

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSIAN OBJEK HALANG DAN PENGGEREMAN OTOMATIS PADA ROBOT *FORKLIFT*

Lutfi Wahyu Aryanto^{1*}, Sujono^{1,2}, Akhmad
Musafa^{1*}

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Budi Luhur

Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Jakarta Selatan,
Jakarta, Indonesia

² Pusat Studi Kendaraan Listrik, Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Jakarta Selatan,
Jakarta, Indonesia

*) Corresponding author:

1752500122@student.budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Forklift adalah alat bantu untuk memindahkan barang yang banyak dan besar ke tempat yang ingin dituju, forklift banyak digunakan di bagian pergudangan dalam menjalankan forklift diperlukan seorang operator. Adapun permasalahan yang terjadi antara lain forklift menabrak barang – barang yang ada digudang, forklift menabrak forklift karena masalah yang terjadi maka dibuatlah sebuah prototipe sistem pendeteksi objek halang dan pengereman otomatis pada robot forklift. Bagian – bagian dari robot forklift yaitu sistem pendeteksi objek halang berupa (sensor ultrasonik dan kamera pixy) serta sistem pengereman otomatis yaitu (driver motor dan motor dc). Prinsip kerja dari robot forklift adalah forklift mengikuti garis yang telah dibuat jika sistem pendeteksi dapat mendeteksi adanya objek halang maka sistem pengereman akan melakukan pengereman otomatis dengan jarak robot terhadap objek halang 20 cm, setelah itu buzzer akan menyala dan memberikan notifikasi jika objek halang terdeteksi, jika objek halang dipindahkan maka robot akan kembali bergerak sampai finish. Pada skema pengujian keseluruhan robot, robot akan diberikan beberapa objek adalah berupa objek berbentuk balok berwarna biru, objek berbentuk balok berwarna merah dan objek berbentuk segitiga berwarna hijau, skema

pengujian robot forklift dilakukan sebanyak 6 kali dengan objek yang ditempatkan berbeda beda posisinya. Hasil dari pengujian robot forklift yaitu robot dapat melakukan pendeteksi objek halang baik itu berbentuk balok merah dan biru serta berbentuk segitiga berwarna hijau jika posisi objek ada di depan robot forklift. Kesimpulan yang didapat adalah robot forklift dapat mendeteksi objek halang jika objek tersebut berada di depan robot forklift.

Kata kunci: Robot Forklift, Sistem Pendeteksi Objek, Sistem Pengereman Otomatis, Sensor ultrasonik HC-SR04, Kamera Pixy.

ABSTRACT

Forklifts are tools to move large and large items to the place you want to go, forklifts are widely used in the warehousing section in running forklifts an operator is needed. The problems that occur include forklifts crashing into goods in the warehouse, forklifts crashing into forklifts because of the problems that occur, a prototype of an obstacle object detection system and automatic braking on a forklift robot is made. The parts of the forklift robot are the obstacle detection system in the form of (ultrasonic sensor and pixy camera) and the automatic braking system, namely (motor driver and dc motor).). The working principle of the forklift robot is that the forklift follows the line that has been made if the detection system can detect an obstacle object, the braking system will automatically brake with a robot distance of 20 cm from the obstacle object, after that the buzzer will turn on and provide notification if an obstacle object is detected, if the obstacle object is moved, the robot will move again until the finish. In the overall robot testing scheme, the robot will be given several objects in the form of blue block-shaped objects, red block-shaped objects and green triangular objects, the forklift robot testing scheme is carried out 6 times with objects placed in different positions. The result of testing the forklift robot is that the robot can detect obstacle objects in the form of red and blue blocks and green triangles if the position of the object is in front of the forklift robot The conclusion is that the forklift robot can detect obstacles if the object is in front of the forklift robot.

Keyword : Forklift Robot, Object Detection System, Automatic Braking System, HC-SR04 ultrasonic sensor, Pixy Camera.

I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan ilmu pengetahuan yang begitu pesat, membawa dampak positif bagi kemajuan teknologi terutama pada bidang industri, contohnya alat bantu untuk memindahkan barang yang besar dan banyak ke tempat yang ingin dituju contohnya alat yang bernama forklift. Forklift dikendarai oleh operator adapun permasalahan yang timbul adalah forklift menabrak dan ditabrak oleh forklift lain, forklift menabrak rak gudang, forklift menabrak barang yang ada digudang. Keselamatan pada penggunaan forklift sangat dibutuhkan untuk mencegah terjadinya kecelakaan dikarenakan kurangnya pengetahuan atau keterampilan dari operator, kurangnya fokus pada operator dan kurangnya maintenace pada robot forklift itu sendiri[1]. Robot forklift menggunakan line follower dengan pergerakan maju, mundur, kiri dan kanan dalam mengikuti garis yang telah dibuat[2]. Pemilihan untuk menggunakan line follower supaya robot forklift mudah untuk melakukan tugasnya dikarenakan line follower tidak membutuhkan sebuah lintasan yang lebar[3]. Untuk melakukan pembacaan objek halang robot dilengkapi oleh kamera, dengan cara kamera mengambil gambar setelah itu algoritma tertentu supaya robot dapat digunakan untuk mengenali objek halang yang sudah ditentukan[4]. Selain menggunakan kamera, robot forklift, robot forklift menggunakan sensor ultrasonik yang berguna untuk melakukan pendeteksian penghalang di depan robot forklift dan akan mengirimkan data kepada arduino setelah itu arduino mengirimkan data kepada driver motor untuk melakukan pengereman otomatis, sehingga robot dapat mengurangi terjadinya kecelakaan antar robot forklift[5]. Pelacakan objek bisa menggunakan warna, bentuk dan tekstur, pada sistem pendeteksian objek halang ini yang digunakan untuk objek tracking adalah kamera pixy CMUcam5[6]. Selain perbedaan chip atmega yang digunakan, perbedaan lain antara arduino mega dengan arduino mega 2560 adalah tidak lagi menggunakan chip FTDI untuk fungsi USB to Serial Converter, melainkan menggunakan chip atmega16u2 pada revisi 3 (chip atmega8u2 digunakan pada revisi 1 dan 2) untuk fungsi USB to Serial Converter tersebut[7]. Sensor ultrasonik menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi jarak, sensor ini memiliki pemancar gelombang ultrasonik yaitu transmitter dan penerima gelombang ultrasonik yaitu receiver[8]. Sensor garis merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi warna yang dapat merefleksikan cahaya dan warna yang tidak dapat merefleksikan cahaya, sensor garis menggunakan prinsip pantulan cahaya inframerah untuk menentukan output salah satu modul untuk mendeteksi garis dinamakan IR line tracking sensor TCRT5000[9]. Untuk menggerakkan forklift digunakan motor dc, motor dc merupakan jenis

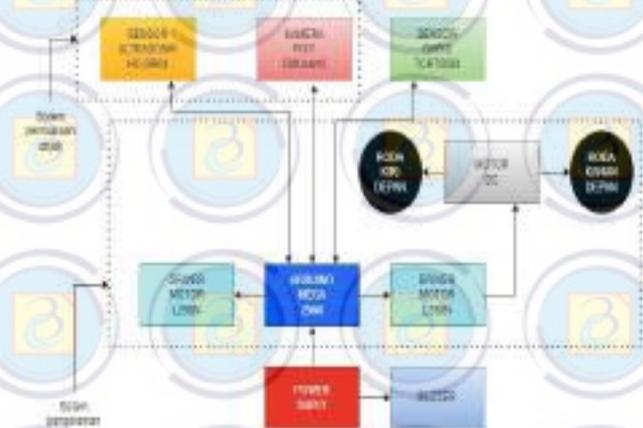
motor listrik yang penggunaannya memerlukan arus dc atau arus searah, pada motor dc arus searah yang dihasilkan akan diubah menjadi energi mekanis yang berupa putaran atau gerak[10]. Untuk mengatur kecepatan motor dc digunakan PWM, sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi, lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi[11].

Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian yang lain adalah penelitian ini fokus membahas tentang sistem pendeteksian objek halang dan sistem pengereman otomatis pada robot forklift.

II. RANCANGAN SISTEM

A. Diagram Blok Sistem Robot Forklift

Pada Gambar 1 ditampilkan sebuah diagram blok yang menjelaskan bagian-bagian sistem robot forklift.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem Robot Forklift

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan jika terdapat dua sistem yaitu sistem pendeteksian objek dan pengereman otomatis. Pada sistem pendeteksian objek meliputi sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan untuk mendeteksi jarak antara robot dan objek halang dan kamera pixy digunakan untuk mendeteksi objek halang menggunakan warna. Setelah itu terdapat sistem pengereman otomatis meliputi driver motor yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor dan motor dc digunakan untuk menggerakkan roda forklift.

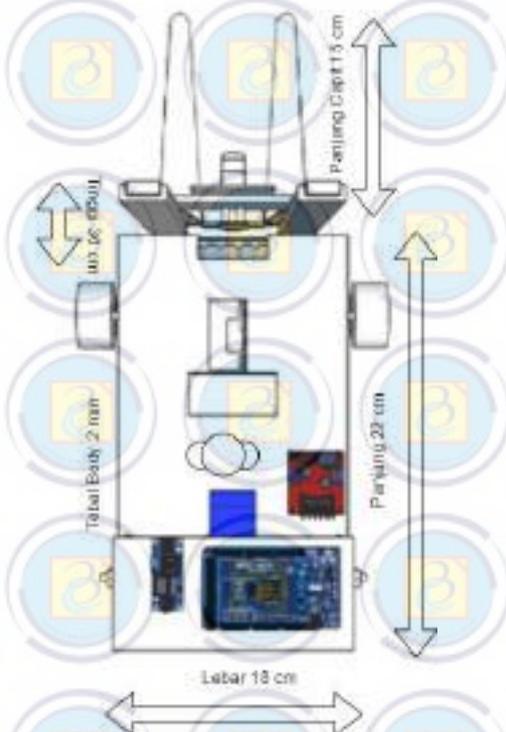
B. Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja dari robot forklift yaitu robot ditenagai oleh baterai setelah robot dinyalakan kamera pixy akan membaca objek warna objek halang yang telah dibuat, sensor ultrasonik mendeteksi jarak antara robot dengan objek halang, jika objek halang tidak terdeteksi oleh kamera pixy dan sensor ultrasonik, maka robot akan bergerak mengikuti garis yang telah dibuat, jika kamera pixy

dan sensor ultrasonik mendeteksi objek halang maka robot akan melakukan pengereman otomatis dan berhenti dengan jarak robot dengan forklift 20cm, setelah berhenti maka buzzer akan menyala dan memberikan peringatan jika ada objek halang yang terdeteksi, jika objek halang sudah dipindahkan maka robot akan kembali mengikuti garis sampai garis finish.

C. Perancangan Sistem Mekanik

Perancangan sistem mekanik berhubungan dengan desain konstruksi mekanik. Pada Gambar 2 dijelaskan Desain Robot Forklift.



Gambar 2 Desain Robot Forklift Tampak Atas



Gambar 3 Desain Robot Forklift Tampak Samping

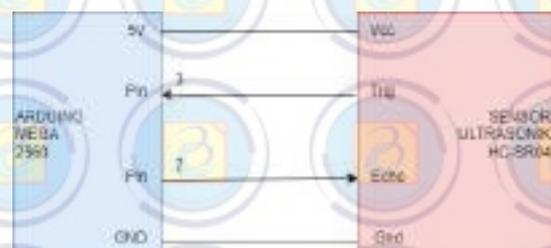
Pada Gambar 2 dapat dijelaskan robot forklift dibuat menyerupai bentuk aslinya dengan memiliki ukuran panjang body robot 22cm, panjang capit robot 15cm, lebar body robot 18cm dan tinggi robot 30cm. Rangka robot menggunakan akrilik dengan tebal 2mm, capit robot menggunakan 2 buah siku.

Robot Menggunakan 1 buah arduino mega 2560 yang dipasang di bagian belakang atas robot sebagai controller robot, robot menggunakan 4 roda, 2 roda di bagian depan bawah robot dan 2 roda omni berada di bagian belakang bawah robot, robot menggunakan 2 motor dc yang dipasang di bagian depan bawah robot untuk menggerakkan roda robot, robot menggunakan 1 buah kamera pixy yang dipasang pada bagian depan atas robot yang digunakan untuk membaca objek halang berwarna, robot menggunakan 1 buah sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipasang di bagian depan atas robot yang digunakan untuk mendeteksi jarak robot dengan objek halang, robot menggunakan 6 buah sensor garis TCRT5000 dibuat sejajar yang dipasang pada bagian bawah depan robot yang digunakan untuk membaca garis yang telah dibuat, robot menggunakan 1 buah driver motor yang dipasang dibagian tengah robot yang digunakan untuk mengatur kecepatan robot dan robot menggunakan 1 buah buzzer yang dipasang dibagian tengah robot yang digunakan untuk memberikan notifikasi jika kamera pixy dan sensor ultrasonik mendeteksi objek.

D. Perancangan Sistem Elektronik

Pada perancangan sistem elektronik akan dijelaskan mengenai wiring komponen-komponen yang digunakan pada pembuatan robot forklift.

Pada Gambar 4 ditampilkan tentang wiring sensor ultrasonik HC-SR04.

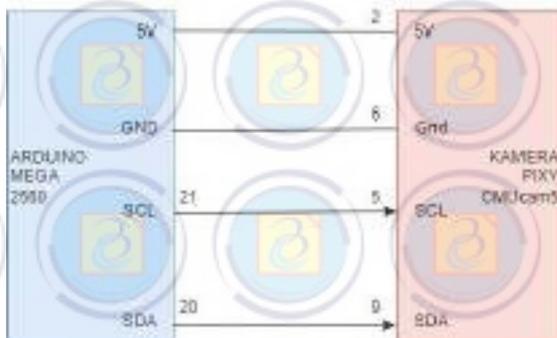


Gambar 4. Wiring sensor ultrasonik HC-SR04

Pada Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa pin VCC pada sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan pada pin 5V Arduino, pin Trig pada sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan

pada pin 3 Arduino, pin Echo pada pada sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan pada pin 2 Arduino dan pin GND pada sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan pada pin GND Arduino

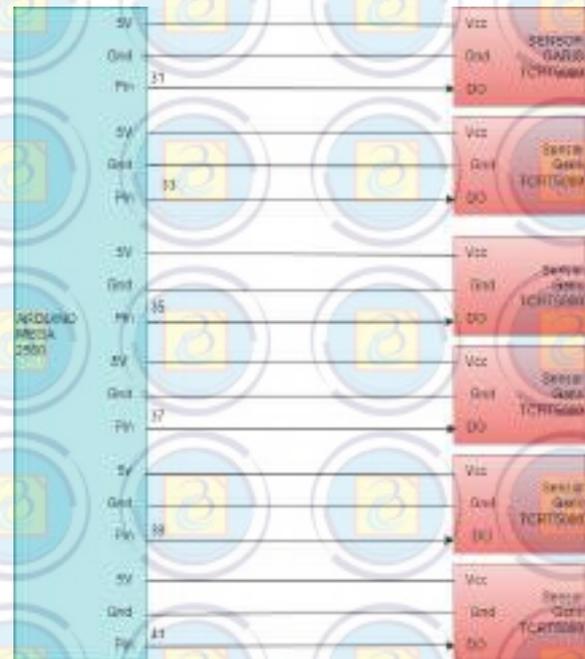
Prinsip kerja pada Gambar 3 dimulai ketika sensor mendapat supply tegangan 5V, pin trigger yang dihubungkan ke pin 3 arduino memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 Khz, apabila gelombang ultrasonik mengenai suatu objek maka akan terpantul kembali dan diterima oleh pin echo yang dihubungkan ke pin 2 arduino dengan kecepatan rambat gelombang udara sebesar 340 m/s. Arduino bertugas untuk menghitung waktu atau durasi yang dibutuhkan pin echo untuk menerima kembali gelombang ultrasonik. Pada Gambar 5 ditampilkan wiring kamera pixyCMUcam5.



Gambar 5. Wiring Kamera Pixy CMUcam5

Pada Gambar 5. Dapat dijelaskan bahwa pin 2 kamera pixyCMUcam5 dihubungkan ke pin 5V pada Arduino, pin 5 SCL kamera pixyCMUcam5 dihubungkan pada pin 21 Arduino, pin 6 kamera pixy CMUcam5 dihubungkan pada pin GND Arduino dan pin 9 SDA dihubungkan pada pin 20 Arduino.

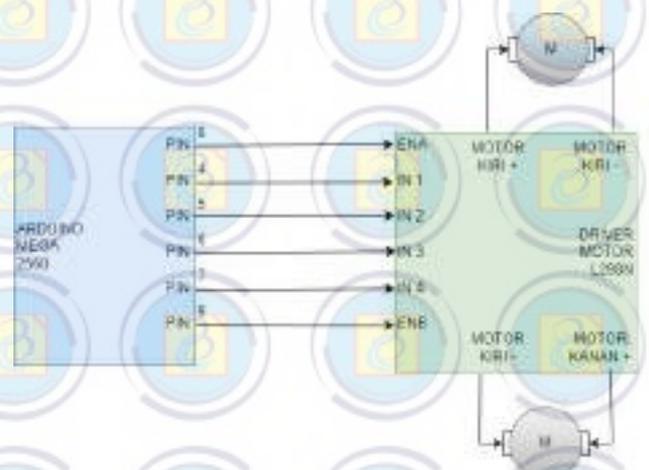
Pixy CMUcam5 menggunakan algoritma berbasis penyaringan warna untuk mendeteksi benda benda. Metode penyaringan berdasarkan warna yang populer cepat dan efisien serta relatif kuat, penyaringan warna yang biasa dikenal menggunakan RGB(Red, Green dan Blue) untuk mewakili warna. Kamera pixy menghitung warna (hue) dan saturasi dari setiap pixel RGB dari sensor gambar dan menggunakan inti sebagai parameter penyaring utama. Kamera pixy dapat membaca objek dengan horizontal 60 ° dan vertikal 40 °. Pada Gambar 6 ditampilkan wiring sensor garis TCRT5000.



Gambar 6. Wiring Sensor Garis TCRT5000

Berdasarkan pada Gambar 6. Dapat dijelaskan bahwa pin data pada sensor garis dihubungkan pada pin 31, 33, 35, 37, 39 dan 41 pada pin Arduino, pin VCC pada sensor garis dihubungkan pada pin 5V Arduino dan pin GND pada sensor garis dihubungkan pada pin GND Arduino.

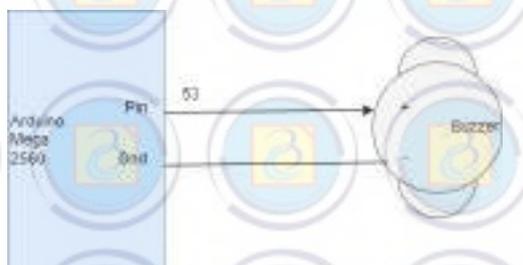
Prinsip kerja dari Gambar 6 adalah saat sensor garis mendapat supply tegangan 5V, maka led dari sensor akan menyala satu. Transmitter yang dihadapkan dengan warna dapat merefleksikan cahaya, maka cahaya akan diteruskan kepada receiver. Jika kondisi transmitter dihadapkan dengan warna yang tidak dapat merefleksikan cahaya maka cahaya infrared tidak akan diteruskan kepada receiver. Pada Gambar 6 ditampilkan wiring driver motor L298N dan Motor DC.



Gambar 7. Wiring Driver Motor L298N dan Motor DC

Pada Gambar 7. Dapat dijelaskan bahwa terdapat 2 wiring, yaitu wiring driver motor dengan arduino dan motor dc dengan driver motor. Pada wiring driver motor dengan arduino dapat dijelaskan bahwa pin ENA pada driver motor dihubungkan pada pin 8 arduino, pin IN1 driver motor dihubungkan pada pin 4 arduino, pin IN2 driver motor dihubungkan pada pin 5 arduino, pin IN3 pada driver motor dihubungkan pada pin 6 arduino, pin IN4 pada driver motor dihubungkan pada pin 7 arduino dan pin ENB pada driver motor dihubungkan pada pin 9 arduino. Pada wiring motor dc dengan driver motor dapat dijelaskan bahwa kabel positif motor dc dihubungkan pada motor kanan+ pada driver motor, kabel negatif motor dc dihubungkan pada motor kanan- pada driver motor, satu motor lagi kabel positif motor dc dihubungkan pada motor kanan+ driver motor dan kabel negatif dihubungkan pada motor kanan- driver motor. Pada Gambar 7. Akan ditampilkan wiring buzzer.

Arus dc pada rangkaian akan dialirkan pada kumparan setelah itu medan magnet yang tercipta akan menghasilkan torsi yang akan memutar motor. Setelah terjadi torsi, komutator kemudian akan bekerja dengan cara menjaga putaran motor listrik supaya tetap menghasilkan arus searah. Armature yang dihasilkan oleh medan magnet akan berputar searah sehingga akan menghasilkan gerak mekanik. Ketika aliran listrik sampai pada bagian kumparan, maka pada permukaan sebelah utara akan secara otomatis bergerak ke arah medan magnet sisi selatan, kemudian kumparan pada magnet sisi selatan bergerak ke arah sisi luar utara magnet.

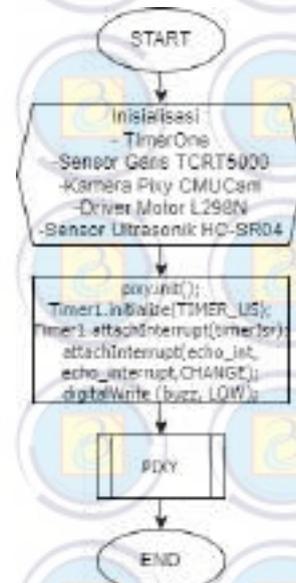


Gambar 8. Wiring Buzzer

Pada gambar 8. Dapat dijelaskan bahwa kabel+ pada buzer dihubungkan pada pin 52 arduino, dan kabel- buzzer dihubungkan pada pin GND arduino.

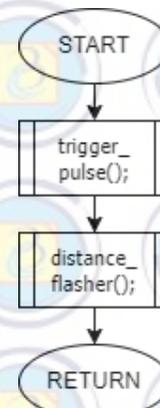
E. Perancangan Perangkat Lunak

Pada Gambar 8 ditampilkan perancangan perangkat lunak pada rancang bangun sistem pendeteksian objek halang dan pengereman otomatis pada robot forklift.

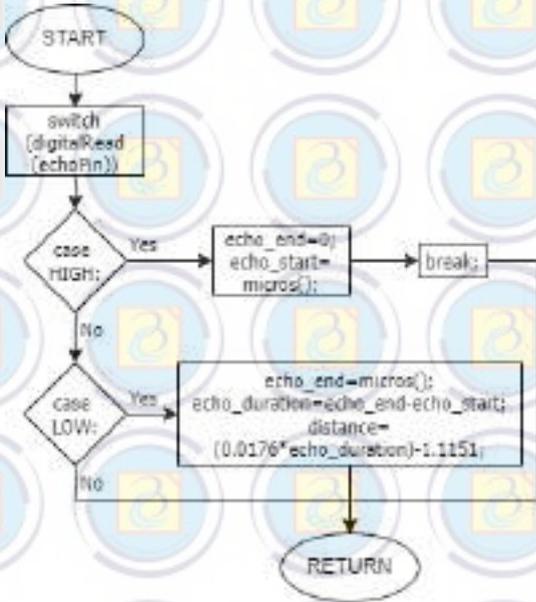


Gambar 9. Diagram Alir Keseluruhan Sistem

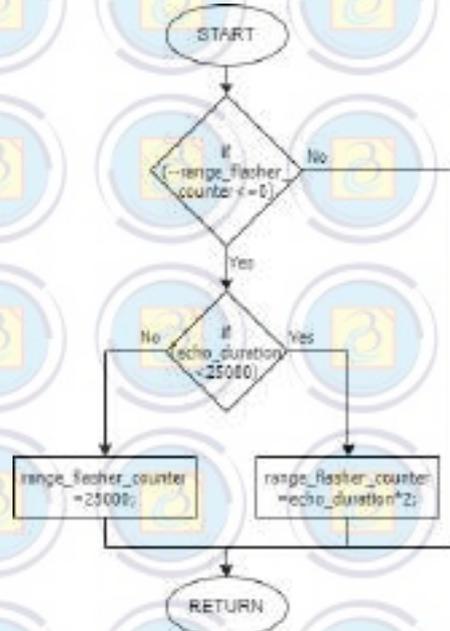
Berdasarkan Gambar 9 terdapat sub-sub program interrupt dalam library TimerOne. Sub-sub program Timer berguna untuk melakukan pengolahan data yang berbeda dari alur pemrograman. Diagram alir sub-sub program yang digunakan adalah timerIsr dan echo_interrupt. Diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.10.



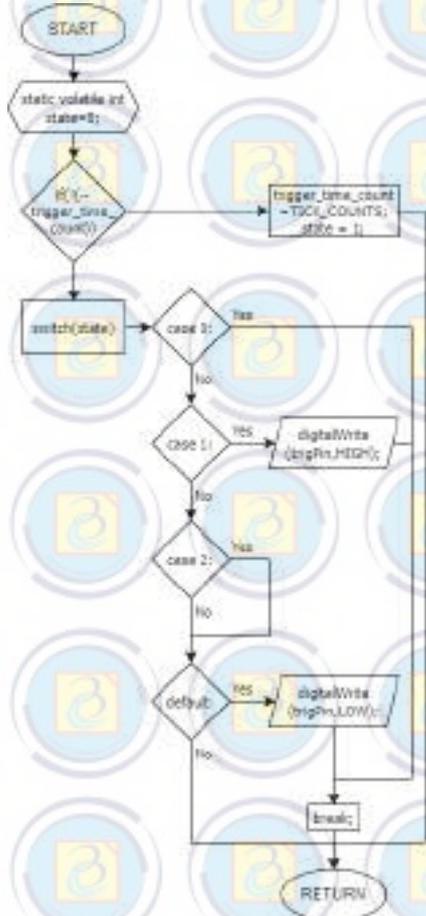
((a))



(b)

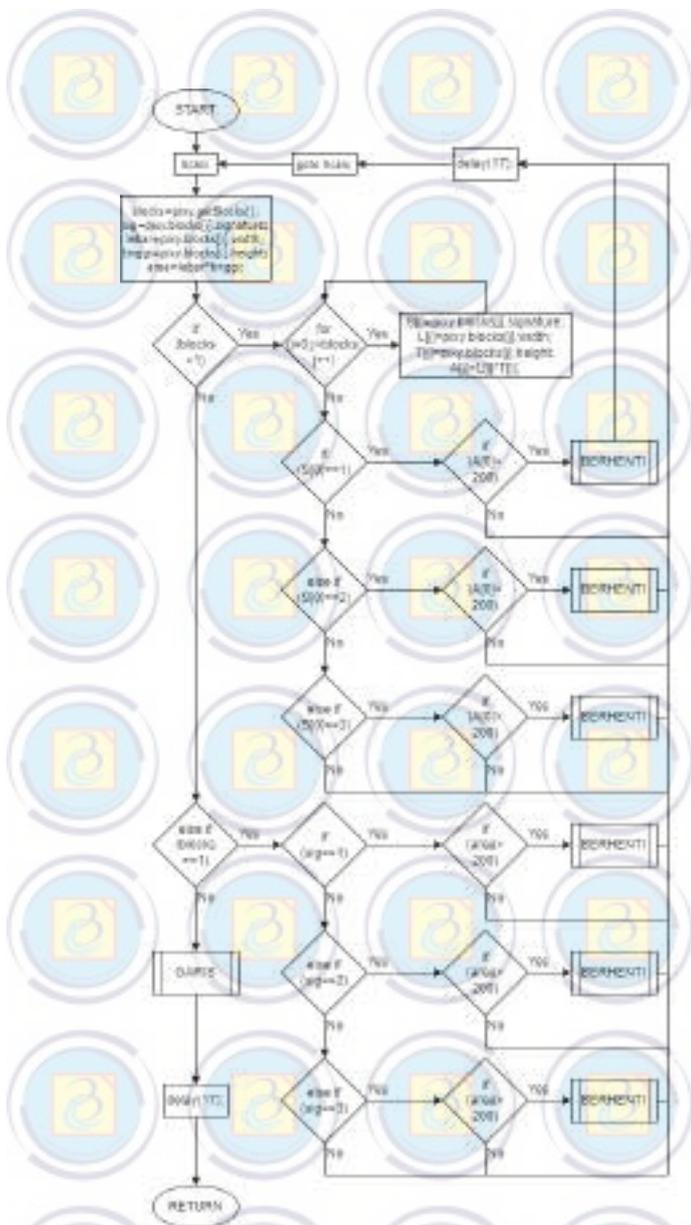


(d)



(c)

Gambar 10 Diagram Alir Sub-sub Program (a) timerIsr, (b) echo_interrupt, (c) trigger_pulse, (d) distance_flasher



Gambar 11 Diagram Alir Sub Program pixy

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Hasil dan pembahasan ini akan membahas pengujian keseluruhan sistem robot forklift yang bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem pendeteksian objek halang dan pengereman otomatis pada robot forklift. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali dengan posisi objek halang yang berbeda beda. Arena robot forklift menggunakan triplek dengan tebal 3 mm, garis hitam pada arena menggunakan lakban berukuran 3 cm, pada pengujian robot forklift digunakan 3 buah objek halang yaitu : objek A berbentuk balok berwarna biru dengan ukuran 16cm x 8cm x 8 cm, objek B berbentuk balok 15 cm x 7 cm x 7 cm dan objek C berbentuk segitiga berwarna hijau dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 13 cm. Pada Gambar 4 ditampilkan skema pengujian 1 robot forklift.



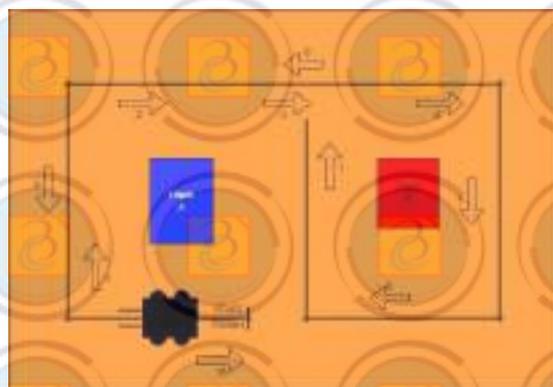
Gambar 9. Skema Pengujian 1

Pada Gambar 9. Dapat dijelaskan tentang skema pengujian 1 yaitu robot forklift bergerak mengikuti garis yang telah dibuat, robot forklift tidak diberikan objek halang karena ingin mendapatkan hasil pengujian berupa robot forklift akan bergerak sampai finish atau mengalami error. Pada Tabel 1 ditampilkan hasil pengujian.

Tabel 1. Hasil Pengujian Skema 1

Pengujian	Keterangan
1	Sampai finish
2	Sampai finish
3	Sampai finish

Pada Tabel 1 dapat dijelaskan jika robot mengikuti garis yang telah dibuat tanpa adanya objek halang dapat mengikuti garis dengan baik dari start sampai finish. Pada Gambar 10 ditampilkan Skema Pengujian 2.



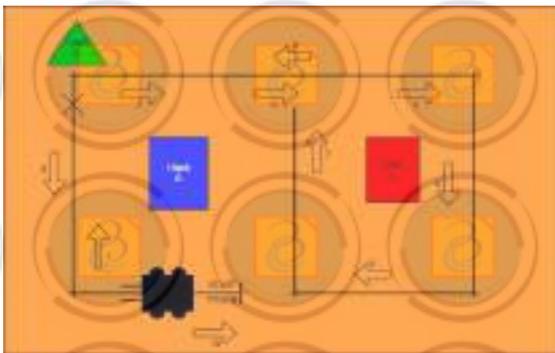
Gambar 10. Skema Pengujian 2

Pada Gambar 10 dapat dijelaskan Skema Pengujian 2 yaitu robot forklift diberikan objek halang berupa Objek A berbentuk balok dan berwarna biru serta Objek B berbentuk balok berwarna merah. Pada Tabel 2 ditampilkan hasil dari pengujian Skema 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Skema 2

Percobaan	Warna Objek	Posisi Objek	Posisi Robot Berhenti	Pendeteksian Objek	Buzzer
1	Biru	A	X	Tidak Berhasil	Tidak Menyala
2	Merah	B	X	Tidak Berhasil	Tidak Menyala

Pada Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa robot tidak dapat mendeteksi objek halang karena objek halang berada tidak di depan robot forklift. Pada Gambar 12 ditampilkan Skema Pengujian 3.



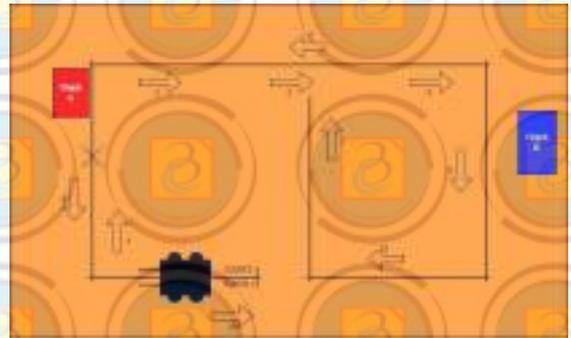
Gambar 12. Skema Pengujian 3

Pada Gambar 12 Skema Pengujian 3 dapat dijelaskan jika robot forklift diberikan 3 objek halang yaitu Objek A berbentuk segitiga berwarna hijau, Objek B berbentuk balok berwarna biru dan Objek C berbentuk balok berwarna merah. Pada Tabel 3 ditampilkan Hasil Pengujian Skema 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Skema 3

Percobaan	Warna Objek	Posisi Objek	Posisi Robot Berhenti	Pendeteksian Objek	Buzzer
1	Hijau	A	X	Berhasil	Menyala
2	Biru	B	X	Tidak Berhasil	Tidak Menyala
3	Merah	C	X	Tidak Berhasil	Tidak Menyala

Pada Tabel 3 dapat dijelaskan jika robot forklift dapat melakukan pendeteksian objek A berbentuk segitiga berwarna hijau karena objek berada di depan robot, tetapi robot tidak dapat mendeteksi Objek B berbentuk balok berwarna biru dan Objek C berbentuk balok berwarna merah dikarenakan posisi objek tidak berada di depan robot. Pada Gambar 13 ditampilkan Skema Pengujian 4.



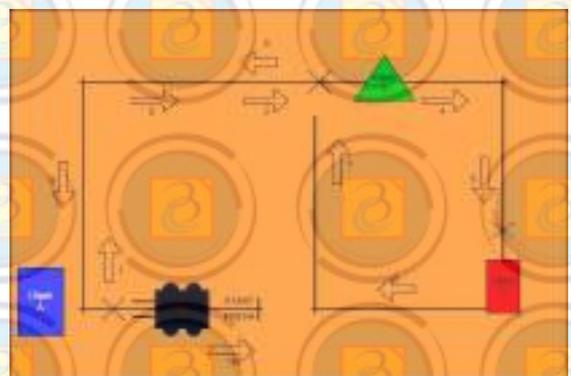
Gambar 13. Skema Pengujian 4

Pada Gambar 13 dapat dijelaskan jika robot forklift diberikan 2 objek halang, objek a berbentuk balok berwarna merah dan objek b berbentuk balok berwarna biru. Pada Tabel 4 ditampilkan hasil dari pengujian skema 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Skema 4

Percobaan	Warna Objek	Posisi Objek	Posisi Robot Berhenti	Pendeteksian Objek	Buzzer
1	Merah	A	X	Berhasil	Menyala
2	Biru	B	X	Tidak Berhasil	Tidak Menyala

Pada Tabel 4 dapat dijelaskan jika robot dapat mendeteksi objek a berbentuk balok berwarna merah karena objek tersebut berada di depan robot, dan robot tidak dapat mendeteksi objek b berbentuk balok berwarna biru karena objek tersebut tidak berada di depan robot forklift. Pada Gambar 14 ditampilkan Skema Pengujian 5.



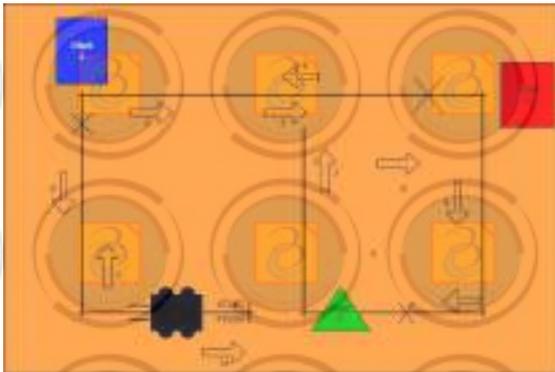
Gambar 14. Skema Pengujian 5

Pada Gambar 14 dapat dijelaskan jika robot forklift diberikan 3 objek halang, objek a berbentuk balok berwarna biru, objek b berbentuk segitiga berwarna hijau dan objek c berbentuk balok berwarna merah. Pada Tabel 5 ditampilkan hasil dari pengujian skema 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Skema 5.

Percobaan	Warna Objek	Posisi Objek	Posisi Robot Berhenti	Pendeteksian Objek	Buzzer
1	Biru	A	X	Berhasil	Menyala
2	Hijau	B	X	Berhasil	Menyala
3	Merah	C	X	Berhasil	Menyala

Pada Tabel 5 dapat dijelaskan jika robot forklift dapat mendeteksi objek a, b dan c karena objek tersebut berada di depan robot forklift. Pada Gambar 15 ditampilkan Skema Pengujian 6.



Gambar 15. Skema Pengujian 6.

Pada Gambar 15 dapat di jelaskan jika robot forklift diberikan 3 objek halang, objek a berbentuk balok berwarna biru, objek b berbentuk balok berwarna merah dan objek c berbentuk segitiga berwarna hijau. Pada Tabel 6 ditampilkan hasil dari pengujian skema 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Skema 6

Percobaan	Warna Objek	Posisi Objek	Posisi Robot Berhenti	Pendeteksian Objek	Buzzer
1	Biru	A	X	Berhasil	Menyala
2	Merah	B	X	Berhasil	Menyala
3	Hijau	C	X	Berhasil	Menyala

Pada Tabel 6 dapat dijelaskan jika robot dapat mendeteksi objek a,b dan c karena objek tersebut berada di depan robot forklift. Pada Gambar 15 ditampilkan kondisi robot saat membaca objek A.



Gambar 16. Robot Forklift Membaca Objek A

Pada Gambar 16 dapat dijelaskan jika robot forklift dapat mendeteksi objek berwarna biru dan melakukan pengereman otomatis dengan jarak robot dengan objek 20cm.

Pada Gambar 17 ditampilkan kondisi robot saat membaca objek B.



Gambar 17. Robot Forklift Membaca Objek B

Pada Gambar 17 dapat dijelaskan jika robot dapat melakukan pendeteksian objek berwarna merah serta melakukan pengereman otomatis dengan jarak robot dengan objek 20cm.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian keseluruhan sistem robot forklift dapat disimpulkan bahwa sistem robot forklift mampu bergerak mengikuti garis hitam yang telah dibuat lalu melakukan pendeteksian objek halang yang telah dibuat berupa objek berbentuk balok berwarna biru dengan ukuran 16x8x8 cm dan objek berbentuk balok berwarna merah dengan ukuran 14x7x7 cm serta objek berbentuk segitiga berwarna hijau dengan ukuran 10x10x13,5 cm dan robot mampu melakukan pengereman otomatis pada jarak 20 cm antara robot dengan objek halang, serta buzzer dapat menyala ketika objek halang terdeteksi. Sistem akan dapat bekerja lebih maksimal jika objek halang berada tepat di depan robot forklift, jika objek halang berada pada kiri, kanan serta di belakang robot, maka robot tidak dapat melakukan pendeteksian objek serta melakukan pengereman otomatis.

REFERENSI

- [1] admin, "Hal-Hal Yang Mengakibatkan Kecelakaan Forklift," *sioforklift.com*, Mar. 14, 2014. <https://www.sioforklift.com/hal-hal-yang-mengakibatkan-kecelakaan-forklift/#comment-115> (accessed Nov. 22, 2022).
- [2] M. Aji, A. Wibowo, F. Hunaini, and D. Usman Effendi, "Perancangan Dan Pembuatan Purwarupa Line Follower Forklift," *Jurnal WIDYA TEKNIKA*, vol. 26, no. 2, pp. 194–206, 2018.
- [3] I. Pudja Hardjana, "Perancangan Robot Pindah Barang Line Follower Berbasis Mikrokontroler PIC16F877," 2018.
- [4] "Implementasi Kontrol PID pada Object Tracking Robot Menggunakan Sensor Kamera PIXY CMUCAM5 (2017)".
- [5] A. Halim *et al.*, "Sistem Pendeteksi Mundur Dan Manuver Pada Forklift Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino."
- [6] "OBJECT TRACKING Computer Vision."
- [7] Rakhman, Aulia."Perancangan Maximum Power Point Tracking(MPPT) Pada Windbelt Generator Dengan Algoritma Perturb & Observe". *JurnalMaestro* Vol.5.No.1.April 2022, E-ISSN2655-3430
- [8] Nikodemus, Sony Limbong."Sistem Pengereman Otomatis Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy".2017
- [9] E. Prasetyo and S. Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Dumai Jalan Utama Karya Bukit Batrem Kota Dumai kode, "Informatika Prototype Robot Line Follower Arduino Uno Menggunakan 4 Sensor TCRT5000," *Jurnal Informatika, Manajemen dan Komputer*, vol. 11, no. 2, 2019.
- [10] K. D. Kecepatan Motor Penguat Terpisah Berbeban Berbasis and D. Taufiq Arif, "JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL)." [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>
- [11] Dunia Elektro, "Penerapan Pulse Width Modulation (PWM) pada Arduino," <https://www.sekolahotomasi.com/2020/03/penerapan-pulse-width-modulation-pwm-pada-arduino.html>, Mar. 01, 2020.