

# Robot Troli Pengikut Pelanggan Otomatis Berbasis Image Processing

## *Automatic Trolley Robot Customer Follower Based on Image Processing*

**Canis Andre Nussy, Rodi Hartono**

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipati Ukur No. 112-116, Lebakgede, Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, kode pos 40132, Indonesia

Email: [caniizn@gmail.com](mailto:caniizn@gmail.com)

**Abstrak** - Penelitian ini memaparkan informasi tentang robot troli otomatis pengikut pelanggan berbasis *image processing* dan mikrokontroler. Pada umumnya ketika kita belanja di supermarket biasanya disediakan keranjang dan troli unrtuk membawa barang belanjaan. Biasanya pelanggan diharuskan untuk mendorong troli atau membawa keranjang sendiri, sehingga pelanggan masih merasa repot jika harus memilih barang belanjaan sambil mendorong troli bawaannya. Dari permasalahan tersebut muncul gagasan untuk mengintegrasikan antara troli konvensional dengan teknologi otomatisasi. Tujuan penulis membuat penelitian tentang robot troli ini untuk mempermudah dan mempernyaman pelanggan supermarket dalam belanja dan membawa barang belanjaannya, dimana troli dibuat mampu mengikuti gerak penggunaannya tanpa perlu mendorongnya sehingga pelanggan tinggal memilih barang yang di beli dan pelanggan bisa berjalan di depan troli belanjaannya. Adapun perangkat tambahan yang diperlukan untuk menggerakkan troli secara otomatis antara lain yaitu kamera, mikrokontroler, motor DC, motor servo, driver motor, dan baterai yang dipasang pada troli. *Image processing* menggunakan kamera pada sistem yang dibuat bekerja dengan cara mendeteksi warna objek yang sudah di tentukan untuk mengetahui jarak objek dengan troli. Metode yang digunakan untuk memproses *image processing* adalah algoritma *hue-based color filtering*. Sehingga pada penggunaannya troli mampu bergerak otomatis mengikuti pelanggan. Hasil akhir dari perancangan troli pengikut otomatis ini yaitu tingkat keberhasilan 80% dengan jarak maksimum antara objek dan troli adalah 5.65m.

**Kata kunci:** kamera, image processing, mikrokontroler, motor DC

**Abstract** - *This research presents information about automatic trolley robot customer followers of image processing and microcontrollers. Generally, when we shopping at supermarkets usually provided baskets and trolleys to carry their groceries. Usually customers are required to drive the trolley or bring their own basket, so customers still feel troubled if they have to choose groceries while pushing the luggage cart. Of these problems came the idea of integrating between conventional trolleys and automation technology. The aim of the author making research about this robot trolley to make it easier and more convenient for supermarket customers to shop and carry their groceries. Where trolleys are made capable of following the movements of users without the need to push them so that customers just have to buy items that are purchased and customers can walk in front of their shopping trolleys. The additional devices needed to drive the trolley automatically include camera, microcontroller, DC motor, servo motor, motorbike driver, and battery installed on the trolley. Image processing uses a camera on the system that is made to work by detecting the color of the object that has been determined to determine the distance of the object with the trolley. The method used to process image processing is a hue-based color filtering algorithm hue-based color filtering. So that the use of trolleys can move automatically to follow customers. The end result of this automatic follower trolley design is an 80% success rate with the maximum distance between objects and trolleys is 5.65m.*

**Keyword :** camera, image processing, microcontroller, DC motor.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dewasa ini gaya hidup manusia telah berubah dan sudah menjadi sangat repot. Waktu adalah uang. Karena orang – orang tidak memiliki banyak waktu yang dihabiskan untuk berbelanja yang merupakan sesuatu yang tidak dapat dihindarkan. Oleh sebab itu mereka lebih memilih berbelanja dipusat perbelanjaan dimana mereka dapat mendapatkan semua produk ditempat yang sama [1].

Pada zaman dulu orang – orang memiliki daftar barang yang ditulis di selembar kertas ketika mereka pergi berbelanja barang grosir. Namun, kemajuan teknologi telah merubah bagaimana orang – orang berbelanja selama satu dekade terakhir. Sebagai tambahan, munculnya *smartphone* telah merubah pengalaman berbelanja ritel secara drastis. Para penjual terus menerus bekerja untuk meningkatkan pengalaman berbelanja untuk memastikan mereka para pelanggan puas terhadap pengalaman berbelanja secara keseluruhan [2].

Skenario berbelanja saat ini terbagi menjadi 2 yaitu berbelanja sendiri dan berbelanja dengan “ketidakhadiran”. Jika keduanya dibandingkan berbelanja sendiri memberi banyak keuntungan, karena pelanggan akan mendapatkan keakuratan kualitas dan kuantitas produk ketika pelanggan hadir secara fisik dan bahkan memilih produk berdasarkan pilihan yang sangat banyak seperti kebutuhan, kenyamanan, merek, potongan harga, dan penawaran lain – lain. Sedangkan berbelanja dengan “ketidakhadiran” pelanggan mau tidak mau harus percaya terhadap produsen yang dimana dia secara fisik “tidak ada” [3]. Troli belanja tradisional yang teradapat pada pasar belanja bukan apa – apa tapi hanya sebuah troli dengan kerangka besi dengan ban yang bergerak. Hingga saat ini belum ada perusahaan yang bergerak dibidang elektronik yang membantu pelanggan dan meningkatkan pengalaman belanja mereka [4].

Berbelanja merupakan kegiatan penting dalam kehidupan sehari – hari kita yang melibatkan banyak aktivitas yang saling berhubungan. Kegiatan ini termasuk memeriksa inventaris dapur saat ini, membuat daftar belanja berdasarkan menu makanan yang direncanakan, pergi ke tempat belanja, dan membuat kesempatan dan pembelian impulsif sebagai respon terhadap sebuah toko [5]. Sistem *barcode* sudah bukan menjadi jalan terbaik untuk mengoperasikan sebuah bisnis. Pelanggan sudah lelah untuk menunggu lama, pergerakan

antrian yang pelan di sebuah toko, terutama pada saat liburan [6].

Studi menunjukkan bahwa banyak fenomena dari vegetasi fenologi dan dianalisa dengan citra digital. Indeks perbedaan vegetasi dapat di ekstrak menjadi wilayah geografis yang berbeda dari citra digital. Untuk perbedaan ekosistem dan kondisi pencahayaan, indeks variasi di performanya dalam mengkarakterisasi kejadian fenologi [7].

Bagian yang sangat mengejutkan dari pasar dunia *Central Processing Unit* (CPU) masih mengarah ke kelas bawah, dari rak CPU 8-bit [8]. Mereka mengkombinasikan beberapa modul serbaguna menjadi sebuah chip misalnya sebuah unit prosessor, program dan data memory, *clock generation* dan perangkat tambahan, dan karena itu sering disebut sistem komputasi mandiri.

*Logarithmic Image Processing* (LIP) merupakan sebuah teori matematis yang menyediakan operasi baru untuk pengolahan citra. Menurut model LIP, sebuah citra dianggap sebagai yang terbentuk oleh cahaya yang lewat melalui filter cahaya. Fungsi penyerapan dari filter cahaya disebut *the gray tone function*. Skala abu – abu sebuah citra merupakan jumlah cahaya yang melewati filter cahaya [9].

Aspek dari *image processing* melibatkan kompresi dan pengkodean dari informasi visual. Dengan berkembangnya permintaan dari banyaknya aplikasi pencitraan, persyaratan penyimpanan dari data gambar digital tumbuh dengan sangat pesat. Kepadatan data representasi gambar dan penyimpanannya dan transmisi melalui komunikasi *bandwidth* merupakan perkembangan yang krusial dan aktif saat ini. Menariknya, data gambar pada umumnya mengandung sejumlah besar informasi yang berlebihan representasi aslinya. Metode yang digunakan untuk memproses *image processing* adalah algoritma *hue-based color filtering* dimana kamera digunakan sebagai medianya.

*Microcontroller* adalah sebuah pusat dari banyak aplikasi industri dan konsumen yang sensitif terhadap daya, masing – masing memiliki persyaratan yang berbeda dalam hal opsi *powering* dan komponen pasif yang dapat mereka tampung. Dengan demikian, efisiensi daya *microcontroller* yang dapat mendukung berbagai skenario operasi potensial dengan *overhead* kostumisasi minimal berada dalam permintaan yang semakin meningkat. Kerana pengatur daya internal dalam mikrokontroler biasanya menentukan bagaimana mikrokontroler dapat diaktifkan dan sebagian besar komponen pasif diperlukan, mereka mewakili

komponen yang sangat penting untuk desain mikrokontroler [10].

Teknologi robotik telah meningkat secara perlahan dalam beberapa tahun terakhir. Semacam inovasi yang di impikan untuk beberapa orang dalam beberapa tahun kebelakang. Namun dalam perkembangan dunia yang sangat cepat, saat ini diperlukan sebuah robot seperti “Robot pembantu manusia” yang dapat berinteraksi dan hidup bersama dengan manusia [11] [12].

Dari permasalahan di atas muncul sebuah ide untuk membuat troli otomatis dimana troli tersebut mengikuti gerakan penggunanya, dengan tujuan mempermudah dan menyenangkan pelanggan dalam berbelanja. Penulis merancang sebuah sistem yang berbasis kamera dan mikrokontroler yang mampu merancang perangkat yang digabungkan pada troli, sehingga troli yang tanpa tenaga manusia dimana prinsip kerjanya otomatis mengikuti pelanggan.

## B. State Of Art

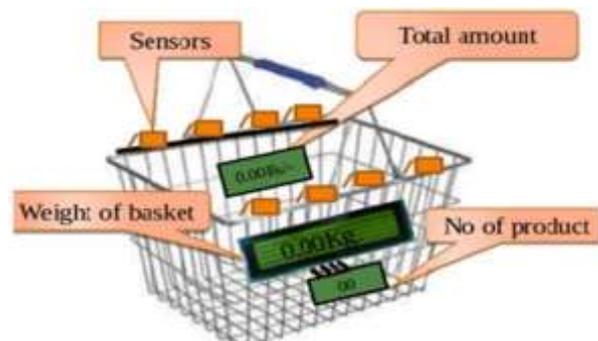
Alat ini pernah dibuat sebelumnya. Untuk komponen yang digunakan pada alat tersebut adalah mikrokontroler arduino mega, sensor ultrasonic, (*Light Emitting Diode*) LED, (*liquid chrystal display*) LCD, baterai, motor DC, (*Radio Frequency Identification*) RFID, modul GSM dan modul bluetooth. Prinsip kerjanya dengan memasukkan barang – barang ke troli tersebut, kemudian barang tersebut di pindai dengan RFID. Fungsi dari RFID yaitu untuk memindai barang – barang belanjaan yang memiliki label RFID, barang – barang yang dipindai memiliki informasi berupa harga barang, potongan harga dan lain – lain, informasi tersebut akan ditampilkan di LCD yang terdapat pada troli belanja. Untuk modul GSM sendiri digunakan untuk memberitahu harga barang yang di beli pelanggan. Namun penggunanya masih harus mendorong trolinya [2].

Yang kedua ada yang membuat dengan menggunakan modul Accelerometer, RFID, LCD ukuran 16 x 4 cm, modul GSM. Prinsip kerja perangkat ini pelanggan terlebih dahulu di beri kartu yang sudah memiliki RFID reader, pelanggan harus menempelkannya pada pemindai yang terpasang pada trolinya. Setelah itu troli sudah mulai bisa digunakan. Pelanggan bisa langsung membeli barang yang akan dibeli. Barang yang masuk ke troli sudah bisa langsung dibaca harganya dan harga barangnya akan langsung ditampilkan di LCD. Untuk harganya pun bisa di cek di smartphone berupa pesan singkat atau (*short message service*) SMS. Masih sama seperti pembuat sebelumnya, troli tersebut pun masih

harus di dorong oleh penggunanya [4]. Bentuk perangkat secara keseluruhan ditunjukkan seperti pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



**Gambar 1.** Troli dengan RFID



**Gambar 2.** Penempatan komponennya

Yang ketiga pembuatan alat tersebut menggunakan sensor ultrasonic, sensor infrared, modul bluetooth, motor DC, driver motor, mikrokontroler arduino dan baterai. Prinsip kerjanya dengan menyambung dengan smartphone. Akurasi ketepatannya hanya sampai jarak 4 meter sehingga rawan terjadinya kesalahan. Robot tersebut belum otomatis karena masih harus dikontrol oleh penggunanya dengan smartphone – nya [11].

Penulis merancang perangkat ini dengan menggunakan kamera dengan image processing sebagai pendeteksi penggunanya, jarak yang maksimum yang mampu di deteksi kamera adalah 565 cm. Pendeteksiannya dengan cara membaca warna pakaian penggunanya. Pembacaanya di awal dengan menginput terlebih dahulu warna pakaian penggunanya. Setelah itu troli tersebut bisa langsung digunakan oleh penggunanya. Penggunanya tinggal berjalan mencari barang yang akan di beli tanpa perlu mendorong troli dari belakang. Robot troli tersebutpun mengikuti penggunanya dari belakang, untuk jarak pengguna dengan trolinya sejauh 20 cm. Maksimal barang belanjaan yang di tampung troli seberat 50 kg. kecepatan laju troli menyesuaikan dengan kecepatan penggunanya. Tenaganya menggunakan batrai yang kapasitasnya besar dan bisa di isi ulang atau di *charger*.

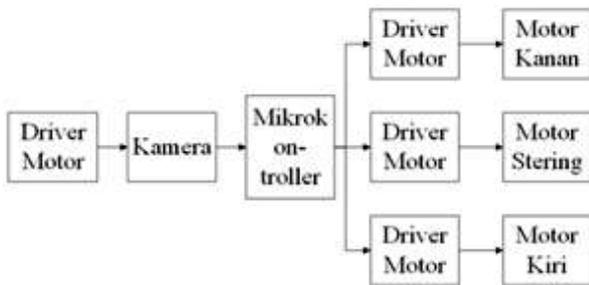
**C. Tujuan**

Tujuan dari penggunaan perangkat tersebut adalah untuk membantu memudahkan pelanggan dalam proses berbelanja di supermarket atau di pasar modern lainnya. Maka dari gambaran di atas penulis merancang suatu sistem yang dapat digunakan pada troli sehingga troli bisa bergerak secara otomatis mengikuti pelanggan dan mempermudah pelanggan pada saat berbelanja.

Batasan masalah agar pengerjaan tugas ini lebih terstruktur, maka penulis menetapkan beberapa batasan pembahasan mengenai tahap pembuatan sistem troli otomatis, batasan masalahnya meliputi bagian-bagian. Pertama satu troli hanya bisa digunakan satu menggunakan.

**II. METODE**

Pada bab ini penulis akan menjelaskan mengenai perancangan sistem yang dibuat beserta alasan pemilihan komponennya. Adapun yang meliputi perancangan sistem yang dibuat memiliki 3 bagian utama yaitu: diagram sistem, pemilihan komponen, perancangan *hardware*, dan hasil perancangan alat. Blok diagram dari sistem tersebut ditunjukkan seperti pada **Gambar 3**.

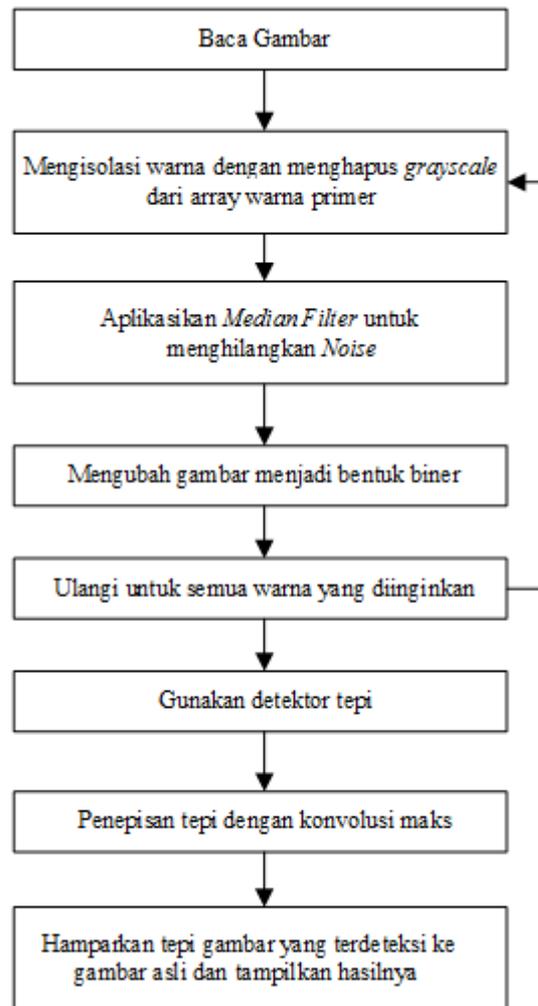


**Gambar 3.** Blok Diagram Sistem

Berdasarkan gambar blok diagram di atas, maka didapat penjelasan seperti berikut.

1. Kamera  
Kamera berfungsi sebagai sensor untuk membaca gambar atau warna yang akan diproses oleh mikrokontroler.
2. Mikrokontroler  
Berfungsi sebagai pusat pengolahan data seluruh sistem.
3. Driver Motor  
Driver motor berfungsi sebagai peningkat arus dan juga sebagai pengatur kecepatan PWM.
4. Motor DC  
Motor DC berfungsi untuk menggerakkan troli belanjaan.
5. Motor Wiper  
Motor wiper berfungsi sebagai stering untuk membelokan kiri dan kanan pada troli.

Keseluruhan sistem troli pengikut pelanggan algoritma pengolahan citra menjelaskan tentang algoritma yang digunakan oleh *software* pixymon dalam mendeteksi warna yang akan dijadikan objek, yaitu menggunakan algoritma *hue-based color filtering*. Berikut di bawah ini alur algoritma yang digunakan oleh pixymon tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4**.

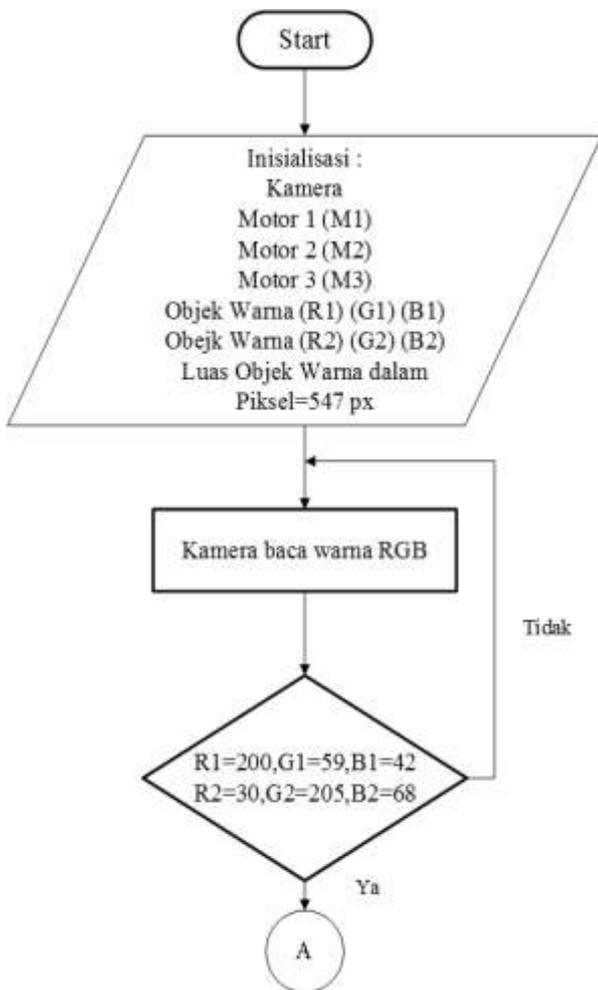


**Gambar 4.** Algoritma Pengolahan Citra

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan bagaimana sistem kerja alat yang dibuat. Sistem yang dibuat terdiri dari proses pergerakan maju, belok kiri, belok kanan, mundur. *Flowchart* sistem yang dirancang adalah seperti pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.

Pada algoritma tersebut, pertama – tama perangkat dimulai dengan menginisialisasi beberapa modul berupa kamera, motor, warna objek, dan luas objek yang telah diambil oleh kamera. Lalu memproses pergerakan motor meliputi maju, mundur dan berhenti. Setelah menentukan pergerakan motor berupa maju, mundur, dan berhenti, giliran kamera yang

menentukan pergerakan belok kiri, kanan, dan lurus. Pergerakan tersebut ditentukan dari nilai pixel yang diperoleh dari hasil pembacaan data dari kamera.

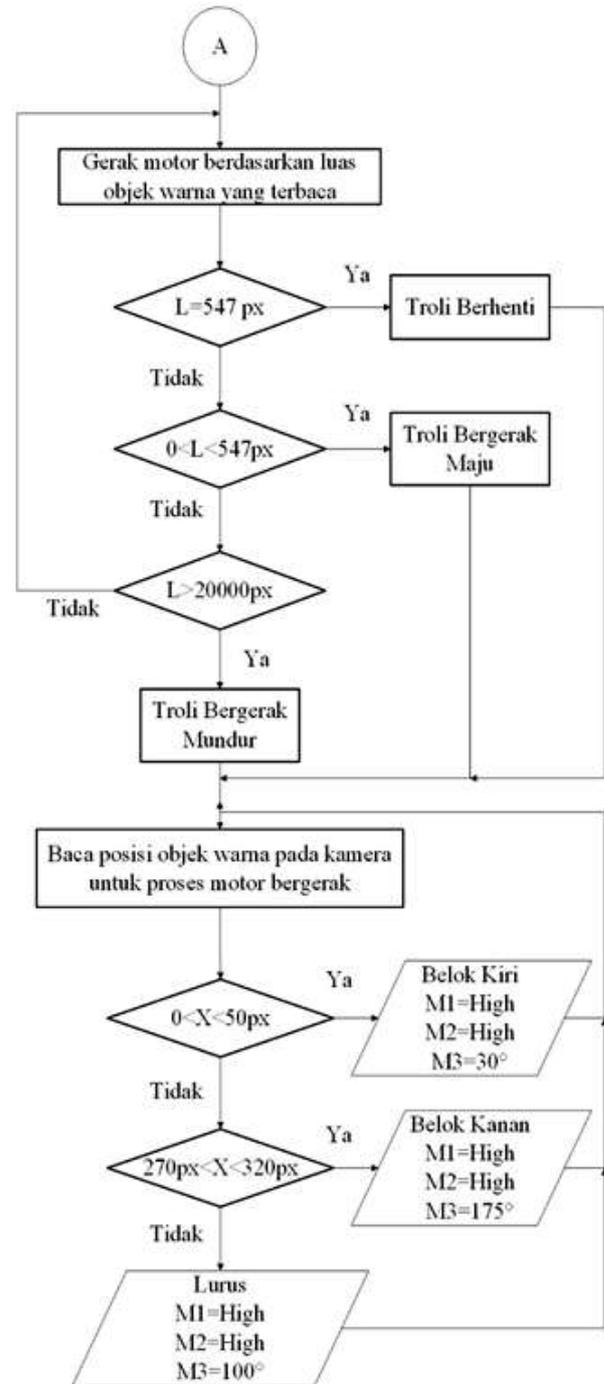


Gambar 5. Flowchart Keseluruhan Sistem Troli Pengikut Pelanggan Bagian I

Arduino adalah papan elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama berupa sebuah chip mikrokontroler. Pada sistem yang akan dibuat penulis menggunakan arduino sebagai mikokontroler.

Adapun alasan menggunakan arduino karena banyak digunakan sehingga mudah untuk mencari referensi nya. Jenis arduino yang digunakan pada sistem ini yaitu arduino Mega seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

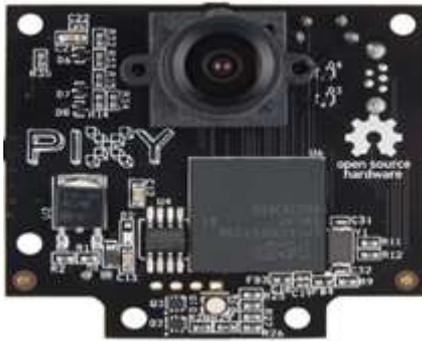
Pada sistem yang akan di buat ini, menggunakan kamera CmuCam 5 karena kamera ini memiliki prosesor yang sudah tertanam dalam kamera tersebut. Selain itu juga kamera ini mampu untuk mendeteksi gambar dan warna dengan baik. Bentuk modulnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. Flowchart Keseluruhan Sistem Troli Pengikut Pelanggan Bagian II



Gambar 7. Arduino MEGA 2560



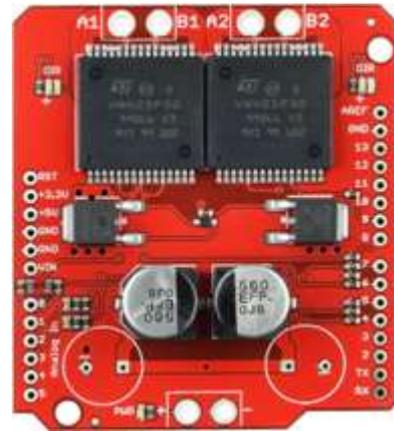
Gambar 8. Pixy CmuCam 5

Kamera ini juga mempunyai pilihan komunikasi data yang berbeda-beda misalnya: UART *serial*, SPI, I2C, USB, *digital*, *analog*. Kamera ini memiliki kecepatan baca 50 fps ketika membaca ratusan benda pada saat yang bersamaan. Pixy CmuCam 5 memiliki aplikasi bawaan yang disebut PixyMon sehingga mempermudah penggunaannya.

*Driver* motor yang dipilih untuk membuat sistem ini yaitu menggunakan *driver* motor *monster full-bridge* VNH2SP30. *Driver* ini di pilih karena mampu berkerja dengan arus yang besar hingga 30A. Motor DC memiliki prinsip konversi energi listrik DC menjadi energi gerak. Jika arah arus pada kabel dibalik, arah rotasi motor pun akan membalik. Ketika medan magnet dan medan listrik berinteraksi, mereka menghasilkan gaya gerak, dan berdasarkan prinsip kerja motor DC, motor DC biasa bekerja ketika konduktor pembawa arus yang ditempatkan di medan magnet mengalami torsi dan memiliki kecenderungan untuk bergerak. Jenis motor DC ini sering ditemui pada benda yang hanya memerlukan gerak tanpa harus dikendalikan kecepatan pergerakannya. Bentuk *driver* motor seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 9**.

Motor DC wiper digunakan untuk penggunaan *steering* (sistem kemudi) yang berfungsi agar motor dapat belok kiri dan belok kanan berdasarkan nilai sudut dari motor servo. Catu daya merupakan sumber input daya pada suatu sistem. Pemilihan catu daya sangat berpengaruh pada kinerja baik itu jumlah komponen yang digunakan maupun lama pemakaian sistem yang akan dibuat.

Pada rancangan sistem ini penulis menggunakan 2 catu daya yaitu baterai dan aki kering. Baterai yang digunakan adalah baterai tipe 18560 yang biasa digunakan sebagai baterai laptop. Baterai dengan jenis seperti ini memiliki tegangan *output* sekitar 3.7 V dengan tegangan maksimal sebesar 4.2 V dengan kapasitas arus yang bervariasi. Baterai yang digunakan ini memiliki kapasitas Arus sebesar 2250 mAh.



Gambar 9. Driver Motor

Aki yang di gunakan memiliki tegangan output sekitar 12 V dengan keluaran maksimal sebesar 13.6 V dengan kapasitas arus 4A. Modul step-up digunakan untuk meningkatkan berbagai voltase input hingga maksimum yaitu 24V. Output arus maksimalnya hingga 4A. Untuk tampilan modul step-up yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Modul Step-up

Motor Listrik DC atau DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti *vibrator*, ponsel, kipas DC dan bor listrik DC. Bentuk motor DC dan motor DC Wiper dapat dilihat seperti pada **Gambar 11** dan **Gambar 12**.



Gambar 11. Motor DC



Gambar 12. Motor DC Wiper

Untuk kamera suplai tegangan didapat dari arduino karena VCC dan ground kamera terhubung pada arduino. Setelah itu kamera akan mendeteksi objek berupa warna yang dikirim ke arduino untuk diproses menjadi pergerakan pada ketiga motor. Jika objek warna berada pada jarak  $<15\text{cm}$  maka troli akan bergerak mundur, jika objek warna berjarak  $>15\text{cm}$  troli akan bergerak maju, dan jika objek warna berjarak  $= 15\text{cm}$  maka troli akan berhenti. Saat keadaan troli bergerak maju dan objek bergerak ke kiri maka troli akan mengikuti objek ke kiri, begitu pula jika objek bergerak ke kanan troli akan bergerak belok mengikuti objek. Berdasarkan hal tersebut, berikut merupakan tampilan sistem secara keseluruhan yang ditunjukkan pada **Gambar 13**.

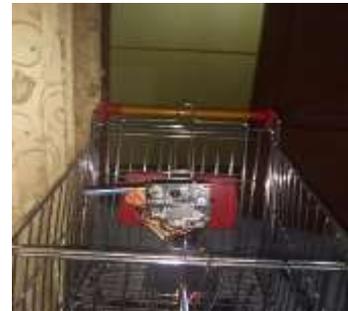
**Gambar 13** menampilkan catu daya, motor, dan rangkain utama pada sistem yang keseluruhannya berfungsi sebagai penggerak motor maju, mundur, belok kanan dan kiri. Dan pada **Gambar 14** menampilkan posisi kamera pada bagian depan troli yang berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi warna objek serta jarak antara troli dan objek di depannya.

**Gambar 14** ini menampilkan tampilan alat tampak depan yang telah di buat, dimana seluruh komponen yang telah di pilih sudah terpasang pada

troli. Pada **Gambar 15**, menampilkan tampilan alat secara keseluruhan dengan beberapa sistem yang sudah tertanam pada troli belanja tersebut.



Gambar 13. Hasil Komponen Yang Dirangkai



Gambar 14. Penempatan Kamera Pada Bagian Depan Troli



Gambar 15. Tampilan Alat Keseluruhan

### III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian kamera menggunakan kabel USB yang dihubungkan ke laptop dan di dalamnya sudah terinstal *software* PixyMon. *Software* PixyMon adalah *software* yang telah disediakan oleh kamera Pixy CmuCam 5 yang berfungsi untuk mengkalibrasi cahaya yang ada di sekitar kamera dan menentukan warna yang akan dijadikan objek sehingga kamera bisa untuk mengikuti objek tersebut. Jarak objek terhadap kamera menentukan seberapa cepat waktu kamera melakukan pembacaan objek dan waktu tempuh troli untuk mencapai objek. Dibawah ini merupakan data tabel

hasil uji coba yang dilakukan pada objek warna dengan luas 196cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada **Tabel I**.

Data dibawah diperoleh dari uji coba kamera pendeteksi dimana penulis mengambil 15 data. Kamera hanya mampu mendeteksi objek maksimal sejauh 565 cm. Diatas 565 cm kamera tidak mampu mendeteksi objek.

**Tabel I.** Pengujian kamera

| Jarak Kamera Terhadap Objek | Pembacaan Kamera Terhadap Objek |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 15 cm                       | Terdeteksi                      |
| 65 cm                       | Terdeteksi                      |
| 115 cm                      | Terdeteksi                      |
| 165 cm                      | Terdeteksi                      |
| 215 cm                      | Terdeteksi                      |
| 265 cm                      | Terdeteksi                      |
| 315 cm                      | Terdeteksi                      |
| 365 cm                      | Terdeteksi                      |
| 415 cm                      | Terdeteksi                      |
| 465 cm                      | Terdeteksi                      |
| 515 cm                      | Terdeteksi                      |
| 565 cm                      | Terdeteksi                      |
| 615 cm                      | Tidak Terdeteksi                |
| 665 cm                      | Tidak Terdeteksi                |
| 715 cm                      | Tidak Terdeteksi                |

Pada pengujian baterai aki dipasang beban berupa 2 buah driver motor yang digunakan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan 3 buah motor yang terpasang pada troli. Berikut di bawah ini perhitungan lama pemakaian baterai aki.

Rumus dasar:

$$P = V \times I \tag{1}$$

$$V = P/I \tag{2}$$

$$I = P/V \tag{3}$$

dimana,

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

$$\text{Daya 2 Driver motor} = 12 \text{ Volt} \times 14 \text{ Ampere} = 336 \text{ Watt} \tag{4}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 12 \text{ volt} \times 4 \text{ Ah} = 48 \text{ Vah}/48 \text{ Watt per jam} \tag{5}$$

Perhitungan berapa lama aki dapat mem-backup beban :

I = Kuat Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

Jadi :

- Beban maksimal 336 Watt.

- Baterai yang digunakan 12 V/4 Ah.

Maka didapat :

$$I = 336 \text{ W}/12 \text{ V} = 28 \text{ Ampere}$$

$$\text{Waktu pemakaian} = 4 \text{ Ah}/28 \text{ A}$$

$$= 0,142 \text{ jam- dieffisiensi Baterai } 20 \% \tag{6}$$

$$= 0,142 \text{ jam} - 0,0284 \text{ jam} \tag{7}$$

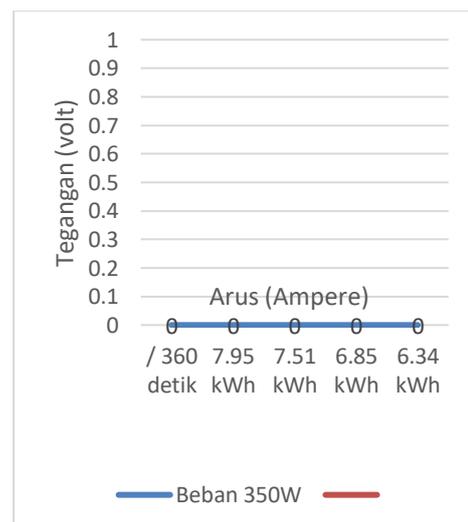
$$= 0,1136 \text{ Jam} ( 6 \text{ Menit } 48,96 \text{ Detik } ) \tag{8}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II**.

**Tabel II.** Pengujian Lama Pemakaian Baterai Aki

| No | Lama pemakaian (Menit) | Tegangan keluaran (volt) | Arus keluar (Ampere) | Daya (Watt) |
|----|------------------------|--------------------------|----------------------|-------------|
| 1  | 0                      | 13,2                     | 28                   | 369,6       |
| 2  | 1                      | 12,8                     | 27,8                 | 366,1       |
| 3  | 2                      | 12,4                     | 27,6                 | 365         |
| 4  | 3                      | 12,1                     | 27,6                 | 363,6       |
| 5  | 4                      | 12,1                     | 27,3                 | 363,3       |
| 6  | 5                      | 11,9                     | 27,1                 | 360,7       |
| 7  | 6                      | 11,8                     | 26,9                 | 360,1       |

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, diperoleh grafik data seperti pada **Gambar 16**.



**Gambar 16.** Grafik Pengujian Lama Pemakaian Baterai Aki

Data diatas diperoleh pada saat troli digunakan dengan menggunakan daya dari aki selama 6 menit. Dimana rata-rata tegangan bekurang

sebesar 0,2 volt, arus berkurang rata-rata 0.157 ampere dan dayanya bekurang 1,314 watt.

Pada pengujian ini digunakan baterai *power bank* yang berfungsi untuk menyuplai arduino dan juga kamera sebagai sensor untuk mendeteksi objek yang sudah ditentukan, setelah itu arduino akan menjalankan perintah agar motor mengikuti arah objek yang sudah dideteksi oleh kamera.

Rumus dasar :

$$P = V \times I \tag{9}$$

$$V = P/I$$

$$\tag{10}$$

$$I = P/V$$

$$\tag{11}$$

dimana,

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Daya Arduino =

$$5 \text{ Volt} \times 20 \text{ mAmpere} = 0,6 \text{ Watt} \tag{10}$$

Kapasitas baterai = 3,7 volt x 2,6 Ah

$$= 9,62 \text{ Vah} / 9,62 \text{ Watt per jam} \tag{11}$$

Perhitungan berapa lama powerbank dapat mem-backup beban :

I = Kuat Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

Jadi :

- Beban maksimal 0,6 Watt.

- Baterai yang digunakan 3,7 / 2,6 Ah.

Maka didapat :

$$I = 0,6 \text{ W} / 3,7 \text{ V} = 0,16 \text{ Ampere} \tag{13}$$

Waktu pemakaian = 2,6 Ah/0,16 A

= 16,25 jam- dieffisiensi Baterai 20 %

= 16,25 jam – 3,25 jam

= 13 Jam

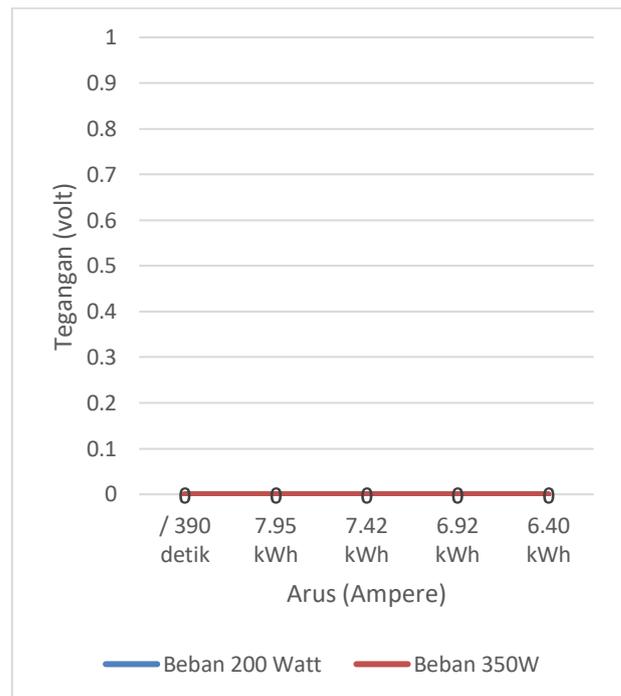
Data pengujian baterai *powerbank* dapat dilihat pada **Tabel III**.

**Tabel III.** Pengujian Baterai Powerbank

| Lama pemakaian (Menit) | Tegangan keluaran (volt) | Arus keluar | Daya (Watt) |
|------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| 0                      | 3,7                      | 0,165       | 0,6         |
| 10                     | 3,7                      | 0,163       | 0,6         |
| 20                     | 3,7                      | 0,16        | 0,58        |
| 30                     | 3,6                      | 0,156       | 0,57        |
| 35                     | 3,6                      | 0,155       | 0,55        |

|    |     | (Ampe re) |      |
|----|-----|-----------|------|
| 0  | 3,7 | 0,165     | 0,6  |
| 10 | 3,7 | 0,163     | 0,6  |
| 20 | 3,7 | 0,16      | 0,58 |
| 30 | 3,6 | 0,156     | 0,57 |
| 35 | 3,6 | 0,155     | 0,55 |

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, diperoleh grafik data pada **gambar 17**.



**Gambar 17.** Grafik Pengujian Baterai Powerbank

Data diatas yang diperoleh dari uji coba pengujian batrerai dengan *Powerbank*. Percobaan di lakukan 5 kali dengan durasi waktu dari 0 menit sampai 35 menit dimana di 5 ujicoba tersebut tegangan berkurang rata-rata 0,02 volt, arus berkurang rata-rata 0,0025 dan daya berkurang rata-rata 0,016 watt. Data pengujian beban kecepatan PWM = 150 dapat dilihat pada **Tabel IV**.

Pada pengujian ini terdapat beberapa kali percobaan dengan merubah berat dari beban pada troli. Sehingga dapat di peroleh berat benda maksimum yang mampu diangkut oleh troli. Pada tabel di bawah ini penulis menyajikan beberapa data berdasarkan percobaan yang telah di uji coba. Data dibawah diperoleh pada saat troli menempuh jarak 2 meter. Sehingga dari catatan hasil waktu tersebut, akan dapat diperoleh kecepatan troli dengan menggunakan rumus fisika yaitu :

$$v = s/t \tag{14}$$

di mana jarak (s) berbanding lurus terhadap waktu (t), dan (v) merupakan kecepatan benda tersebut. Pengujian dilakukan mulai dari troli kosong tanpa beban hingga beban pada troli terus ditambah sampai jumlah beban maksimal dimana troli sudah tidak dapat bergerak. Troli hanya mampu menampung beban jika kecepatan PWM pada motor DC sebesar 180, data hasil uji coba ditunjukkan pada **Tabel V**.

**Tabel IV.** Pengujian beban kecepatan PWM =150

| Berat Beban | Waktu(s) | Kecepatan(cm/s) |
|-------------|----------|-----------------|
| 0 kg        | 6,41     | 31,2 cm/s       |
| 5 kg        | 6,87     | 29,11 cm/s      |
| 10 kg       | 7,26     | 27,54 cm/s      |
| 15 kg       | 7,66     | 26,1 cm/s       |
| 20 kg       | 8,11     | 24,66 cm/s      |
| 25 kg       | 8,23     | 24,3 cm/s       |
| 30 kg       | 8,78     | 22,77 cm/s      |
| 35 kg       | 0        | 0 cm/s          |
| 40 kg       | 0        | 0 cm/s          |
| 45 kg       | 0        | 0 cm/s          |
| 50 kg       | 0        | 0 cm/s          |

**Tabel V.** Pengujian Beban kecepatan PWM =180

| Berat Beban | Waktu(s) | Kecepatan(cm/s) |
|-------------|----------|-----------------|
| 0 kg        | 5,71     | 35,02 cm/s      |
| 5 kg        | 6,16     | 32,46 cm/s      |
| 10 kg       | 6,68     | 29,94 cm/s      |
| 15 kg       | 7,19     | 27,81 cm/s      |
| 20 kg       | 7,83     | 25,54 cm/s      |
| 25 kg       | 8,27     | 24,18 cm/s      |
| 30 kg       | 8,51     | 23,5 cm/s       |
| 35 kg       | 9,14     | 21,88 cm/s      |
| 40 kg       | 9,52     | 21,008 cm/s     |
| 45 kg       | 0        | 0 cm/s          |
| 50 kg       | 0        | 0 cm/s          |

Setelah diuji coba dengan nilai PWM sebesar 180, penulis menguji coba pada kecepatan pwm sebesar 200 dan dapat menampung berat beban maksimum sebesar 50 kg, data hasil uji coba dapat dilihat pada **Tabel VI**.

**Tabel VI.** Pengujian Beban Kecepatan PWM =200

| Berat Beban | Waktu(s) | Kecepatan(cm/s) |
|-------------|----------|-----------------|
| 0 kg        | 5,33     | 37,52 cm/s      |

|       |       |            |
|-------|-------|------------|
| 5 kg  | 5,82  | 34,36 cm/s |
| 10 kg | 6,21  | 32,2 cm/s  |
| 15 kg | 6,93  | 28,86 cm/s |
| 20 kg | 7,62  | 26,2 cm/s  |
| 25 kg | 8,06  | 24,81 cm/s |
| 30 kg | 8,37  | 23,89 cm/s |
| 35 kg | 8,74  | 22,88 cm/s |
| 40 kg | 9,41  | 21,25 cm/s |
| 45 kg | 9,8   | 20,4 cm/s  |
| 50 kg | 10,26 | 19,49 cm/s |

Banyak pengembangan – pengembangan robot pada troli dengan tujuan otomatisasi. Khususnya dalam mengefisiensi dalam berbelanja di supermarket atau pasar modern lainnya. Yang pertama robot troli ini pernah dibuat dengan menggunakan komponen yang di gunakan pada alat tersebut adalah mikrokontroler arduino mega, sensor *ultrasonic*, (*Light Emitting Diode*) LED, (*liquid chrystal display*) LCD, baterai, motor DC, (*Radio Frequency Identification*) RFID, modul GSM dan modul bluetooth.

Prinsip kerjanya dengan memasukan barang – barang ke troli tersebut. Barang tersebut di pindai dengan RFID. Kegunaan RFID tersebut sebagai pemindai harga barang, *discount*, tanggal kedaluwarsanya. Untuk modul GSM sendiri digunakan untuk memberitahu harga barang yang di beli pelanggan. Pengguna masih harus mendorong trolinya [2]. Pelanggan pun masih merasa di repotkan. Yang kedua ada yang membuat dengan menggunakan komponen Accelerometer IC, Accelerometer axis, RFID, 16x4 LCD, modul GSM.

Prinsip kerjanya pelanggan di beri dulu kartu untuk mengaktifkan RFID, pelanggan harus menempelkannya pada pemindai yang terpasang pada trolinya. Setelah itu troli sudah mulai bisa digunakan. Pelanggan bisa langsung membeli barang yang akan dibeli, barang yang masuk ke troli akan langsung terbaca harganya dan tampilan LCD akan menampilkan harga yang sudah dipindai sebelumnya oleh RFID *reader* yang terdapat pada troli belanjaan. Untuk harganya pun bisa di cek di *smartphone* berupa pesan singkat atau (*short massage service*) SMS [4]. Sama seperti percobaan sebelumnya, robot troli tersebut belum bergerak secara otomatis dan Pelanggan masih harus mendorongnya dari belakang.

Yang ketiga pembuatan alat tersebut menggunakan sensor *ultrasonic*, sensor *infrared*, modul bluetooth, motor DC, driver motor, mikrokontroler arduino dan baterai. Prinsip kerjanya dengan menyambung dengan

*smartphone*. Akurasi ketepatannya hanya sampai jarak 4 meter sehingga rawan terjadinya kesalahan. Robot tersebut belum otomatis karena masih harus dikontrol oleh penggunanya dengan *smartphone* – nya [11].

Sedangkan robot troli pada penelitian ini dapat bergerak otomatis mengikuti pelanggannya tanpa perlu mendorongnya. Prinsip kerjanya dengan *image processing* dengan cara membaca warna pakaian penggunanya. Sehingga robot ini lebih mengefisieni saat pelanggan berbelanja di supermarket atau pasar modern. Namun robot troli ini belum mengguakan fitur *RFID* sebagai pengaktifkannya dan sebagai pemindai harga barang. Belum memakai *LCD* sebagai *display output* harga barangnya. Pelanggan belum bisa mengecek harga barang, tanggal kadaluwarsa dan *discount* pada barang yang di beli.

Keselarasan dari penelitian robot troli di supermarket atau pasar modern adalah mengurangi tenaga manusia dan menyelesaikan beberapa pekerjaan bermanfaat lainnya. Robot troli ini dapat sebagai alat bantu pada saat berbelanja. Ketika berbelanja kita tinggal memilih barang yang akan kita beli yang kemudian dimasukan ke robot troli tersebut. Pembeli tinggal berjalan di depannya dan robot troli secara otomatis akan mengikutinya dari belakang.

Keterbatasan dari penelitian ini diantaranya daya baterai yang kurang besar, maka masa penggunaan alat ini yang terbatas waktunya. Kualitas kamera yang digunakan masih di rasa kurang di karenakan jarak pendeteksian kamera terhadap objek maksimalnya hanya 565 cm, bila lebih dari itu maka objek tidak akan terdeteksi. Kualitas cahaya penerangan harus maksimal, dikarenakan bila cahaya kurang maksimal maka pendeteksian objek akan kurang baik. Beban maksimum yang mampu di tampung pada troli hanya 50 kg, bila lebih dari itu maka troli tidak bisa bergerak dan kapasitas baterai yang belum maksimal.

#### IV. KESIMPULAN

Dari data yang ada dan alat yang sudah dibuat, didapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Hasil perancangan troli menghasilkan troli yang bergerak dengan otomatis mengikuti pergerakan pelanggan. Namun baterai dan aki yang digunakan untuk memberikan daya pada troli masih kurang optimal.
2. Dari hasil percobaan yang dilakukan maksimal beban yang dapat ditampung oleh troli bervariasi, mulai dari 30 kg dengan kecepatan PWM pada motor sebesar 150, 40 kg dengan

kecepatan PWM pada motor sebesar 180, dan 50 kg dengan kecepatan PWM pada motor sebesar 200. Jika beban yang ditampung oleh troli tersebut melebihi nilai 50 kg, troli tidak akan bergerak sama sekali.

3. Dari hasil percobaan yang dilakukan tingkat kecepatan maksimum pwm 150 teroli tanpa beban pada triolinya 31,02 cm/s dengan waktu 6,41 s dan ketika beban 30 kg kecepatannya 22,77 cm/s dengan waktu 8,87 s. ketika beban lebih besar dari 30 kg, maka troli tidak dapat bergerak
4. Dari hasil percobaan yang dilakukan tingkat kecepatan maksimum pwm 180 teroli tanpa beban pada triolinya 35,02 cm/s dengan waktu 5,71 s dan ketika beban 40 kg kecepatannya 21,008 cm/s dengan waktu 9,52 s. ketika beban lebih besar dari 40 kg, maka troli tidak dapat bergerak
5. Dari hasil percobaan yang dilakukan tingkat kecepatan maksimum pwm 200 troli tanpa beban pada triolinya 37,52 cm/s dengan waktu 5,33 s dan ketika beban 50 kg kecepatannya 19,49 cm/s dengan waktu 10,26 s. ketika beban lebih besar dari 50 kg, maka troli tidak dapat bergerak
6. Troli otomatis yang telah dirancang dapat menjaga jarak dengan pelanggan di depannya. Dari hasil percobaan yang dilakukan tingkat keberhasilan yang dicapai oleh troli saat objek berada di depannya adalah 80% dengan jarak maksimal adalah 565 cm, jika jarak antara troli belanjaan dengan pelanggan lebih dari 565 cm maka troli tidak dapat membaca objek tujuan di depannya.

Ada beberapa beberapa saran untuk pengembangan alat selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Untuk alat optimal dibutuhkan metode pembacaan warna dimana kamera diberi perintah untuk membaca warna sekaligus pola yang ditentukan.
2. Penggunaan baterai sebaiknya menggunakan baterai yang memiliki kapasitas daya yang tinggi.
3. Penggunaan motor DC akan lebih baik bila motor yang digunakan memiliki nilai torsi yang lebih tinggi agar beban yang ditampung pada troli bisa lebih banyak lagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Rajini, "Development of Automatic Shopping Trolley in Supermarkets," vol. 13, no. 23, pp. 16545–16547, 2018.

- [2] T. Athauda, J. C. L. Marin, J. Lee, and N. C. Karmakar, "Robust Low-Cost Passive UHF RFID Based Smart Shopping Trolley," *IEEE J. Radio Freq. Identif.*, vol. 2, no. 3, pp. 134–143, 2018.
- [3] K. S. K. Chaitanya, N. G. S, A. G. Karthik, and N. Swithaja, "RFID Aided Automatic Billing Trolley System," vol. 2, no. 6, pp. 131–135, 2018.
- [4] A. Kumar, A. Gupta, S. Balamurugan, S. Balaji, and R. Marimuthu, "Smart Shopping Cart," In 2017 International conference on Microelectronic Devices Circuits and Systems (ICMDCS), pp. 1-4, 2017.
- [5] Z. Peter, A. Siddharth, S. Nikhil, O. Ikena, I. Kevin, S. Jack, D. Summan and N. Vijaykrishnan, "A Multitask Grocery Assisstance System for the Visually Impaired," *IEEE Consumer Magazine*, vol. 6, no. 1, pp. 73–81, 2016.
- [6] P. Chavan, "Smart Trolley Shopping System," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 2684–2686, 2018.
- [7] C. Tanis et al., "A System for Acquisition, Processing and Visualization of Image Time Series from Multiple Camera Networks," *Data*, vol. 3, no. 3, p. 23, 2018.
- [8] D. Strobel, D. Oswald, B. Richter, F. Schellenberg, and C. Paar, "Microcontrollers as (In)Security Devices for Pervasive Computing Applications," *Proc. IEEE*, vol. 102, no. 8, pp. 1157–1173, 2014.
- [9] Guang Deng, "An Entropy Interpretation of the Logarithmic Image Processing Model With Application to Contrast Enhancement," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 18, no. 5, pp. 1135–1140, 2009.
- [10] W. Fu, S. T. Tan, M. Radhakrishnan, R. Byrd and A. A. Fayed, "A DCM-only buck regulator with hysteretic-assisted adaptive minimum-on-time control for low-power microcontrollers," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 31, no. 1, pp. 418–429, 2016.
- [11] N. K. Sharivas, L. Kumar, D. Agrawal, Y. Verma, A. Sahu, and S. Somkuwar, "Human Assistance Robot by Using Arduino," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 363–366, 2017.
- [12] T. N. Nizar, R. Hartono and D. A. jatmiko "Perancangan Purwarupa Robot Pembantu Penyandang Tunadaksa" *Telekontran Vol. 1, No. 2*, 2013.
- [13] Tegar, L. S., & Utama, J. Rancang Bangun Sistem Informasi Lahan Parkir Kendaraan Roda Empat di Unikom Berbasis Image Processing Designed Build Information System in Unikom Four-Wheeled Parking Lot based on Image Processing, 2016.