukan pengolahan citra dengan mendeteksi warna HSV (*Hue Saturation Value*) menggunakan *openCV* (*Open Source Computer Vision Library*) pada objek. Hasil akhir dari perancangan troli pengikut objek otomatis ini yaitu troli dapat bergerak maju pada jarak $22 \text{ cm} \leq \text{objek} \leq 30 \text{ cm}$, bergerak mundur pada jarak $< 18 \text{ cm}$ dan berhenti pada jarak 18 cm sampai dengan 21 cm atau jarak objek $> 30 \text{ cm}$. Kemudian, bergerak ke kanan saat objek berada di sebelah kanan dan bergerak ke kiri saat objek berada di sebelah kiri.

Keywords: Troli, OpenCV, Raspberry Pi..

I. PENDAHULUAN

Troli merupakan sebuah keranjang belanja dengan roda yang biasa digunakan untuk membawa barang. Troli sangat mudah dijumpai terutama saat berbelanja di supermarket. Cara menggunakannya pun sangat mudah, yaitu dengan cara didorong menggunakan tangan sedangkan barang belanjaan diletakkan pada keranjang troli. Namun beberapa orang kesulitan dalam menggunakan troli karena pergerakan tangan mereka yang terbatas, sehingga pelanggan kurang bebas dalam melakukan aktivitas lainnya. Di era modern ini, orang-orang sangat membutuhkan sebuah teknologi yang dapat membantu setiap aktivitas manusia termasuk menggerakkan troli saat berbelanja.

Dari permasalahan di atas, muncul sebuah ide untuk membuat troli pengikut otomatis yang dapat mendeteksi objek dan mengikuti pergerakan objek tersebut, sehingga pelanggan swalayan tidak perlu lagi mendorong troli tersebut. Penulis merancang troli otomatis menggunakan kamera sebagai indra penglihatan yang terintegrasi dengan sistem agar troli dapat melihat objek atau suasana sekitarnya. Kamera merupakan perangkat keras yang berfungsi menangkap gambar dan mengubahnya ke dalam bentuk citra digital yang dapat dibaca dan diproses oleh komputer. Citra digital ini merupakan sinyal masukan yang akan diproses pada komputer sehingga dapat menghasilkan informasi yang berguna untuk keperluan tertentu pada sistem. Pengolahan citra dengan komputer ini dikenal sebagai pengolahan citra digital.

II. KAJIAN LITERATUR

Pembuatan alat yang bertema troli otomatis sudah pernah dilakukan oleh beberapa orang sebelumnya seperti Tugas Akhir yang berjudul "Prototipe Troli Pengikut Otomatis Menggunakan Pengolahan Citra Kamera Pixy CMUcam 5 Berbasis Arduino". Sistem prototipe ini menggunakan sensor kamera pixy CMUcam 5 sebagai pendeteksi objek dengan warna *orange*. Robot bergerak mengikuti objek secara *real time* dengan teknik *color tracking*. Arduino Uno sebagai kendali seluruh sistem dan sensor ultrasonik SRF05 berada di depan dan belakang sebagai penjaga jarak prototipe troli. Hasil pengujian menunjukkan prototipe troli melakukan pergerakan terhadap objek berdasarkan ruang pandang titik koordinat x 0-320 yang dibagi 4 bagian. Titik koordinat x 0-80 robot berputar ke kiri, titik koordinat x 80-160 robot berbelok ke kiri, titik koordinat tengah robot maju, titik koordinat 160-240 robot berbelok ke kanan, dan titik koordinat 240-320 robot berputar ke kanan. Robot bergerak mundur saat objek di depan robot memasuki jarak kurang 15 cm dan robot bergerak maju saat halangan di belakang robot kurang dari 15 cm terhadap sensor ultrasonik [1].

Penelitian lainnya dengan tema troli otomatis juga dibuat dengan judul "Perancangan Prototipe Robot Pembawa Barang Otomatis Berbasis Arduino Uno DIP dengan Sensor Ultrasonik". Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang merupakan troli pengikut, penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses membawa barang dengan menggunakan troli, maka troli dapat dikombinasikan dengan teknologi robot. Agar robot troli

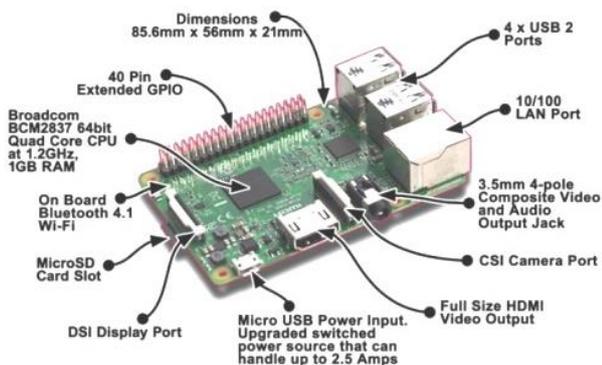
dapat mendeteksi objek disekitarnya dibutuhkan sebuah sensor yaitu sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik merupakan perangkat yang berfungsi mendeteksi gerak suatu objek dan mengubahnya ke dalam bentuk refleksi bunyi yang dapat dibaca dan diproses oleh komputer. Refleksi bunyi ini merupakan sinyal masukan yang akan diproses pada komputer sehingga 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. Untuk kontrol belok kanan dan belok kiri, sensor ultrasonik merespon dengan baik terhadap objek pada jarak 5 cm. 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 [2].

A. Trolly

Trolley merupakan alat bantu yang berfungsi untuk memindahkan material dari satu tempat ke tempat yang lain dalam kegiatan operasional. Trolley memiliki rangka yang terbuat dari bahan yang kuat seperti besi dan memiliki kemampuan daya tahan dalam mengangkut beban. Kegunaan trolley dalam pemindahan material tidak akan digantikan dengan alat berat lain karena trolley memiliki fitur khusus yang difungsikan untuk memudahkan pemindahan barang dengan skala kecil dan menengah. Selain itu, ada banyak barang yang memerlukan penanganan khusus sehingga harus menggunakan trolley [3].

B. Raspberry Pi

Raspberry Pi versi 3 ini adalah sebuah jenis *single board* untuk Komputer. Pada dasarnya Raspberry Pi ini berfungsi seperti sebuah komputer namun mempunyai ukuran yang lebih kecil sehingga disebut dengan *Single Board Computer* [4].



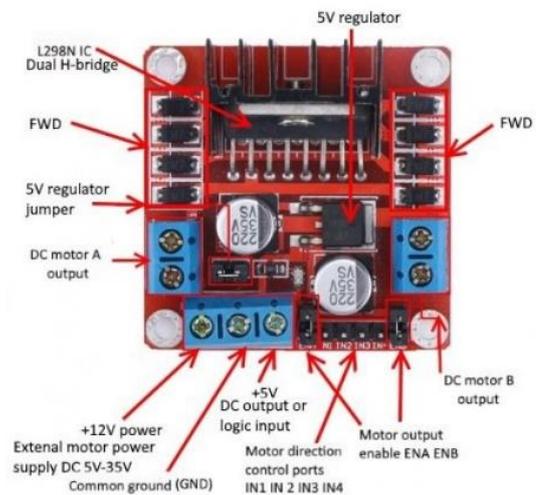
Gambar 1. Raspberry Pi Versi 3 Model B

C. Webcam (Kamera Web)

Webcam atau kamera web merupakan perangkat yang berupa kamera digital yang dihubungkan ke komputer atau laptop. Layaknya kamera pada umumnya, sebuah webcam dapat mengirimkan gambar-gambar secara *live* dari manapun ke seluruh penjuru dunia dengan bantuan internet. Ada banyak jenis *webcam* yang dijual di pasaran. Beberapa di antaranya dapat dihubungkan ke komputer dengan menggunakan *USB port*, namun ada juga yang berjenis *wireless* [5].

D. Driver Motor L298N

Driver motor L298N adalah sebuah modul yang sering digunakan untuk mengendalikan motor arus searah. Dengan menggunakan *Driver* motor L298N kita bisa dengan mudah mengendalikan baik itu kecepatan maupun arah rotasi 2 motor sekaligus. *Driver* motor L298N dirancang menggunakan IC L298 *Dual H-Bridge Motor Driver* berisikan gerbang-gerbang logika yang sudah sangat populer dalam dunia elektronika sebagai pengendali motor [6].



Gambar 2. Driver Motor L298N

E. Motor Servo

Motor servo adalah motor listrik yang dirancang untuk menggunakan sistem umpan balik loop tertutup. Sistem pada servo mempengaruhi input dan menghasilkan umpan balik yang mengontrol perangkat. Dalam hal ini, tujuannya adalah untuk mengontrol kecepatan dan posisi sudut putaran motor. Servo motor tidak hanya dapat menentukan posisi sudut, tetapi juga mempertahankan posisi bantalan beban sesuai dengan spesifikasi. Motor jenis ini juga memiliki torsi yang lebih tinggi. Keuntungan dari motor servo ini adalah digunakan di banyak lengan robot industri dan posisi setiap sudut ditentukan dan diulang secara terprogram sehingga dapat beroperasi terus menerus [7].

F. Motor Arus Searah

Motor arus searah merupakan perangkat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan. Motor arus searah memiliki dua terminal atau kabel, yaitu *power* dan *ground*. Motor ini memerlukan tegangan searah agar dapat bergerak. Biasanya digunakan pada perangkat elektronik yang menggunakan sumber

listrik arus searah seperti kipas pendingin komputer dan mobil *remote control*. Motor arus searah menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasa dikenal dengan istilah RPM (*revolutions per minute*) dan dapat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam sehingga tergantung polaritas listrik yang diberikan [8].

Gambar 3 berikut merupakan tampilan dari motor arus searah.



Gambar 3. Motor Arus Searah (*Direct Current Motor*)

G. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah sebuah *library open source* yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan program terkait citra digital. Di dalam *OpenCV* sudah mempunyai banyak fitur, antara lain: pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, Kalman *filtering*, dan berbagai jenis metode AI (*Artificial Intelligence*) serta menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait *Computer Vision* untuk *low level API*. *OpenCV* merupakan *open source computer vision library* untuk bahasa pemrograman C/C++ dan telah dikembangkan ke *python*, *java*, *matlab*.

III. METODE PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan troli pengikut objek otomatis melalui beberapa tahapan yaitu penulis terlebih dahulu melakukan studi literatur, kemudian mencari program-program pendukung dalam penelitian ini. Kemudian melakukan pembuatan *hardware* serta mengadakan pengujian sistem.

Pada perancangan dan pembuatan troli ini, dibutuhkan beberapa alat dan bahan meliputi:

1) Perangkat Keras

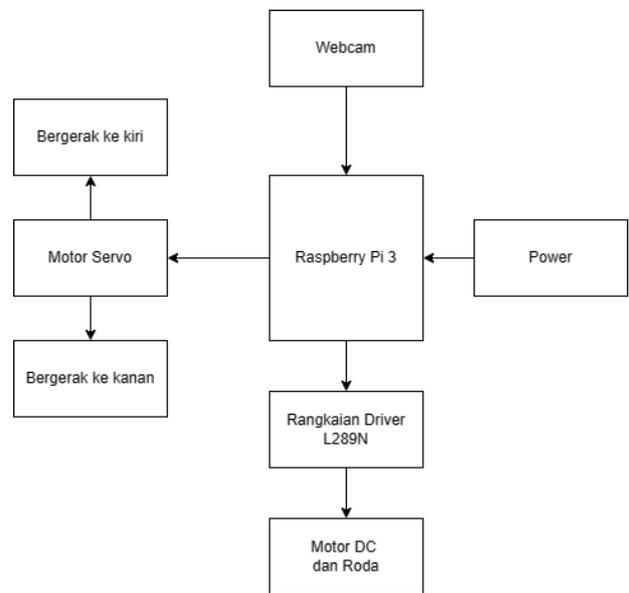
Perangkat keras yang dibutuhkan yaitu Rangka troli, Raspberry Pi versi 3 Model B, *webcam*, motor servo, motor arus searah, roda, *driver* motor L289N, dan adaptor.

2) Perangkat Lunak

Perangkat lunak *Virtual Network Computing (VNC viewer)* untuk menghubungkan Raspberry Pi versi 3 dengan laptop atau *smartphone* sekaligus menjadi sistem *monitoring* untuk troli.

A. Pembuatan Benda Uji

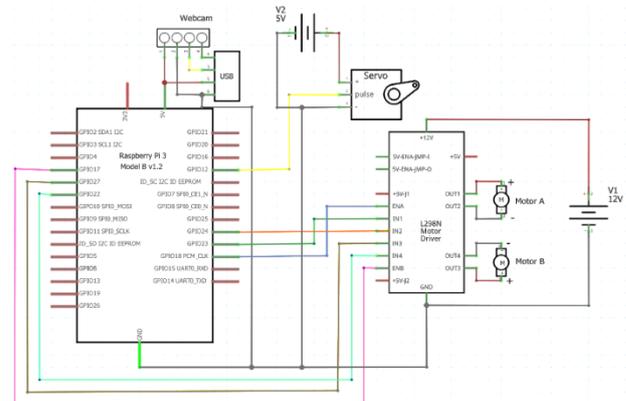
Sistem yang akan dirancang harus mengacu pada diagram blok yang telah dibuat. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Blok Diagram

Objek akan dideteksi dan langsung terhubung ke Raspberry Pi versi 3. Raspberry Pi versi 3 akan memproses perintah untuk menggerakkan motor servo ke kanan dan ke kiri serta mengirim perintah ke *driver* motor untuk menjalankan motor DC agar bergerak maju dan mundur.

Rangkaian pada perancangan troli pengikut objek otomatis dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

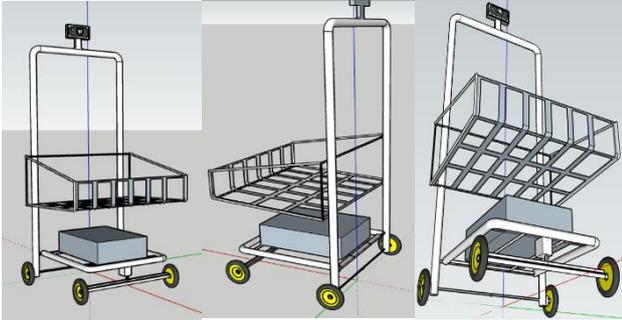


Gambar 5. Rangkaian Skematik

Rancang bangun troli pengikut objek otomatis menggunakan *webcam* sebagai indra untuk mendeteksi objek dan sekitarnya. Untuk mengirim data ke Raspberry Pi versi 3 maka kabel USB *webcam* dihubungkan ke *port* USB Raspberry Pi versi 3. Pin PWM (*Pulse Width Modulation*) motor servo dihubungkan dengan pin 32 (GPIO 12) pada Raspberry Pi versi 3. Pin ground motor servo dihubungkan dengan pin ground pada Raspberry Pi versi 3 dan adaptor 5 Volt, dan Vcc motor servo dihubungkan pada Vcc adaptor 5 Volt. Untuk *driver* L289N, pin *Enable A* dihubungkan dengan pin 12 (GPIO 18) pada Raspberry Pi versi 3. Terminal IN 1 dihubungkan dengan pin 16 (GPIO 23) di Raspberry Pi versi 3, terminal IN 2 dihubungkan dengan pin 18 (GPIO 24) di Raspberry Pi versi 3, terminal IN 3 dihubungkan dengan pin 13 (GPIO 27) di raspberry pi versi 3, terminal IN 4

dihubungkan dengan pin 15 (GPIO 22) di Raspberry Pi versi 3, pin *Enable B* dihubungkan dengan pin 11 (GPIO 17) di Raspberry Pi versi 3, kemudian terminal out 1 dan out 2 *driver* L289N dihubungkan dengan motor A, terminal out 3 dan out 4 dihubungkan dengan motor B. Pin Vcc 12 Volt *driver* L298N dihubungkan dengan vcc adaptor 12 Volt, kemudian pin ground *driver* dihubungkan dengan pin ground Raspberry Pi versi 3 dan adaptor 12 Volt.

Desain sistem troli pengikut objek otomatis dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

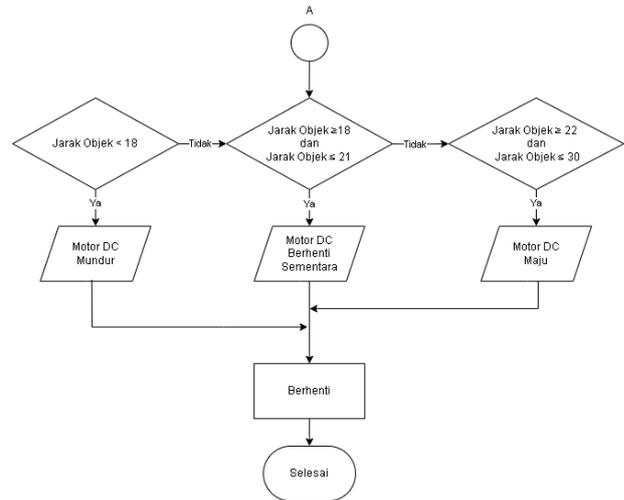
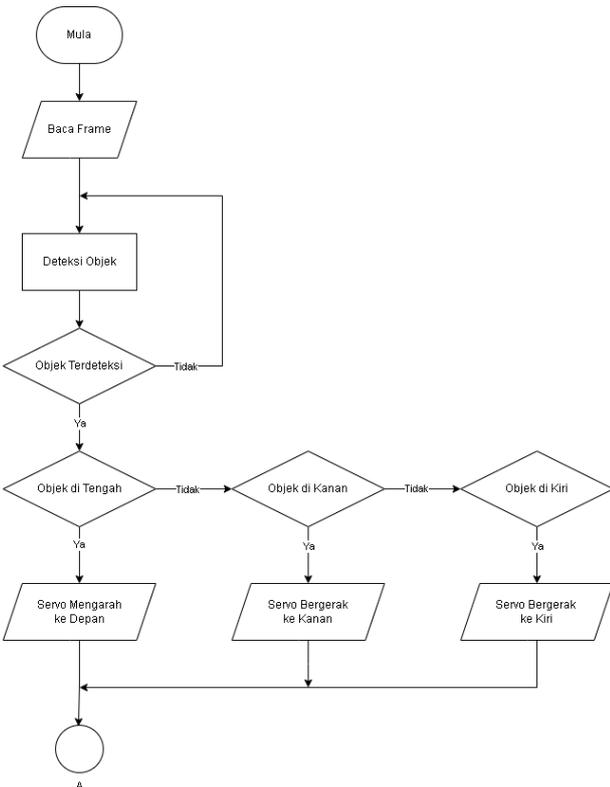


Gambar 6. Desain Troli

Webcam diletakkan pada pegangan troli, motor servo pada roda bagian depan dan motor arus searah diletakkan pada roda bagian belakang. Sedangkan untuk komponen seperti Raspberry Pi versi 3 dan *driver* L289N dimasukkan ke dalam sebuah kotak dan diletakkan pada bagian bawah troli.

B. Teknik Analisis Data

Troli otomatis dirancang berdasarkan diagram blok sistem dan *flowchart* yang telah disusun oleh penulis. Gambar 7 berikut merupakan *flowchart* dari troli otomatis.



Gambar 7. Flowchart Troli Otomatis

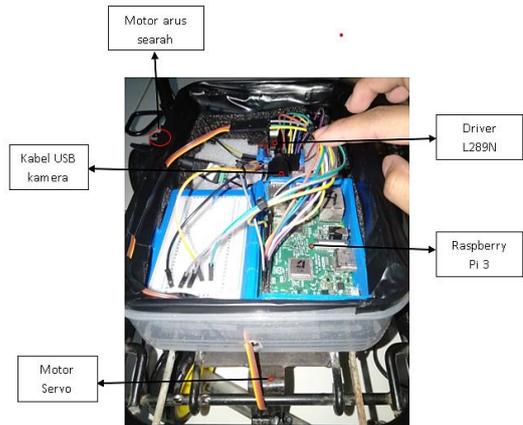
Berdasarkan *flowchart* di atas, *webcam* akan membaca *frame* kemudian mendeteksi jarak dan letak objek (warna biru) yang telah ditentukan. Jika *webcam* mendeteksi objek di kanan maka troli akan bergerak ke kanan, jika *webcam* mendeteksi objek di kiri maka troli akan bergerak ke kiri, jika *webcam* mendeteksi objek di tengah maka troli akan mengarah ke depan dan jika *webcam* tidak mendeteksi objek maka troli akan berhenti. Untuk deteksi jarak objek yaitu jika jarak objek < 18 cm maka troli akan mundur, jika jarak objek antara 18 cm - 21 cm maka troli akan berhenti sementara, jika jarak objek ≥ 22 cm dan jarak objek ≤ 30 cm maka troli akan bergerak maju. Objek akan berhenti apabila jarak objek > 30 cm.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

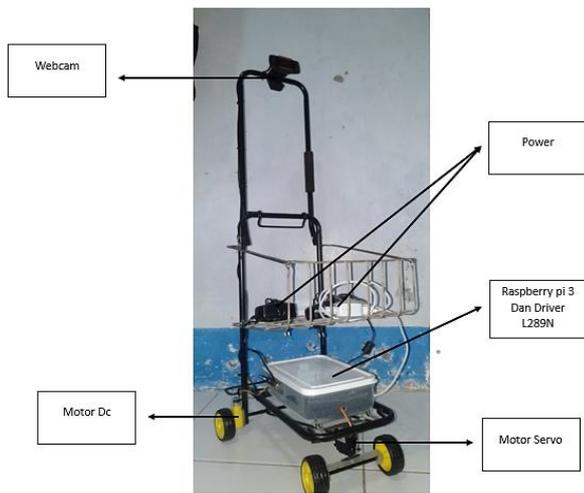
Setelah melalui beberapa tahapan yaitu perancangan, maka selanjutnya dilakukan pembuatan dan pengujian alat sebagai berikut.

A. Pembuatan Alat

Hasil perancangan dari Sistem Troli pengikut objek otomatis terbagi atas dua bagian yaitu sistem elektronik dan sistem mekanik. Hasil perancangan sistem elektronik ditunjukkan pada Gambar 8, sedangkan hasil perancangan sistem mekanik ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Hasil Perancangan Sistem Elektronik



Gambar 9. Hasil Perancangan Sistem Mekanik

B. Pengujian Alat

1) Pengujian Troli untuk Pergerakan Maju dan Mundur.

Dalam pengujian ini, program dibuat untuk menggerakkan troli maju ketika jarak objek < 18 cm, berhenti sebentar ketika jarak objek antara 18 cm - 21 cm, troli bergerak mundur ketika jarak objek antara 22 cm - 30 cm serta berhenti total jika jarak objek > 30 cm.

Tabel 1. Pengujian Troli untuk Pergerakan Maju dan Mundur

Jarak objek dengan webcam	Hasil yang diharapkan	Hasil kenyataan
< 18 cm	Troli bergerak mundur	Troli bergerak mundur
22 cm - 30 cm	Troli bergerak maju	Troli bergerak maju
18 cm - 21 cm atau > 30 cm	Troli berhenti	Troli berhenti

2) Pengujian Troli untuk Pergerakan ke Kanan dan ke Kiri

Dalam pengujian ini, program dibuat agar troli dapat bergerak ke kanan jika objek berada di kanan dan ke kiri jika objek berada di kiri.

Tabel 2. Pengujian Troli untuk Pergerakan ke Kanan dan ke Kiri

Letak objek	Hasil yang diharapkan	Hasil kenyataan
Di kanan	Troli bergerak ke kanan	 Troli bergerak ke kanan
Di kiri	Troli bergerak ke kiri	 Troli bergerak ke kiri

Di tengah	Troli bergerak mengarah ke depan (bergerak lurus)	 Troli bergerak mengarah ke depan (bergerak lurus)
-----------	---	--

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian alat yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Troli menggunakan indra penglihatan berupa webcam untuk mendeteksi objek dan sekitarnya serta sebagai sensor jarak. Menggunakan Modul Raspberry Pi versi 3 sebagai kontrolernya. Kemudian aktuator yang digunakan adalah motor arus searah dan motor servo. Motor arus searah dirancang untuk melakukan pergerakan maju dan mundur pada troli sedangkan motor servo dirancang untuk melakukan pergerakan kanan dan kiri pada troli.
- 2) Troli bekerja dengan cara mendeteksi jarak dan letak warna biru pada objek menggunakan webcam dimana hasil deteksi tersebut akan diolah pada Raspberry Pi versi 3. Kemudian Raspberry Pi versi 3 akan mengirim perintah ke driver L298N untuk menggerakkan motor arus searah. Jika jarak $22\text{ cm} \leq \text{objek} \leq 30\text{ cm}$ maka troli akan bergerak maju, jika jarak objek < 18 cm maka troli akan bergerak mundur, dan jika jarak objek antara 18 cm - 21 cm dan > 30 cm maka troli akan berhenti. Di saat yang sama, Raspberry Pi 3 juga akan mengirim perintah ke motor servo untuk menggerakkan troli ke kanan dan ke kirin berdasarkan letak objek, dimana troli akan bergerak ke kanan jika objek berada di sebelah kanan, bergerak ke kiri jika objek berada di sebelah kiri, dan bergerak lurus (menghadap ke depan) jika objek berada di tengah.

REFERENSI

- [1] R. Singgih Pradipta, "Prototipe Troli Pengikut Otomatis Menggunakan Pengolahan Citra Kamera Pixy Cmucam 5 Berbasis Arduino Pengolahan Citra Kamera Pixyc Mucam 5 Berbasis Arduino," p. 20, 2016.
- [2] A. Azis, E. Emidiana, and F. Azukruf, "Perancangan Prototipe Robot Pembawa Barang Otomatis Berbasis Arduino Uno DIP dengan Sensor Ultrasonic," *Elektrika*, vol. 15, no. 1, p. 29, 2023, doi: 10.26623/elektrika.v15i1.5924.
- [3] F. N. Rachmawan, I. Sujana, and Y. E. Prawatya, "Perancangan Automatic Trolley Berbasis Controller Brushless DC menggunakan Metode Model Kano dan Quality Function Deployment (QFD) di PT. Dayak Lestari Ekaniaga," *Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 10–18, 2023.

- [4] M. Riadi, "Raspberry Pi (Definisi, Fungsi, Jenis, Spesifikasi dan Pemrograman)," *Kajian Pustaka*, 2020.
<https://www.kajianpustaka.com/2020/12/Raspberry-Pi.html#:~:text=Raspberry Pi 3 ini adalah,disebut dengan Single Board Computer> (accessed May 15, 2023).
- [5] H. Riyadi, "Pengertian Webcam Beserta Fungsi dan Cara Kerja Webcam," *Nesabamedia*, 2022.
<https://www.nesabamedia.com/pengertian-webcam-dan-fungsi-webcam/> (accessed May 24, 2023).
- [6] M. H. Al Khairi, "Tutorial Lengkap Menggunakan Driver L298N dengan Arduino," *Mahir Elektro*, 2023.
<https://www.mahirelektro.com/2020/02/tutorial-menggunakan-driver-motor-l298n-pada-Arduino.html> (accessed Jul. 15, 2023).
- [7] K. Y. Maulana, "Apa Itu Servo ? Pengertian dan Jenisnya," *Anak Teknik*, 2022.
<https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/apa-itu-servo-pengertian-dan-jenisnya> (accessed Jun. 09, 2023).
- [8] E. A. Prasetyo, "Pengertian dan Prinsip Kerja Motor DC," *Arduino Indonesia*, 2022.
<https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-dc.html> (accessed Jun. 26, 2023).